

# PARAZITISMUS

Parazitismus jako ekologický pojem

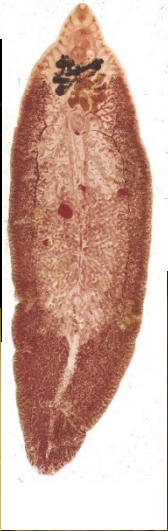
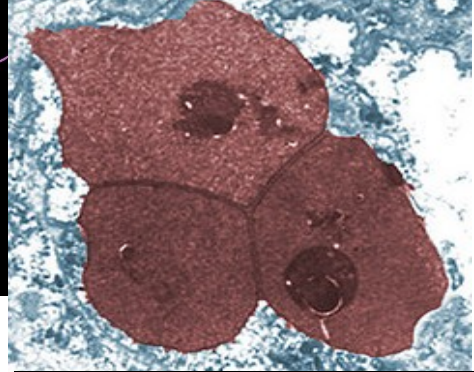
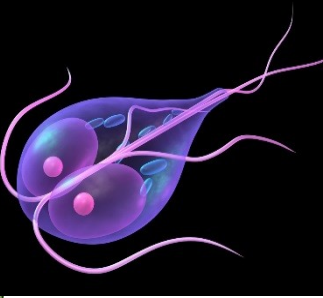
Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších typů  
ekosystémů

# Osnova přednášky

- Diverzita cizopasníků
- Základní definice a pojmy
- Fenomén parazitismu
- Typy parazitů
- Hlavní starosti parazita 😊
- Význam pro člověka
- Organismus jako prostředí
- Typy hostitelů
- Ekologická klasifikace parazitů
- Životní cyklus cizopasníka
- Adaptace k parazitismu



# Rozmanitost cizopasníků





# Mezidruhové vztahy

NÁZEV	DRUH A	DRUH B	CHARAKTER VZTAHU
neutralismus	0	0	druhy žijí na stejném stanovišti, ale vzájemně se neovlivňují
kompetice (též konkurence)	-	-	oba druhy soutěží o stejný potravní zdroj, vztah má zpravidla nepříznivý vliv na populace obou druhů
komensalismus	+	0	komensál (druh A) má ze soužití prospěch (zpravidla potravní), jeho hostitel (druh B) však není ovlivněn
protokooperace	+	+	vzájemně výhodný volný vztah, organismy nejsou v těsném vztahu (na rozdíl od mutualismu)
mutualismus	+	+	těsná kooperace dvou druhů, dříve označována termínem „symbióza“
amensalismus (též antibióza, resp. allelopatie)	0	-	inhibitor (druh A) produkuje látky toxické pro amensála (druh B), sám většinou není ovlivněn
parazitismus	+	-	druh A je parazitem druhu B (druh B určitou dobu přežívá, není druhem A přímo konzumován)
predace	+	-	druh B je potravou pro druh A (výsledkem interakce je okamžitá likvidace druhu B)

**Typy prostředí:** Voda  
Půda  
Atmosféra

**Organismy → Paraziti**

**Co je to parazit ?**

**Raison d'etre for parasitologists.**

# Význam parazitů

- Volně žijící organismus, který není hostitelem několika parazitických jedinců různých druhů je raritou.
- Více než polovina známých druhů jsou parazité nebo patogeni (a neznáme zdaleka všechny bakteriální a virové parazity).

# 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

**Fungi** - paraziti rostlin R 28 100

paraziti živočichů Ž 4 000

**Protista** – paraziti rostlin R 100

paraziti živočichů Ž 7 505

## Animalia

**Plathelminthes** Ž 40 000

**Nematoda** – paraziti rostlin R 2 500

paraziti živočichů Ž 10 000

**Crustacea** Ž 4 500

**Arachnida** Ž 10 000

**Insecta** – paraziti živočichů Ž 15 500

paraziti rostlin R 63 300

parazitoidi živočichů Ž 107 500

parazitoidi rostlin R 159 000

**Chordata** Ž 100

**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.

# Parazité - definice

- Organismus, který získává živiny od jednoho hostitele či malého počtu hostitelských jedinců, obvykle je poškozují, ale nepůsobí bezprostředně smrt.
- Pozor: komensální x parazitické interakce (např. k poškození dochází až při vyšším počtu parazitů či špatné kondici hostitele).
- Míru způsobené škody lze měřit jako snížení růstové rychlosti hostitele (nebo celé populace).
- Existence těsného spojení mezi parazitem a hostitelem.
- Závislost parazita na hostiteli při regulaci prostředí.



## **Co je to parazitismus ?**

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

**Je parazitismus symbiósa ?**

# Co je to symbiósa ?

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

# Symbiosa v přírodě



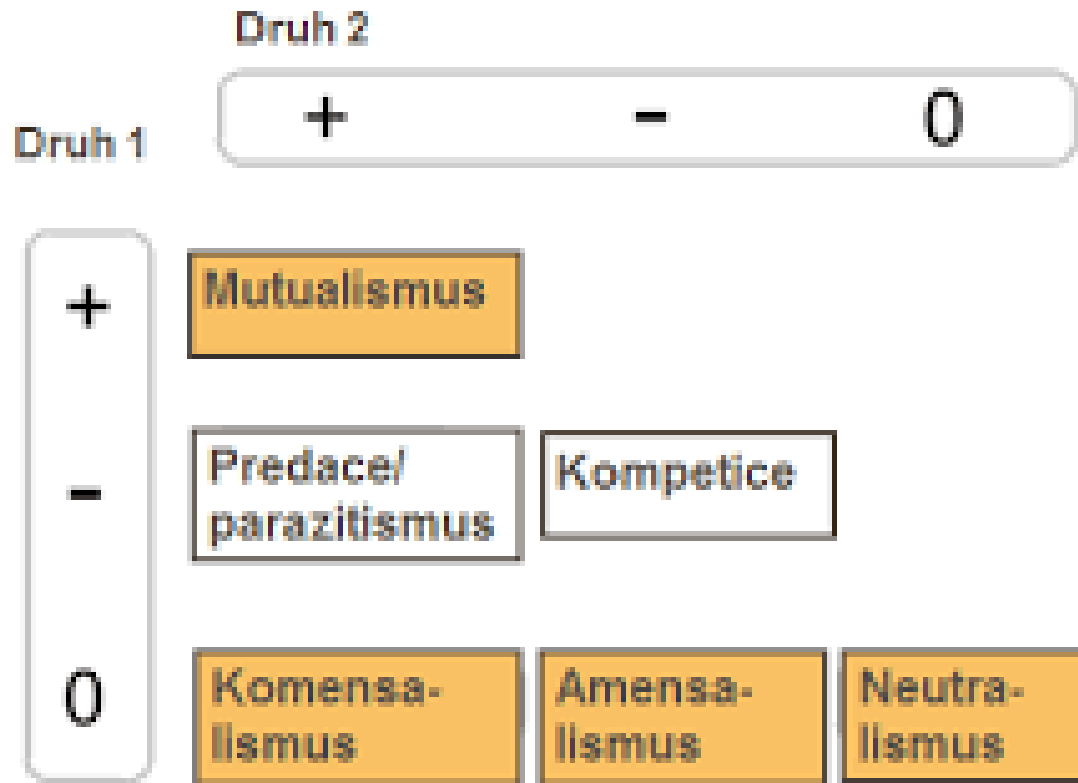


# Vztahy mezidruhové – působení druhů dvou nebo více populací

- Ke kladným interakcím patří:
  - - protokooperace, tj. vztah je pro všechny zúčastněné prospěšný – např. smíšené lesy s větší ekologickou stabilitou.
  - - komezalismus, tj. vztah organismů dvou různých druhů z nichž jeden má užitek a druhého jedince nepoškozuje – datel a holub.
  - - mutualismus, tj. symbióza – vzájemná prospěšnost – lišejníky (řasa a houba), mykorhiza (houba a dřeviny).

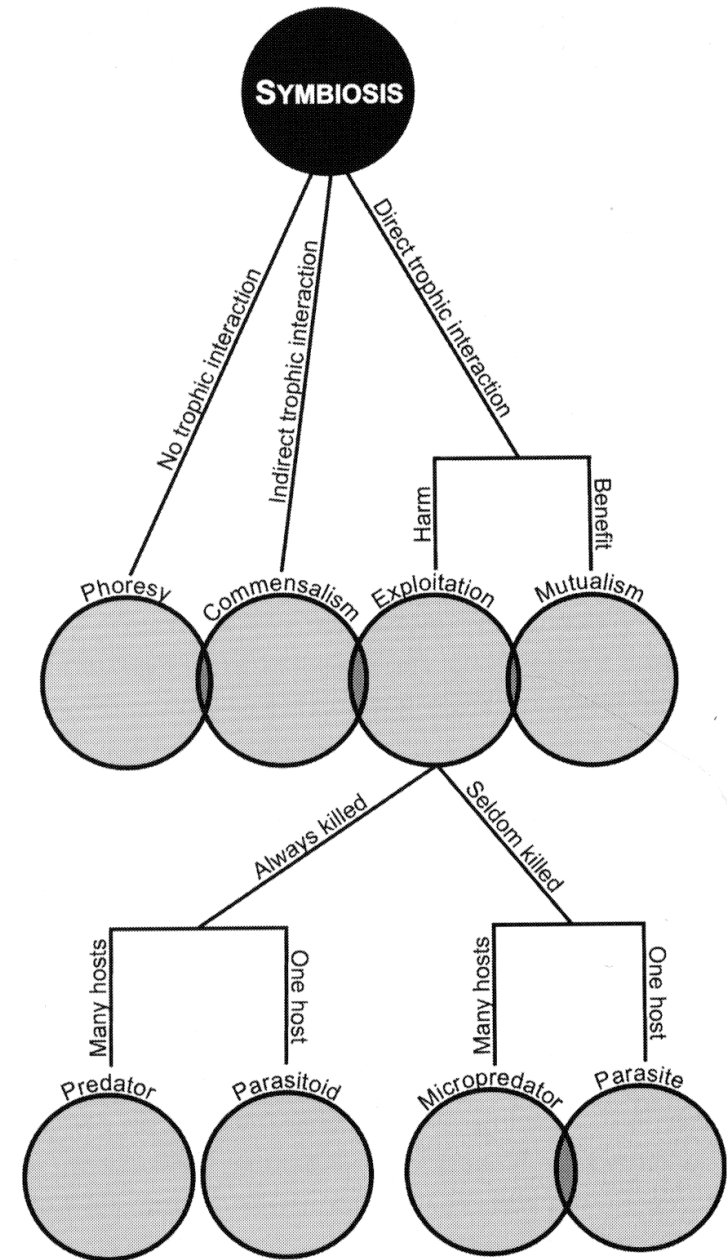
# Je parazitismus negativní biologická interakce ?

## Je parazitismus symbióza ?



# Je parazitismus symbióza ?

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



# Vznik parazitismu

Parazitismus jako životní strategie je jev odvozený - nejprve musí existovat potenciální hostitel.

Přechod k parazitickému způsobu života musí být pro parazita výhodný, to znamená, že musí zvýšit jeho fitness.

Potenciální parazit musí mít pro nový způsob života preadaptace (např. sací ústní ústrojí)

# Vznik parazitismu

**Mezistupně:**

**Fakultativní paraziti** obvykle žijí volně. Ledaže by se to zrovna hodilo jinak.

**Forézie** může se zřejmě vyvinout **obligátní parazitismus**, kde již parazit bez svého hostitele není schopen života či množení.

**Postupná evoluční adaptace na náhodné pozření budoucím hostitelem.**

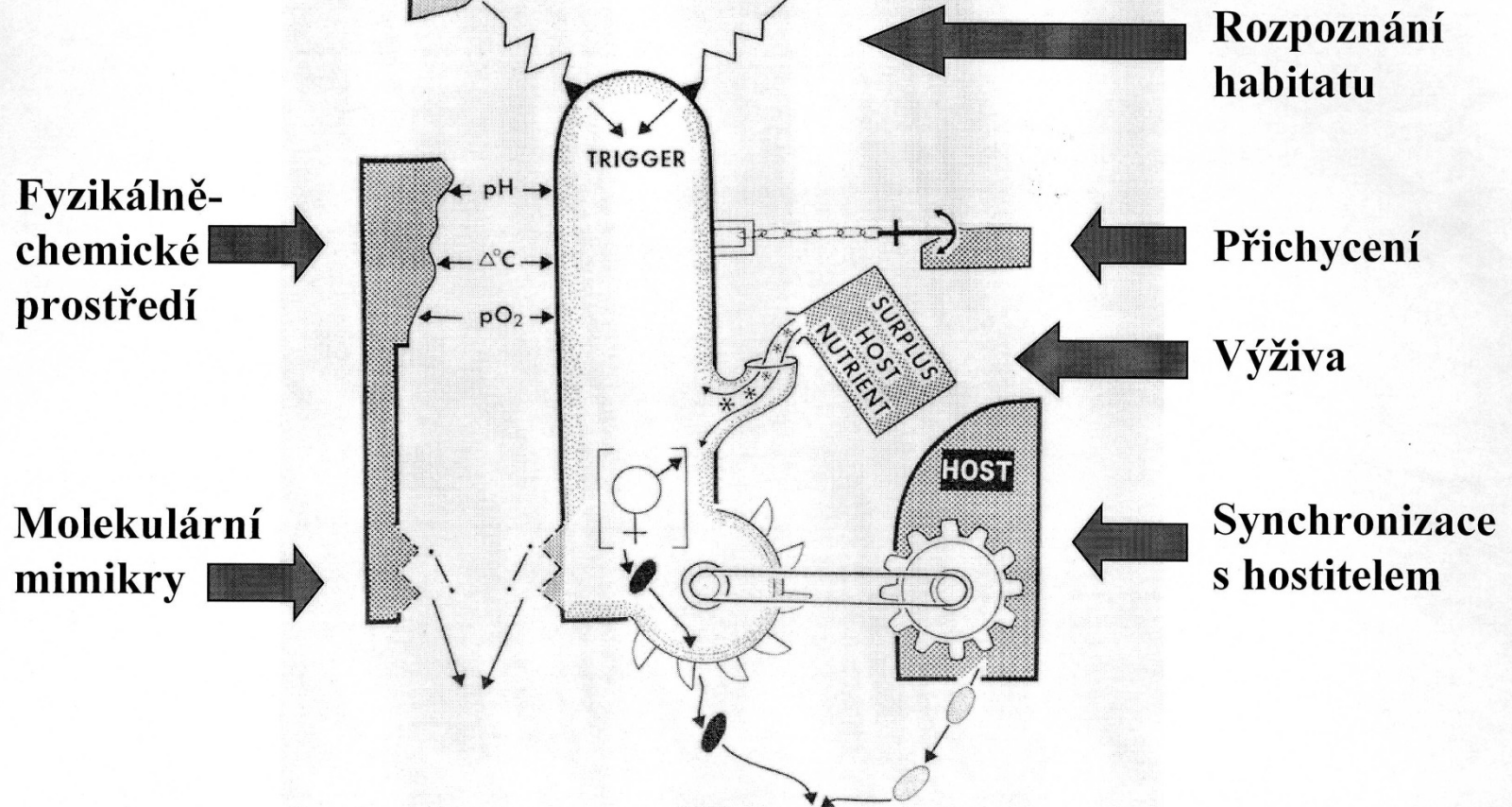
Zpočátku si potenciální parazit pouze vytvoří adaptace, které mu usnadní přestát průchod trávicí soustavou jiného organismu, později se navíc naučí získávat zdroje ze svého hostitele.

**Saprophytismus, využívání zdrojů živin nacházejících se v mrtvých tělech jiných organismů.**

Hranice mezi saprophytismem, parazitismem, predací.



## Základní problémy parazita



(upraveno podle Smytha 1994)

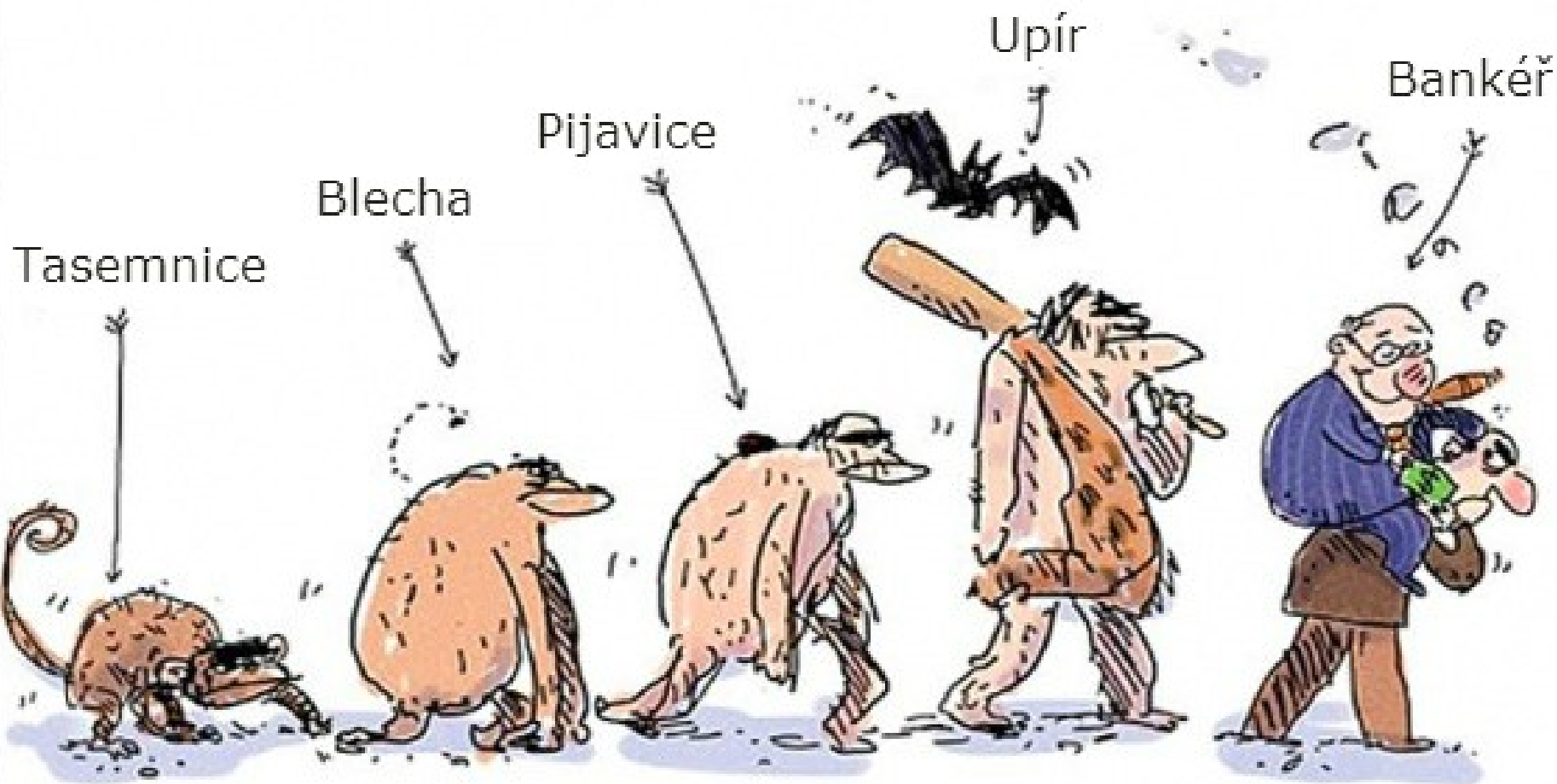
# Hlavní starosti parazita

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 !**

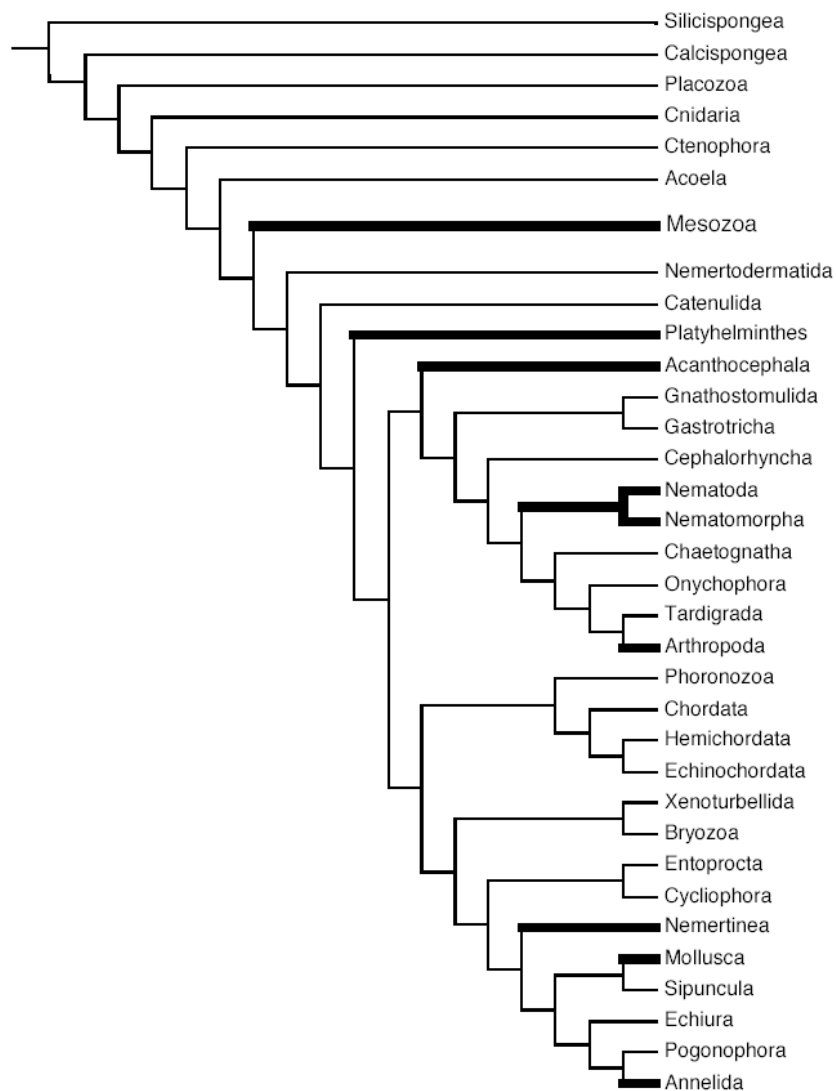
# Evolve parazita



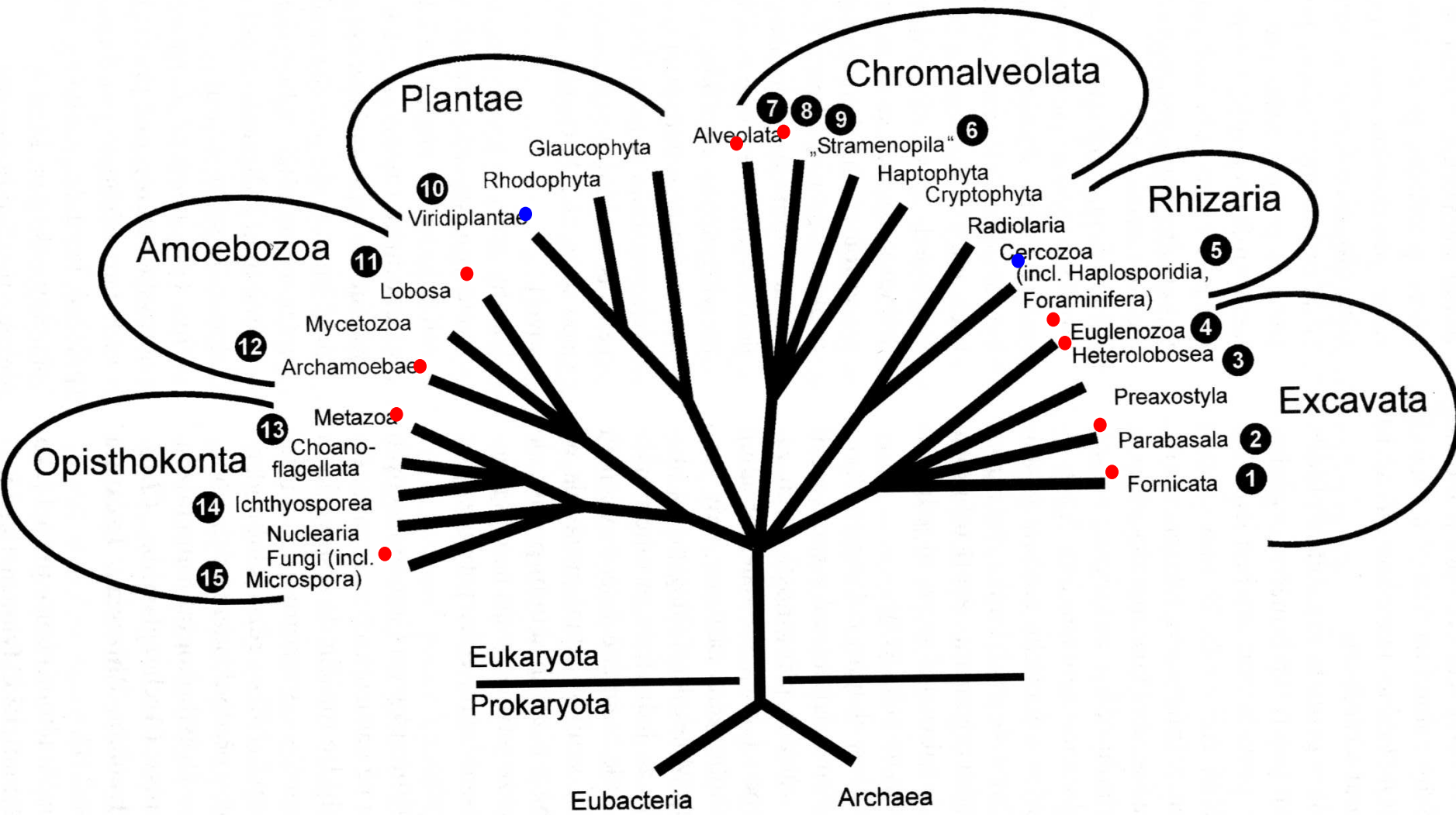
KUDELKA.

# Současné znalosti diverzity parazitů

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



# Occurrence of parasitism in Eucaryota



● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

# Současný stav poznání diverzity cizopasníků

>70 evolučních  
přeskoků od volně  
žijících k parazitickým  
životním formám

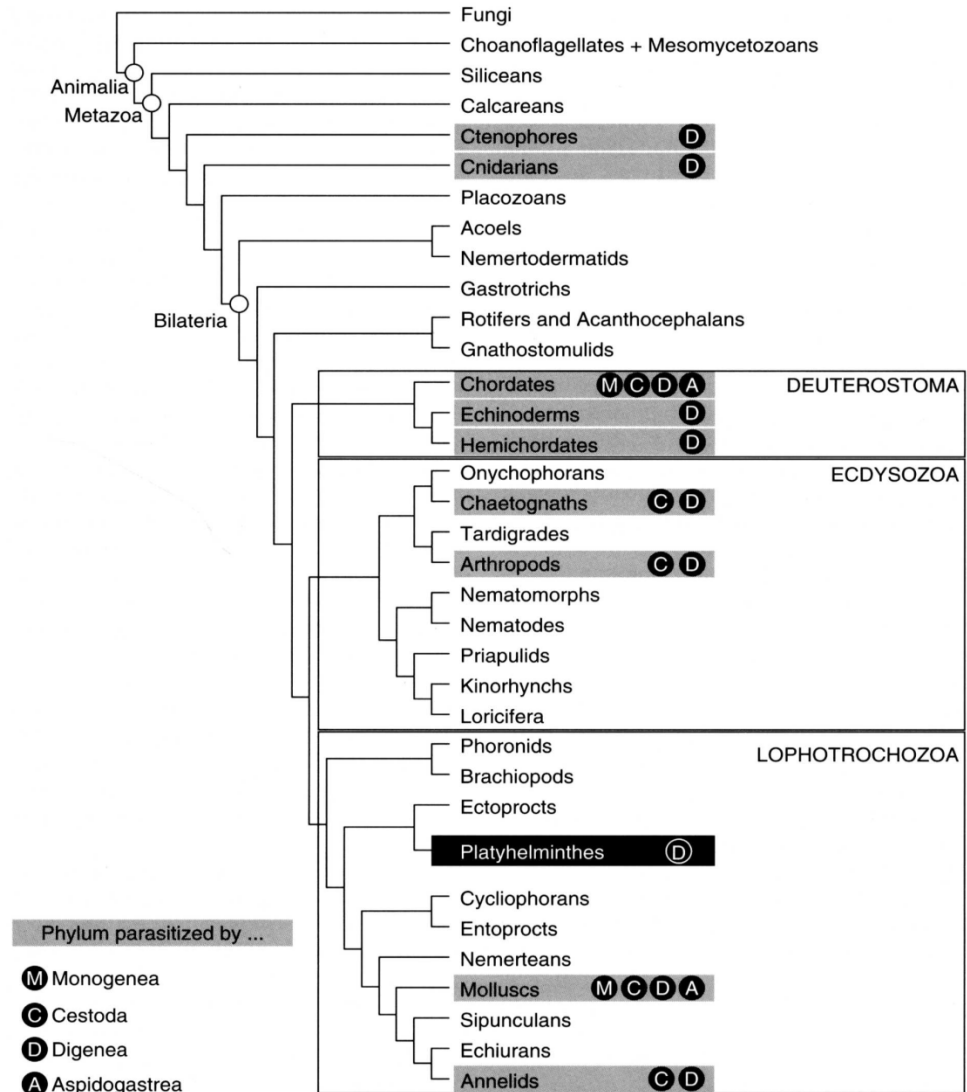
Parasite Taxon	Minimum Numbers of		Source
	Transitions	Living Species	
Phylum Mesozoa	1	>80	Barnes 1998
Phylum Myxozoa	1	>1,350	Okamura and Canning 2003
Phylum Platyhelminthes*			
Class Cercomeridea (subclasses Trematoda, Monogenea, Cestoidea)	1	>40,000	Brooks and McLennan 1993a; Rohde 1996
Phylum Nemertinea*	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

\* Taxon also contains free-living species.



# 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.



# Výhody parazitismu

- 1) Po nalezení hostitele nemusí hledat dalšího
- 2) Permanentní dostupnost potravy
- 3) Redukovaná potřeba složitého získávání a zpracovávání potravy
- 4) Ochrana před extrémně 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.

# 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

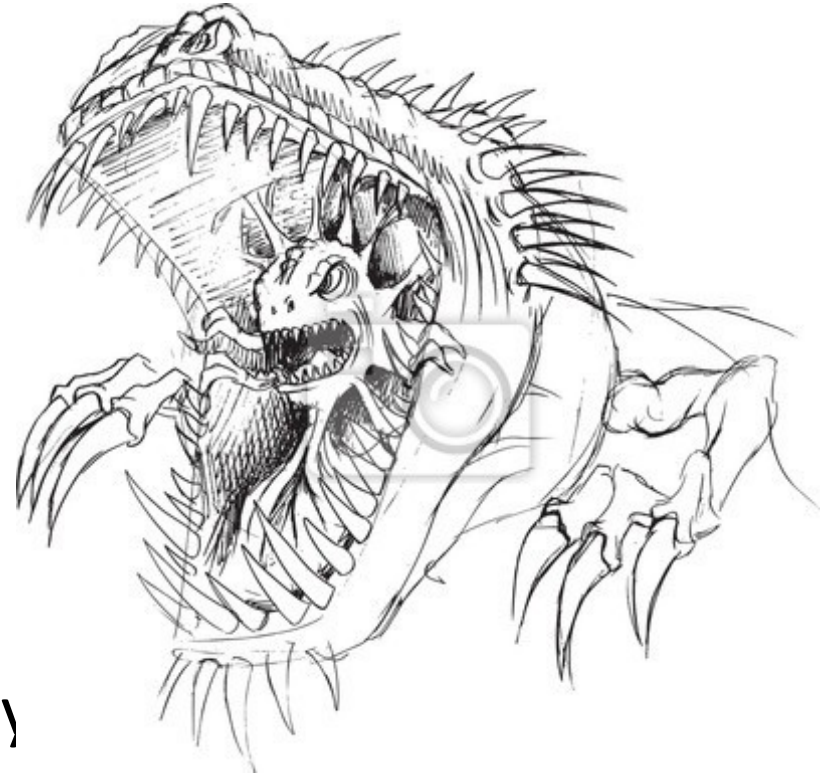
Přírodní katastrofy

Nedostatek účinných léčiv/rezistence cizopasníků

Růst rezistence vektorů/mezihostitelů

# Typy parazitismu

- Parazit (typický)
- Predátor
- Parazitoid
- Mikropredátor
- Parazitický kastrátor
- Parazitičtí obratlovci
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus u hmy
- Kleptoparazitismus
- Parazitické rostliny



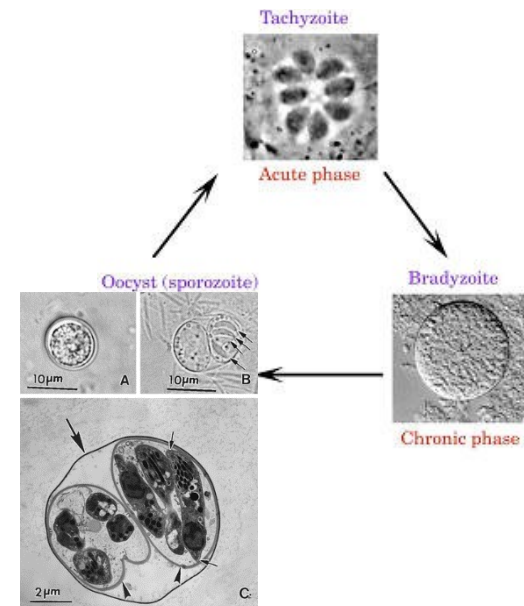
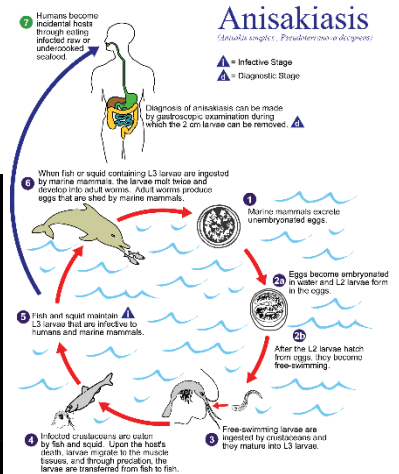
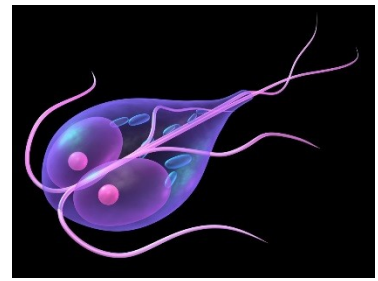
# Parazit - typický

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

▶ Hostitel přežívá

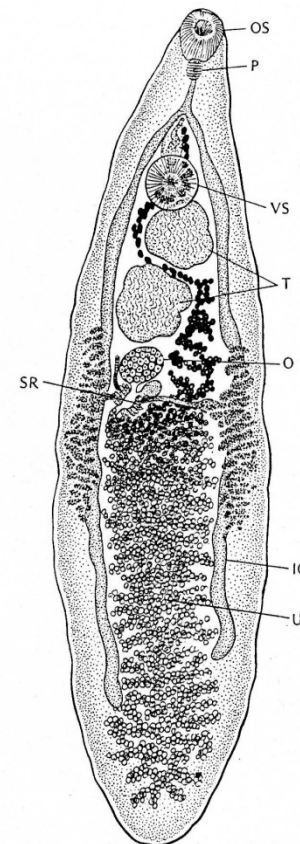
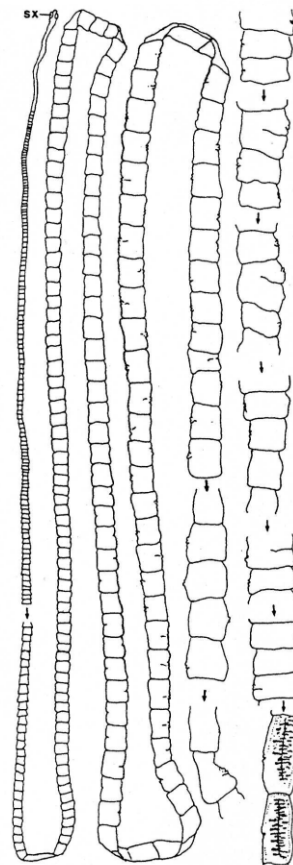
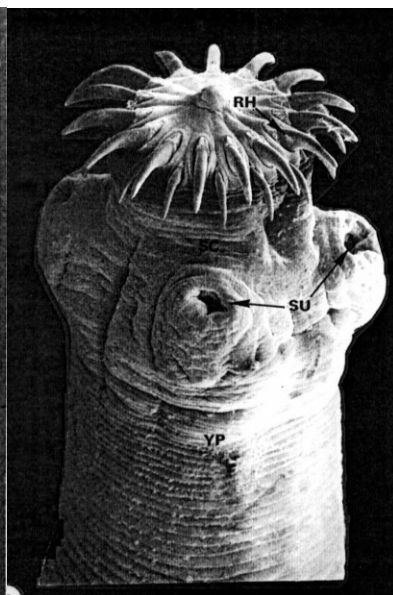
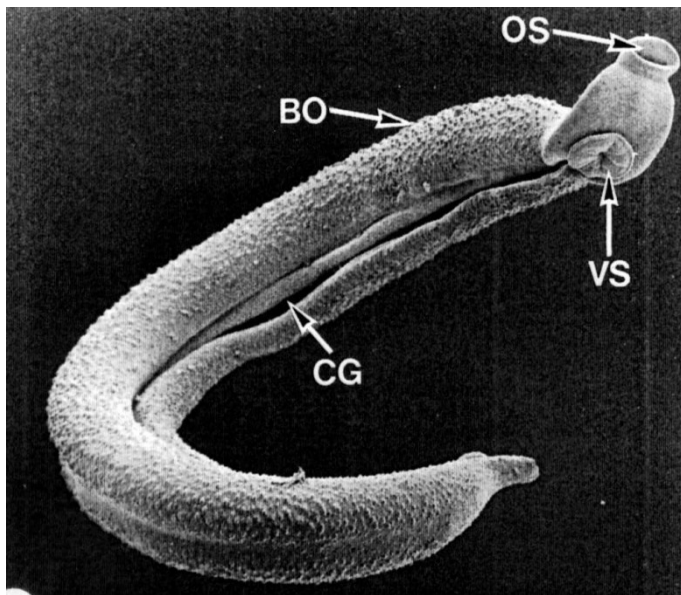
▶ Andreson & May (1979) :  
typický parazit – závisí na intenzitě  
infekce (**makroparazit**)  
patogen – nezávislý na intenzitě infekce  
(**mikroparazit**)

!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen  
vyžaduje usmrcení hostitele



# Paraziti – příklady

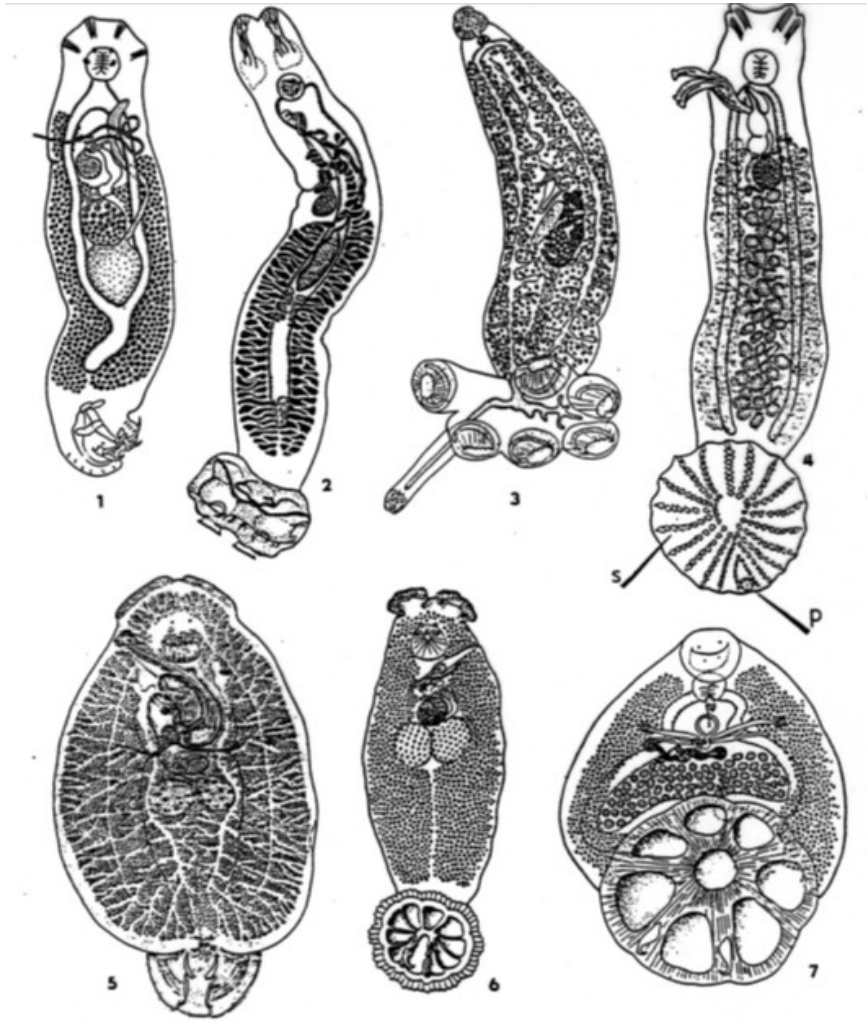
Obrovská rozmanitost



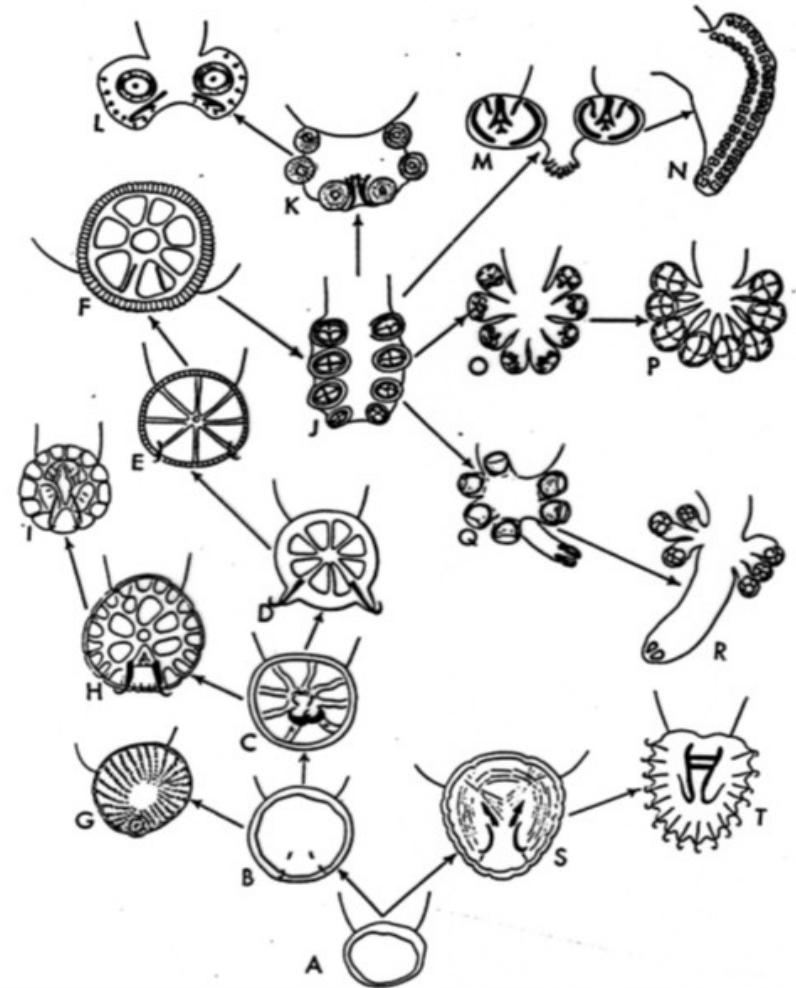


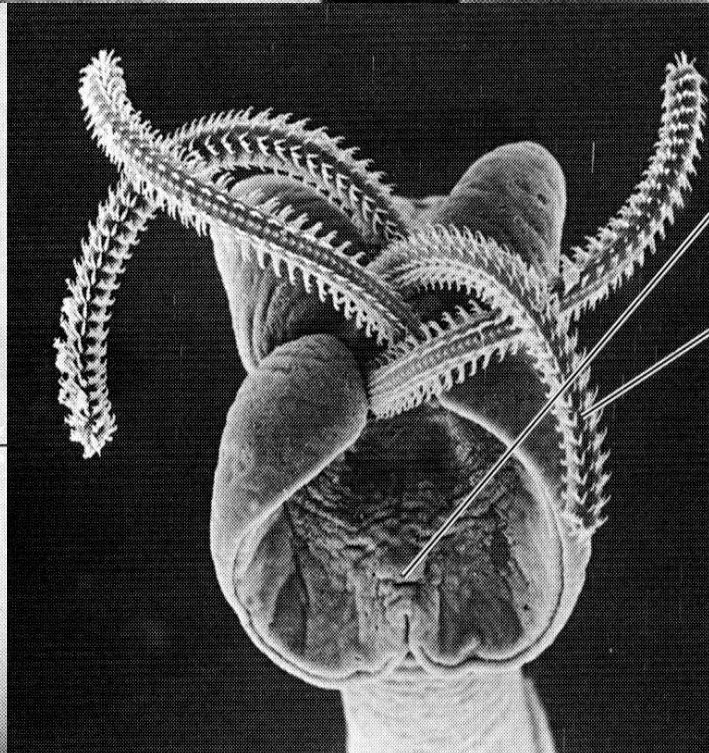
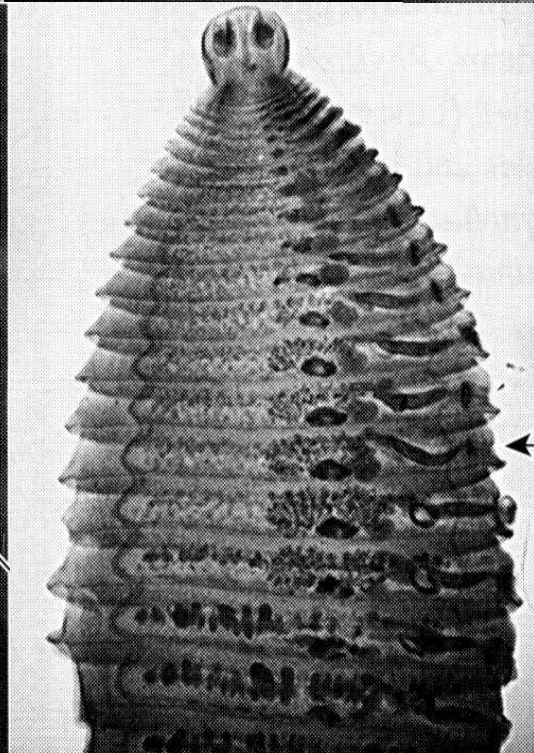
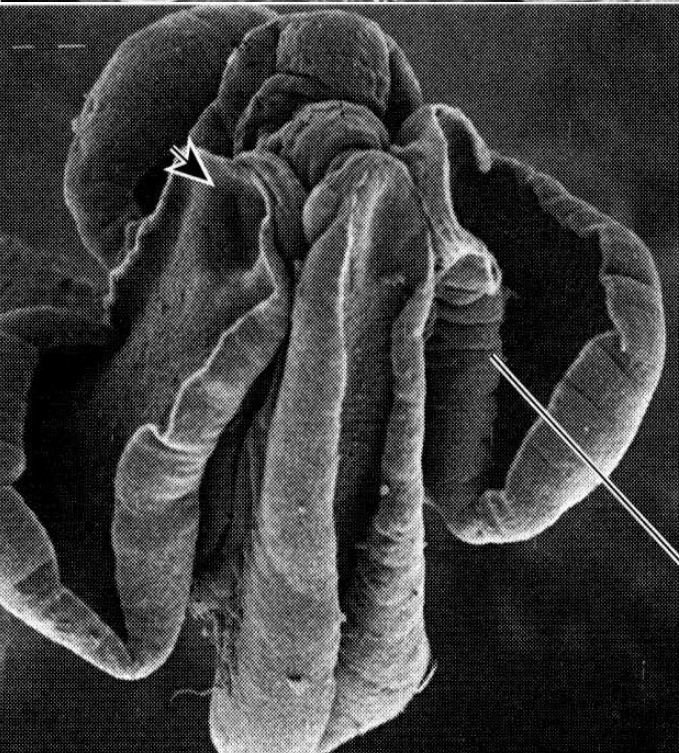
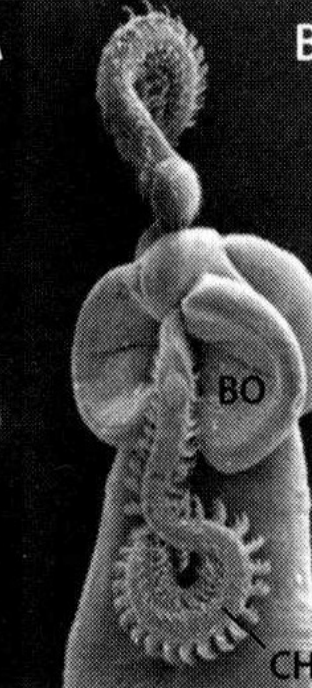
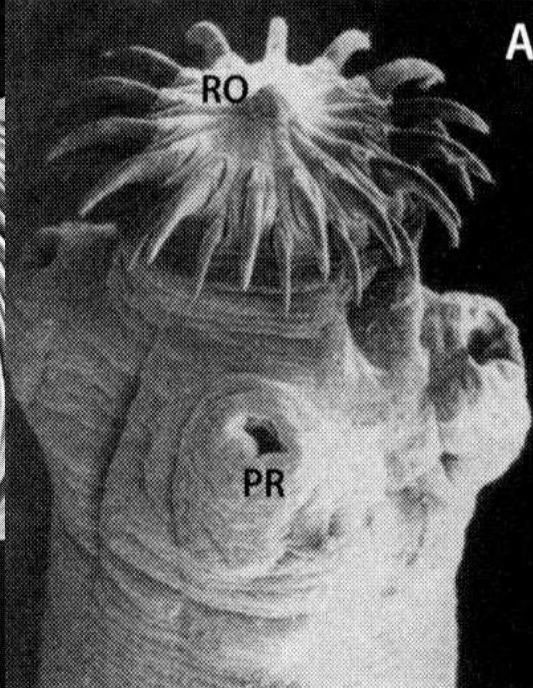
# Morfologická rozmanitost - Monogenea

## Typy opisthaptoru



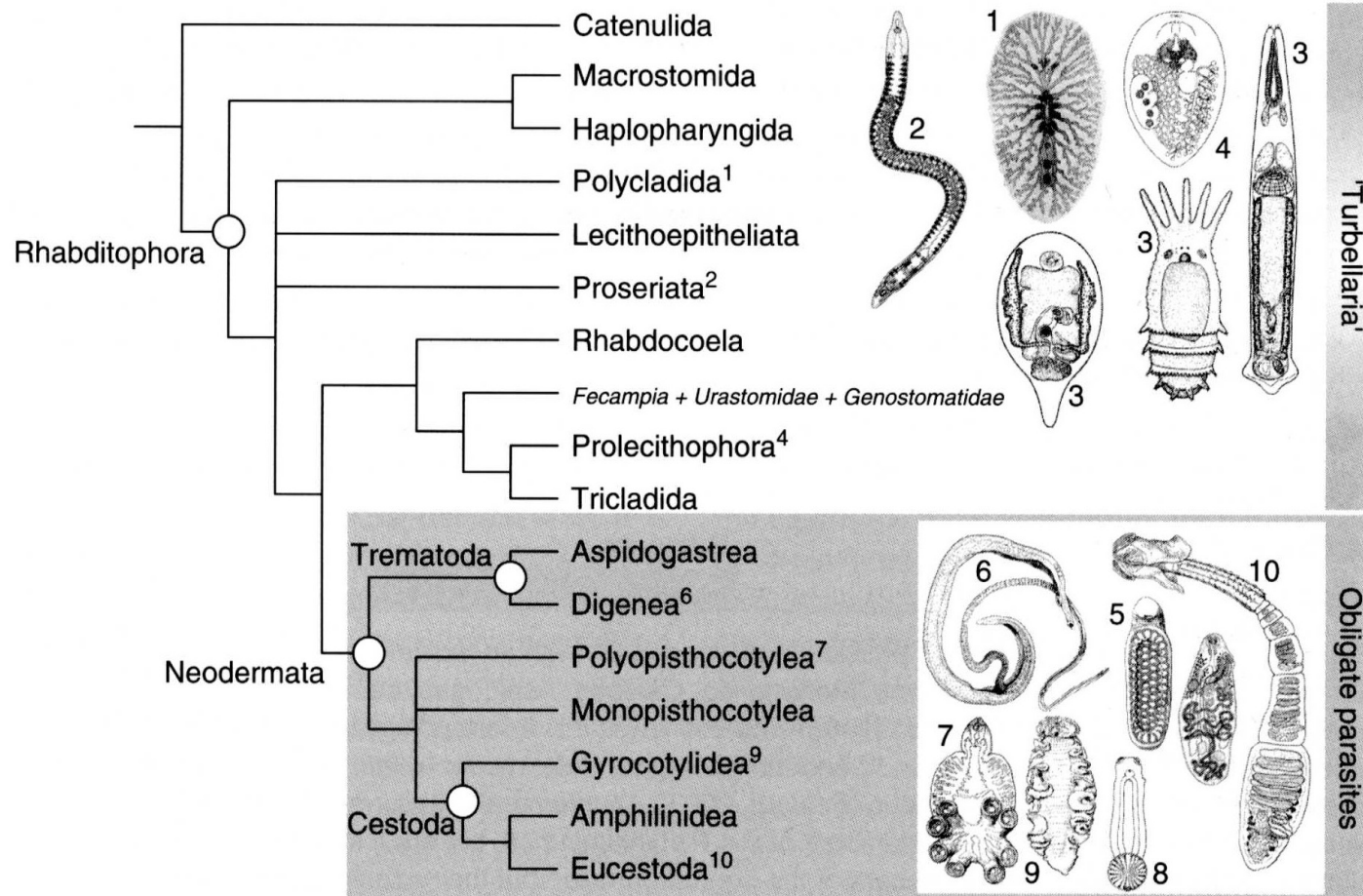
## Evoluce opisthaptoru







# 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).



# Predace





# Parasitoid

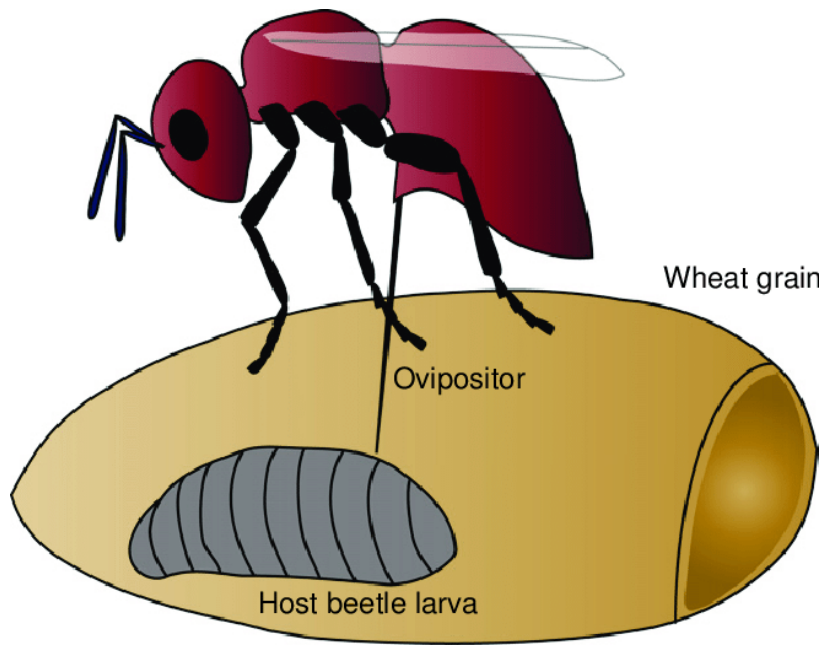


- ▶ Jeden hostitel
- ▶ Hostitel je usmrcován
- ▶ Parasitické larvy o hmyzu Diptera (Tachinidae) a Hymenoptera (Chalcidoidea, Braconidae), fyziologické adaptace (endosymbiotické viry)
- ▶ Samičky kladou vajíčka do hostitele, líhnoucí se larvy jsou parazitické



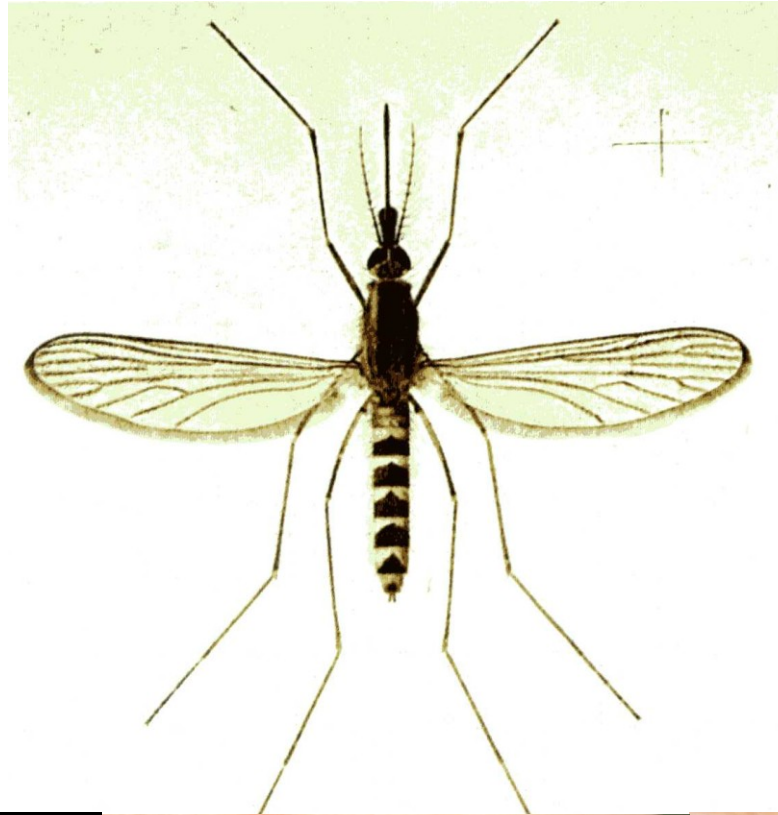
# Formy parazitismu - parazitoidi

- **Parazitoid** – strategie blízká predaci – zabíjí svého hostitele na konci vývoje – vyžírá orgány a tkáně – živá konzerva – velikost srovnatelná.
- **Hostitelé** jsou všechna vývojová stádia 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, Mutiliidae) – kladélko – žahavý orgán – ochromení H – pak kladení vajíčka.
- **Hrabalky** (Pompiloidea) svého H zahrabou do podzemního hnízda,



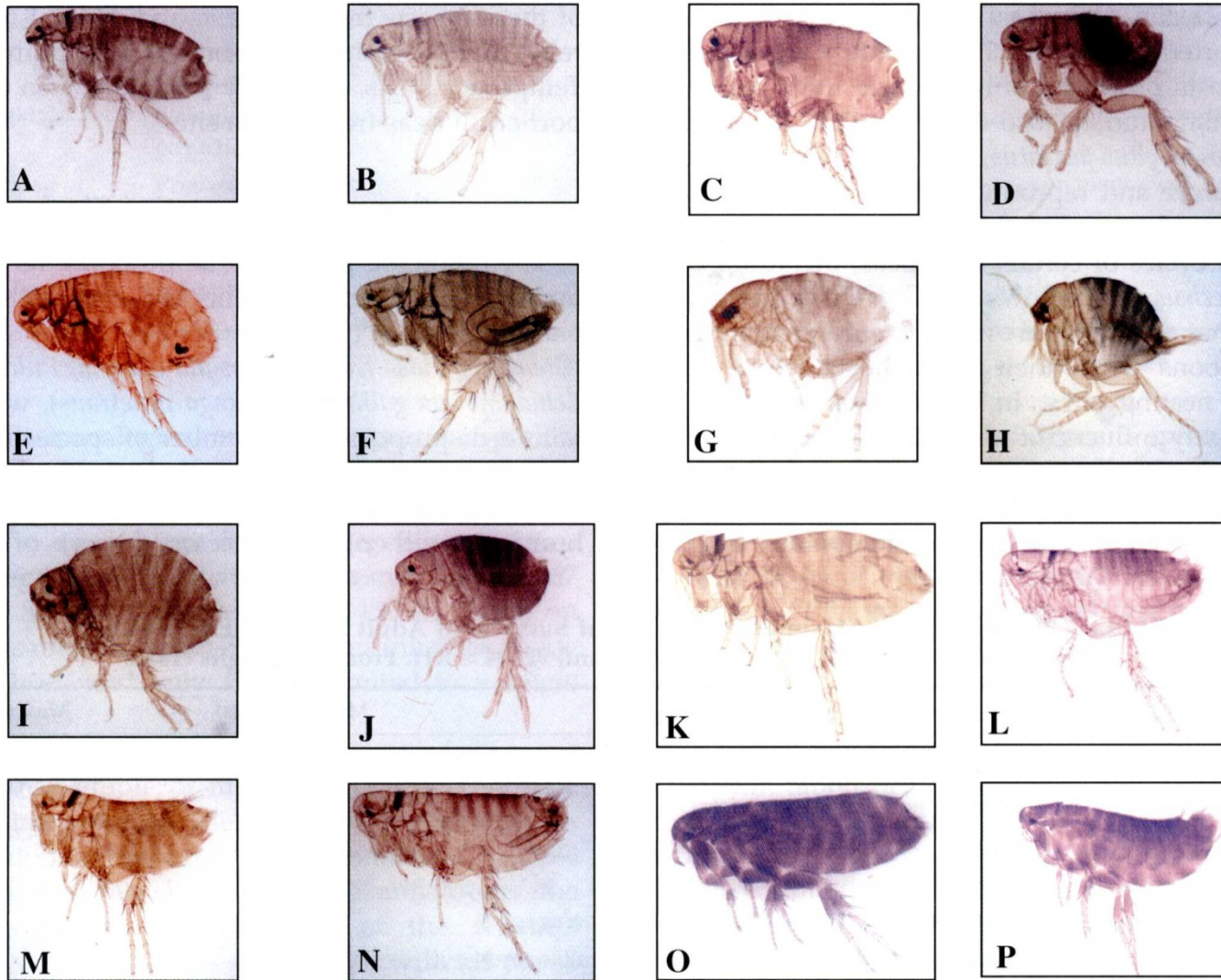


# Mikropredátor - krevsající členovci





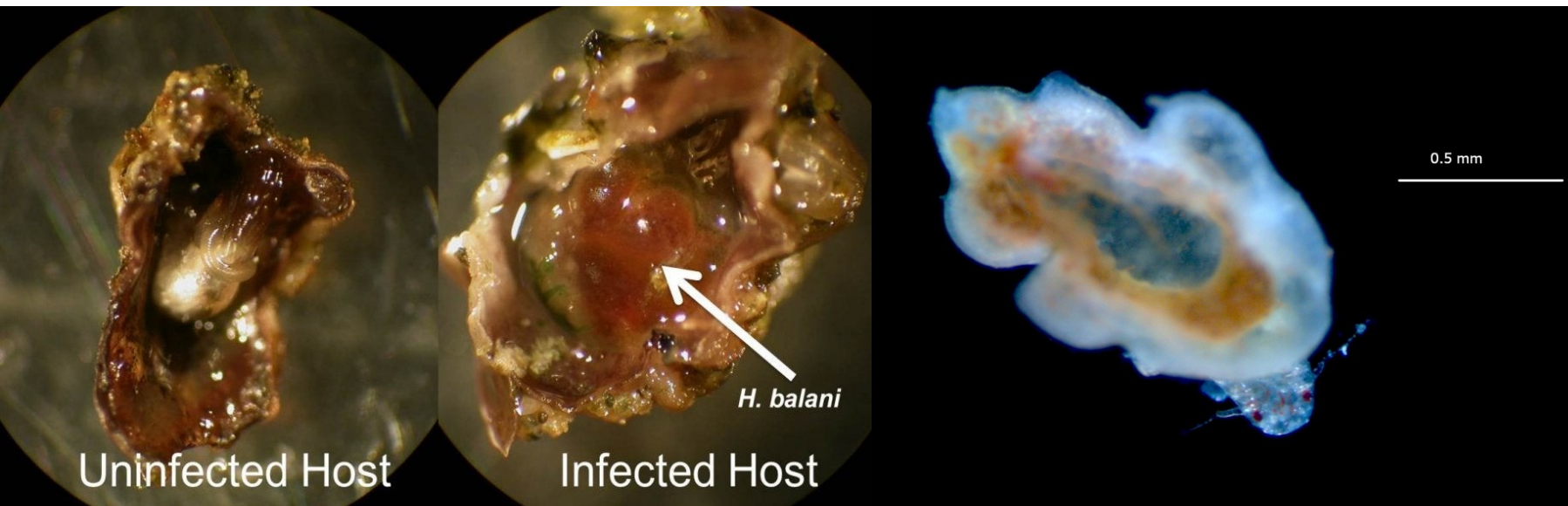
# Rozmanitost členovců - blechy



**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).

# 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



# Parasitismus x predace

Rozdíly:

**počet jedinců, kteří jsou během života využíváni:**

parazit - často pouze jediný hostitel

predátor - napadá velké množství kořisti

ale

parazitoid – jediný hostitel

**míra snížení biologické zdatnosti (fitness) oběti:**

vynulování fitness veškeré své kořisti

– predátor (pravý predátor)

– parazitoidi - pro dokončení svého vývoje ho musejí zabít, ještě než se hostitel rozmnoží

– parazitičtí kastrátoři – ekologicky a evolučně se rovná zabití

nevynulování fitness veškeré své kořisti

– mikropredátoři - svou kořist nezabíjejí (například komáři)



# Parazitičtí obratlovci

- Ačkoli je parazitismus jako životní strategie velice rozšířen, v rámci obratlovců se s jinými jeho formami než se sociálním parazitismem setkáváme poměrně málo. Ektoparaziticky žijí některé druhy mihulí. Jejich způsob získávání potravy je přechodem mezi predací a parazitismem. Vzhledem k tomu, že jejich oběť může přežít, patří mihule nejspíše mezi mikropredátory, i když se velikostí těla blíží hostiteli. Mihule jsou vodní živočichové. Larvy zvané minohy žijí zavrtány v substrátu a živí se filtrací. Potravou dospělých je krev či tkáň ryb. Na tělo hostitele se přichycují kruhovitým ústním otvorem opatřeným zuby. Parazitické druhy migrují po proudu řek do moře či do jezer a dospělé mihule se před rozmnožováním opět vracejí. Některé druhy v dospělosti vůbec nepřijímají potravu a migrace u nich neprobíhá. Předpokládá se, že tyto neparazitické „satelitní“ druhy se odštěpily od parazitů, protože jsou si morfologicky blízké. Takovou dvojicí je například *Lampetra fluviatilis* – parazitický druh, a *L. planeri* – v současnosti jediný druh vyskytující se na území ČR. *Petromyzon marinus* také již z naší fauny vymizel. Ve dvacátých letech minulého století tento druh pronikl Wellandským kanálem do Kanadských velkých jezer a vyhubil zde sivena. Obrovské hospodářské ztráty ukončilo chemické hubení larev mihulí. Endoparaziticky se vyvíjí potěr jiné naší ryby, hořavky duhové *Rhodeus sericeus*. Samice vstříkne několik jiker do žaberní dutiny mlžů především rodu velevrub (*Unio*). Teprve zde dochází k oplození mlíčím samce a zde se také následně přichyceny na žábřácích vyvíjí 20-30 dnů zárodky hořavky. Pikantním detailem je, že larvy těchto mlžů se vyvíjejí jako ektoparazité přichycení na povrchu různých druhů ryb, tedy přinejmenším teoreticky i na svém parazitovi hořavce.

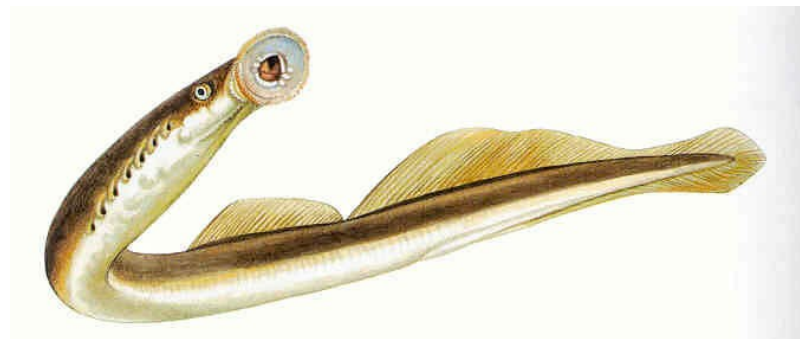
# A co ryby, mají si kde hrát ?

## RYBY NAŠICH VOD





# Ryby jako (ekto)paraziti - mihule

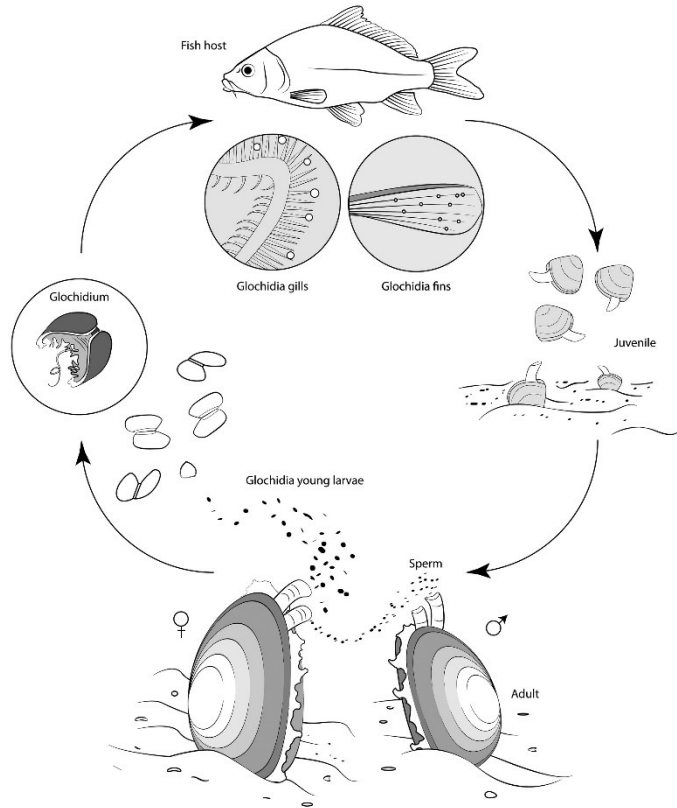




# Ryby jako (endo)paraziti – hořavka duhová



Mussel life cycle



## Škeble rybníčná



je největší druh měkkýše v České republice. Obývá klidné bahnité vody, větší rybníky, tůně, slepá či pomalu tekoucí říční ramena a velké bažiny.

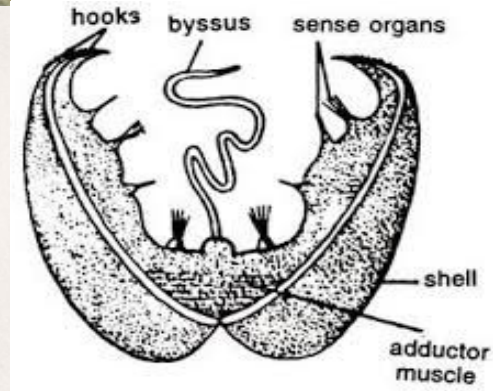
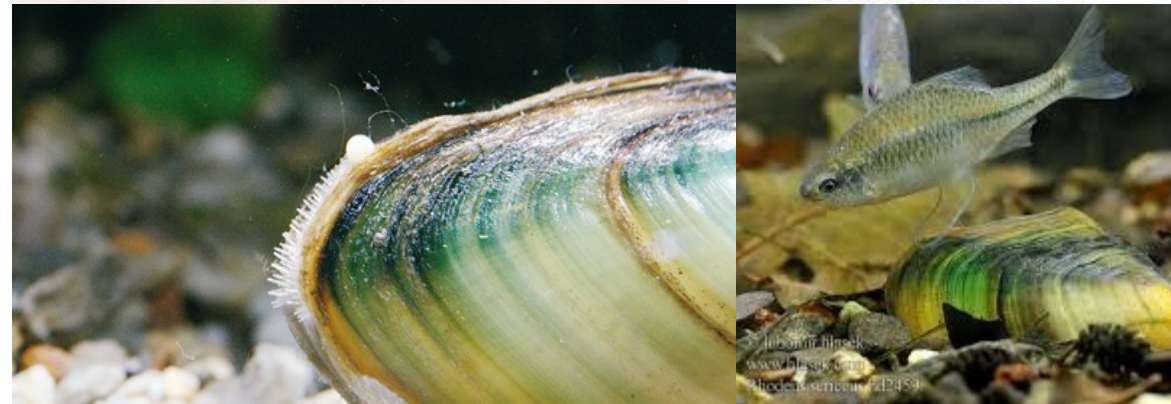
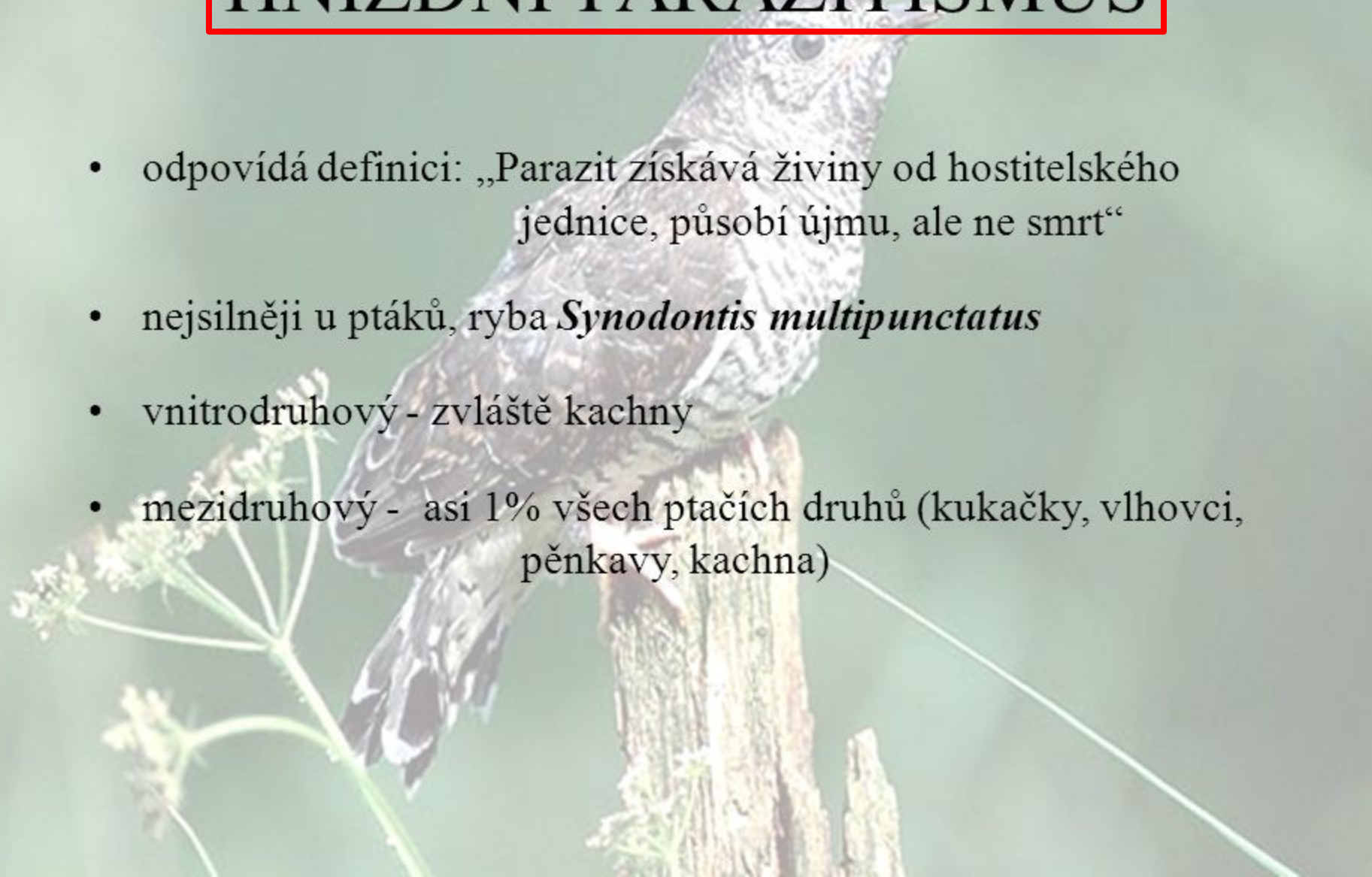


Fig. 26.10. Glochidium larva



# HNÍZDNÍ PARAZITISMUS

- odpovídá definici: „Parazit získává živiny od hostitelského jednice, působí újmu, ale ne smrt“
- nejsilněji u ptáků, ryba *Synodontis multipunctatus*
- vnitrodruhový - zvláště kachny
- mezidruhový - asi 1% všech ptačích druhů (kukačky, vlhovci, pěnkavy, kachna)





# Hnízdní parazitismus – kukačka obecná



# 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 krade 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 bránící se dělnice.
- **Invilinismus** - 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.

# Sociální parazitismus u hmyzu

- U hmyzu se různé formy sociálního parazitismu, včetně parazitismu hnízdního vyskytuje zejména u eusociálních druhů a tedy především u blanokřídlých.
- Parazit vykořisťuje práci členů society, jejichž altruistické chování je jinak určeno příbuzným. Například zhruba 200 druhů mravenců žije v nějakém typu symbiózy, která může být fakultativní či obligátní. Rozlišujeme 2 typy soužití:
- **Složená hnízda:** vyskytují se u nepříbuzných druhů, snůšky jsou oddělené. Parazit krade potravu cizím dělnicím ze sousedství, nebo menší parazit žije ve stěnách mraveniště hostitele a krade mu potravu, případně žere jeho potomstvo. Jindy dva druhy žijí ve společném hnízdě a jeden ovládá druhý, případně parazit žije ve hnízdě hostitele a je jím krměn regurgitací.
- U **smíšených kolonií** rozlišujeme dočasný a trvalý typ sociálního parazitismu.
  - U **dočasných sociálních parazitů** je oplozená královna přijata do hnízda hostitele, zabije hostitelskou matku a kolonie je postupně ovládnuta dělnicemi parazita.
  - **Trvalý sociální parazitismus** má dva typy:
    - **otrokářství** (dulose) jeden druh využívá pro práci ve vlastní kolonii mravenčí dělnice jiných druhů. Otrokáři získávají dělnice z cizích mravenišť, na něž pořádají nájezdy. Ukořistěné larvy a kukly pak vychovávají a dospělé dělnice jim slouží. Tito paraziti často nejsou sami schopni získávat potravu či založit hnízdo. Ke svému životu mohou mít i morfologická přizpůsobení, např. srpovitě čelisti u rodu *Polyergus*, sloužící k prokousnutí hlavy bráncích se dělnic z napadeného mraveniště.
    - **inkvilinismus** parazitický druh celý život tráví v hnízdě hostitele, kromě hledání nových kolonií u mladých oplozených matek. Produkuje hlavně sexuální kastu a často vůbec neprodukuje dělnice, takže vlastně již nejde o eusociální hmyz. Parazit buď koexistuje v hnízdě s hostitelskou královnou, často přímo na jejím těle, nebo ji zabije.
- Sociální parazitismus vznikl pravděpodobně mezi blízkce příbuznými druhy, neboť tam je nejmenší riziko rozpoznání parazita hostitelem. Při průniku do hnízda královny některých druhů používají mimikry, např. zabijí dělnici a navoní se jejím pachem, nebo samy produkují látky atraktivní pro dělnice, které pak parazita donesou do hnízda a dokonce někdy zabijí svou královnou. Nejvyšší výskyt tohoto parazitismu v mírném pásu je dán zřejmě extrémní rizikovostí zakládání nových mravenišť.
- Hnízdní parazitismus se vyskytuje i u včel, a to celkem u 15 % druhů. Včela naklade vejce do hnízda jiného druhu, přičemž ona sama nebo vylíhlá larva zlikviduje vejce či larvu hostitele. Parazitická včela se často podobá svému hostiteli. Generalisté na druhové úrovni jsou na úrovni individuální specialisty, tj. kladou vejce vždy k jednomu druhu hostitele, podobně jako u kukačky.

# Potravní parazitismus

Zvláštní formou parazitizmu je pirátství, zlodějství, jakási krádež jídla označovaná jako **kleptoparazitismus**, který je zvláště častý u ptáků.

Mnohé druhy chaluh pronásledují ostatní ptáky (zvláště pak racky a rybáky) tak dlouho, dokud neupustí svoji kořist, kterou pak chaluha dokáže většinou chytit dříve, než dopadne na vodní hladinu - chaluha příživná (*Stercorarius parasiticus*)

V některých populacích orlů bělohavých se až třetina jedinců živí na úkor ostatních.

Potravní parazitismus je častý také u savců – například lvi často kradou kořist levhartům, hyeny zase lvům a šakali gepardům.

Chrobáci („hovniválové“) kradou navzájem kuličky trusu, které slouží jako potrava jejich larvám.



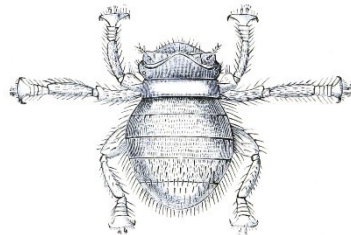
# Kleptoparazitismus - příklady





# Kleptoparazitismus a forézie

- **Kleptoparaziti** – ujídají svému hostiteli od úst – snižují tak množství přijaté potravy – např. fregatky
- Jiné využití hostitele – **forézie** – hostitel slouží jako přepravní prostředek



*Braula coeca.* (After Meinert.)

- **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 – hovniválové – parazitují jim na kuličkách larvy much (Sphaeroceridae) – kulička jim slouží jako místo vývoje potomstva



# Parazitické rostliny - fytopatologie





# Význam parazitismu pro člověka

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

# Patogen, vektor

**Patogen**, resp. **patogenní agens**:

**choroboplodný zárodek** nebo **původce nemoci**, je biologický faktor (organismus), který může zapříčinit onemocnění hostitele.

Tento pojem se často používá ve zúženém rozsahu zahrnujícím organismy, které mohou narušit normální fyziologické procesy mnohobuněčných organismů, nicméně v plném významu zahrnuje

**veškeré biologické faktory infikující jakoukoliv součást biologické říše**

Za patogen považujeme všechny organizmy včetně virů, viroidů, které nemůžeme označit za mikroorganizmy.

**přenašeč (vektor)** přenáší na svého hostitele patogena. Takto je patogeny využívána řada parazitických členovců. Přitom se parazit ve vektoru může namnožovat, vyvíjet se v něm, nebo může být přenos pouze mechanický.



# Bez komentáře !



Viry jsou v podstatě obligátní paraziti, bez hostitele nejsou schopni existence !

# DRUHÝ POČÍTAČOVÝCH VIRŮ

## ❖ Základními typy hostitelů jsou:

- ❖ • Spustitelné soubory – COM a EXE
- ❖ • Boot sektory disket a diskových oddílů.
- ❖ • Master boot sektor (MBR) pevného disku.
- ❖ • Dávkové soubory a skripty – BAT v DOSu, shellovské skripty na UNIXech.
- ❖ • Dokumenty, které mohou obsahovat makra – např. dokumenty MS Office.
- ❖ • Specializované skripty některých konkrétních aplikací.
- ❖ • Obrázky a zvuková a filmová data

# Hostitelé jako biotopy

- Životní prostředí parazitických organismů se velmi zásadně liší od životního prostředí organismů volně žijících.
- Paraziti tráví významnou část svého životního cyklu
  - uvnitř těl jiných organismů,
  - na povrchu jejich těl nebo
  - v jejich těsné blízkosti.

**Výhoda:** tělo hostitele – „oáza v poušti“

**Nevýhoda:** hostitel je smrtelný

Důsledek: infrapopulace - populace parazitů vázaná na jednoho konkrétního jedince hostitelského druhu - zaniká

Nutnost přestěhovat se na jiného hostitele, nebo založit nové dceřiné populace, tj. infikovat nového hostitele.

**Schopnost infikovat dostatečný počet nových jedinců hostitelského druhu je klíčovým parametrem biologické zdatnosti parazita.**

# HOSTITEL

JANZEN (1968): **Hostitelé jsou ostrovy kolonizovány parazity**

- prostředí hostitele – stabilní a uniformní (→ výhoda), obtížná dostupnost a obrana hostitele (→ nevýhoda)
- interakce mezi hostitelem, parazitem a jednotlivými parazity (např. vrtejší dokáží ze střev hostitele vystřadit tasemnici, echinostomní redie x sporocysty schistosom, ...)

## **Typy hostitelů:**

1. Definitivní
2. Mezihostitel
3. Paratenický
4. Rezervoárový
5. Náhodný



# Klasifikace typů hostitelů

- Hostitel definitivní
- Mezihostitel
- Paratenický hostitel
- Rezervoárový hostitel
- Náhodný hostitel
- Vektor – přenašeč

## Příklady vektorů



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



Butterfly vampire



Gadfly

## Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

**1. Definitivní hostitel (definitive, final host) =** hostitel, v němž parazit **POHLAVNĚ DOSPÍVÁ** a produkuje vajíčka nebo larvy

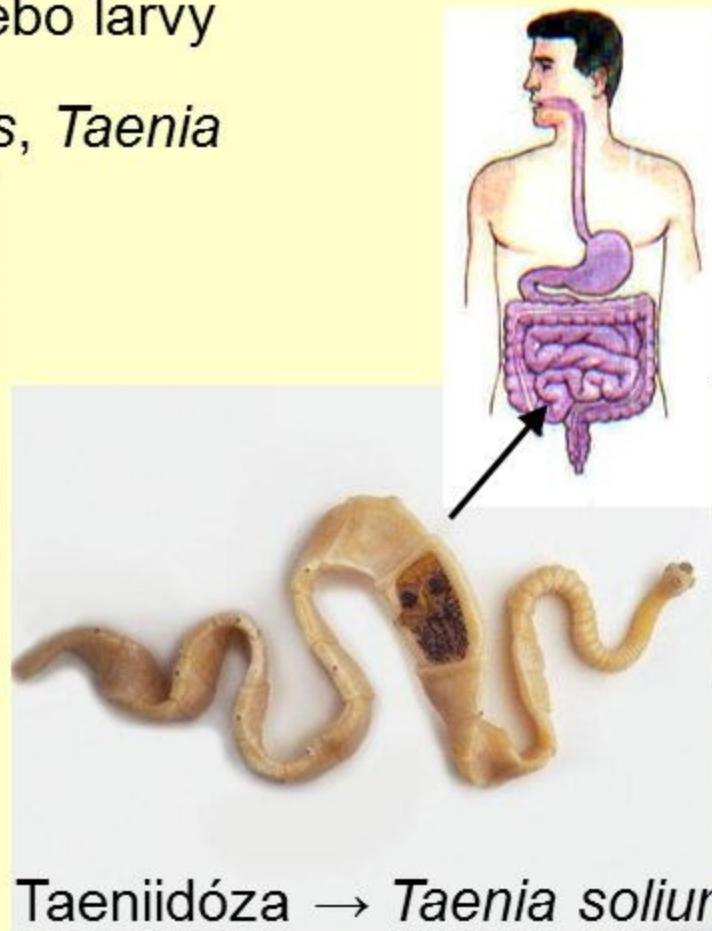
**Př.** Člověk jako DH: *Schistosoma*, *Ascaris*, *Taenia*



*Schistosomóza* → *Schistosoma mansoni*



*Ascarióza* →  
*Ascaris*  
*lumbricoides*



*Taeniidóza* → *Taenia solium*



## Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

**2. Mezihostitel (intermediate host) =** hostitel (často bezobratlý, obratlovec), který je **NEZBYTNÝ PRO VÝVOJ** larválních stadií parazita → parazit se zde vyvíjí do stadia invazního pro dalšího MH nebo pro DH

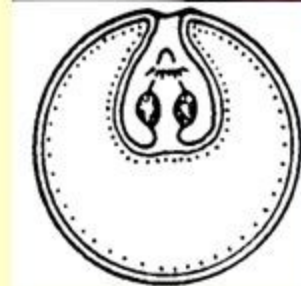
**Př.** Člověk jako MH: *Echinococcus*, *Taenia*



Echinokokóza, hydatidóza  
(*Echinococcus granulosus*)



hydatida



cysticercus

Cysticerkóza  
(*Taenia solium*)

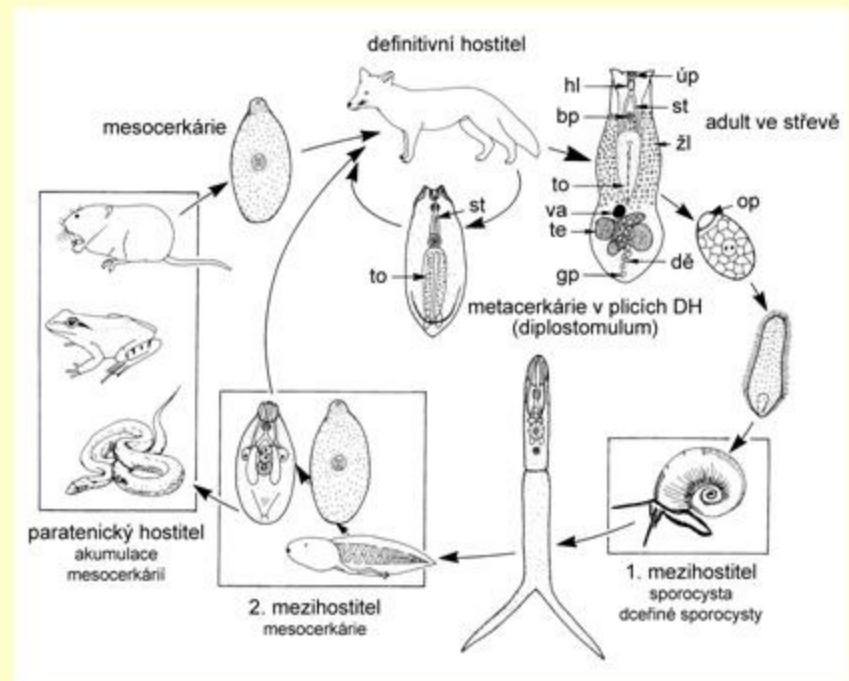
## Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

**3. Paratenický hostitel (paratenic nebo transport host) =** parazit se v tomto hostiteli **NEVYVÍJÍ**, ale je schopen přežít a udržet si svou **INVAZESCHOPNOST** (tj. schopnost nákazy DH nebo MH). Účast PH není nezbytná pro dokončení VC parazita, ale v přirozených podmínkách PH představuje **VÝZNAMNÝ ZDROJ NÁKAZY** pro DH (→ překonání „ekologické mezery“ mezi MH a DH)

**Př.** Motolice č. Strigeidae

*Alaria canis*



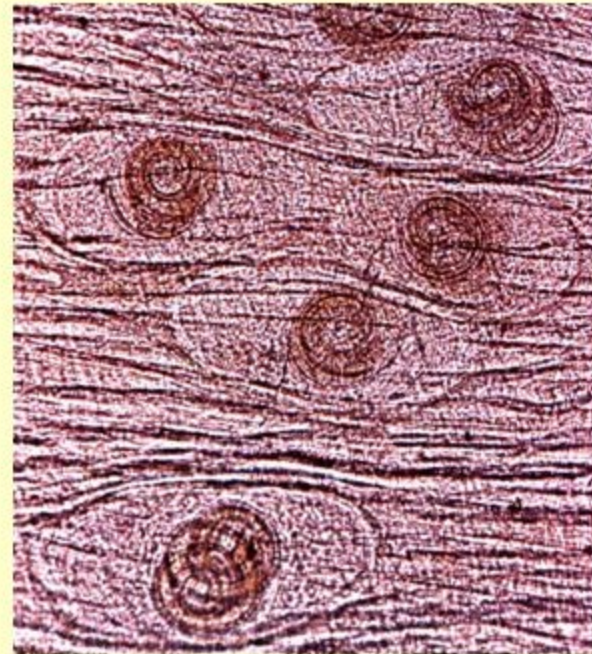
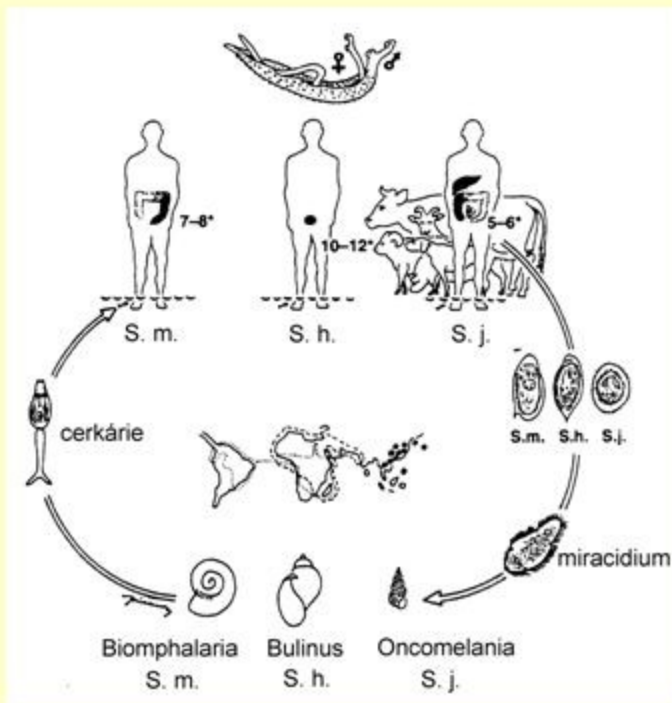


## Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

**4. Rezervoárový hostitel (reservoir host) =** hostitel, který představuje **ZDROJ NÁKAZY** parazitem pro ekosystém a který umožňuje cizopasníkovi přežít i v podmínkách bez jiných vhodných hostitelů

- Př.** *Schistosoma japonicum*: RH = volně žijící živočichové  
*Trichinella*: RH = potkani, šelmy



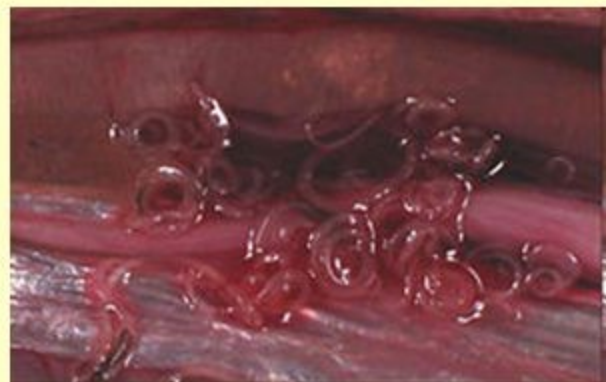
*Trichinella spiralis* ve svalovině (!DH = MH)

## Typy hostitelů

– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

**5. Náhodný hostitel (accidental host) =** parazit dlouho **NEPŘEŽIVÁ** a **NEVYVÍJÍ** se!!! Atypická migrace parazitů v NH → pro hostitele silně patogenní.

**Př.** „*larva migrans*“ škrkavek rodu *Toxocara* nebo čeled' Anisakidae



# Parazitární vektor – definice

- Vektor je organismus, který funguje jako zprostředkující hostitel parazita.
- Nejdůležitější je, že vektor přenáší parazita na dalšího hostitele.
- Dobrými příklady vektorů jsou komáři při přenosu malárie a klíšťata při přenosu boreliózy.



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



Butterfly vampire



Gadfly



# Příklady vektorů cizopasníků

**Vector:** “a living carrier (e.g. an arthropod) that transports a pathogenic organism from an infected to a non-infected host”. A typical example is the female *Anopheles* mosquito that transmits malaria

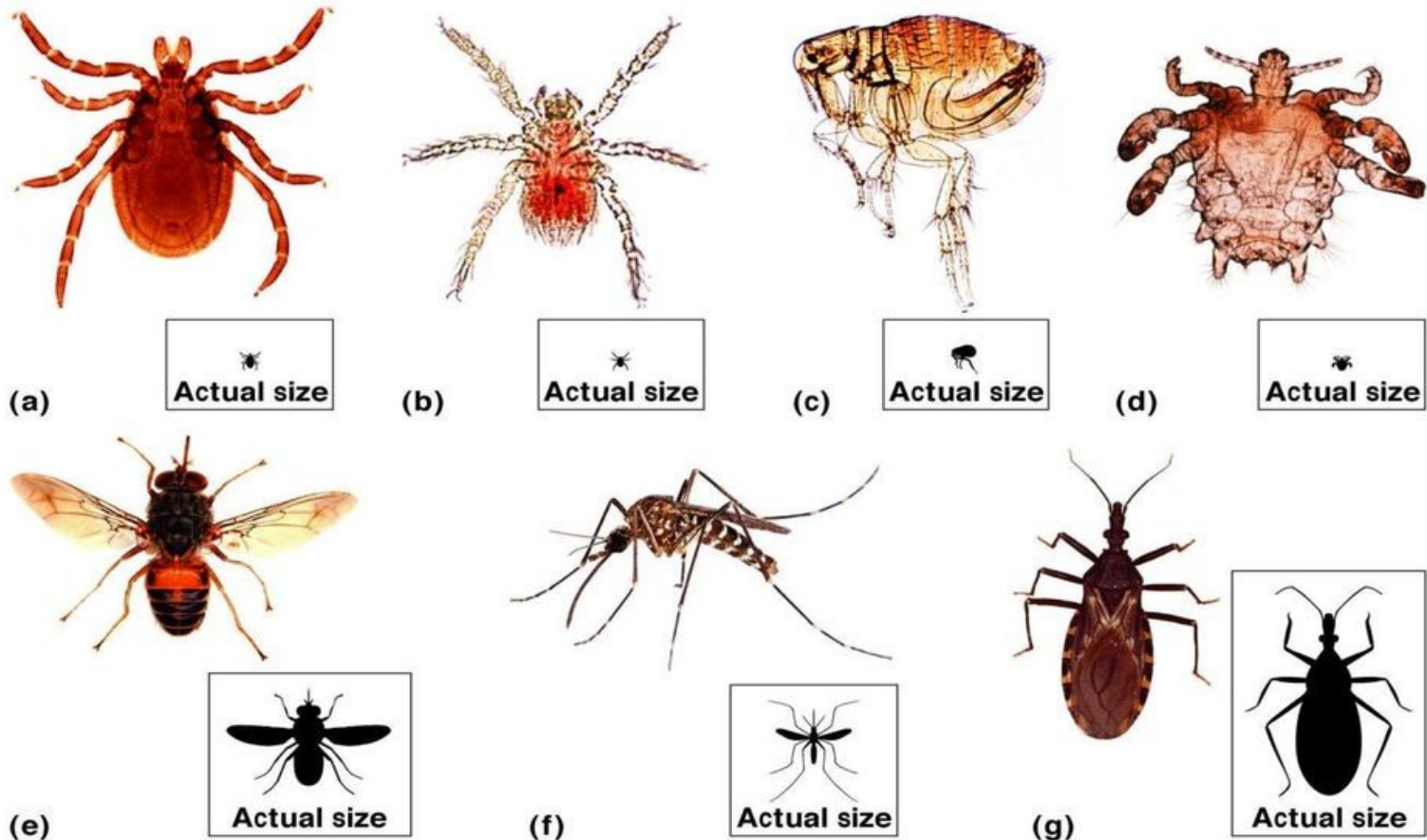
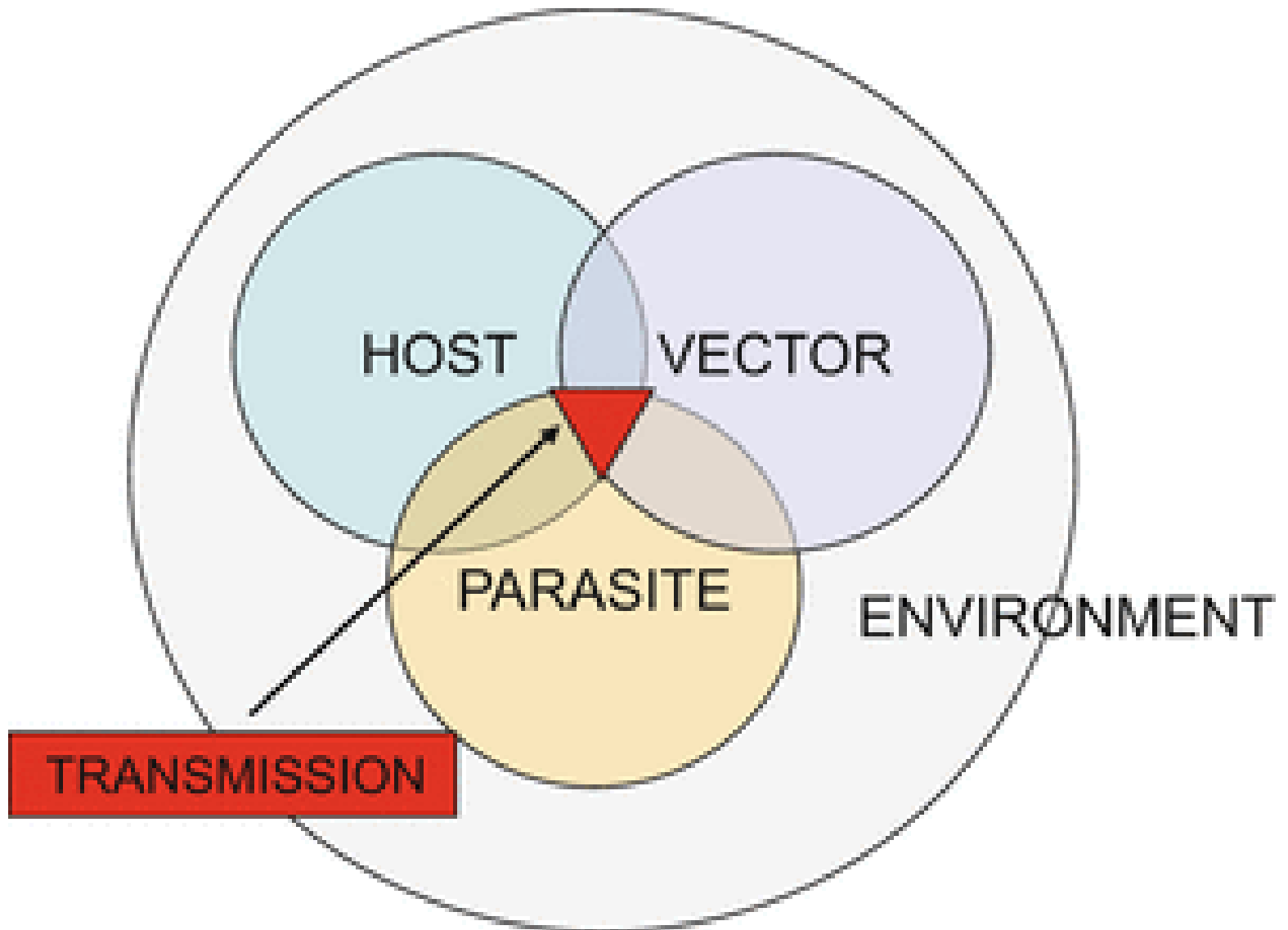
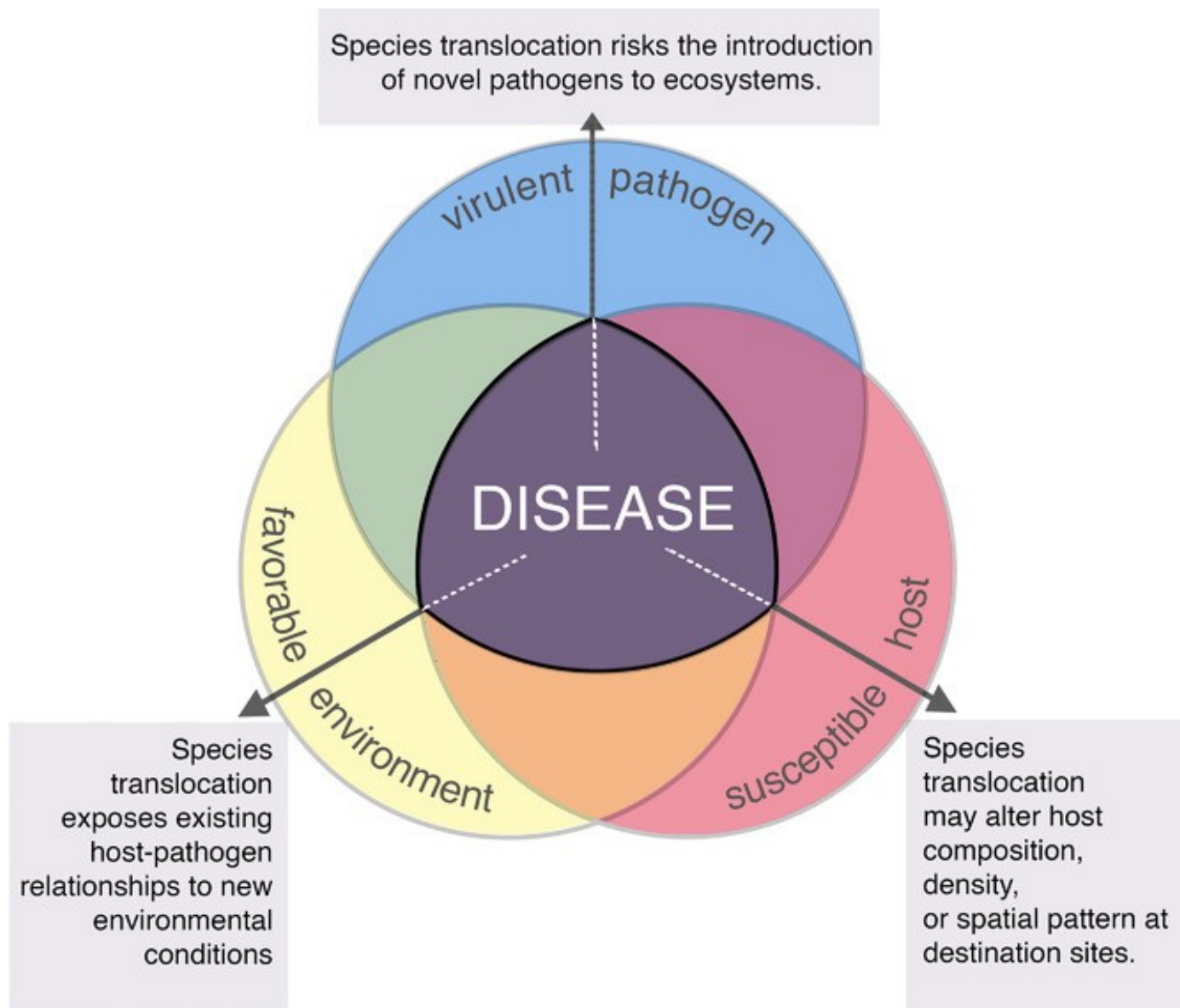


Figure 23.24

# Vzájemné vztahy: Parazit - Hostitel - Vektor



# Schéma vzniku parazitárního onemocnění





# EKTO-ENDOPARAZITÉ



Klasifikace parazitů

# Klasifikace cizopasníků

## 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 stádijní

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**

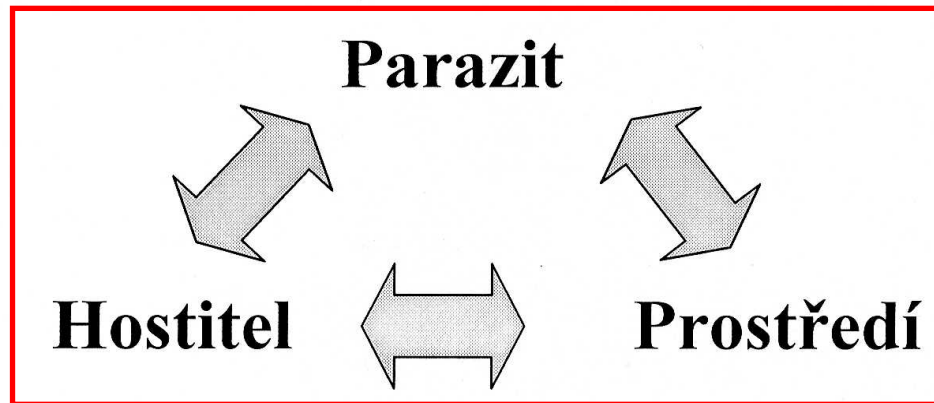


# Podle způsobu výživy

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

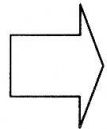
**Euryfágní** (polyfágní) – živí se více druzích hostitelů – generalista

**Specifičnost cizopasníka**



**Vzájemné působení:**

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



**Ekologická podstata parazitologie**

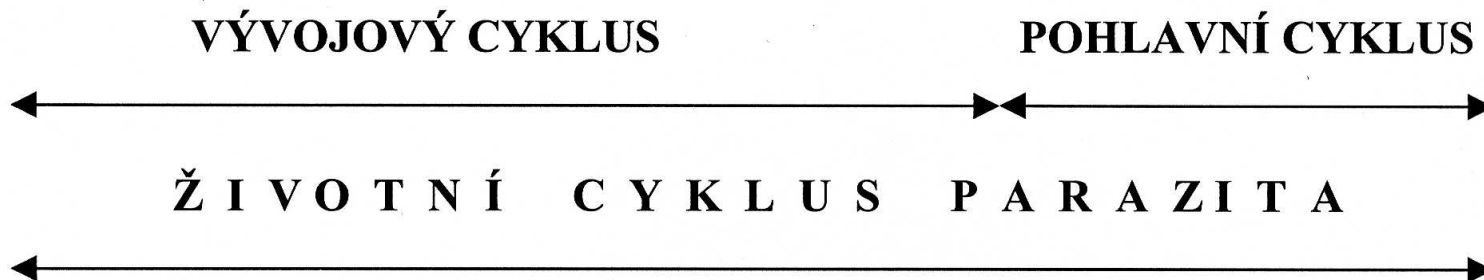
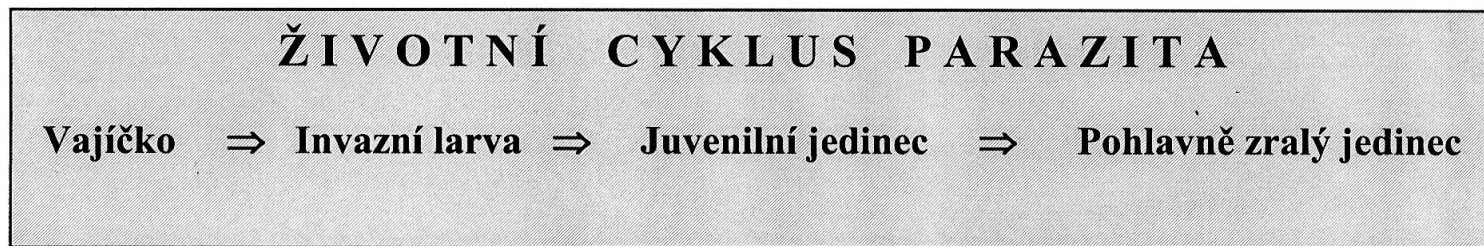
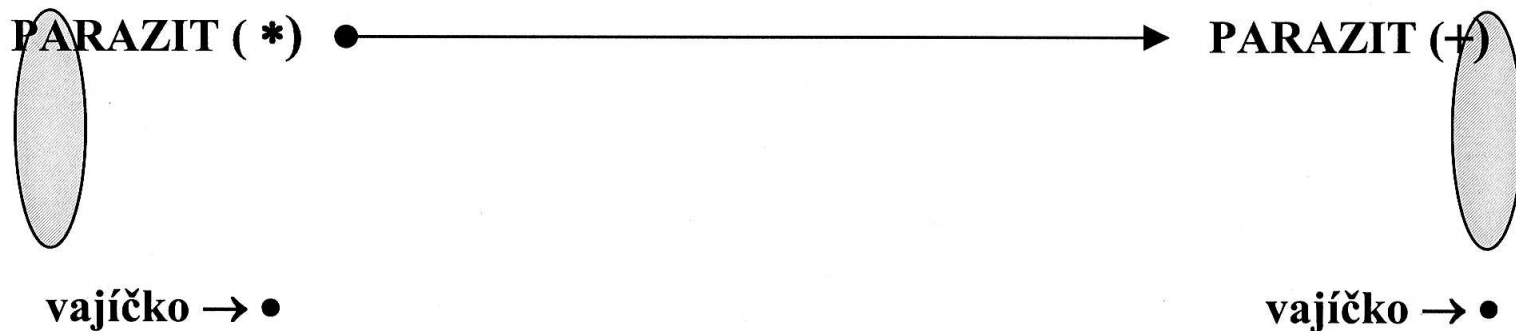
**Spolupůsobení prostředí 1. a 2. řádu na životní cyklus parazita**

# **Životní cyklus parazita**

**Pojem cyklus v parazitologii:**

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

# Co to je životní cyklus parazita ?





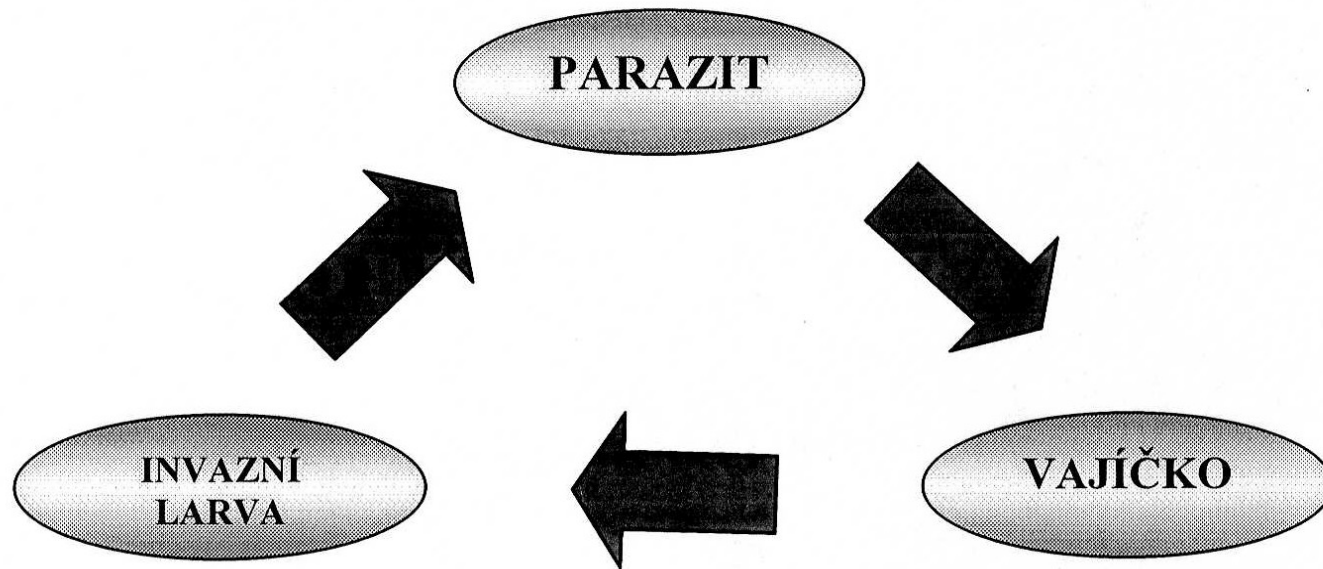
## **DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:**

**„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.“**

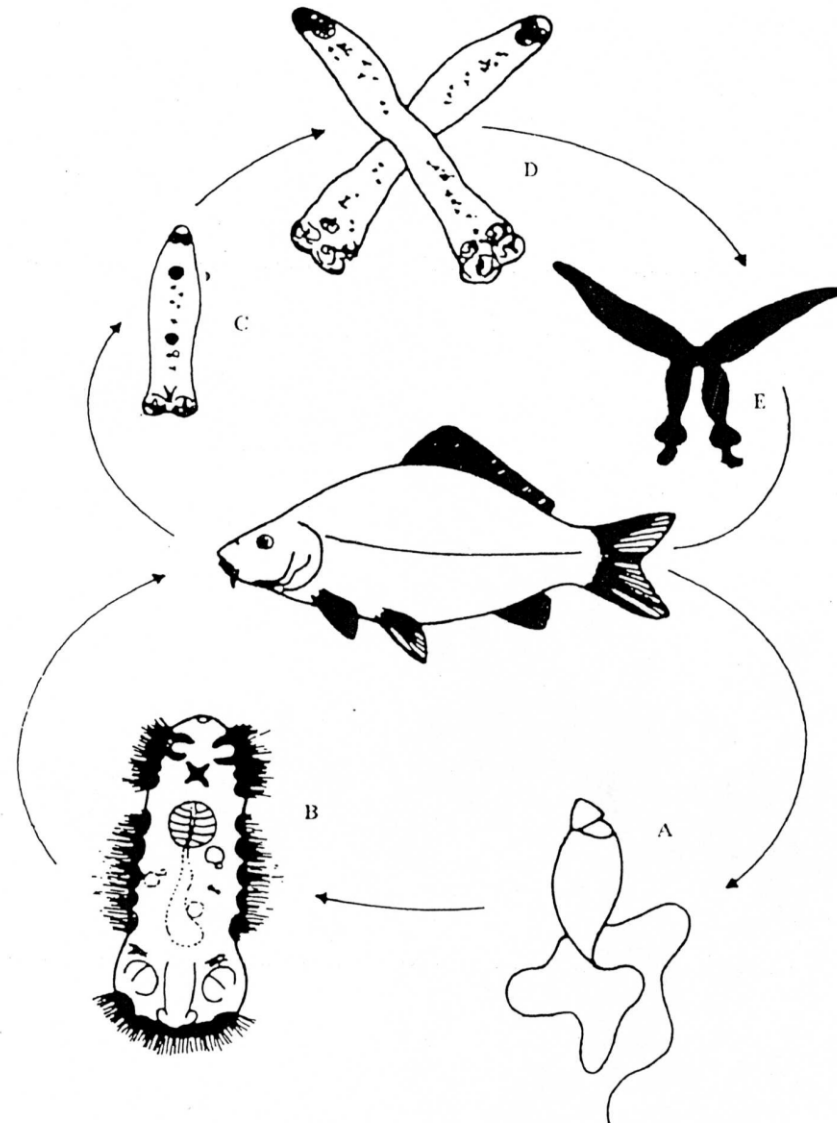
**Typy životních cyklů parazitů:**

- 1) přímý (geohelmini)
- 2) nepřímý (biohelmini)

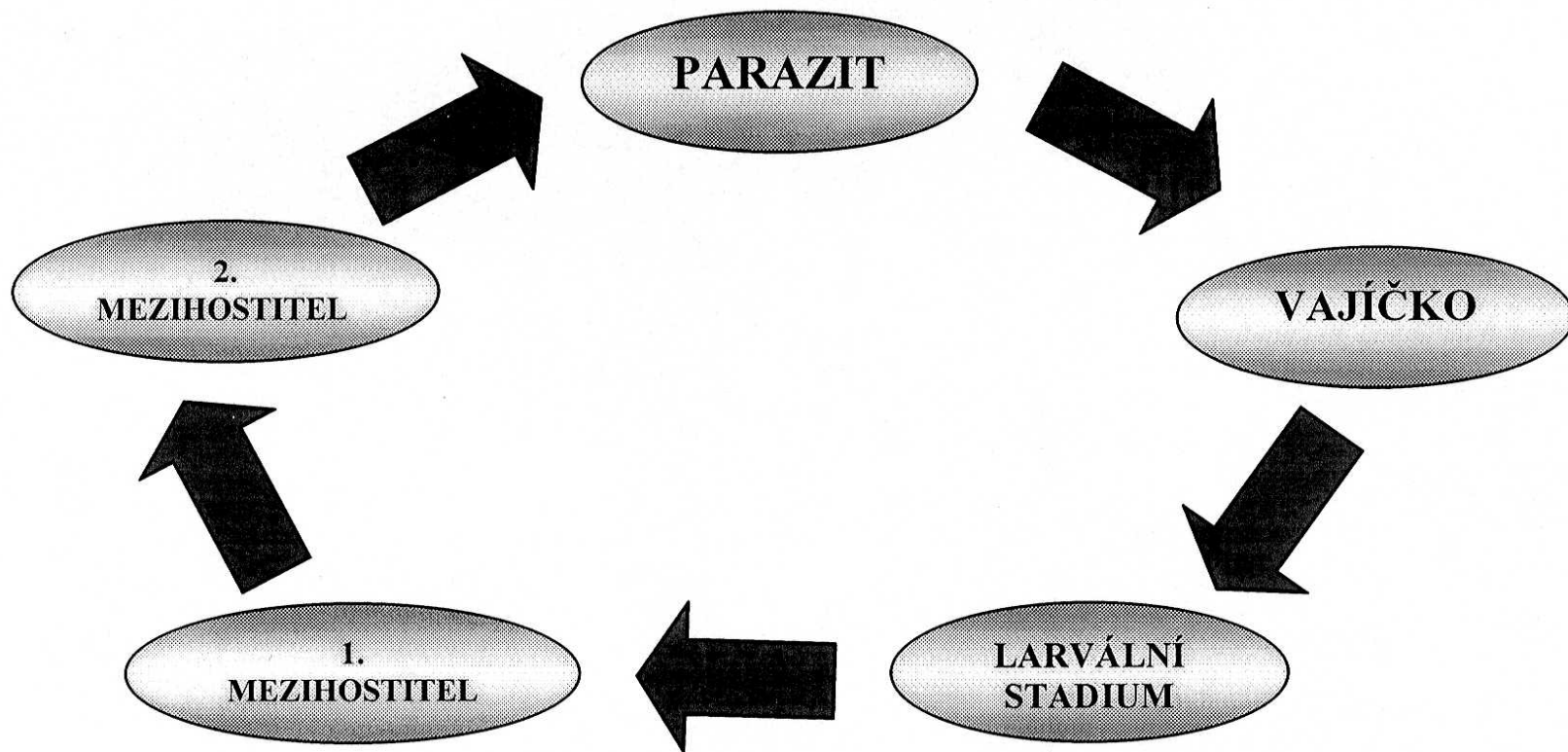
## **PŘÍMÝ VÝVOJ**



# Životní cyklus přímý

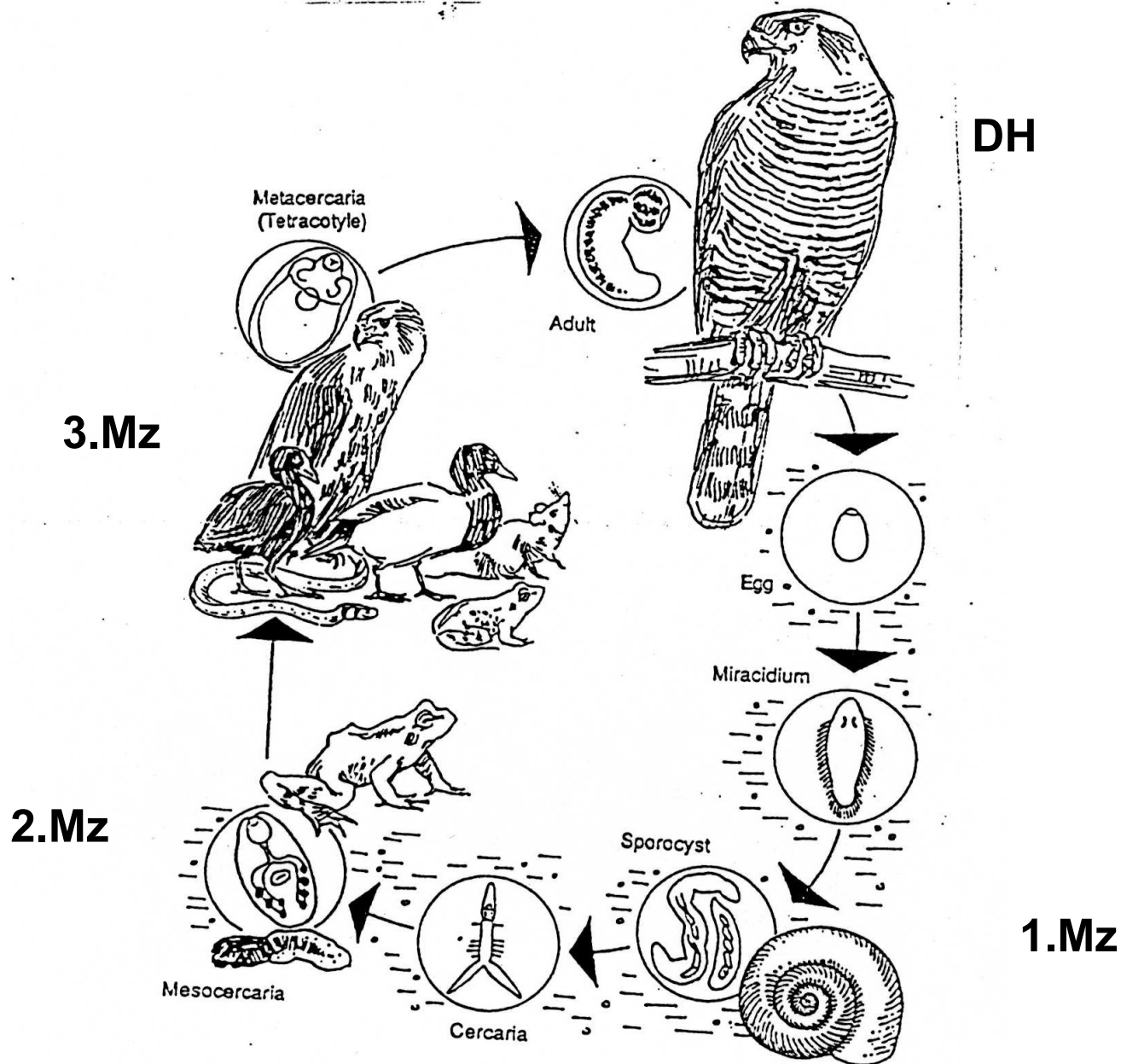


# NEPŘÍMÝ VÝVOJ





# 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

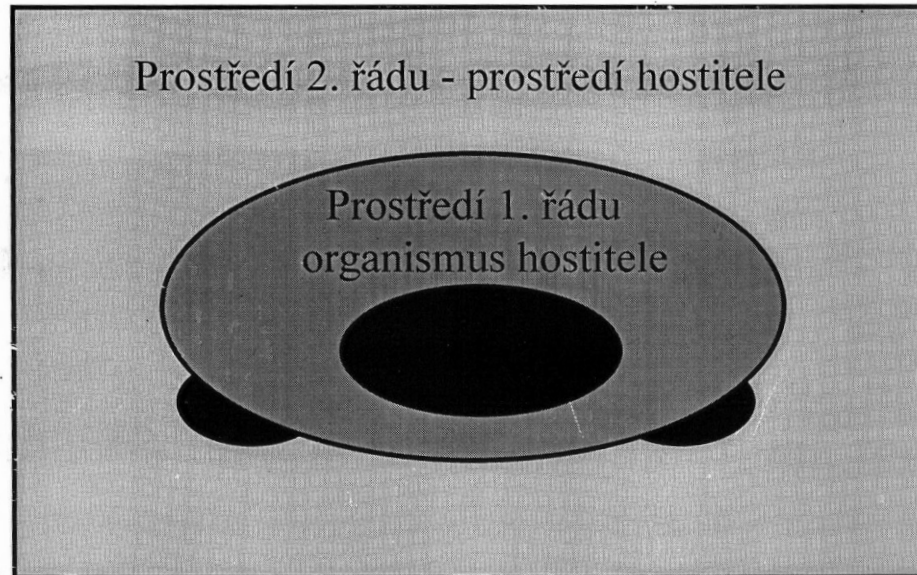
# Organismus hostitele jako prostředí

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:

- **Zažívací 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)



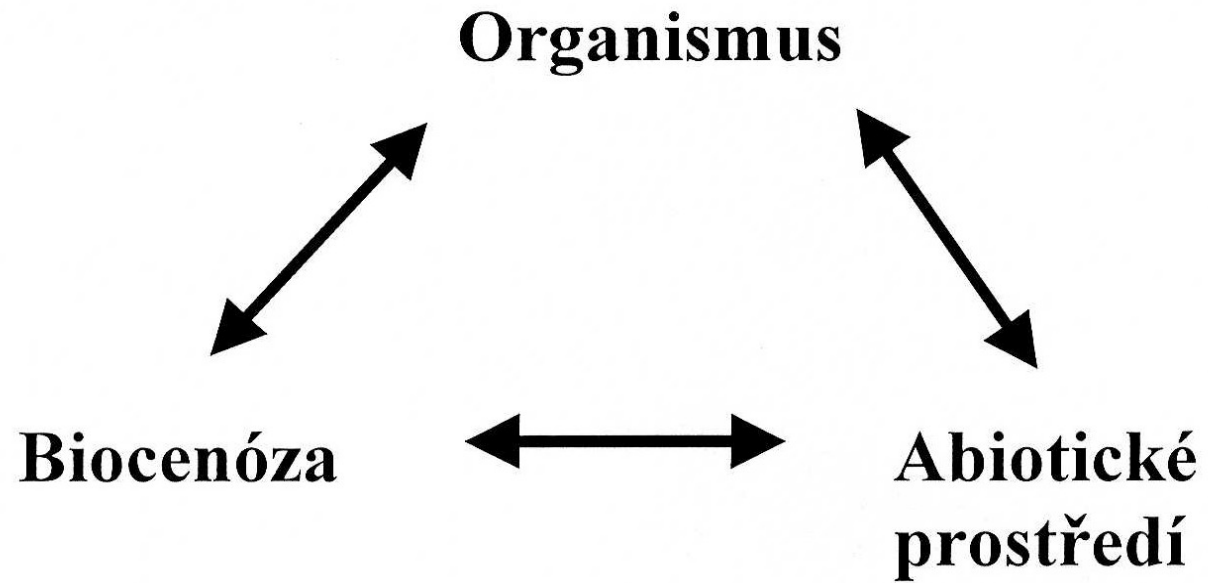
**KREV:** relativně chudé prostředí na živiny, hematofágové  
(schistosomy)

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

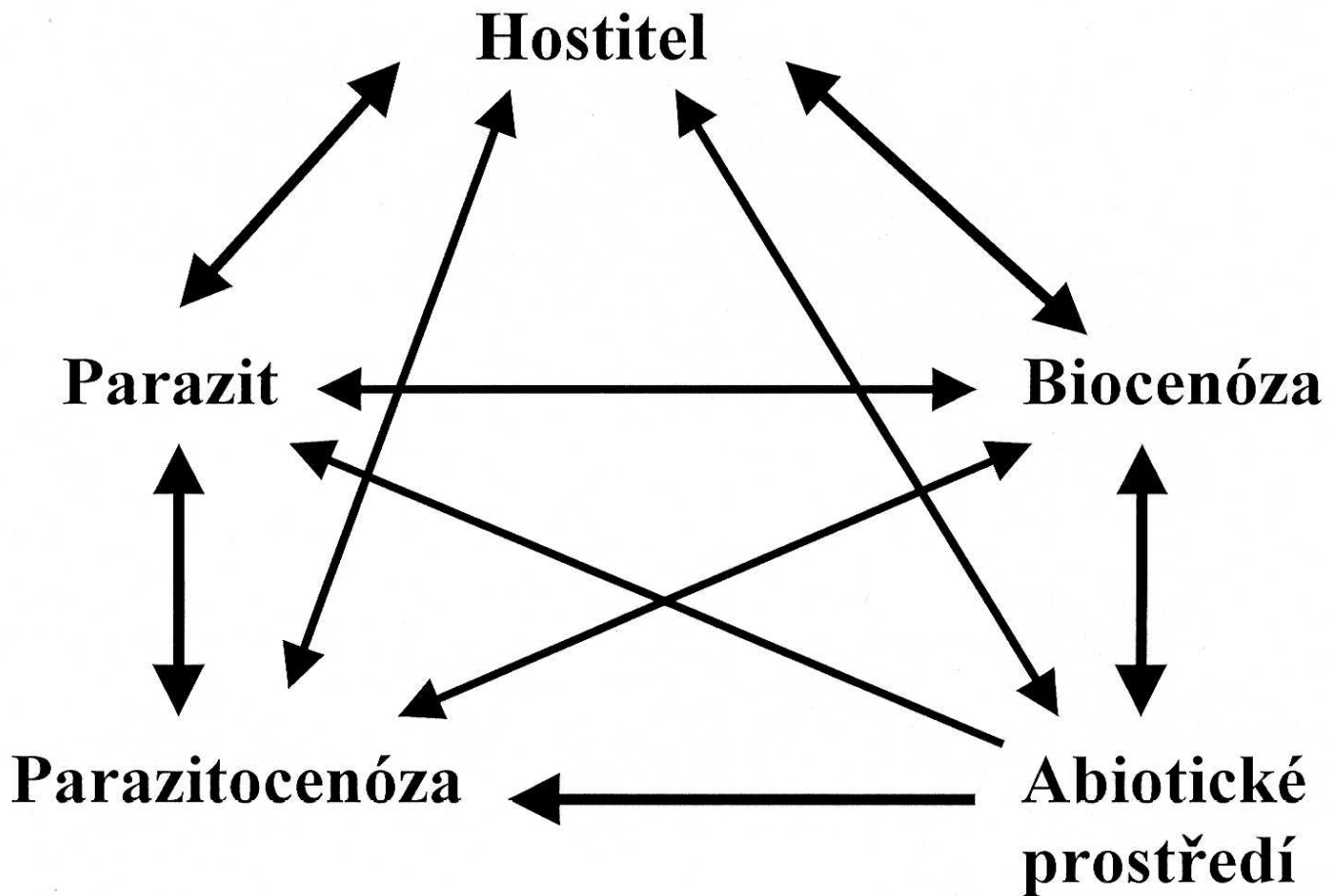
játra: (*kokcidie*)

cerebrospinální mok: složení podobné krevní plasmě

# Ekologie:



# Parazitologie:



# 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





# 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

# Adaptace k parazitismu

Protista (Protozoa)

Helminti

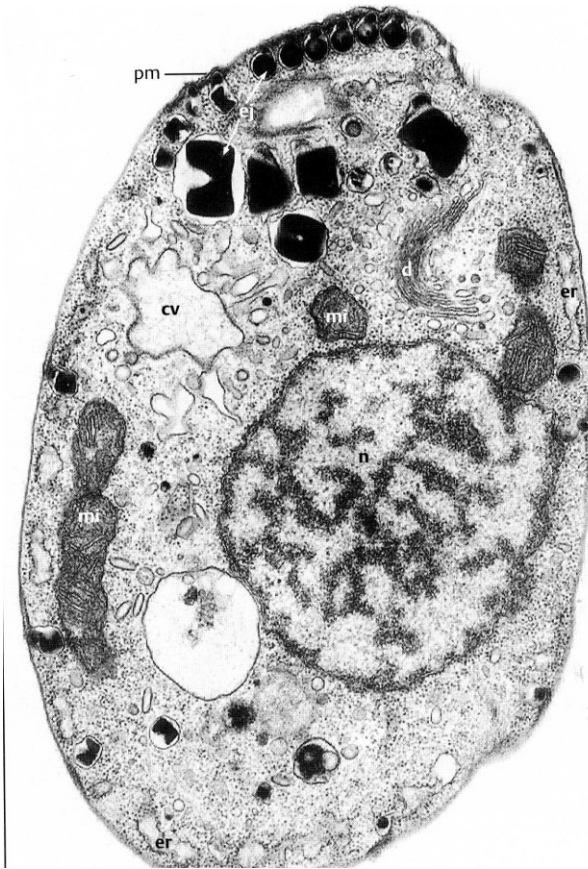
Členovci

Děkuji za pozornost



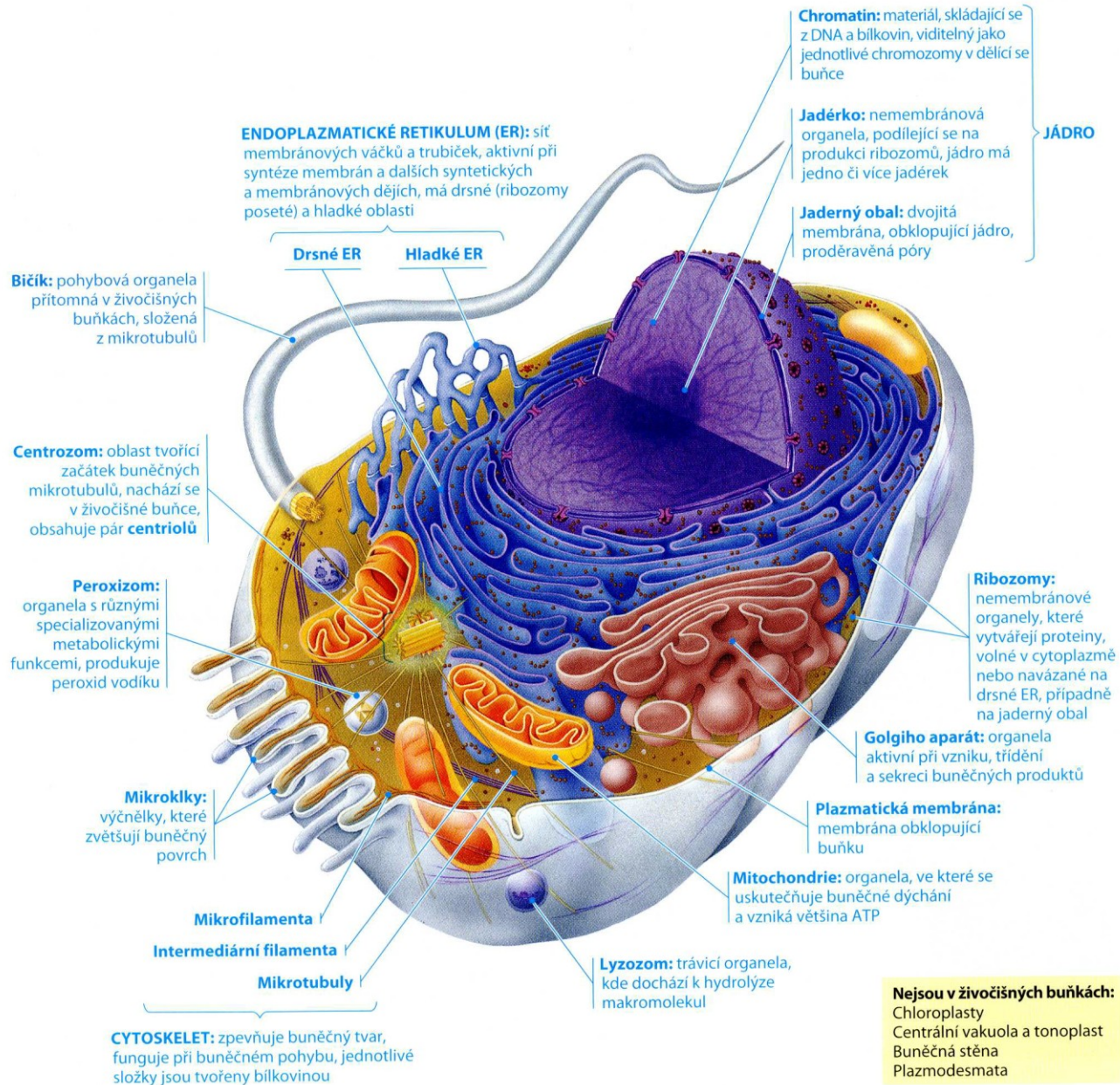
# Adaptace prvoků k parazitismu

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

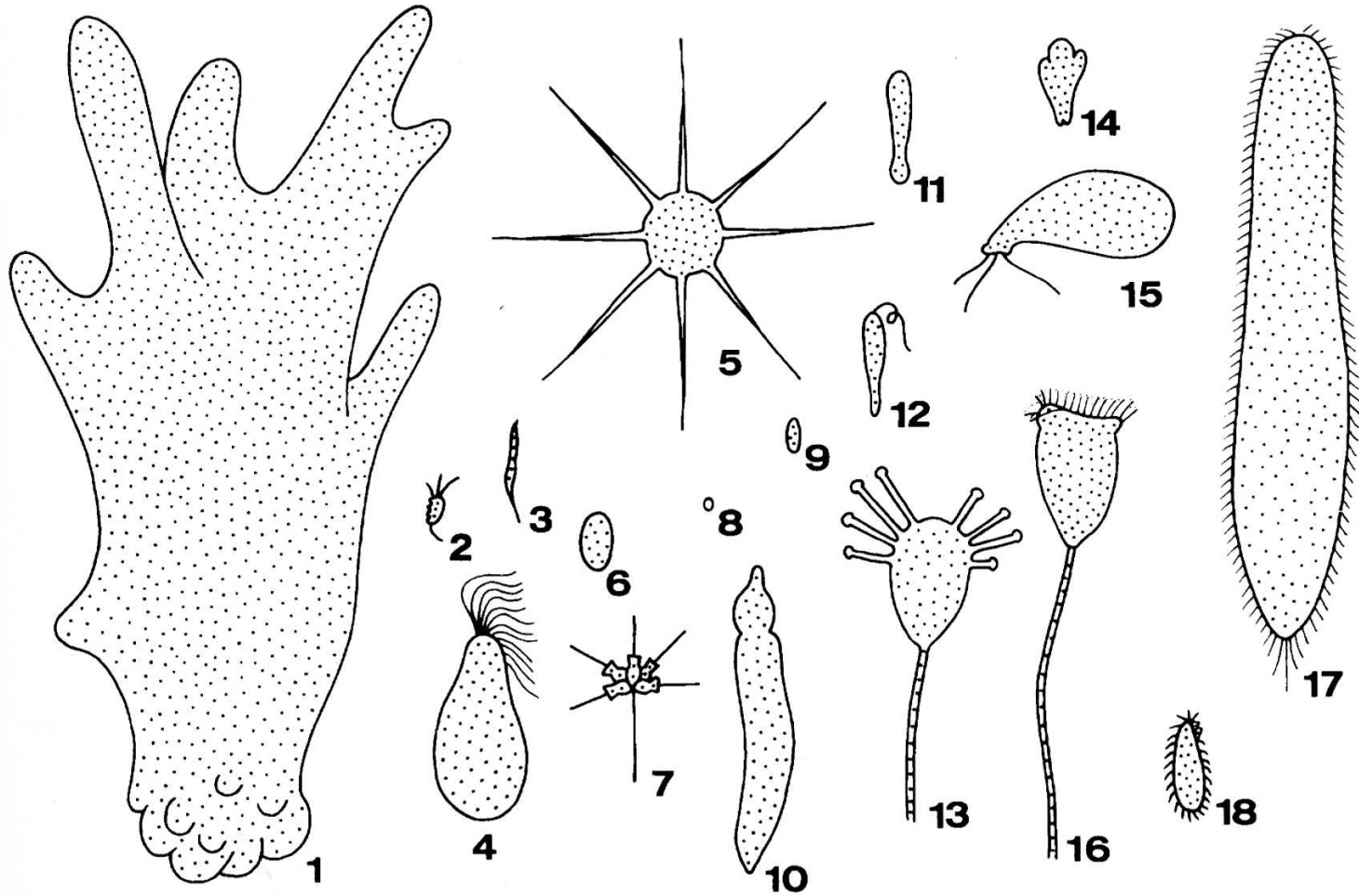




# Schéma živočišné buňky



# Tvarová různorodost prvoků



# Historie mikroskopické technika



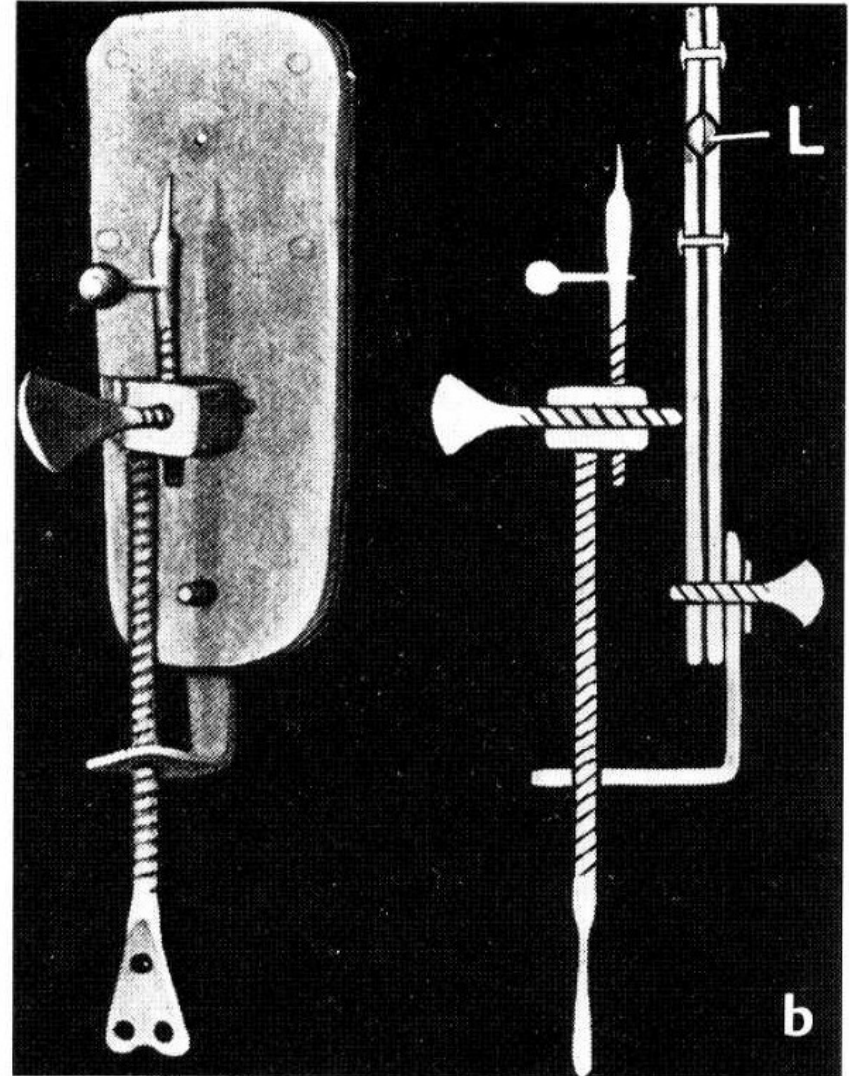
ANTONIUS A LEEUWENHOEK.

*Regia Societatis Londinensis  
membrum.*

*Vorkelje pinx.*

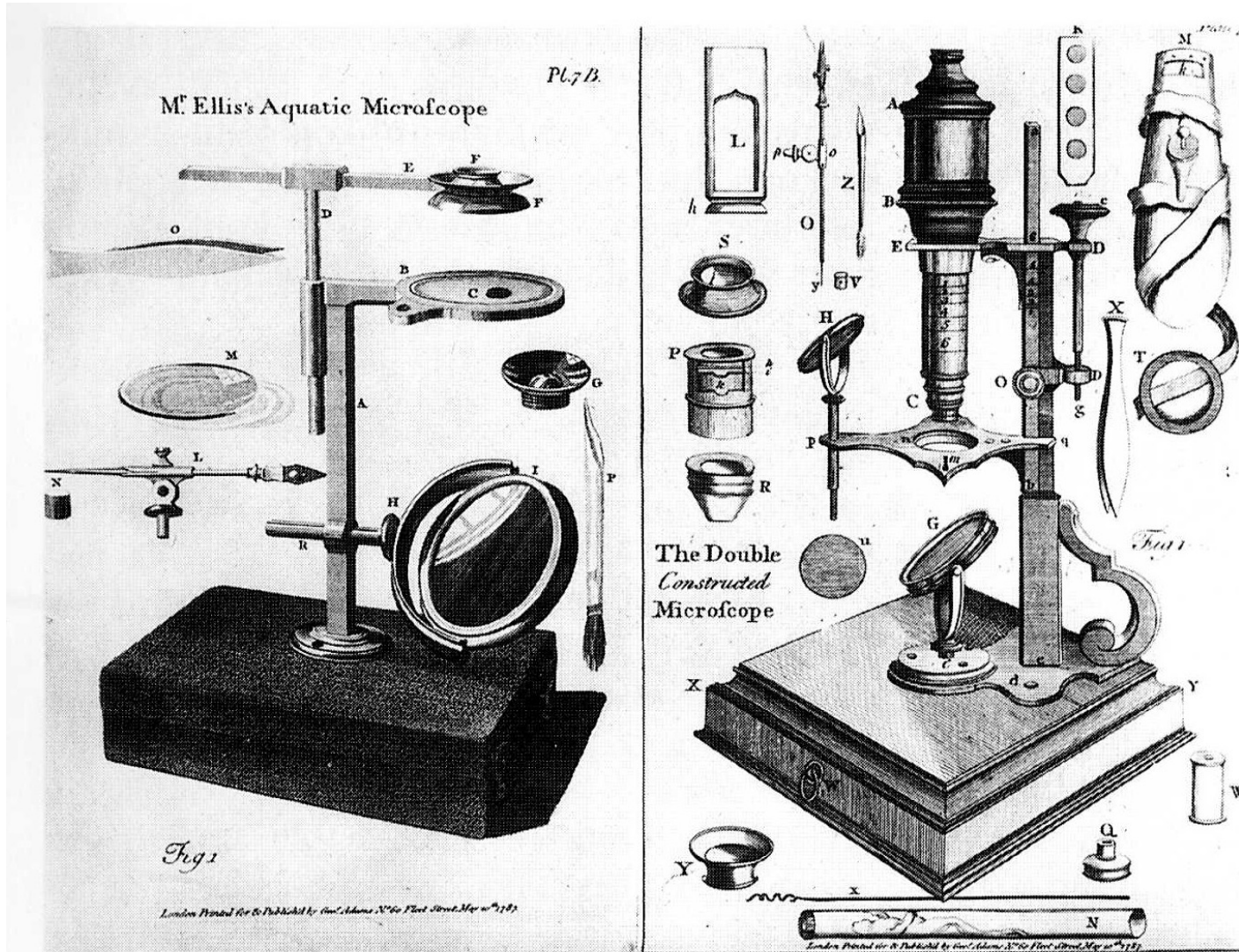
*A. de Blou fec.*

Obr. 2 Antony van Leeuwenhoek, zakladatel vědecké mikroskopie.

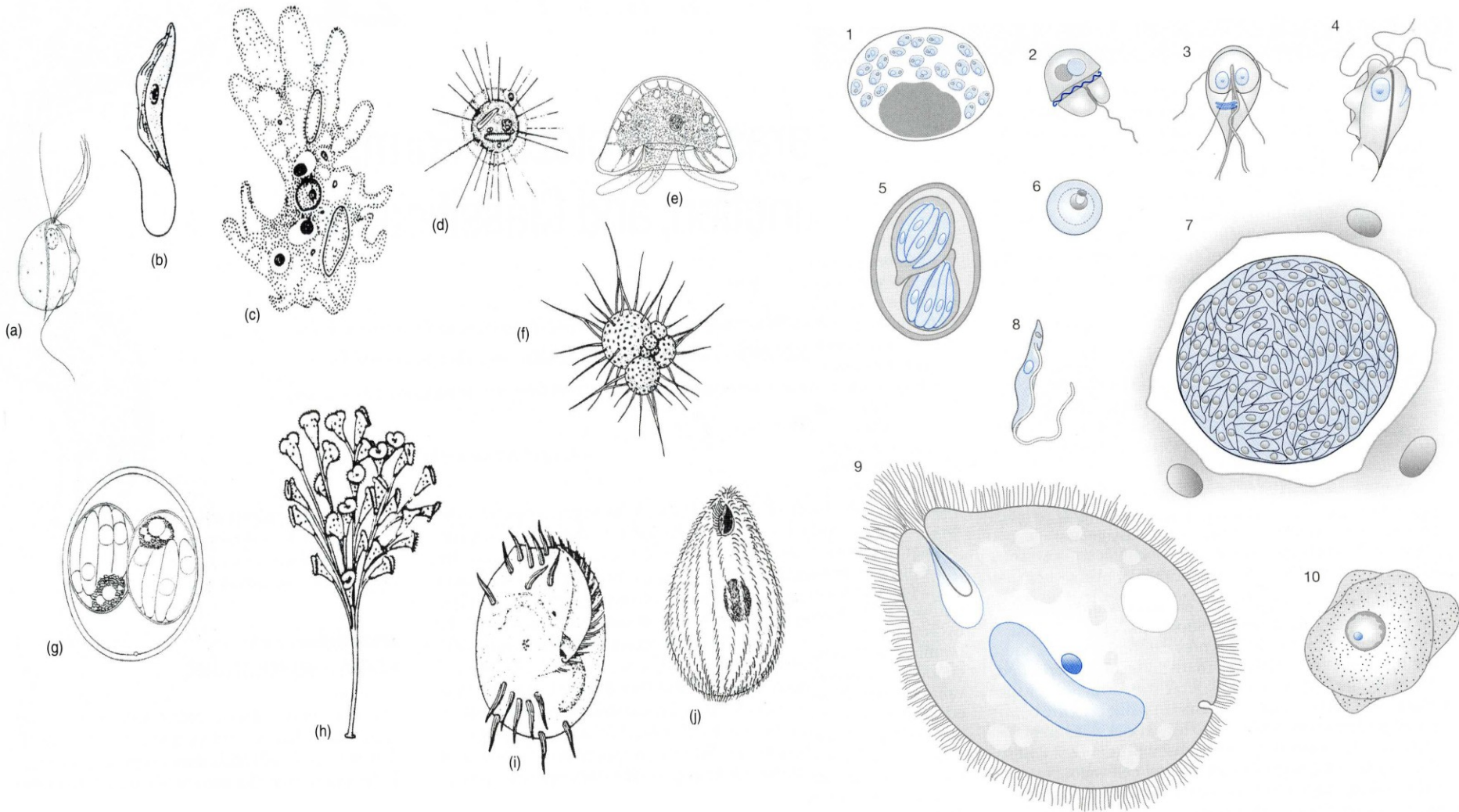




# Historie mikroskopické techniky

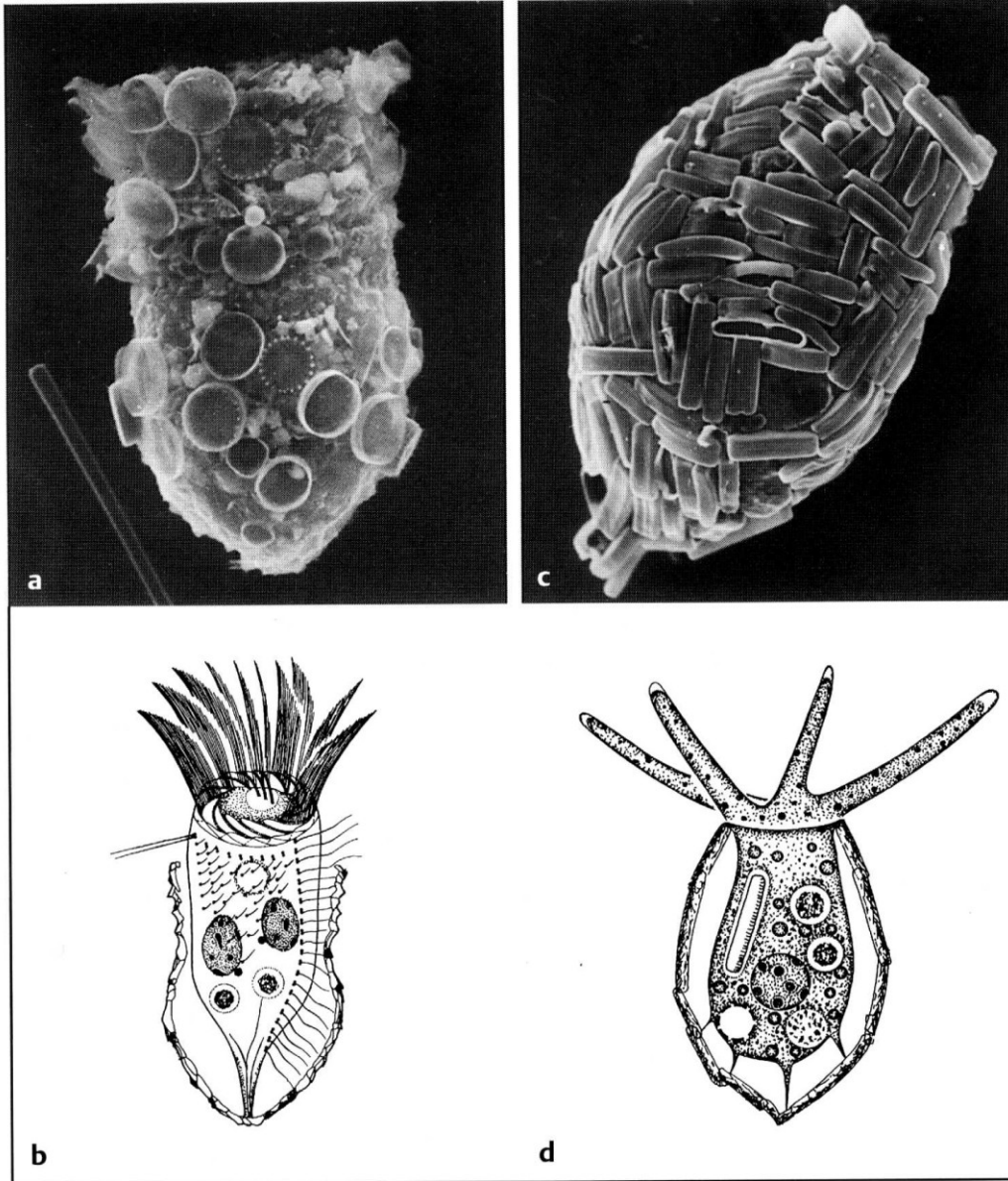


# Obrovská rozmanitost prvoků





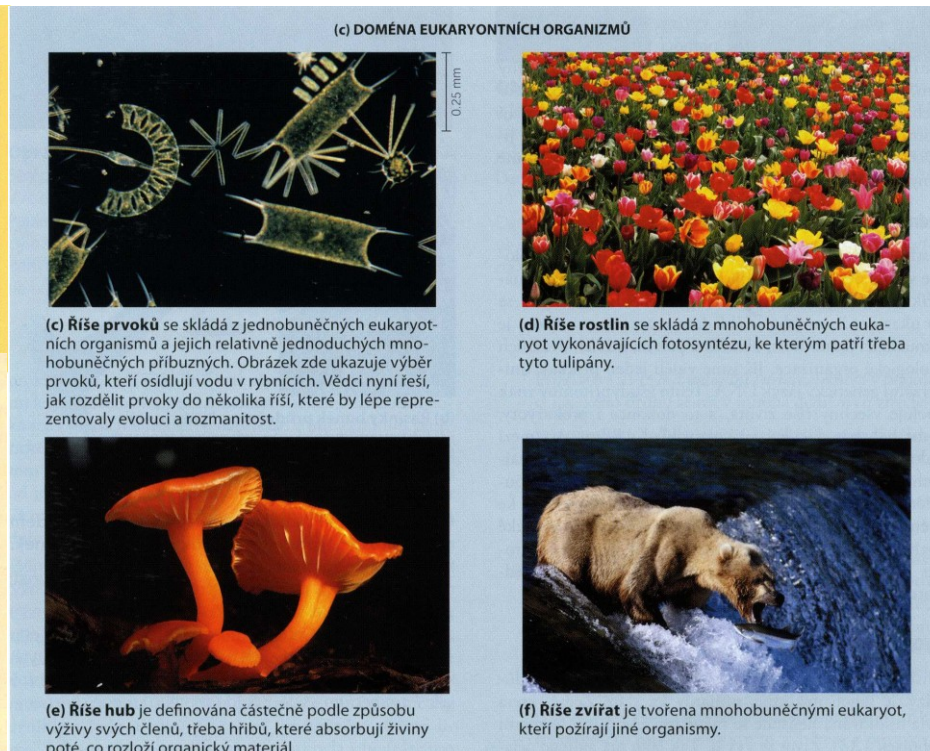
# Konvergence při evoluci prvoků



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

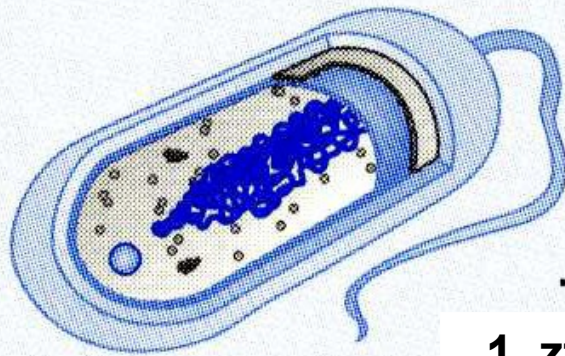
# Klasifikace prvoků „2000“ - základní klasifikace organismů – 6 říší – 3 domény života

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





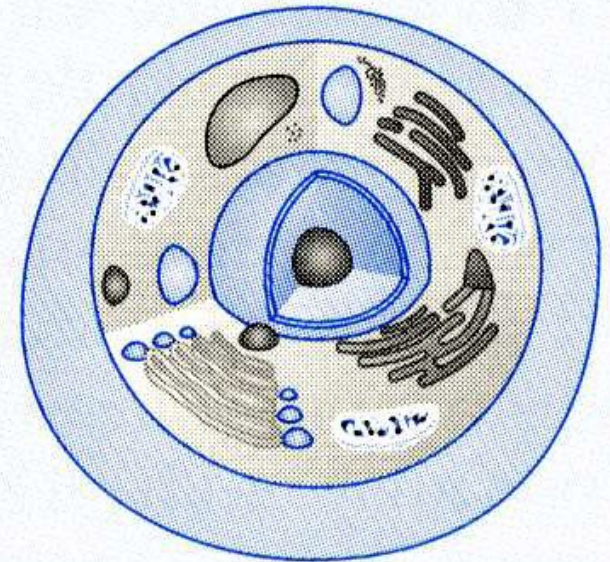
# Hlavní události v evoluci eukaryot



prokaryote

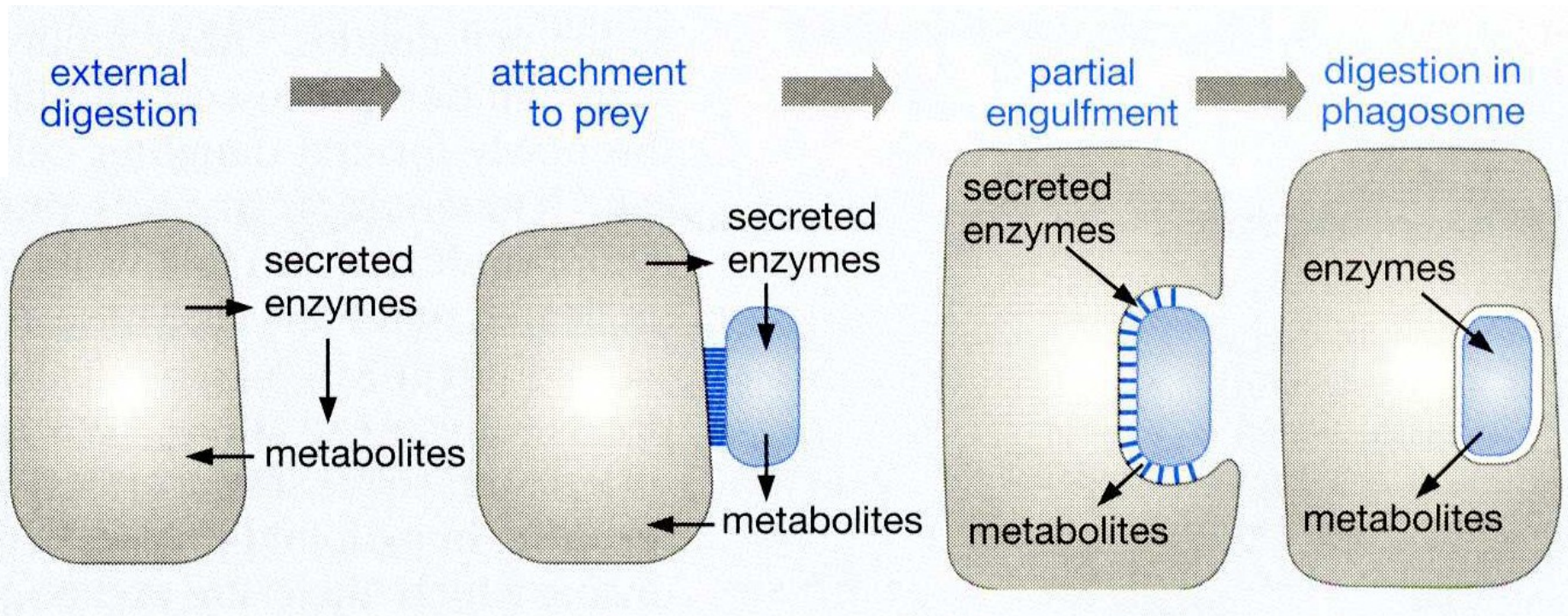


1. ztráta glykopeptidické buněčné stěny
2. vývoj vnitřního cytoskeletu
3. vznik fagotrofie



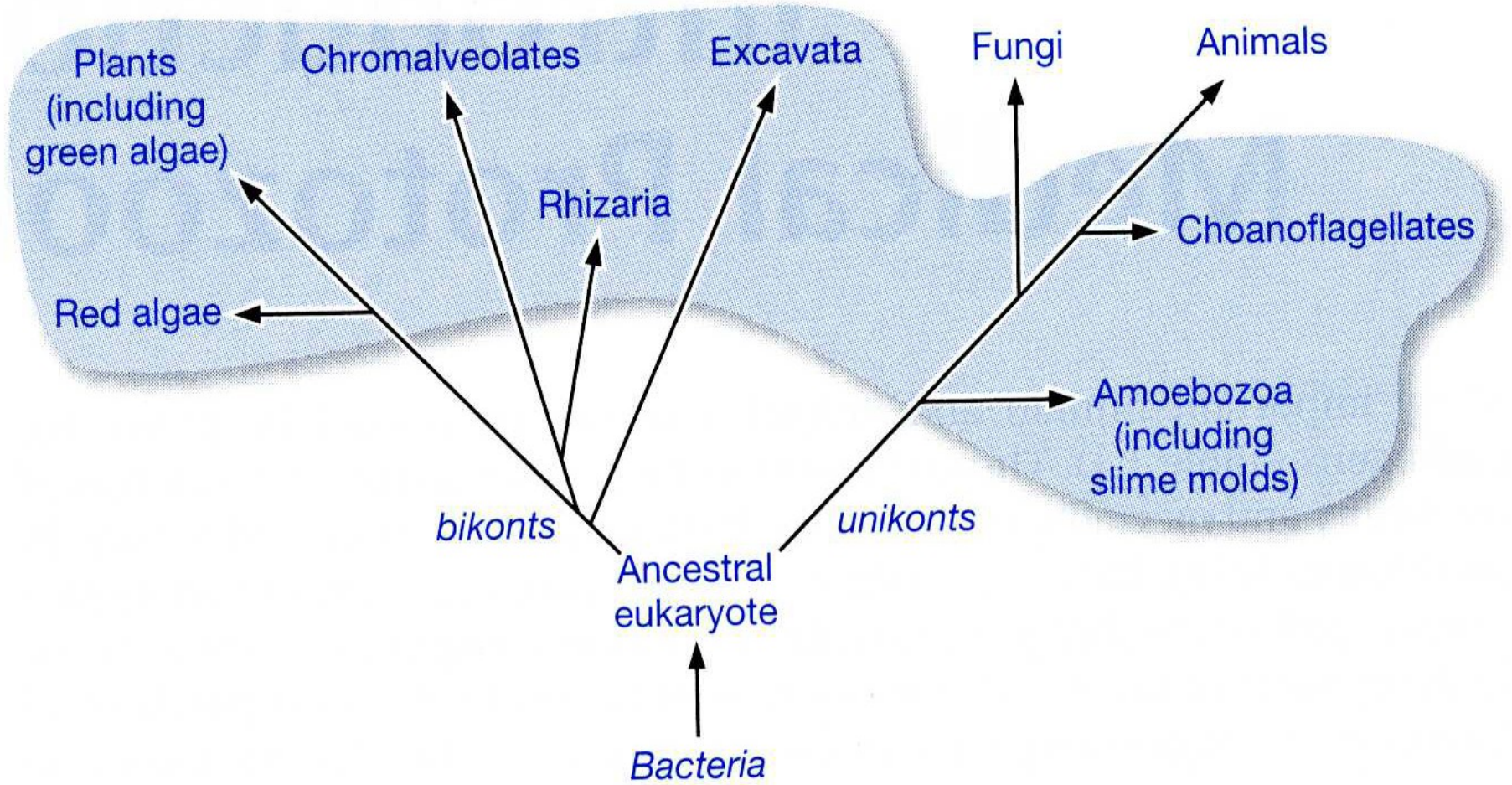
eukaryote

# Vznik a vývoj fagotrofie



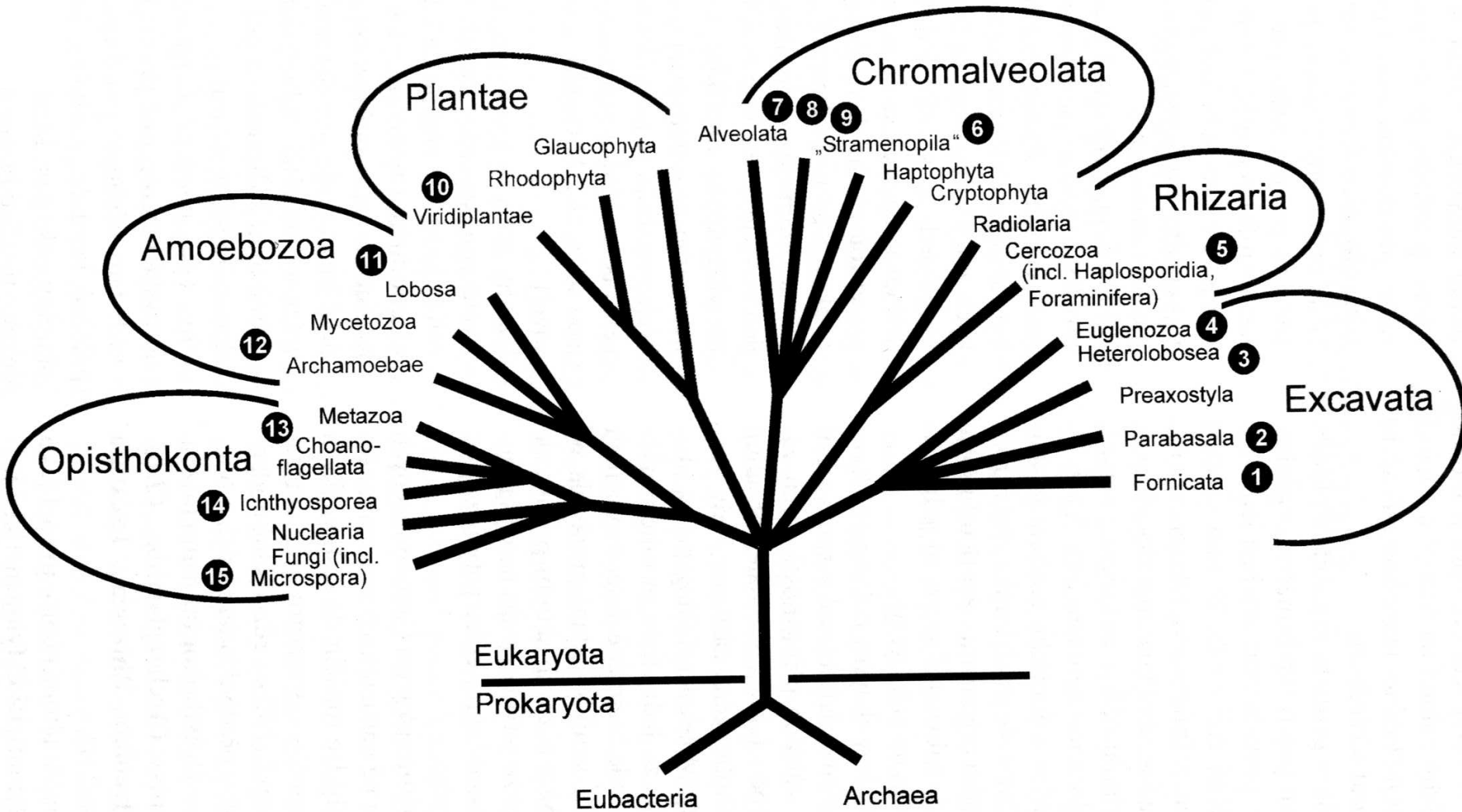


# Hypotetická evoluce organismů Eucaryota - Protozoa



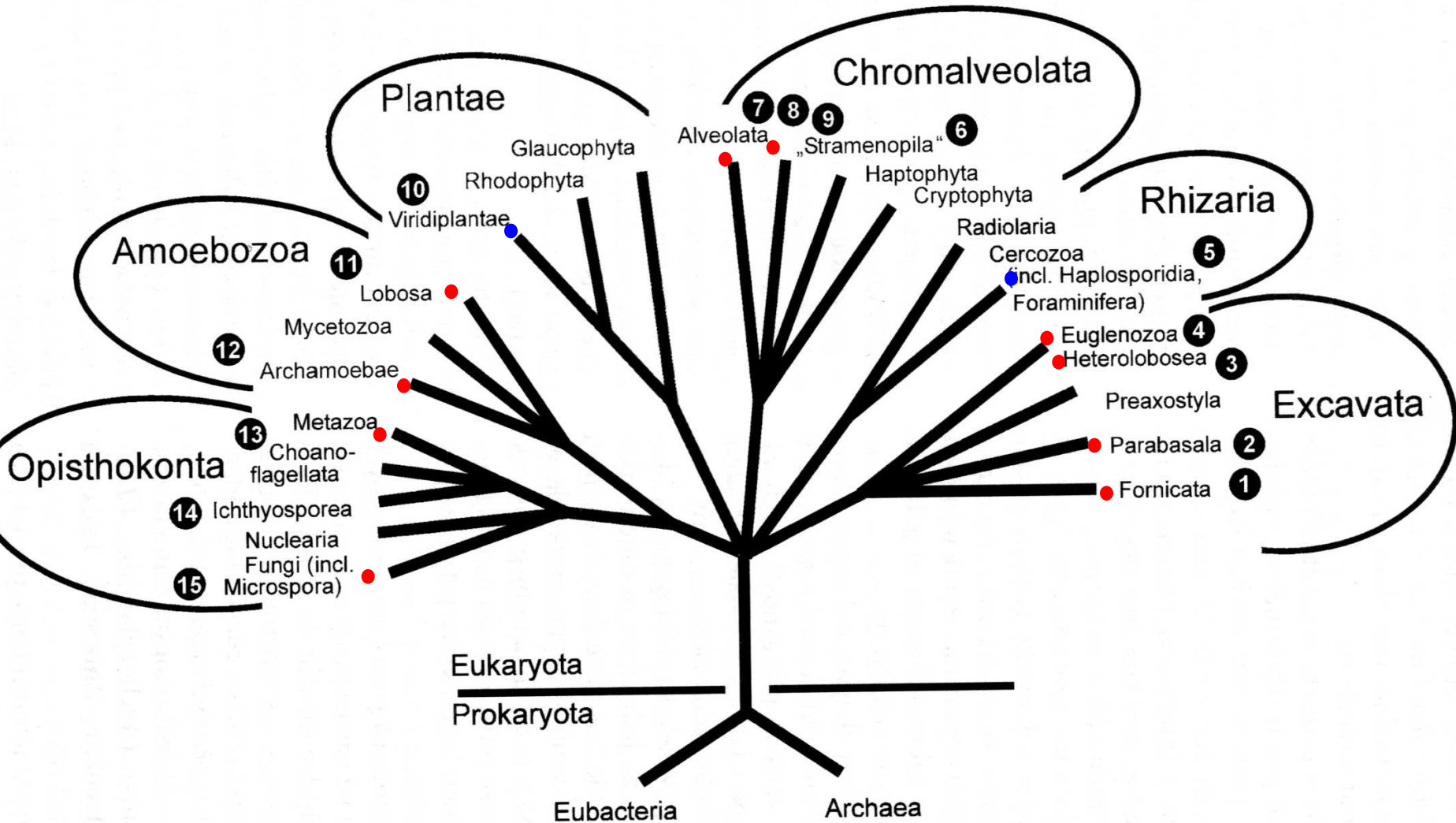


# Současné rozdělení eukaryotických organismů



Klasifikace prvoků podle Simpsona a Rogera 2004

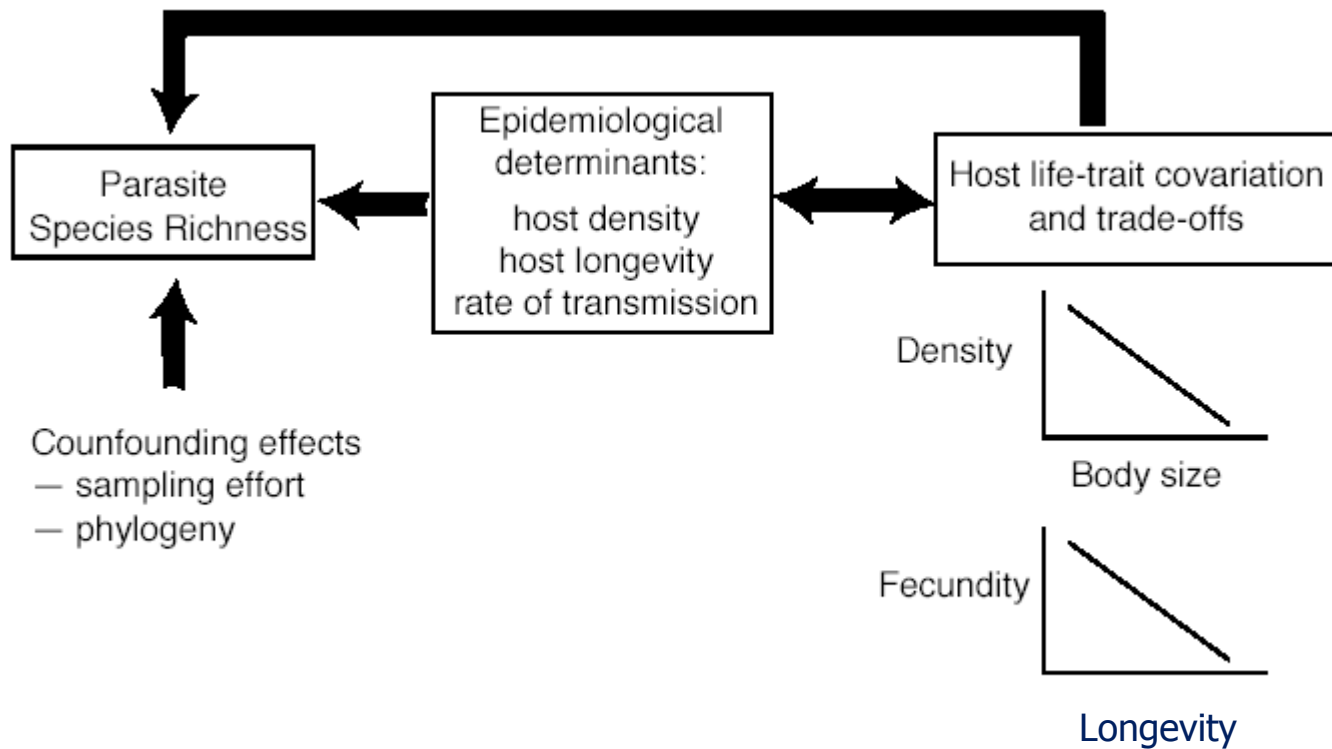
# Současné rozdělení eucaryot



• Zástupci parazitující u člověka

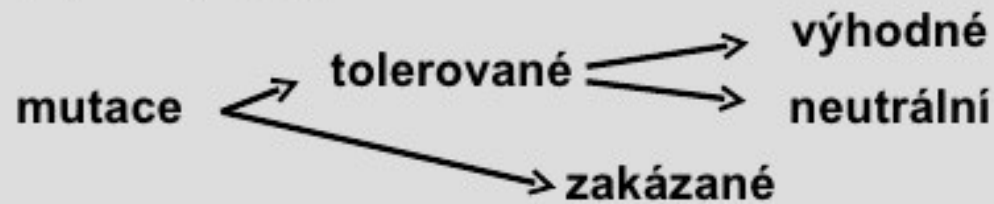
• Zástupci neparazitující u člověka

# Determinants of parasite diversity



# Základní mechanismy evoluce

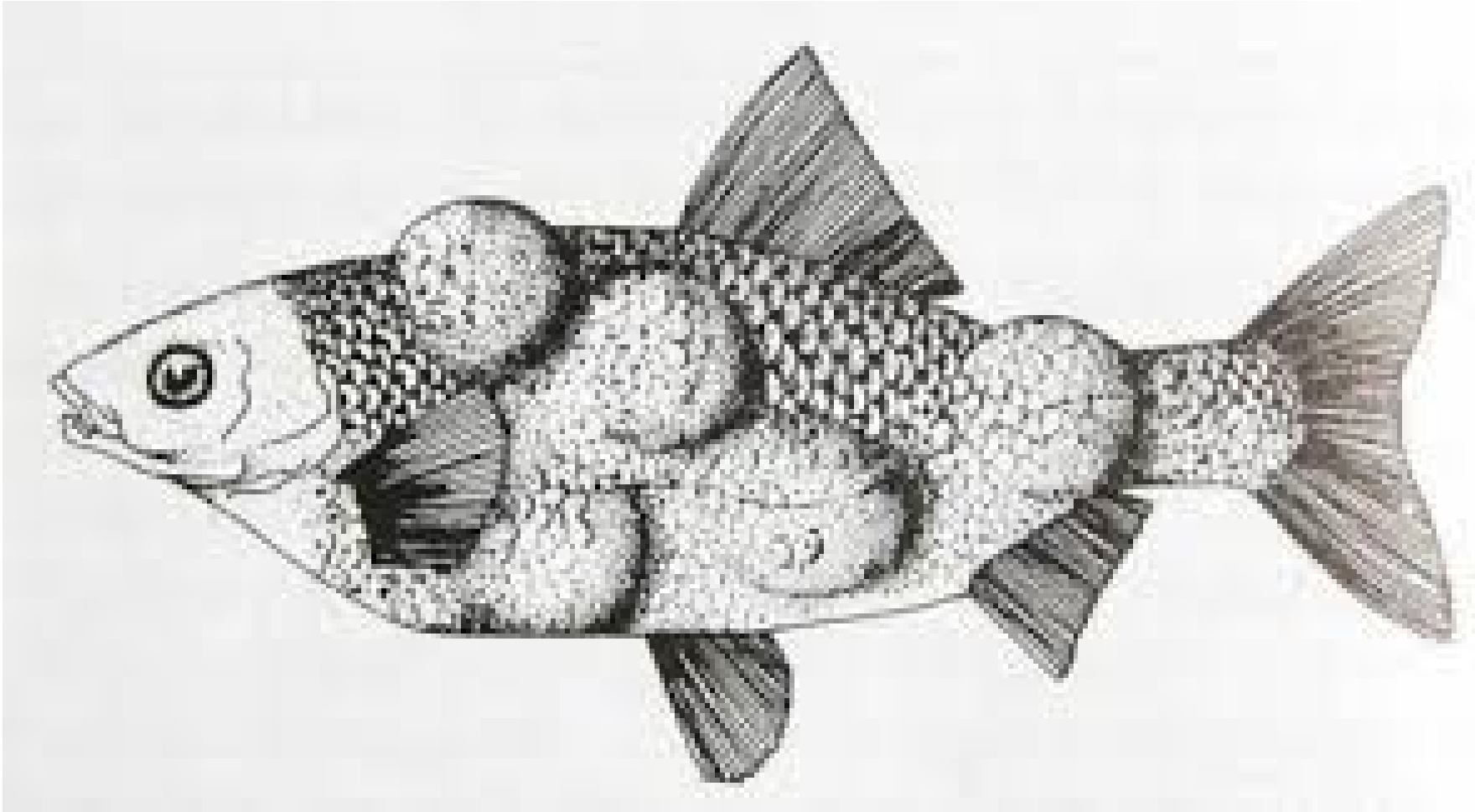
- **selekce** (přírodní výběr)
- **mutace**



- genové duplikace, resp. amplifikace (**Susumo Ohno**: teorie evoluce genovou duplikací)
- **variace** na úrovni jednoho lokusu, **polymorfismus**
- **rekombinace**
- **genový drift**
- **výměna genů mezi jedinci** (popř. populacemi) různých druhů
  - transformace a transdukce u bakterií, přenos pomocí virů u somatických buněk, somatická hybridizace, mezidruhové křížení
- **endosymbióza**



Když se řekne zdravý jako ryba ?



# NEMOCI RYB A ŠKŮDCI



**PARAZITICKÉ HLÍSTICE**  
CAMALLANUS COTTI, A.J.



**KRUPIČKA**  
ICHTHYOPHTHIRIUS MULTIFILIIS, OODINIUM



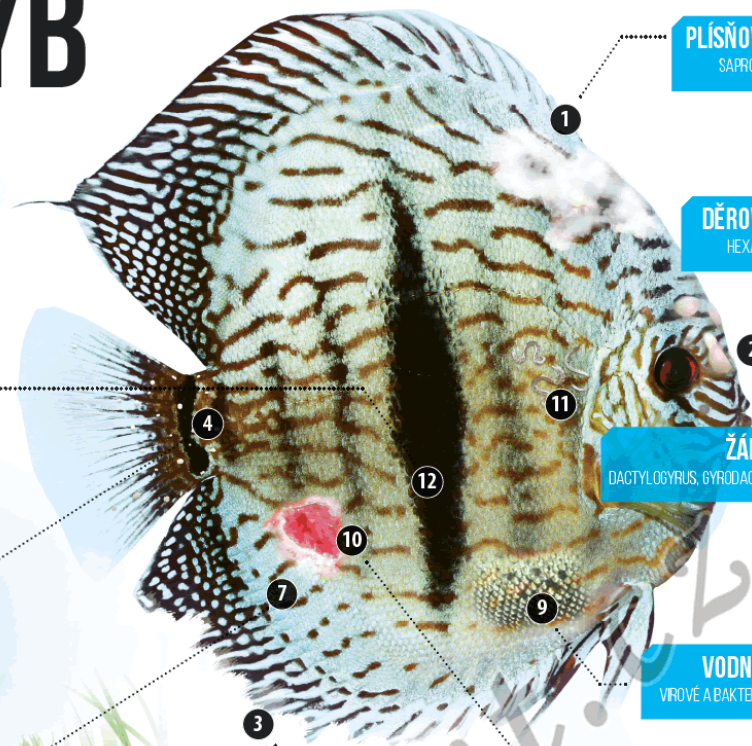
**TASEMNICE**  
CESTODA



**NEZMAR**  
HYDRA VULGARIS, A.J.



**NÁLEVNÍK**  
TETRAHYMENA, CILIOPHORA, A.J.



**PLÍŠŇOVÁ NEMOC**  
SAPROLEGNIA, ACHLYA



**DĚROVÁ NEMOC**  
HEXAMITA SALMONIS



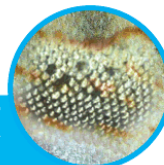
**ŽÁBROHLÍSTI**

DACTYLOGYRUS, GYRODACTYLUS, CESTODA



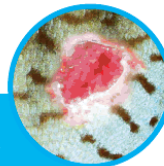
**VODNATELNOST**

VÍROVÉ A BAKTERIÁLNÍ NAPADENÍ



**VŘEDOVITOST RYB**

ULCERS & WOUNDS



**BAKTERIÁLNÍ ROZPAD PLOUTVÍ**

BAKTERIE PSEUDOMONAS, AEROMONAS, A.J.



**ŠNEK  
JAKO ŠKŮDCE**

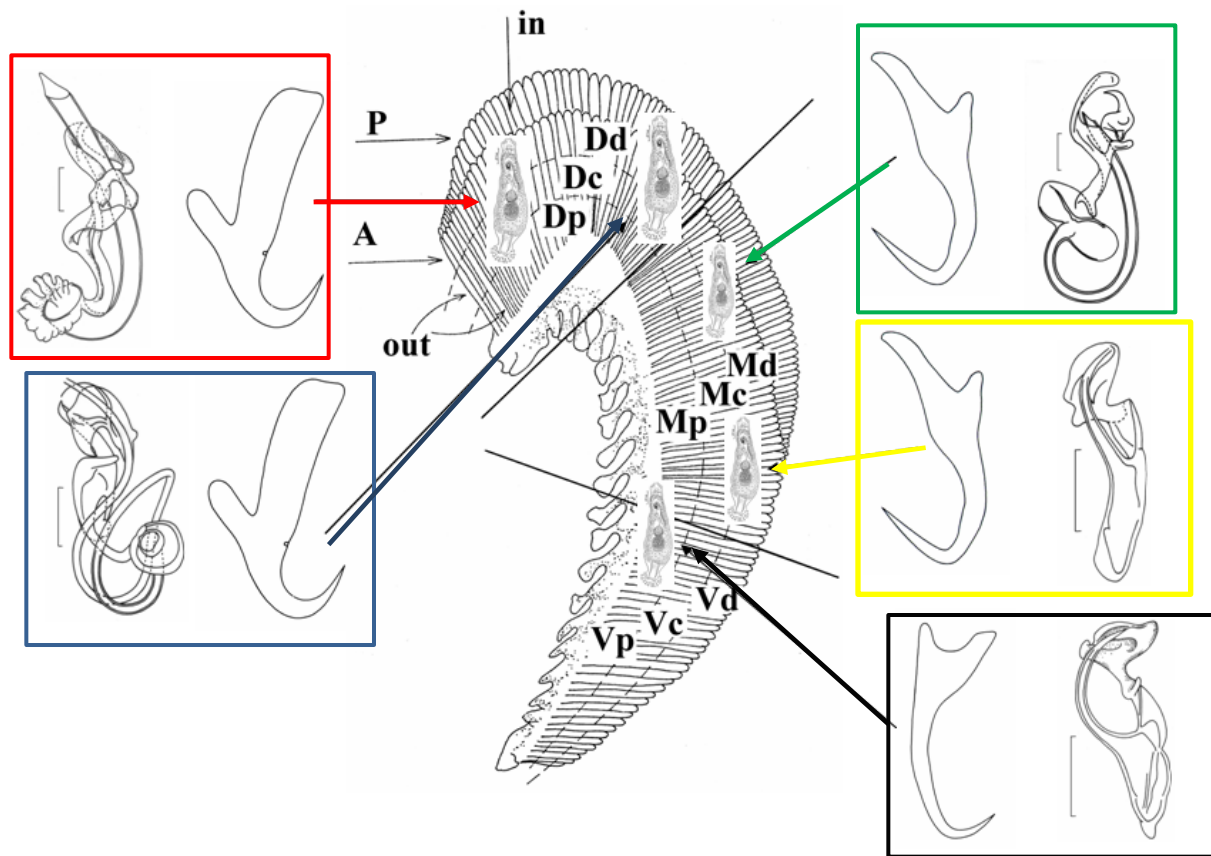




# Paraziti a historie člověka



# Posílení reprodukční bariér kongenerických druhů cizopasníků





# Evoluce preferovaných nik kongenerických druhů parazitů

Figure 6B.



Figure 6C.

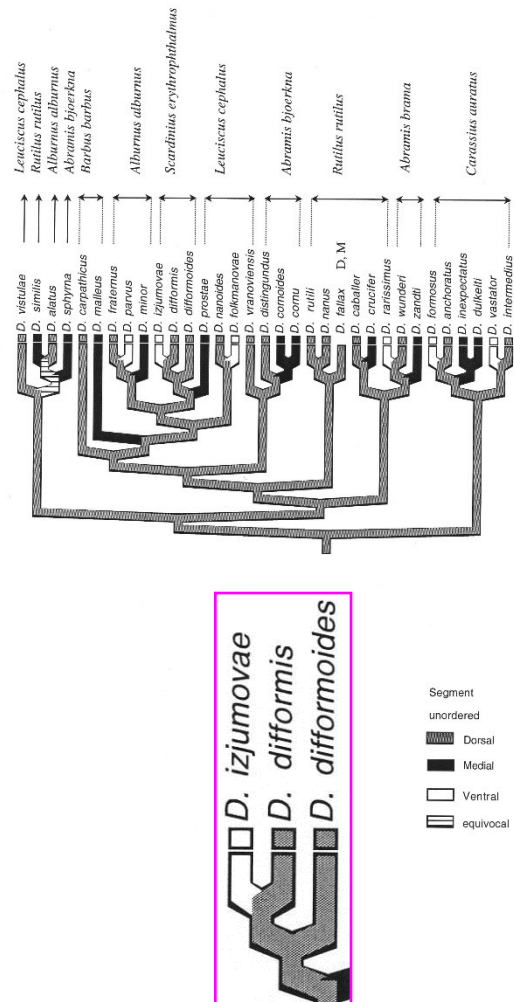
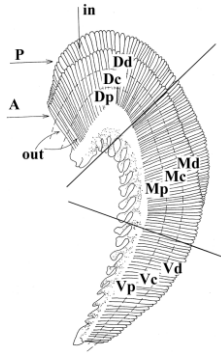
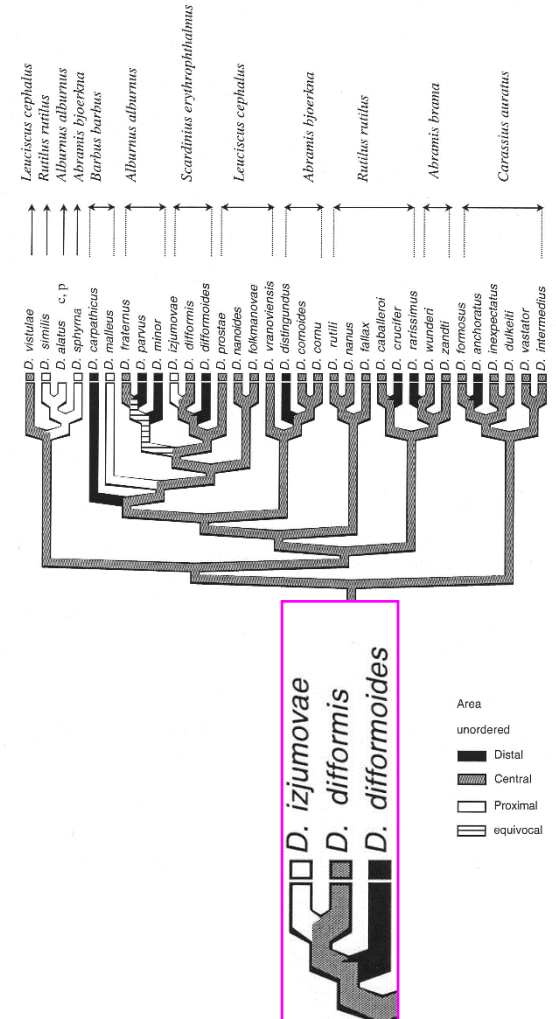
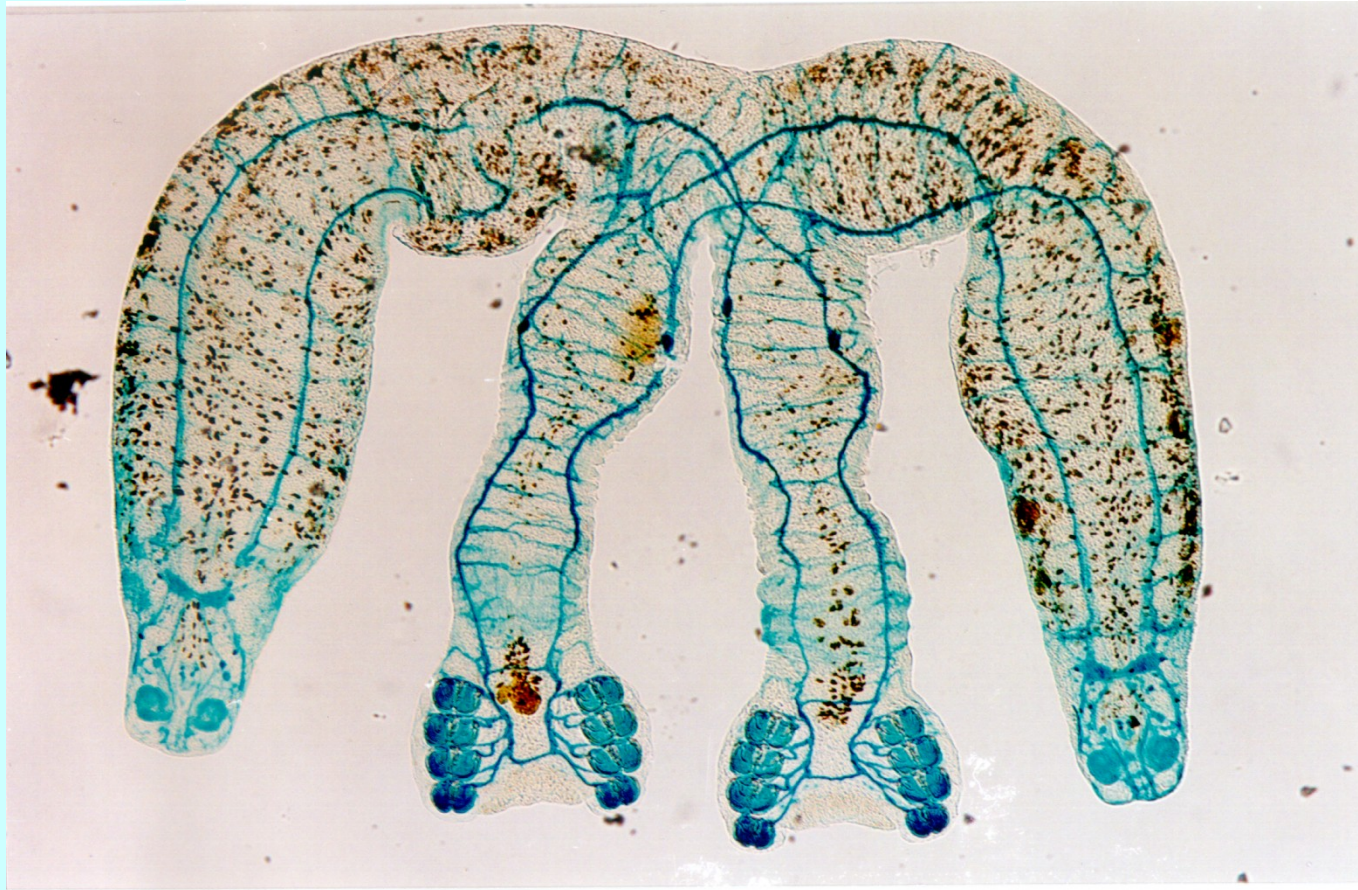


Figure 6D.



# Bright field

## *Eudiplozoon nipponicum*



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

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

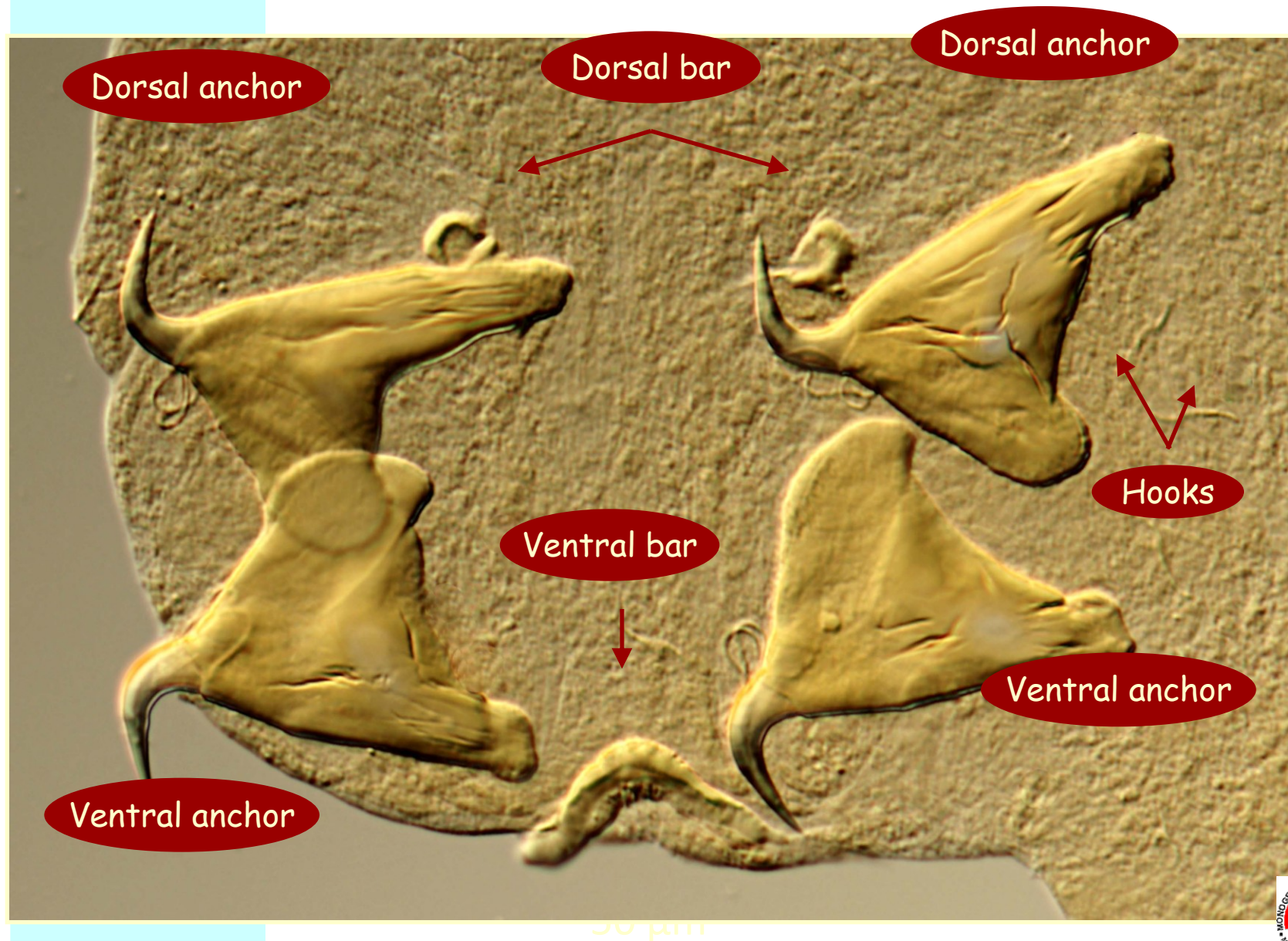


# Phase contrast microscopy - viviparous gyrodactylids



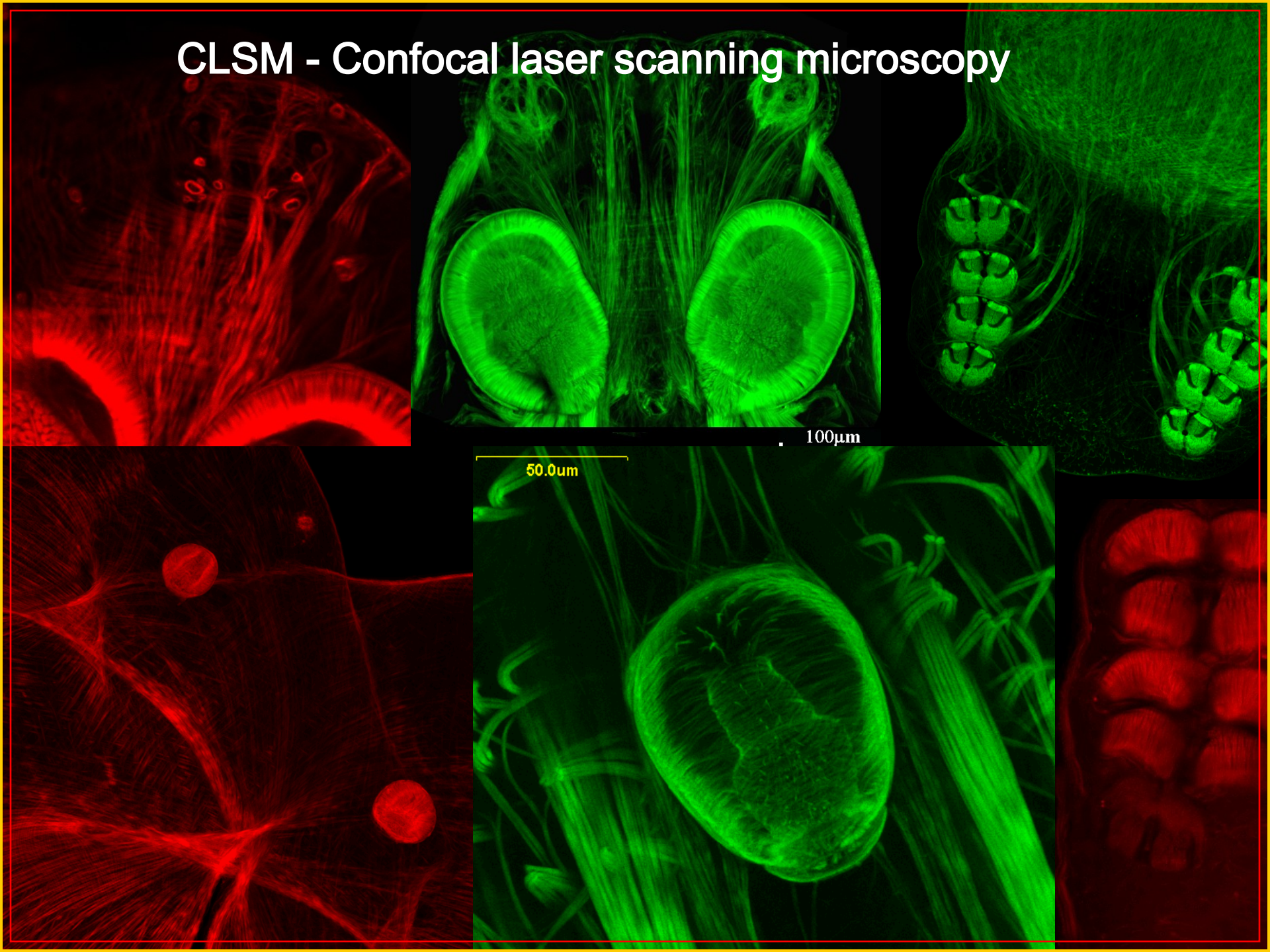


# DIC according to Nomarski





# CLSM - Confocal laser scanning microscopy



# EKTO-ENDOPARAZİTÉ



# 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**