

Obecná parazitologie

Prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Prof. RNDr. Andrea Vetešníková-
Šimková, PhD

PARAZITISMUS

Parazitismus jako ekologický pojem

Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších typů
ekosystémů

Typy prostředí: Voda
Půda
Atmosféra

Organismy → Paraziti

Co je to parazit ?

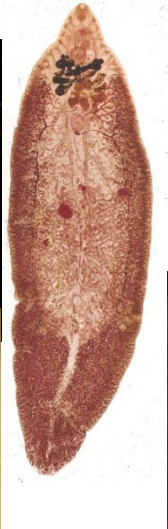
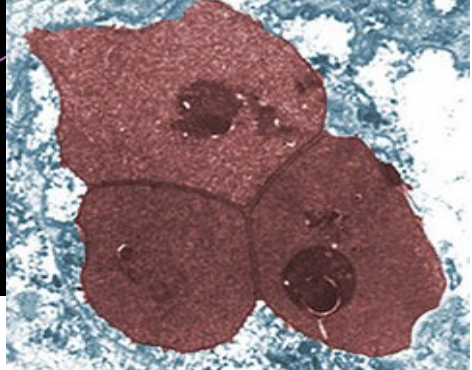
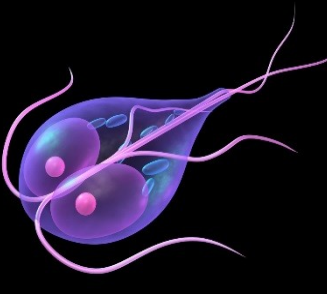
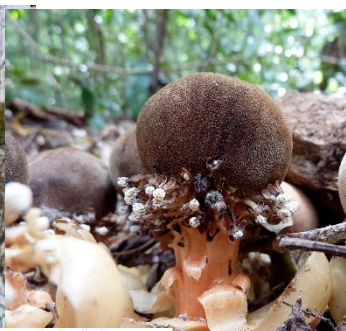
Raison d'être for parasitologists.

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

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

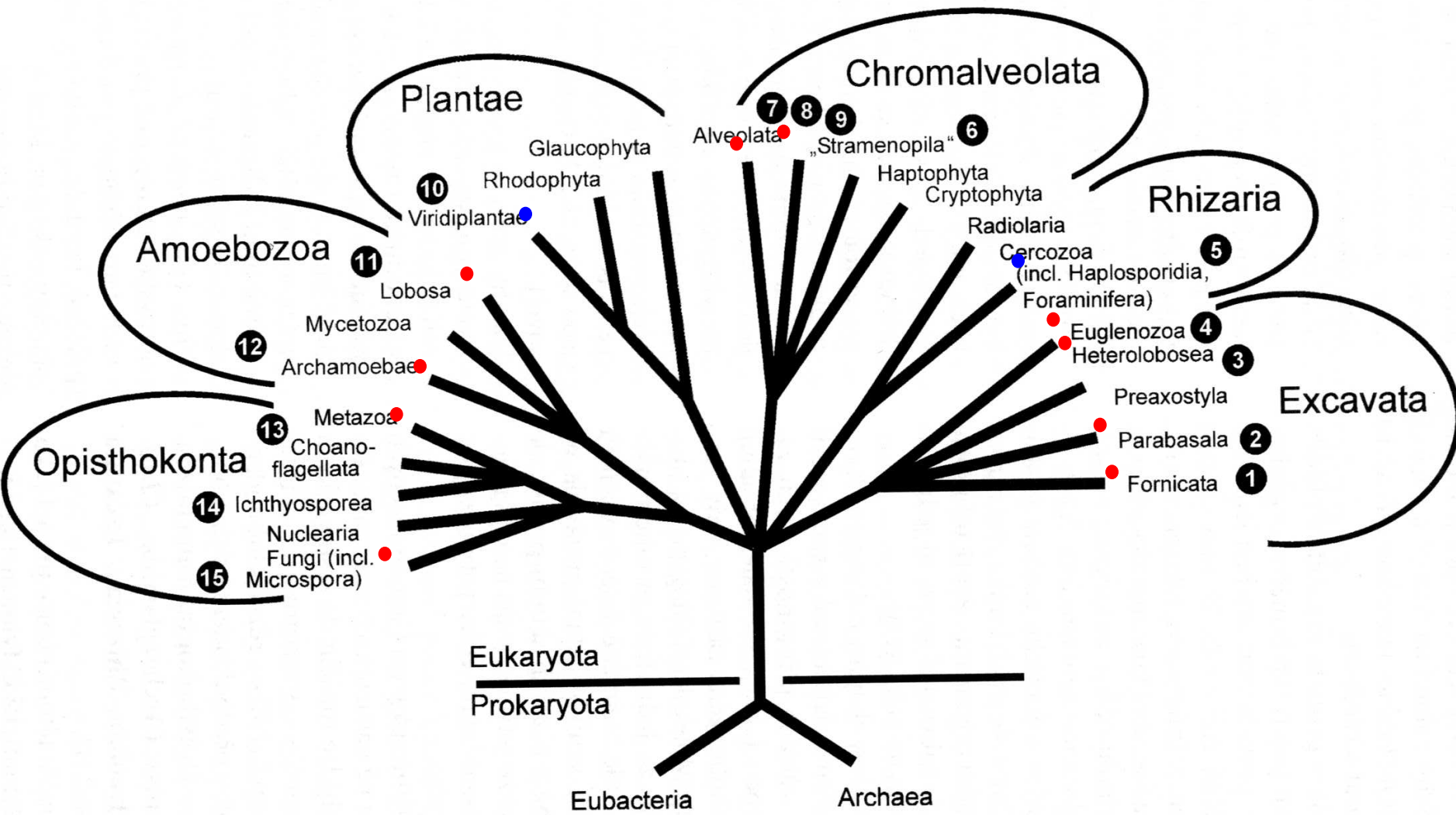
parazitoidi rostlin R 159 000

Chordata Ž 100

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).

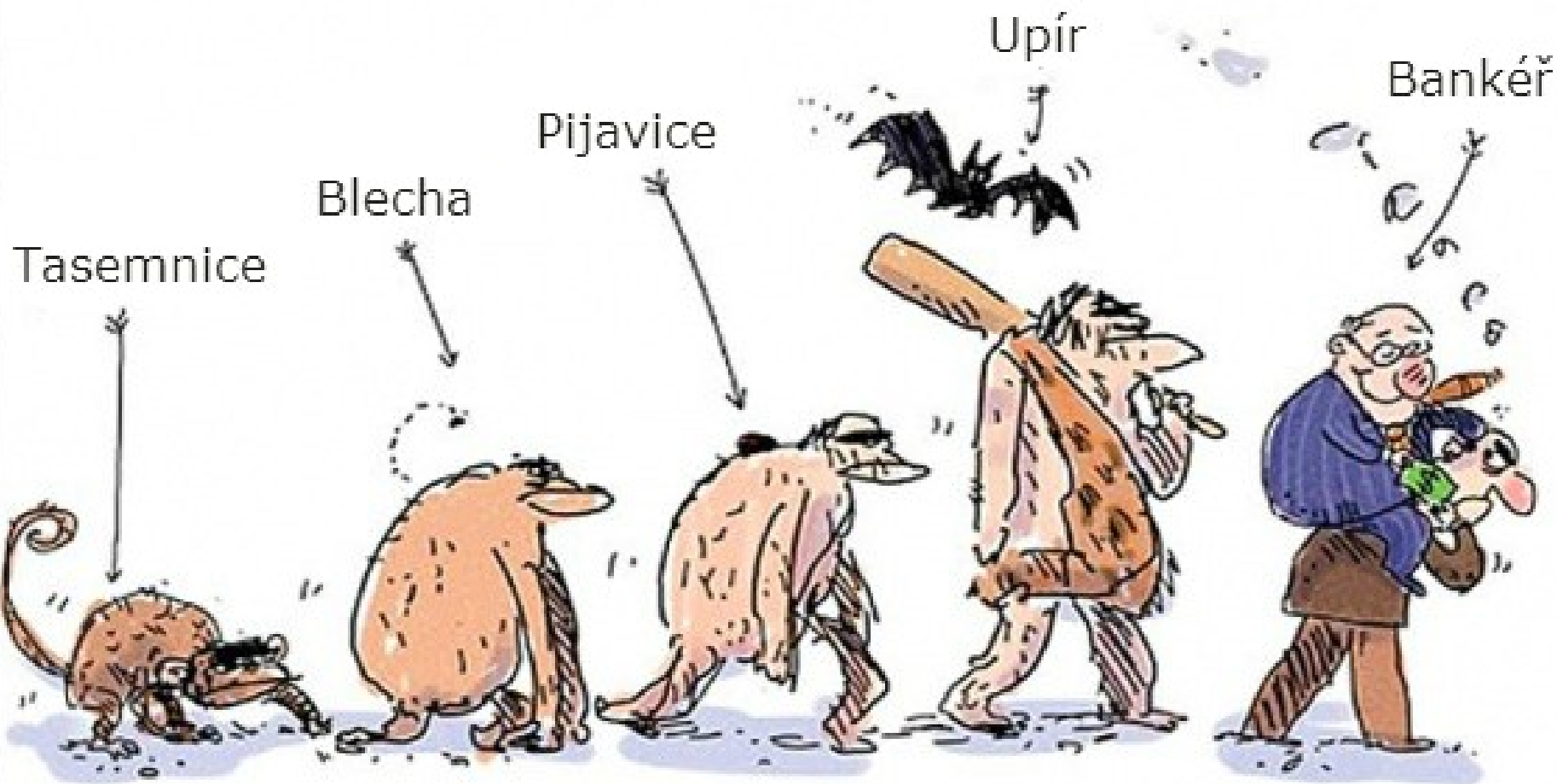
Occurrence of parasitism in Eucaryota



● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

Evoluce parazita



KUDELKA.

Evolve parazitismu

Pozice zástupců
Platyhelminthes s
parazitickými zástupci

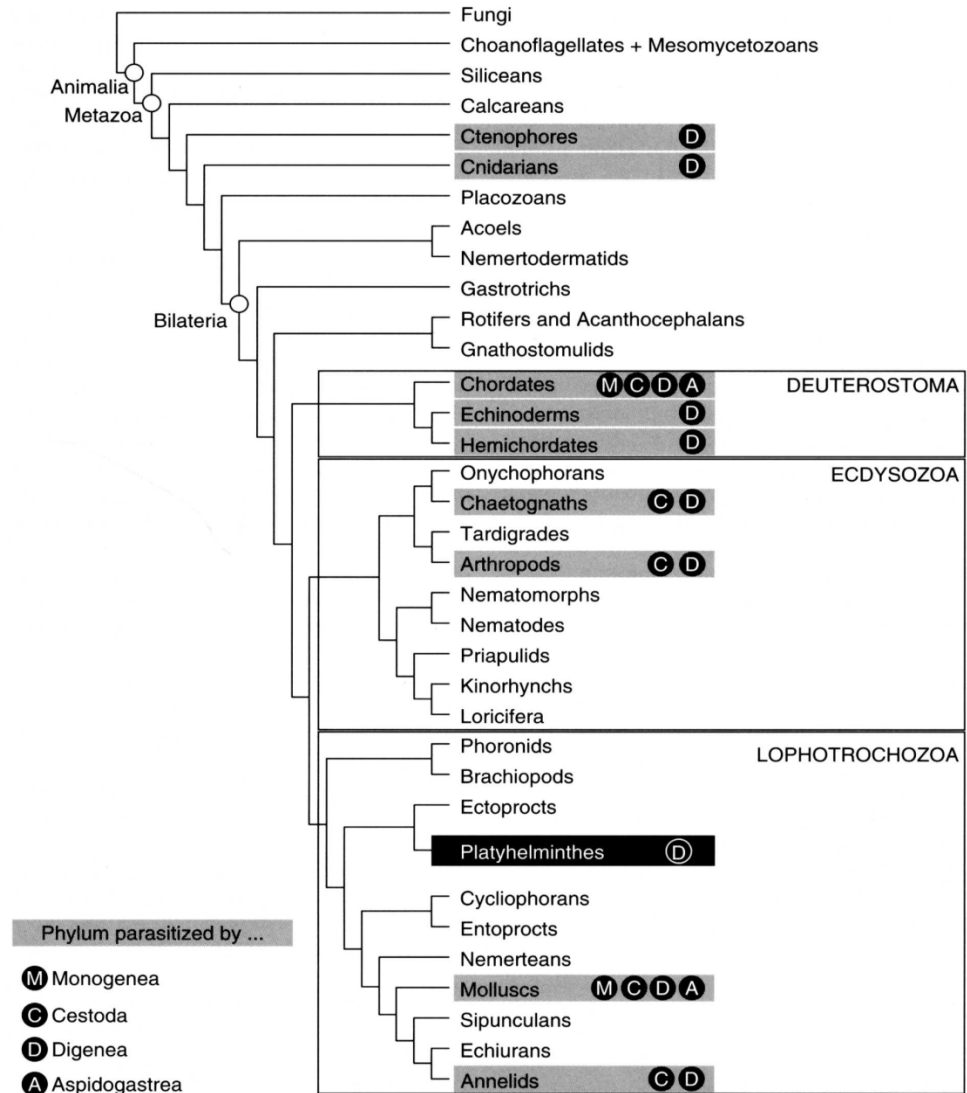


Fig. 1.1. Platyhelminthes and their position in the tree of life with an indication of which phyla are parasitized by neodermatan flatworms (Monogenea, Cestoda, Aspidogastrea, Digenea); basic tree adapted from Eernisse and Peterson (2004) who estimated this tree topology using a combined analysis of 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.

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.

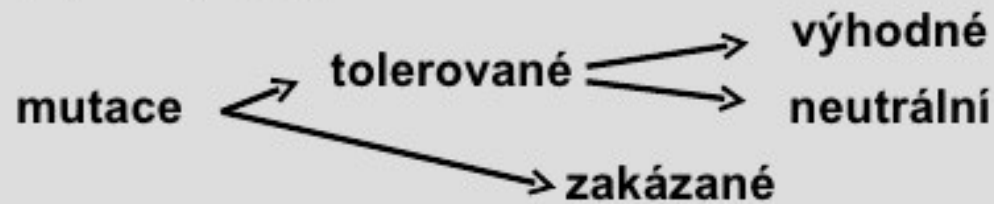
Zpočátku si potenciální parazit pouze vytvoří adaptace, které mu usnadní přestát průchod trávicí soustavou jiného organismu, později se navíc naučí získávat zdroje ze svého hostitele.

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

Hranice mezi saprophytismem, parazitismem, predací.

Základní mechanismy evoluce

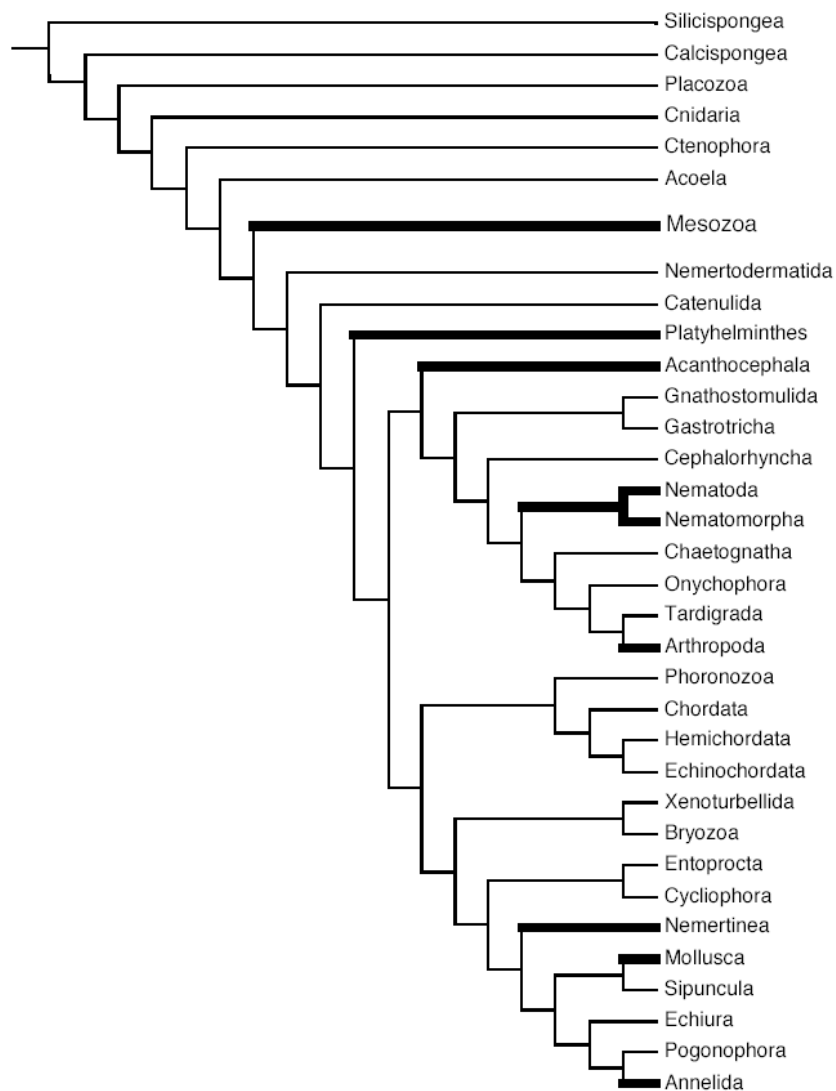
- **selekce** (přírodní výběr)
- **mutace**



- 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**

Současné znalosti diverzity parazitů

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



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.

Evoluční vztahy hlavních skupin Platyhelminthes

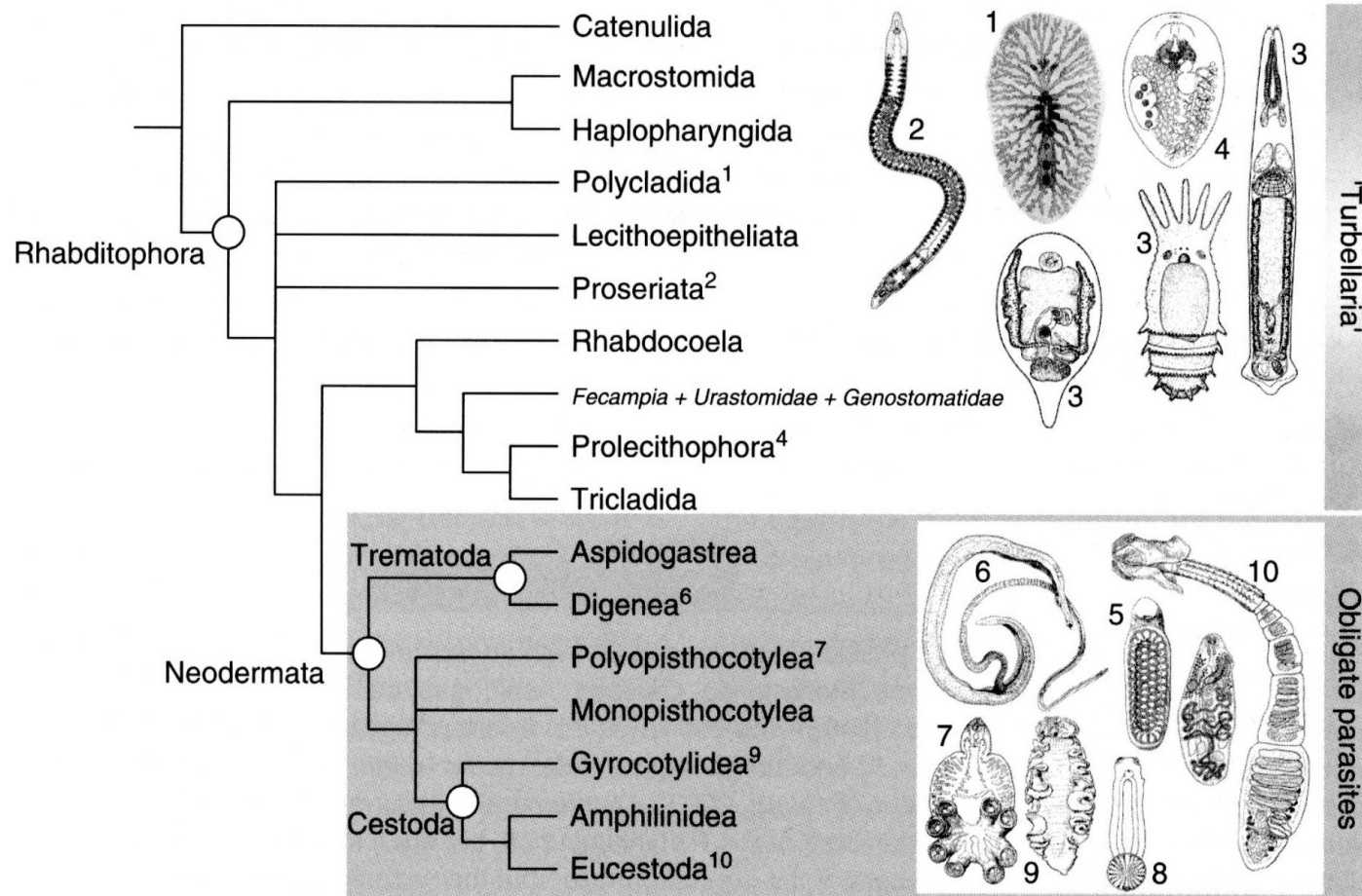


Fig. 1.2. Interrelationships of the major groups of Platyhelminthes based on a consensus of morphological and molecular estimates. Parasitic flatworms, the Neodermata, form a monophyletic group although their interrelationships are estimated differently by different molecular analyses (see Fig. 1.3).

Fenomén parazitismu

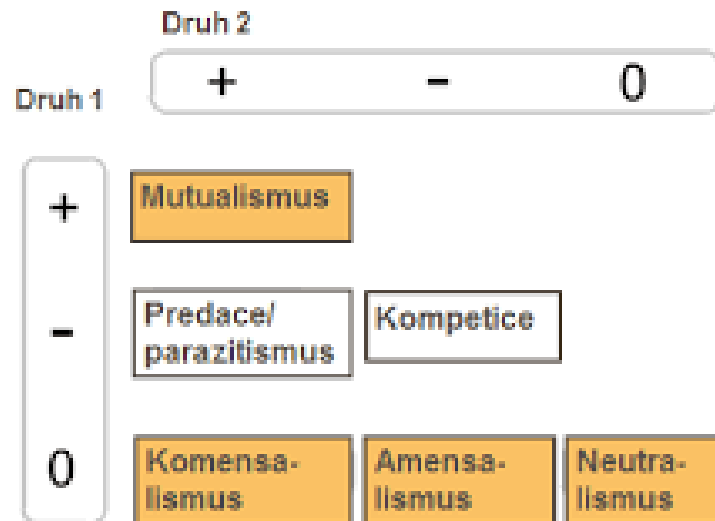
| Typy vztahů mezi organismy | A | B |
|-----------------------------------|----------|----------|
| Parazitismus | + | - |
| Predace | + | - |
| Kompetice | - | - |
| Protokooperace | + | + |
| Mutualismus | + | + |
| Komensalismus | + | 0 |
| Amensalismus | - | 0 |
| Neutralismus | 0 | 0 |

Parazitismus = forma symbiosy

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) |

Je parazitismus negativní biologická interakce ?



Robert Smith: Ecology and Field Biology (1998).

Co je to parazitismus ?

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

Je parazitismus symbiósa ?

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.

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), mykorrhiza (houba a dřeviny).

Symbiosa v přírodě - příklady

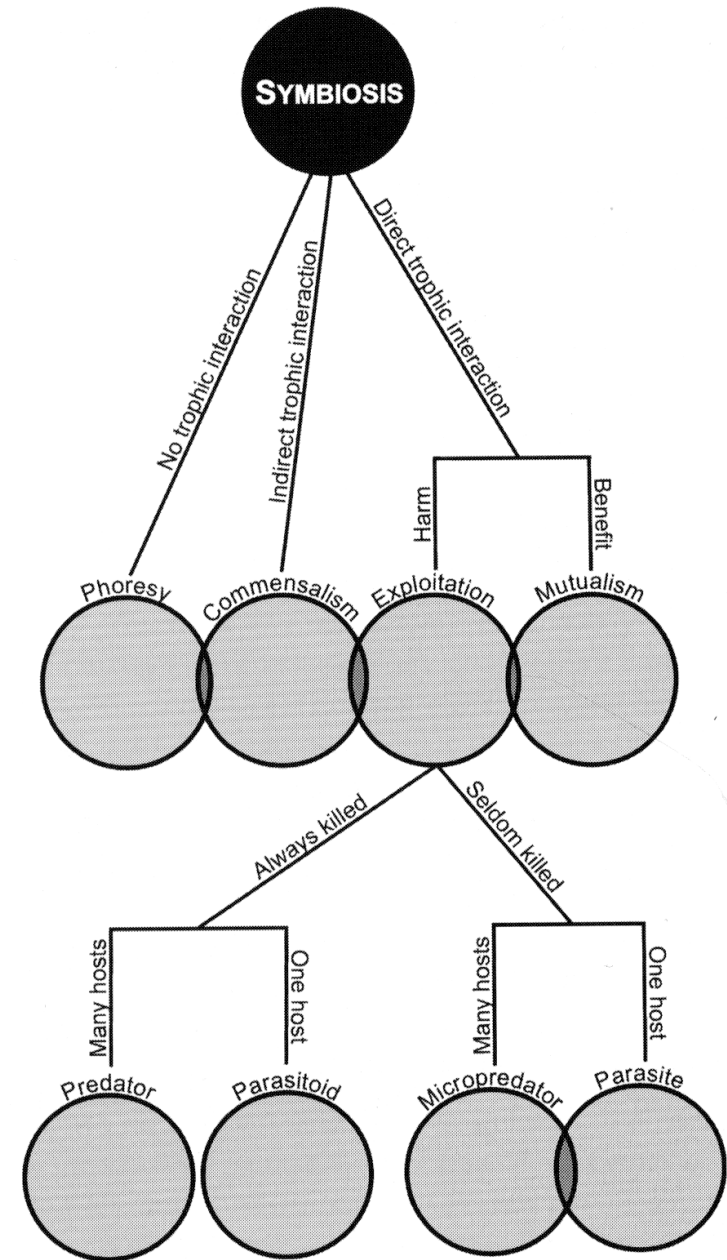


Co je to symbiósa ?

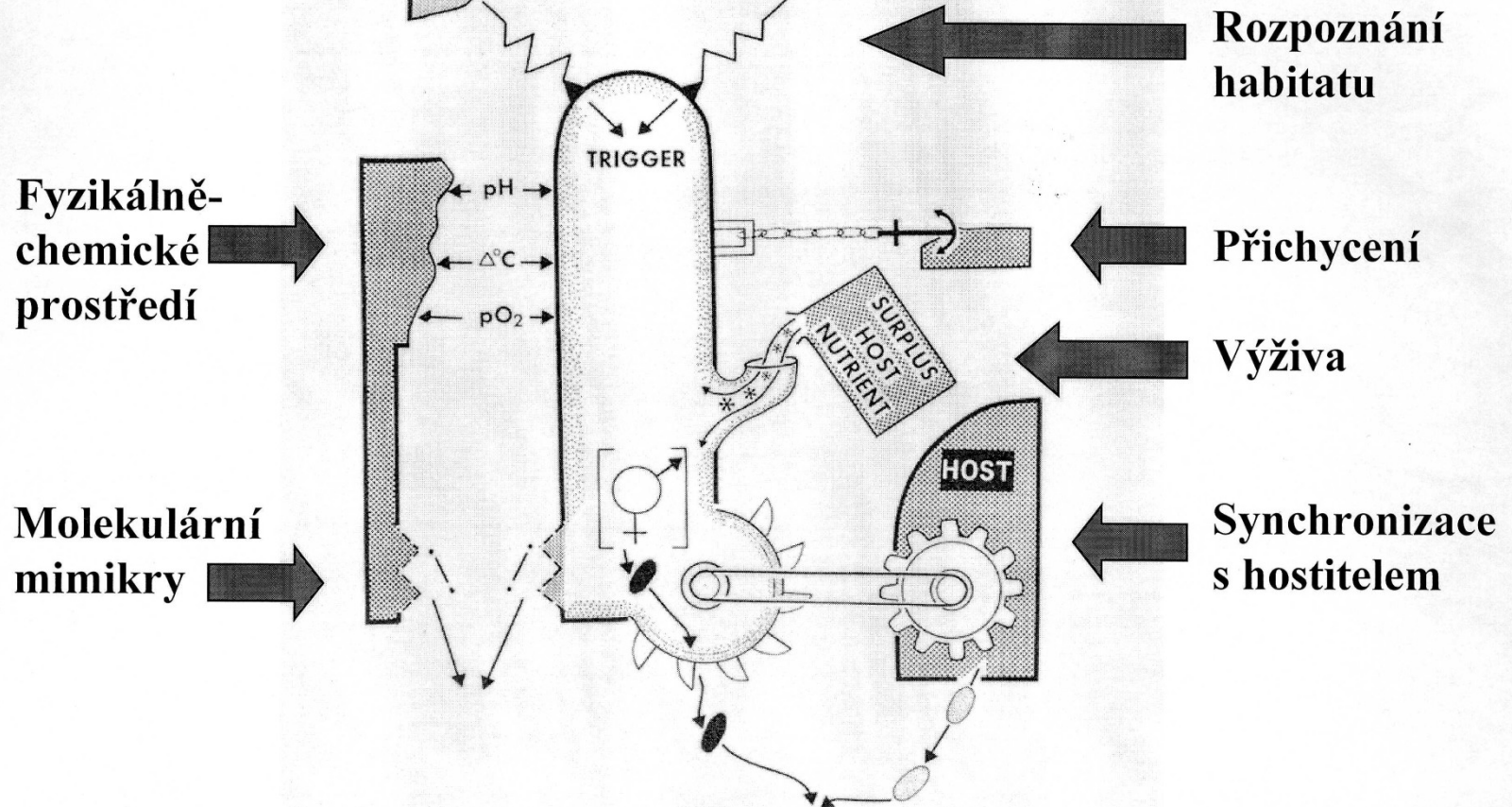
Symbiósa = jakýkoliv vztah nebo soužití dvou nebo více druhů organismů, at' prospěšné nebo neprospěšné.

Je parazitismus symbióza ?

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



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 !

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.

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 |
| <i>Ascaris lumbricoides</i> | 1221 mil |
| <i>Ancylostoma</i> | 740 mil |
| <i>Trichuris</i> | 795 mil |
| Filariózy | 657 mil |
| Schistosomy | 200 mil |
| Malárie | 298-659 mil |
| <i>Entamoeba histolytica</i> | 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 !

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

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

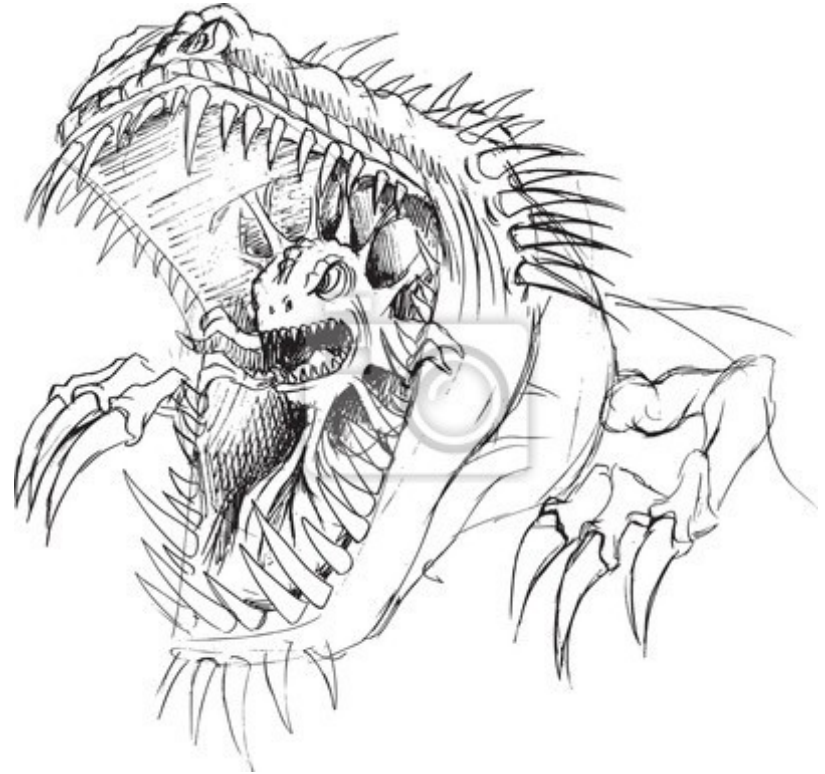


Kritéria charakterizující parazita ekologicky

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

Typy parazitismu

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



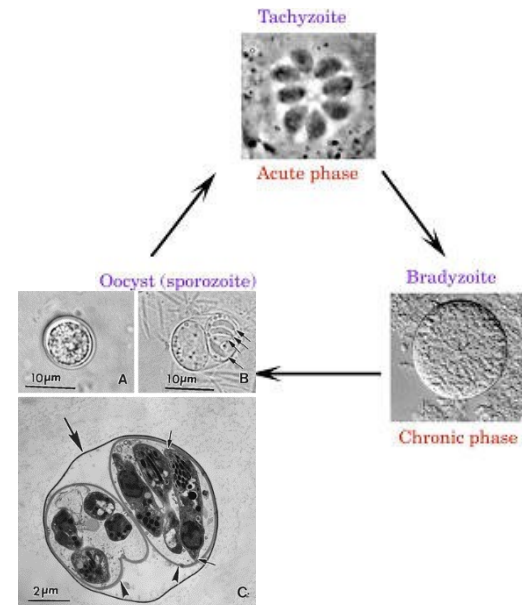
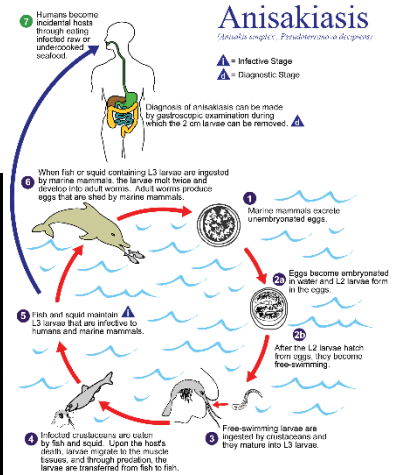
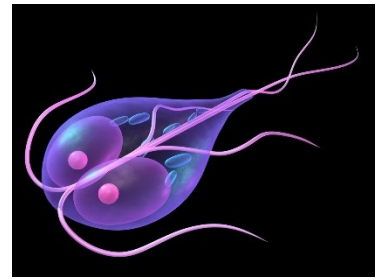
Typický parazit

- ▶ Jeden hostitel a velmi slabé nebo žádné poškození hostitele

▶ Hostitel přežívá

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

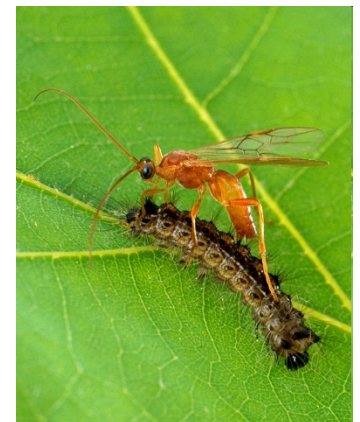
!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen
vyžaduje usmrcení hostitele



Parasitoid



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



Parazitický kastrátor

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

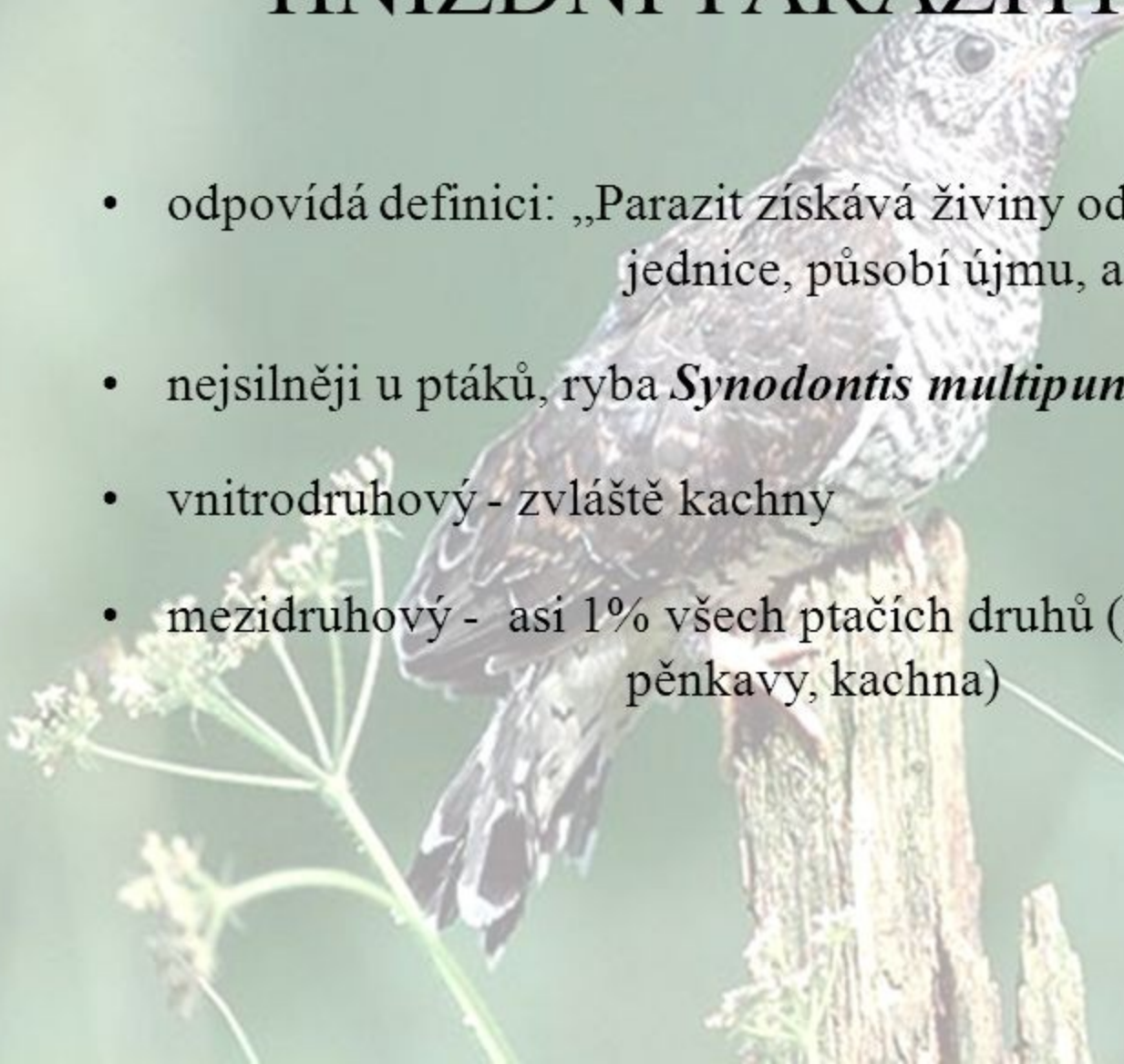


Hnízdní parazitismus – kukačka obecná

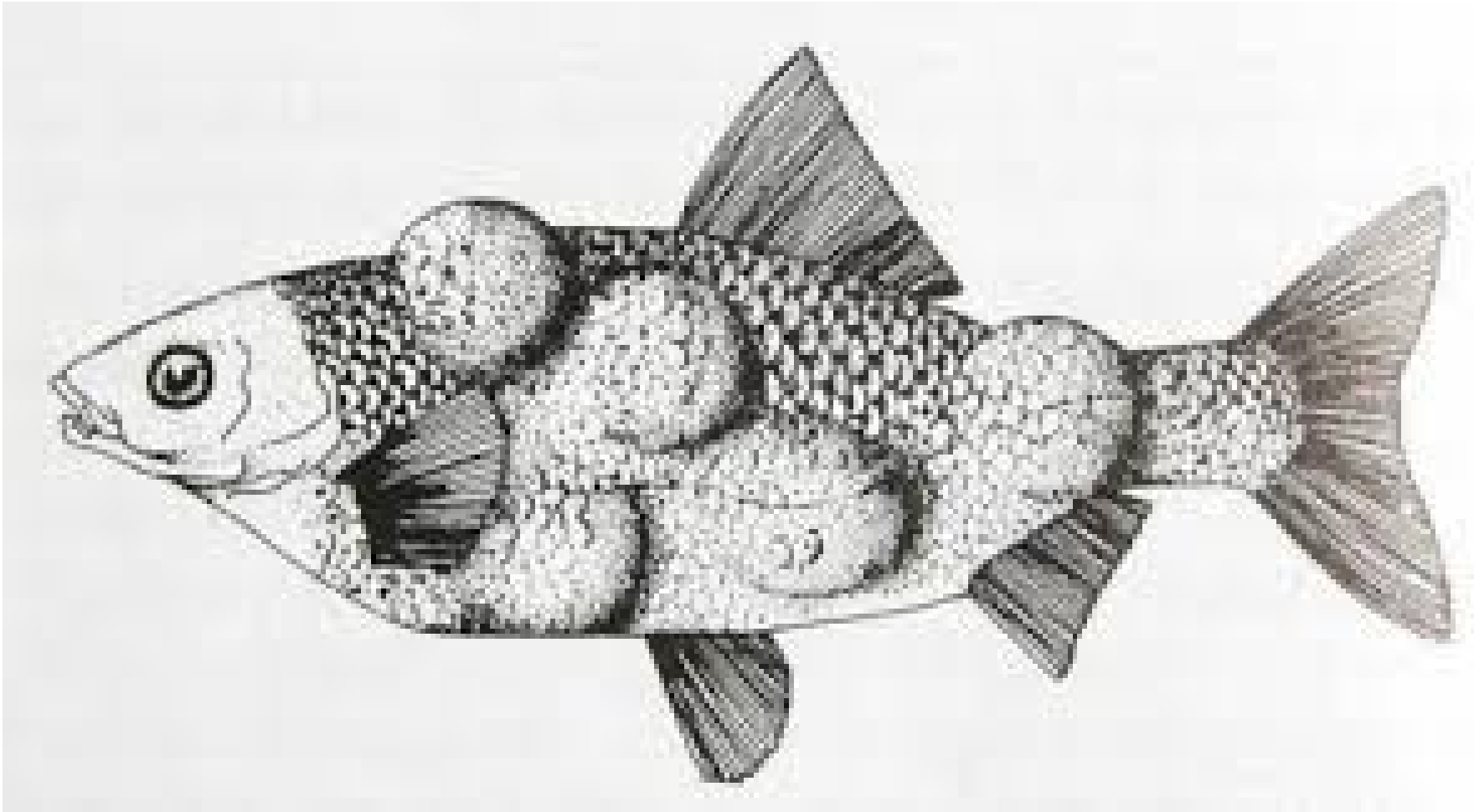


HNÍZDNÍ PARAZITISMUS

- 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)



Když se řekne zdravý jako ryba ?



NEMOCI RYB A ŠKŮDCI



PARAZITICKÉ HLÍSTICE
CAMALLANUS COTTI, A.J.



KRUPIČKA
ICHTHYOPHTHIRIUS MULTIFILIIS, OODINIUM



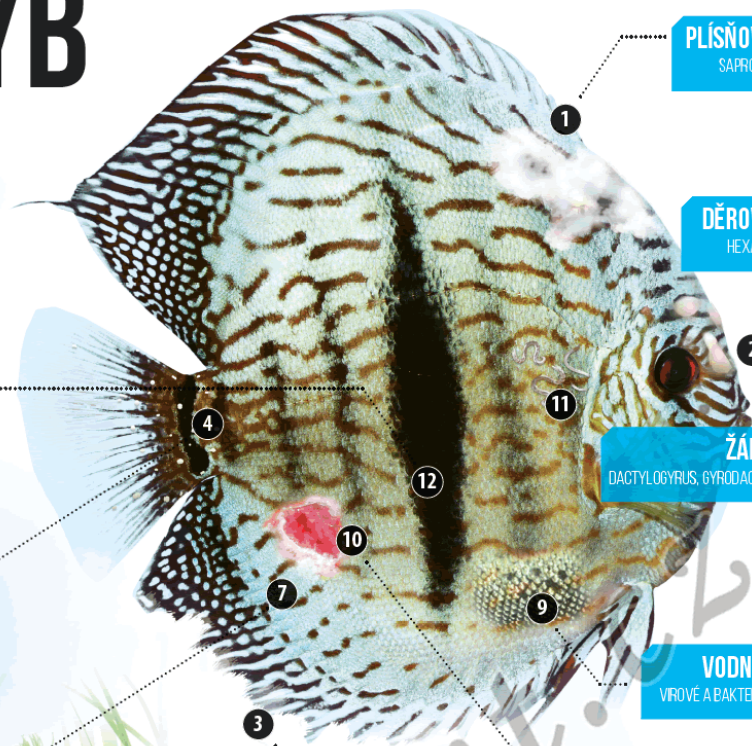
TASEMNICE
CESTODA



NEZMAR
HYDRA VULGARIS, A.J.



NÁLEVNÍK
TETRAHYMENA, CILIOPHORA, A.J.



PLÍŠŇOVÁ NEMOC
SAPROLEGNIA, ACHLYA



DĚROVÁ NEMOC
HEXAMITA SALMONIS

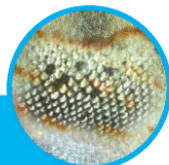


ŽÁBROHLÍSTI

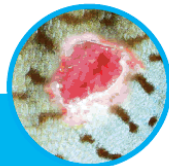
DACTYLOGYRUS, GYRODACTYLUS, CESTODA



VODNATELNOST
VÍROVÉ A BAKTERIÁLNÍ NAPADENÍ



VŘEDOVITOST RYB
ULCERS & WOUNDS



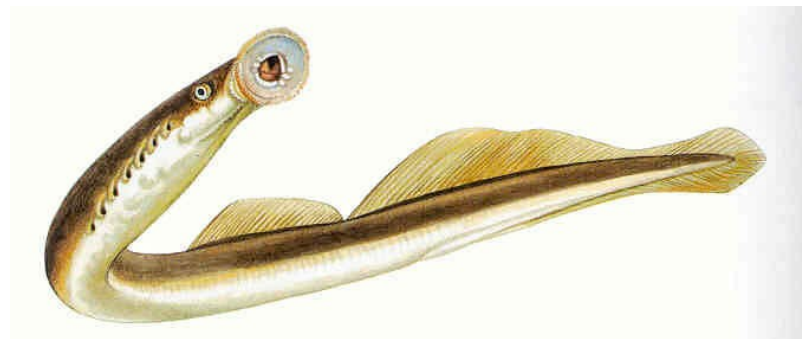
BAKTERIÁLNÍ ROZPAD PLOUTVÍ
BAKTERIE PSEUDOMONAS, AEROMONAS, A.J.



**ŠNEK
JAKO ŠKŮDCE**



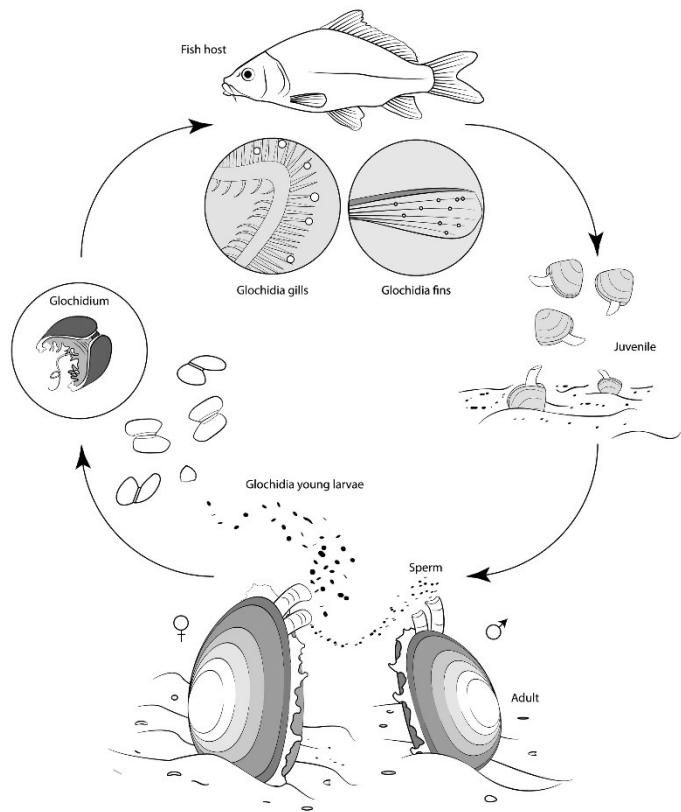
Ryby jako (ekto)paraziti - mihule



Ryby jako (endo)paraziti – hořavka duhová ???



Mussel life cycle



Škeble rybníčná



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

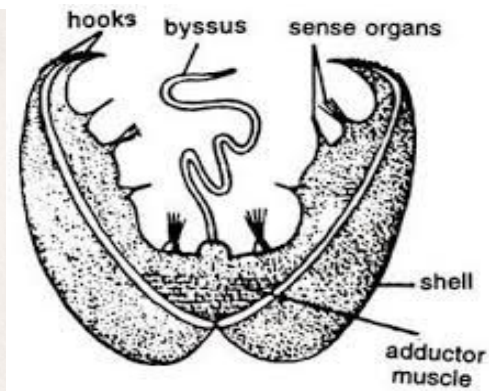
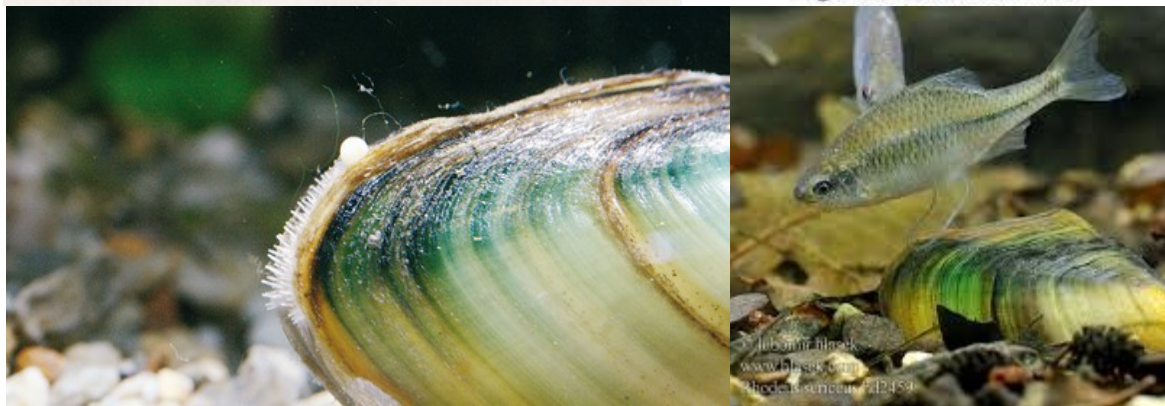


Fig. 26.10. Glochidium larva



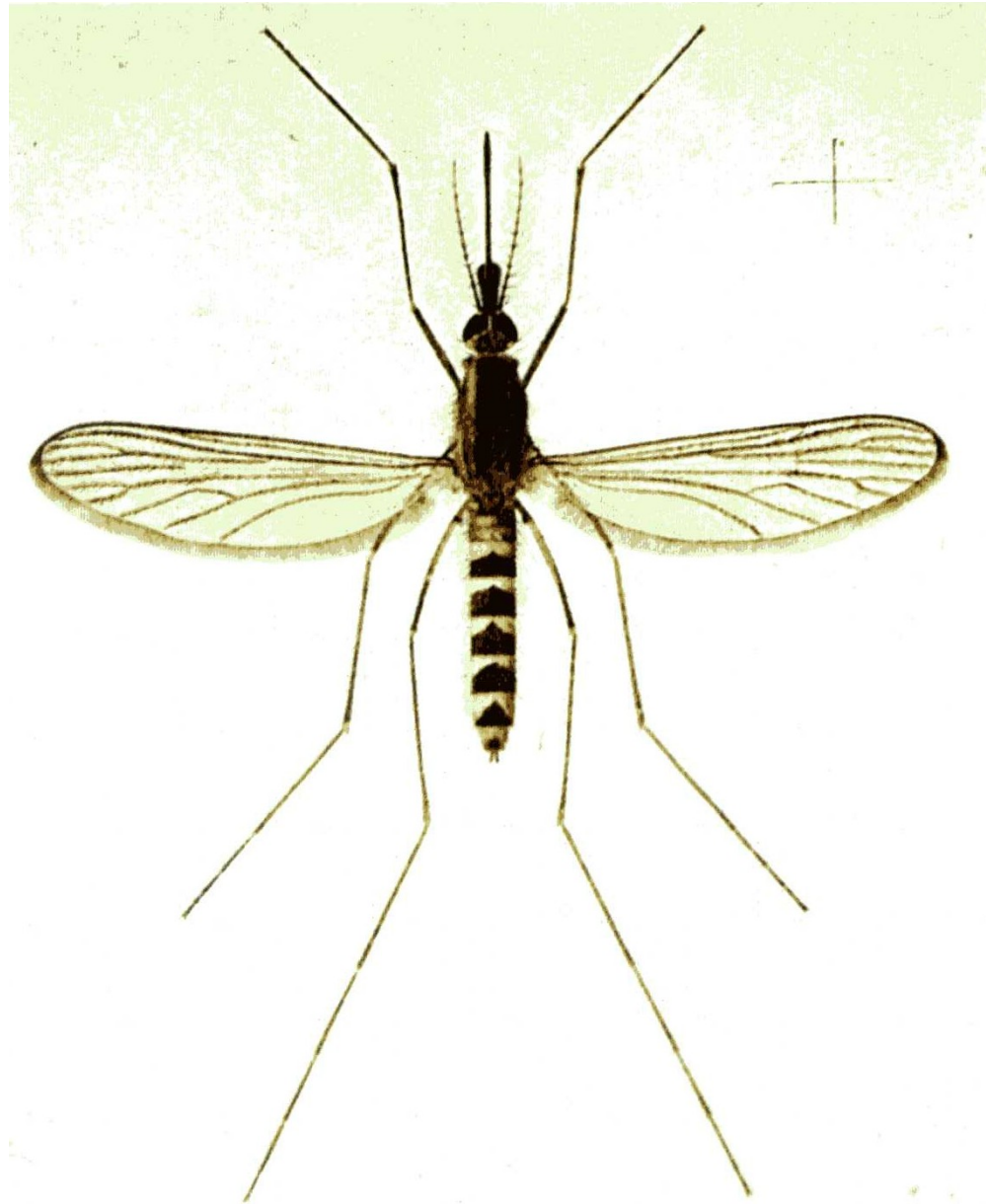
Parazitičtí obratlovci

- 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 sivenu. 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 žábách 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.

Členovci - formy parazitismu

- **Paraziti**
 - Mikropredátoři
 - 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**

Krevsající členovci - Mikropredátoři

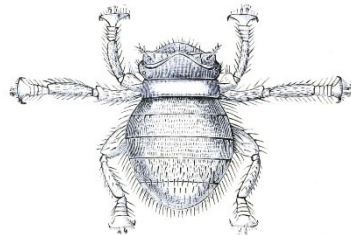


Formy parazitismu - parazitoidi

- **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), lumčici (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,

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

Typy parazitismu

Potravní parazitismus

Zvláštní formou parazitismu 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 bělohlavých 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



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.
- **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 parazitismu 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.

Parazitické rostliny - fytopatologie



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.

Klasifikace 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

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

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

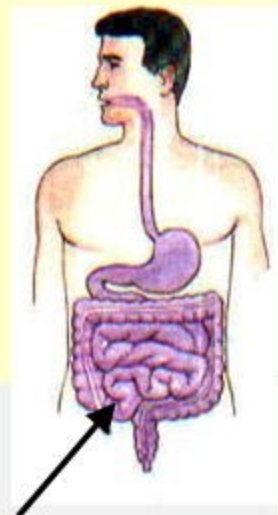
Př. Člověk jako DH: *Schistosoma*, *Ascaris*, *Taenia*



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

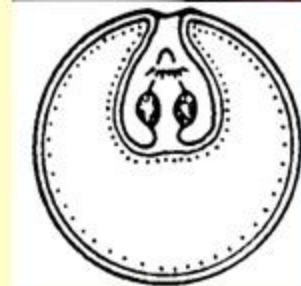
Př. Člověk jako MH: *Echinococcus*, *Taenia*



Echinokokóza, hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



hydatida



cysticercus

Cysticerkóza
(*Taenia solium*)

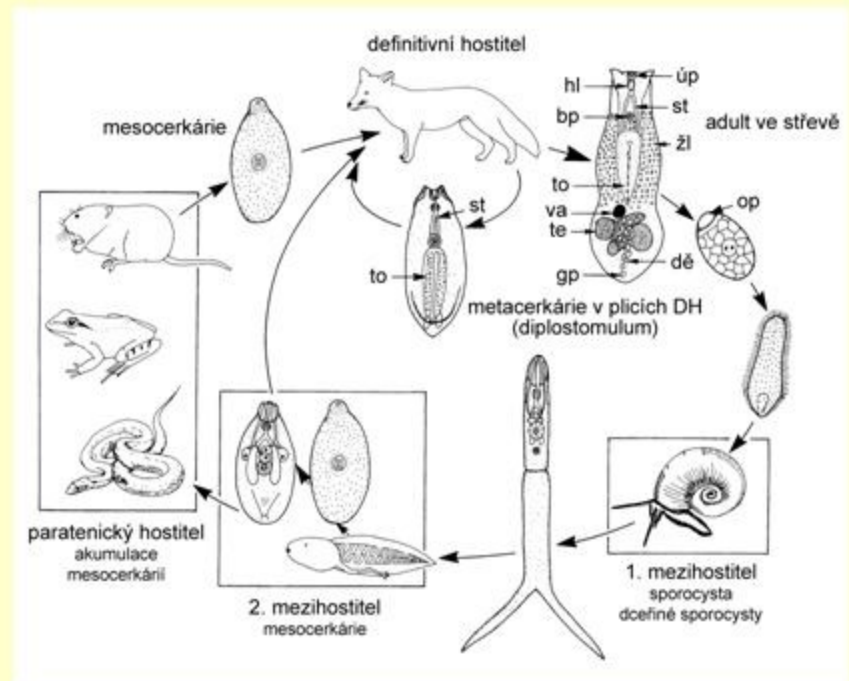
Typy hostitelů

– 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

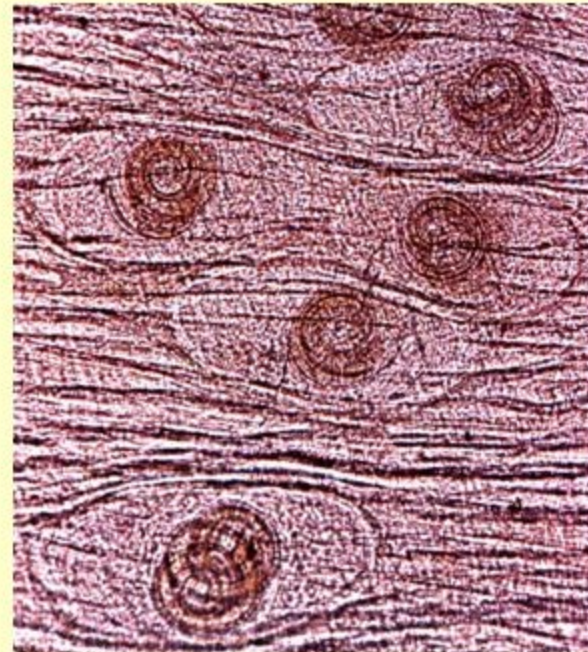
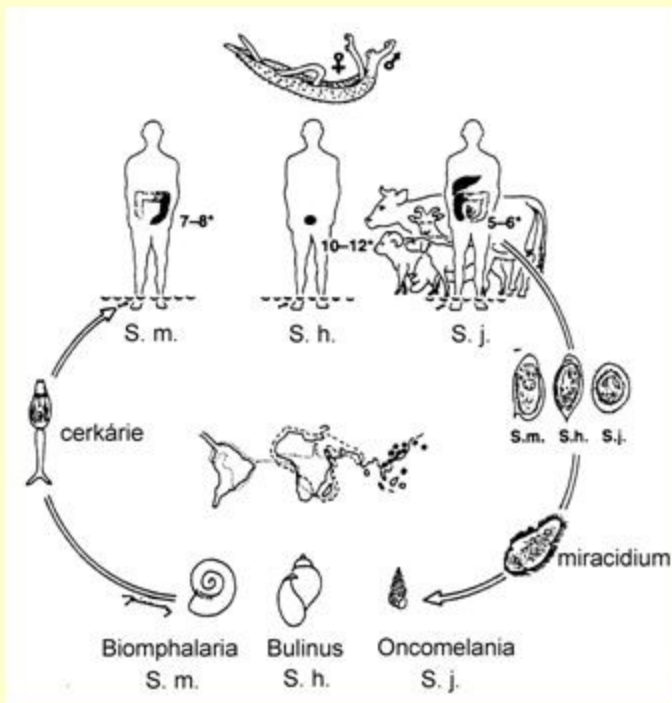


Typy hostitelů

– 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



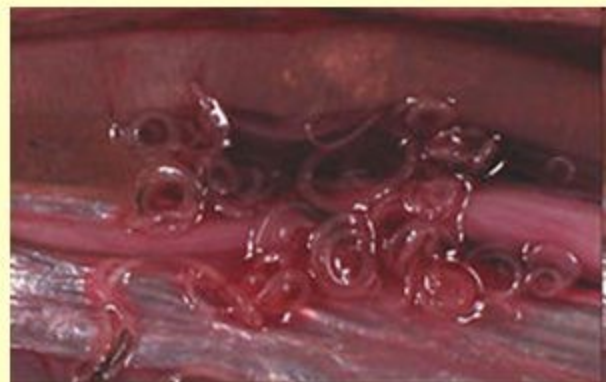
Trichinella spiralis ve svalovině (!DH = MH)

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



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

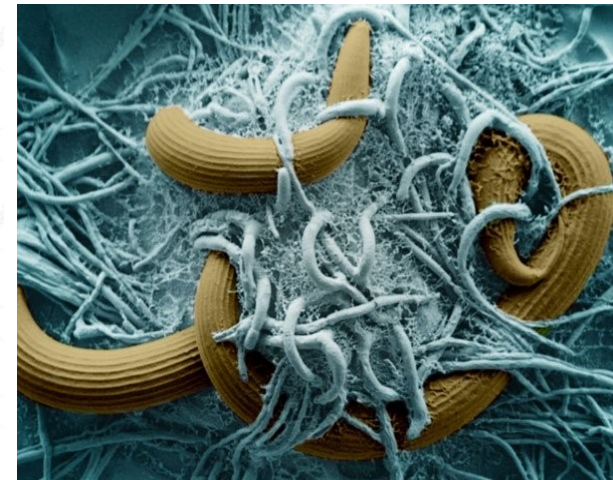
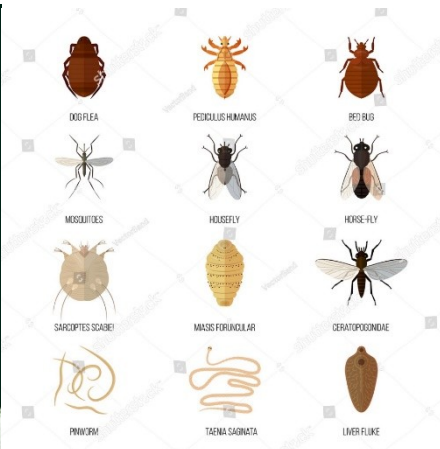
Zooparaziti – paraziti živočichů a člověka

Fytoparaziti – paraziti rostlin

Podle 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)

EKTO-ENDOPARAZİTÉ



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

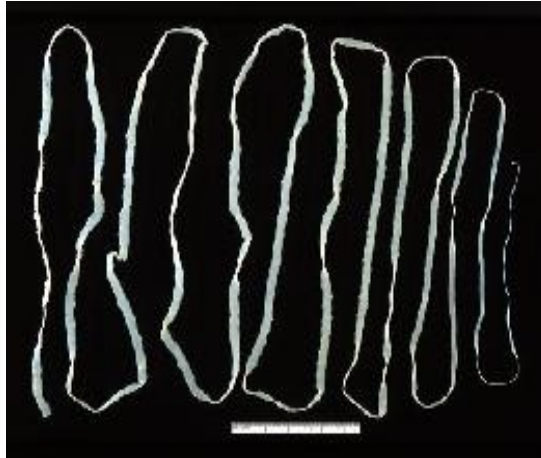
Obligatorní – celý svůj život parazitují (motolice, tasemnice)

Fakultativní – parazitují pouze příležitostně (pijavka lékařská)

Podle 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)

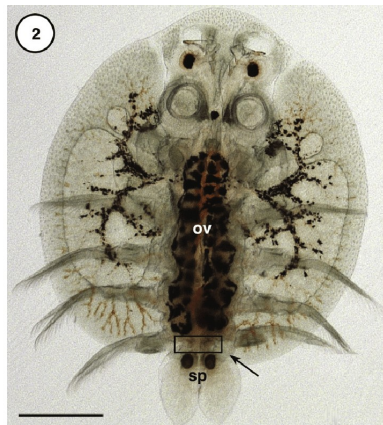
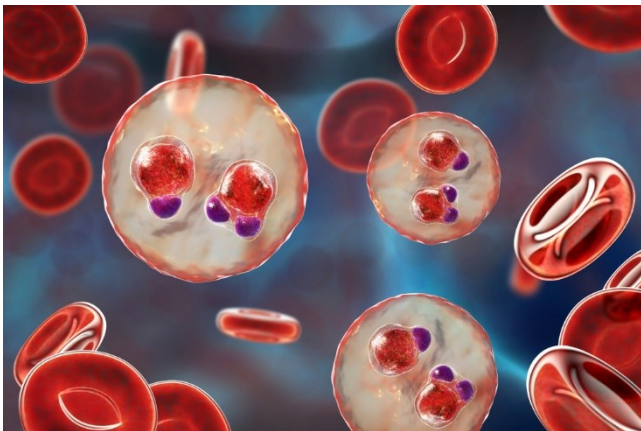
Periodický parazitismus

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*)

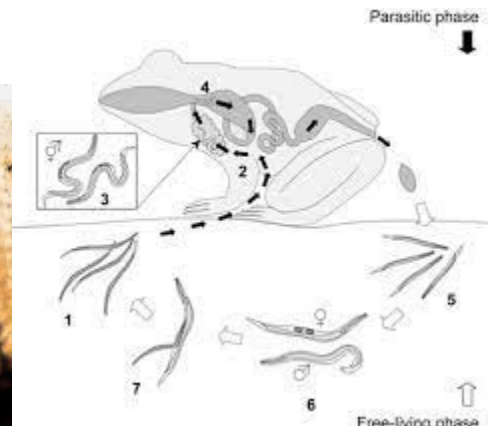
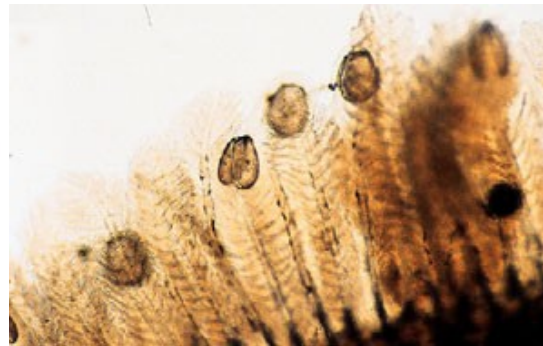
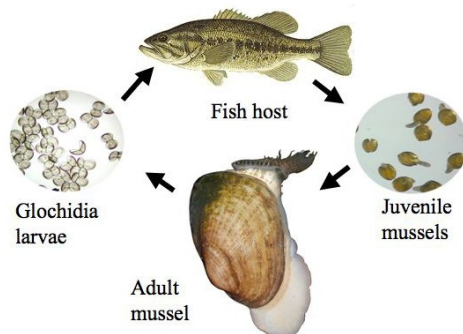
Periodický parazitismus

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 typu životního cyklu

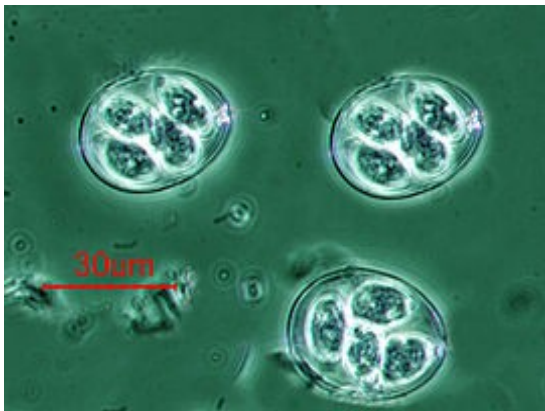
Monoxenní – (*Eimeria tenella*, *Enterobius vermicularis*)

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

Dixenní

Trixenní

Tetraxenní

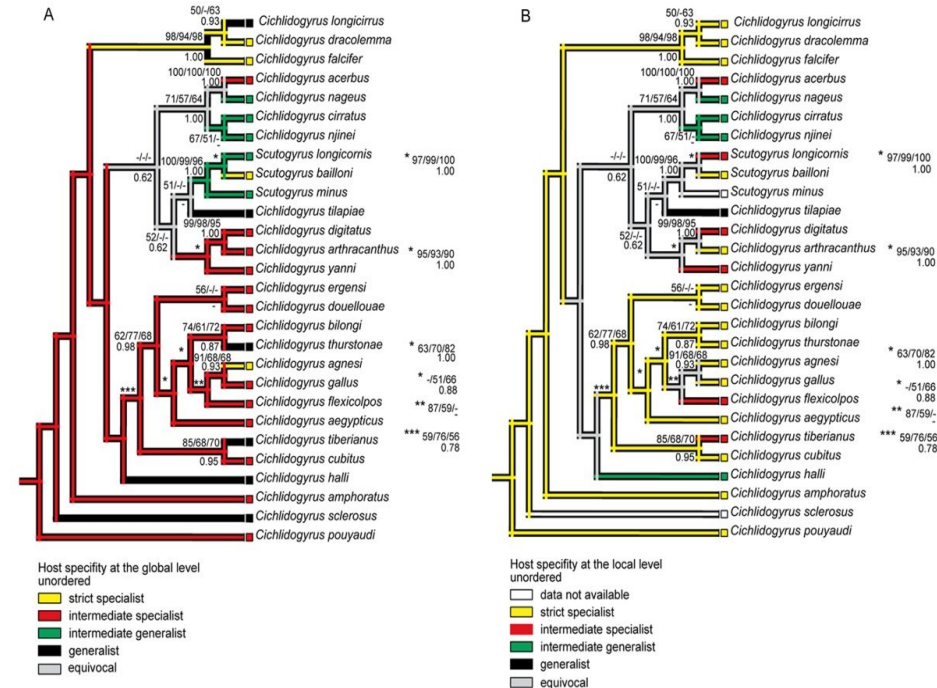
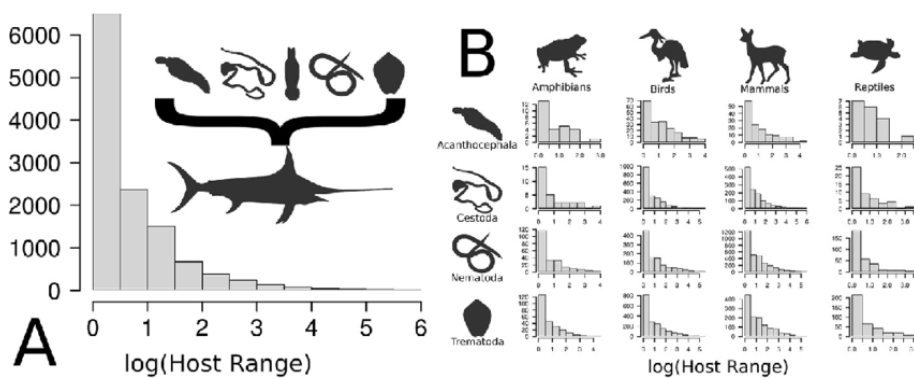


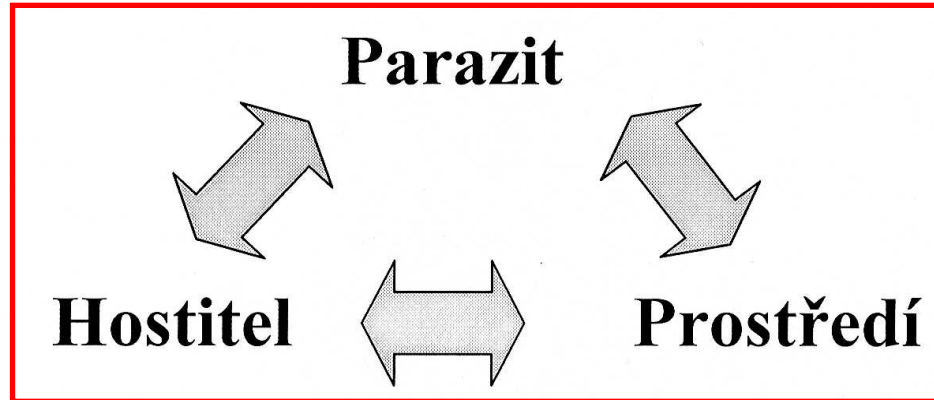
Podle způsobu výživy

Stenofágní (monofágní) žíví se na jednom druhu hostitele – specialista

Euryfágní (polyfágní) – žíví se více druhích hostitelů – generalista

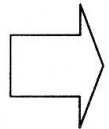
Specifičnost cizopasníka





Vzájemné působení:

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

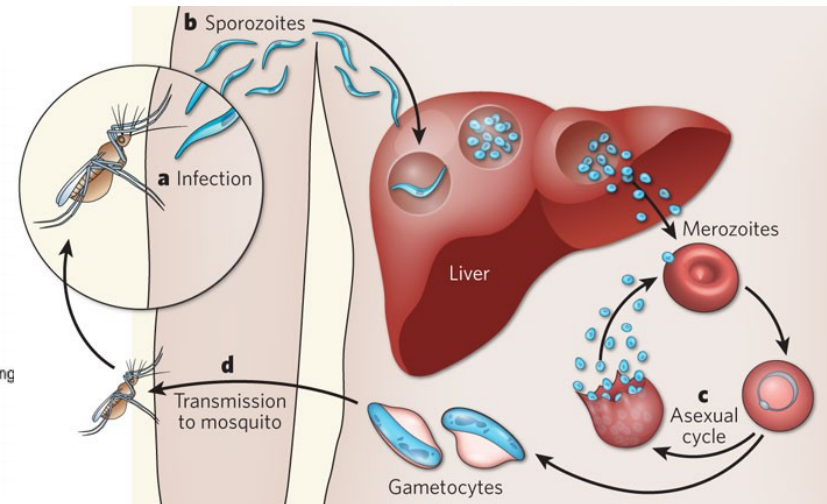
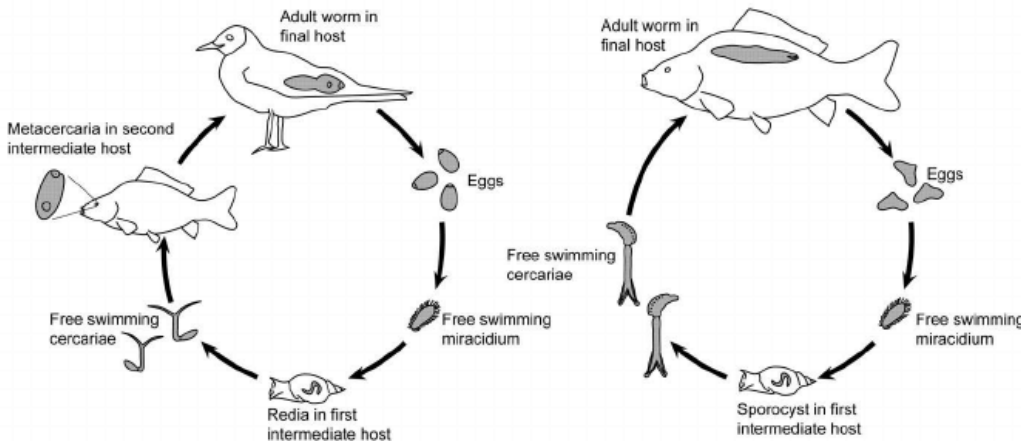
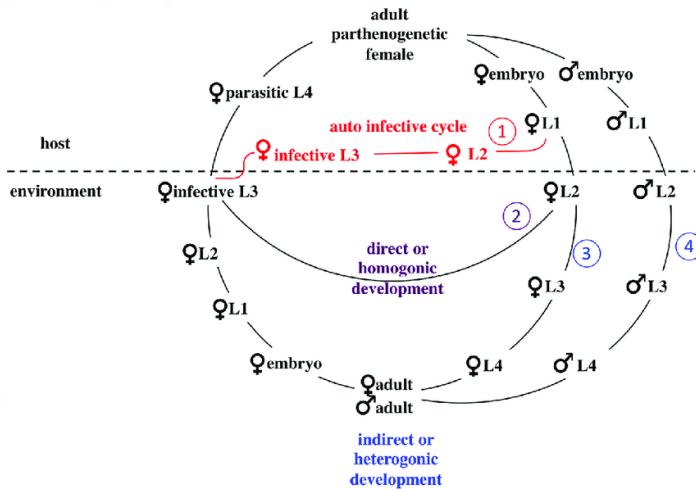


Ekologická podstata parazitologie

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

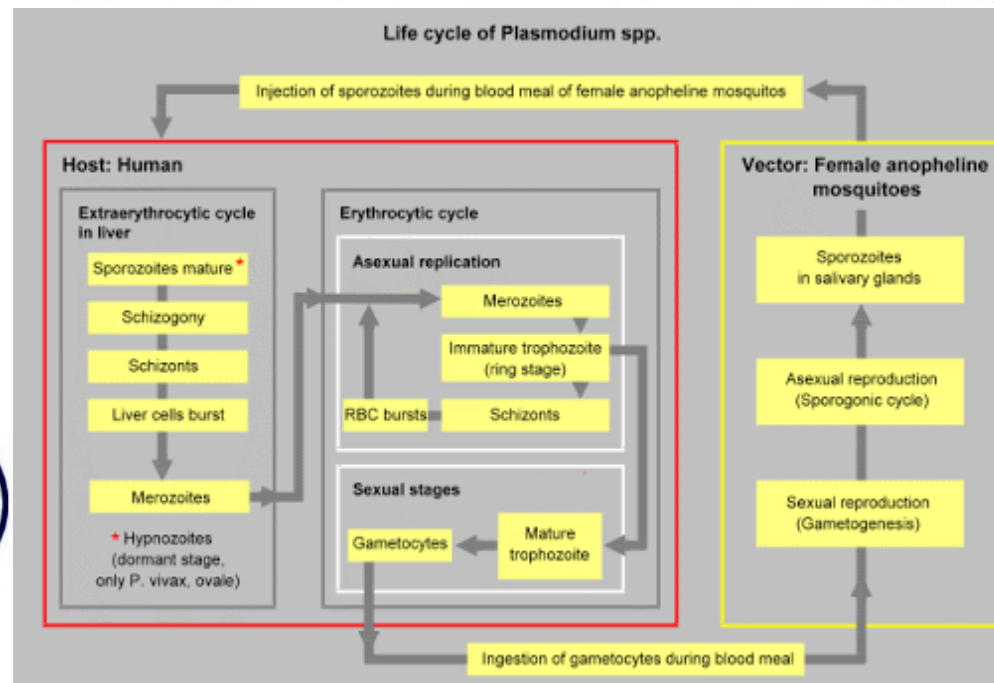
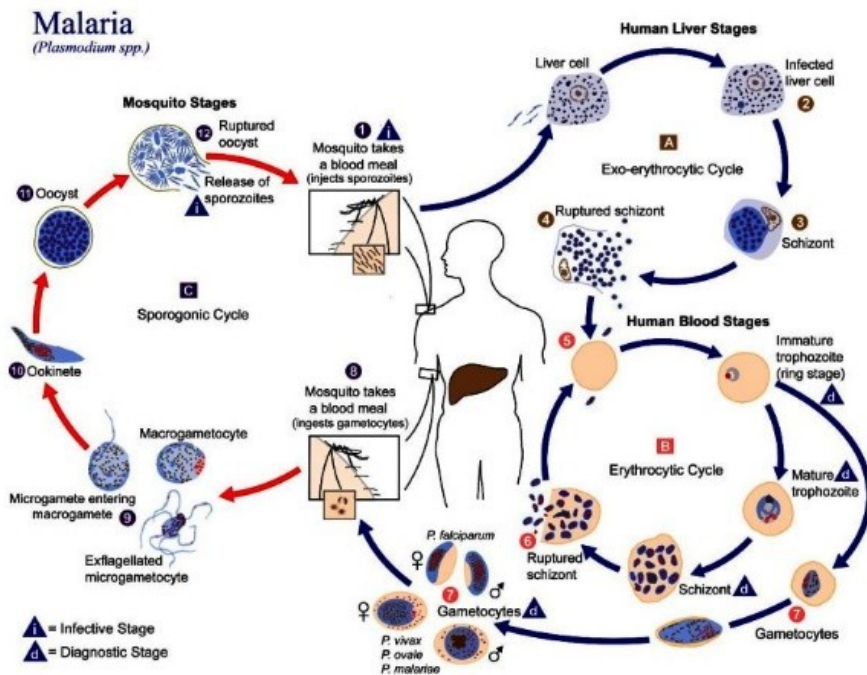
Životní cyklus parazita

Pojem cyklus v parazitologii: **životní cyklus**
vývojový cyklus
pohlavní cyklus
sezónní cyklus



DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:

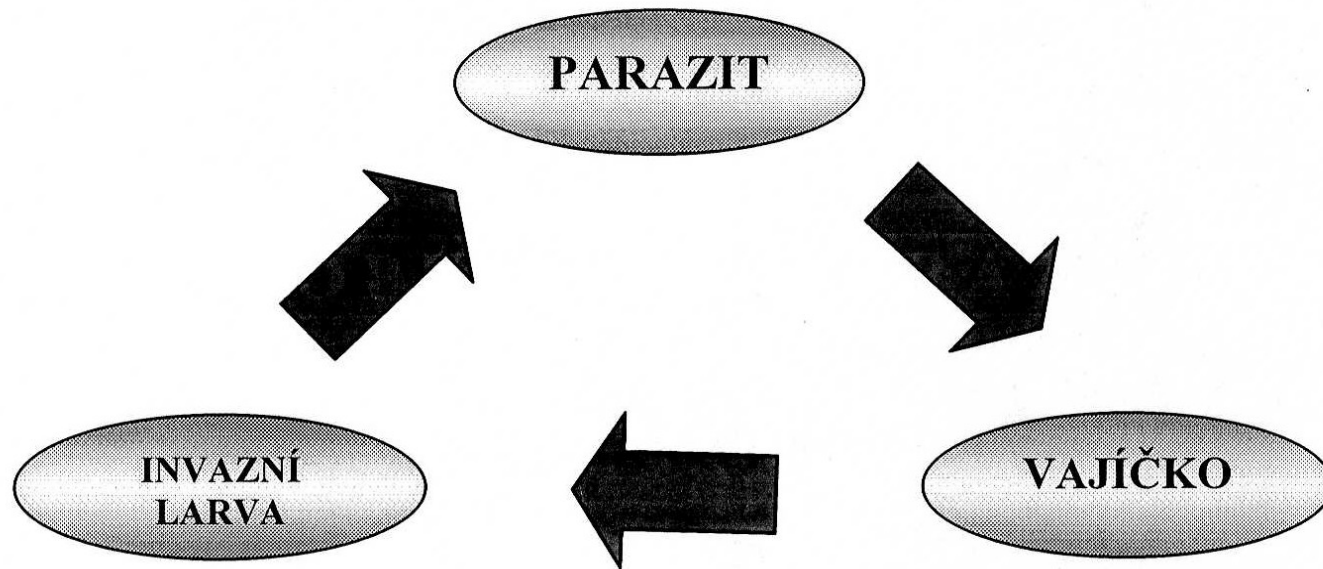
„Životní cyklus zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stádií dceřinných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.“



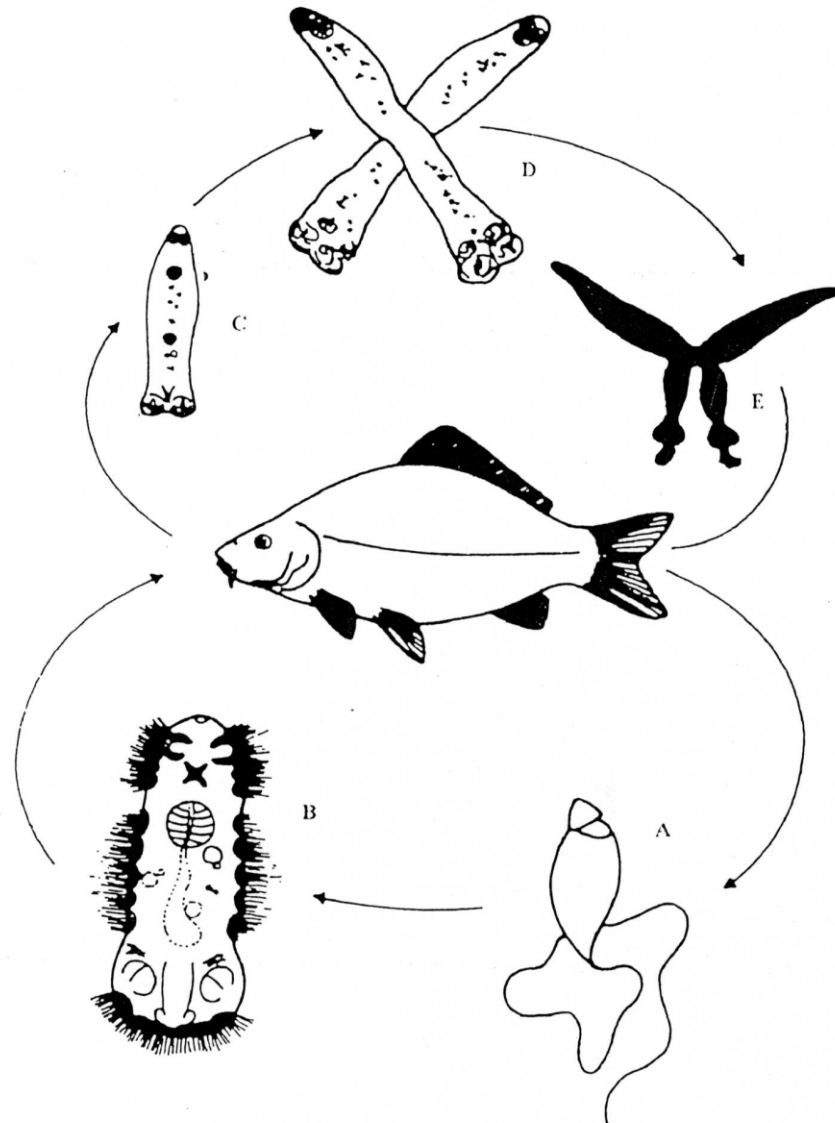
Typy životních cyklů parazitů:

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

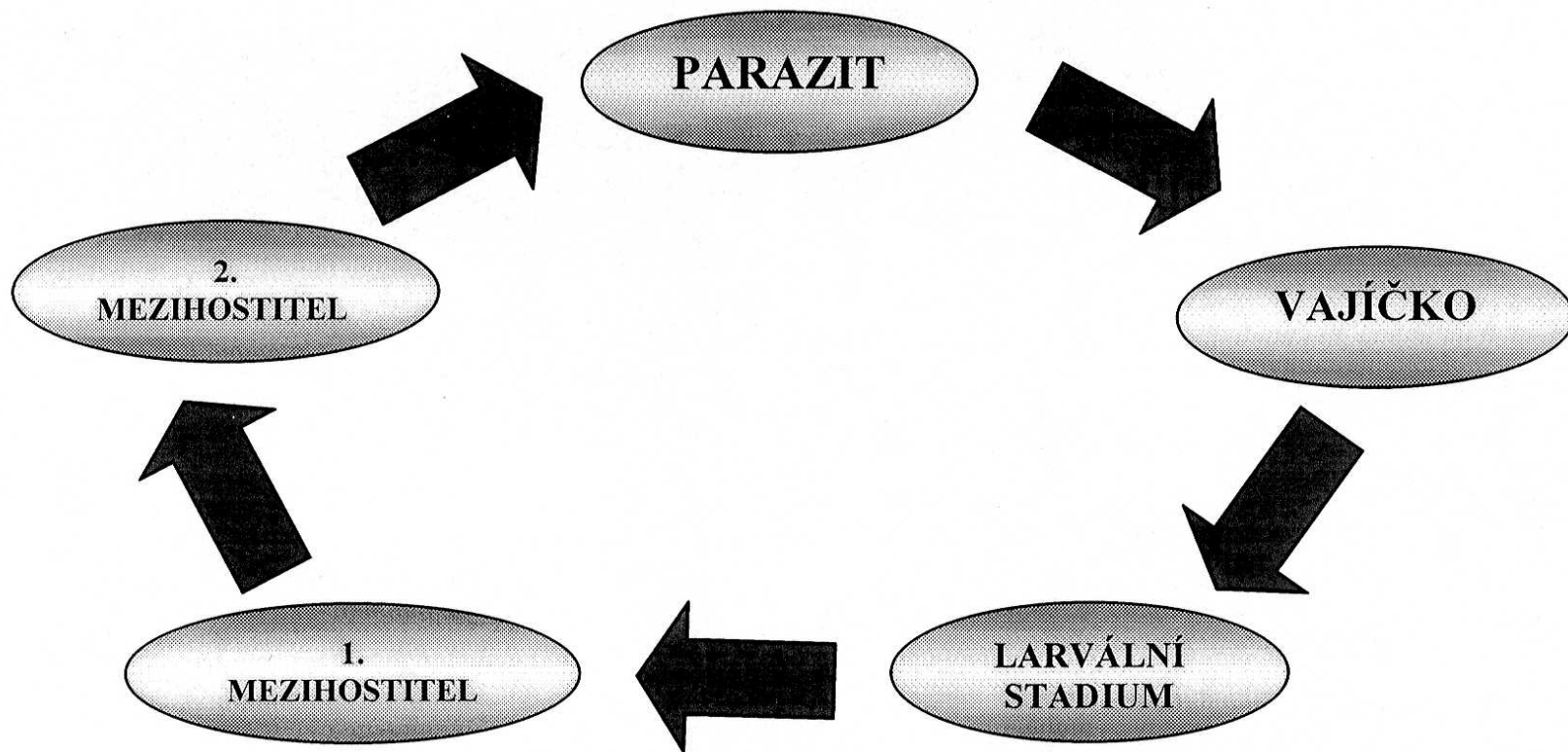
PŘÍMÝ VÝVOJ



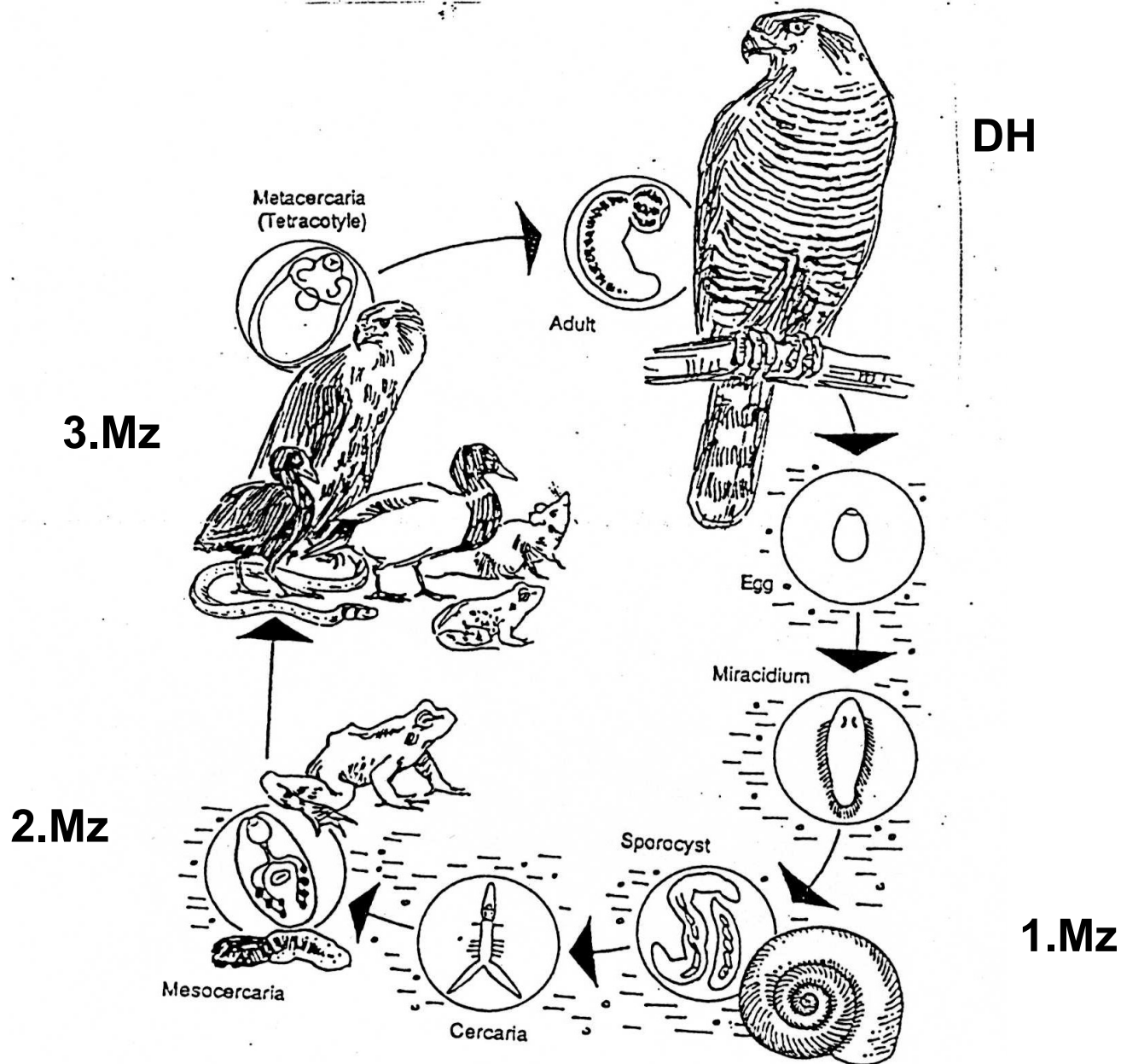
Životní cyklus přímý



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

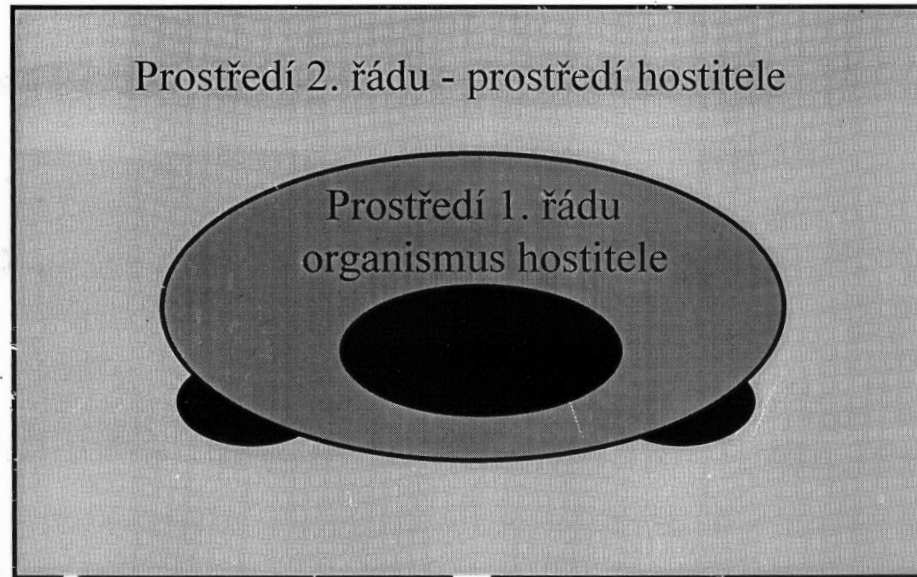
Organismus hostitele jako prostředí

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:

- **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 CO₂)
- **žluč** (významný “trigger“ = exystování cyst protozoí a motolic)

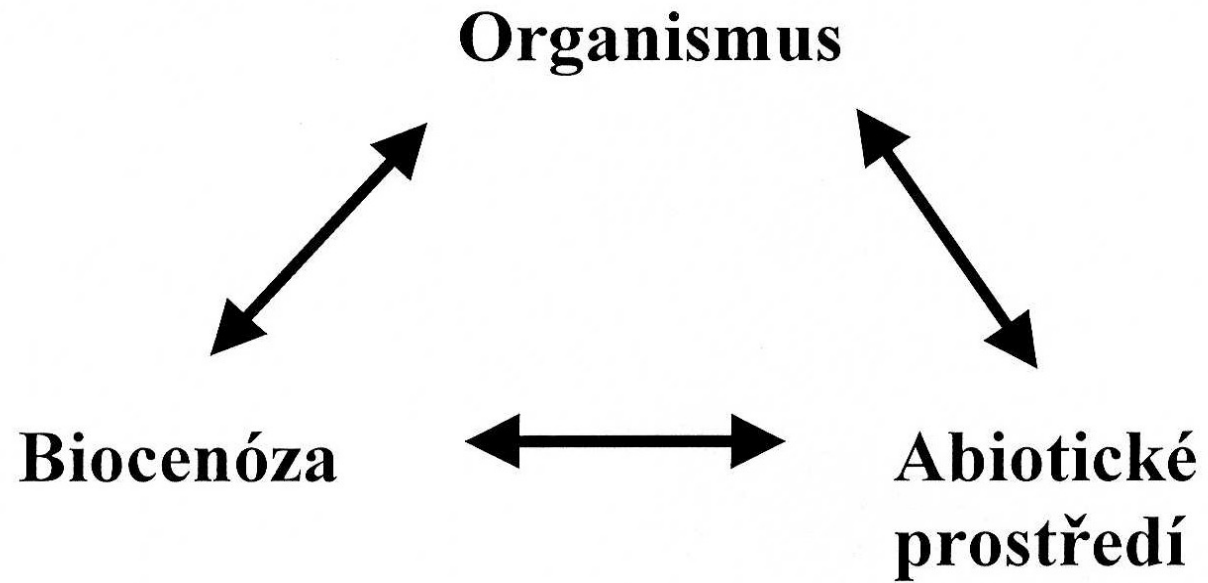
KREV: relativně chudé prostředí na živiny, hematofágové
(schistosomy)

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

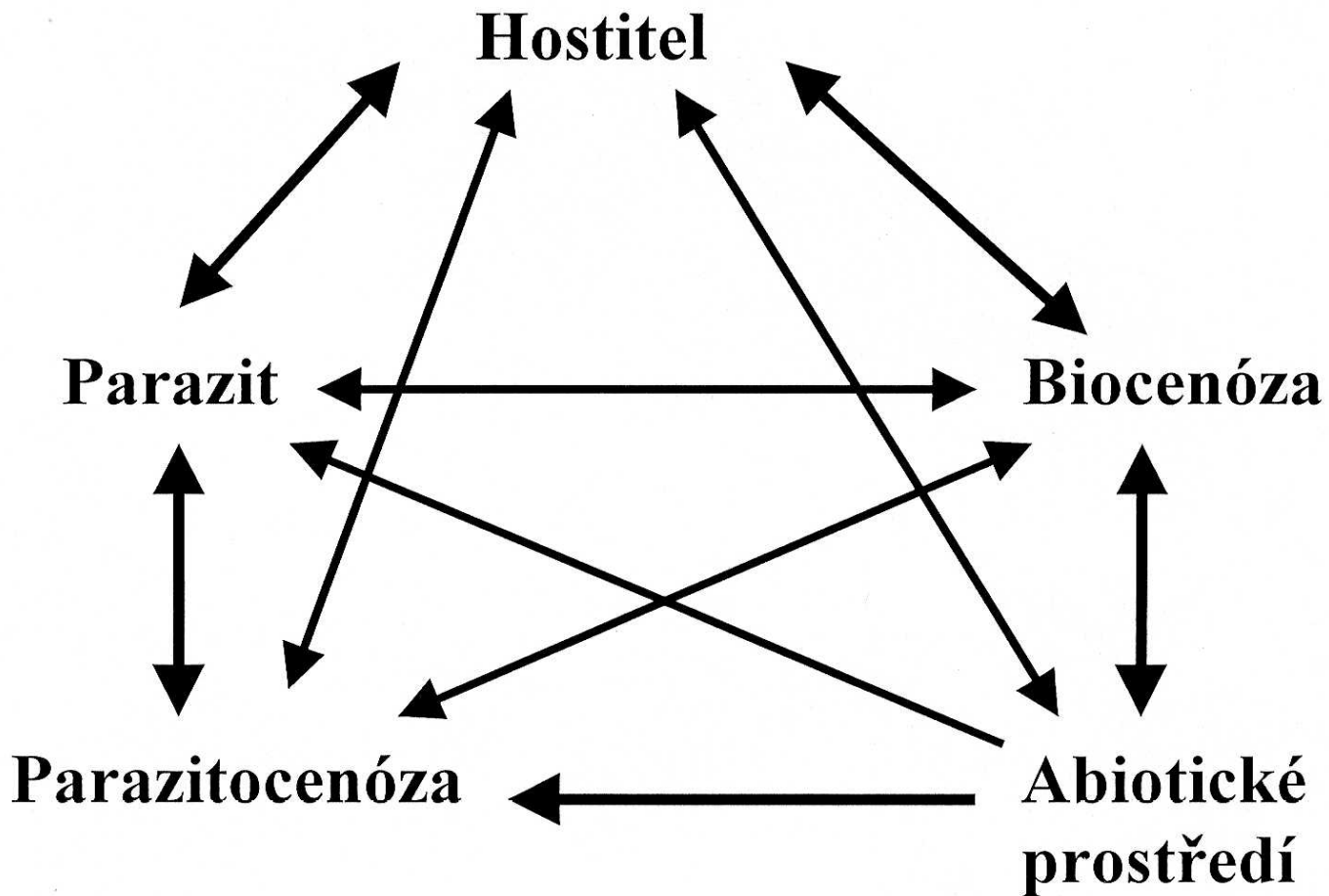
játra: (*kokcidie*)

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

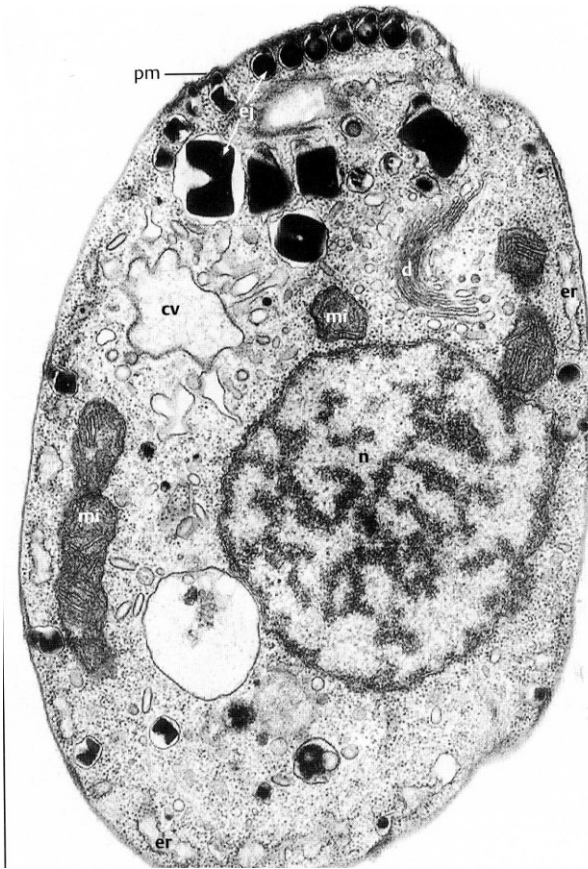
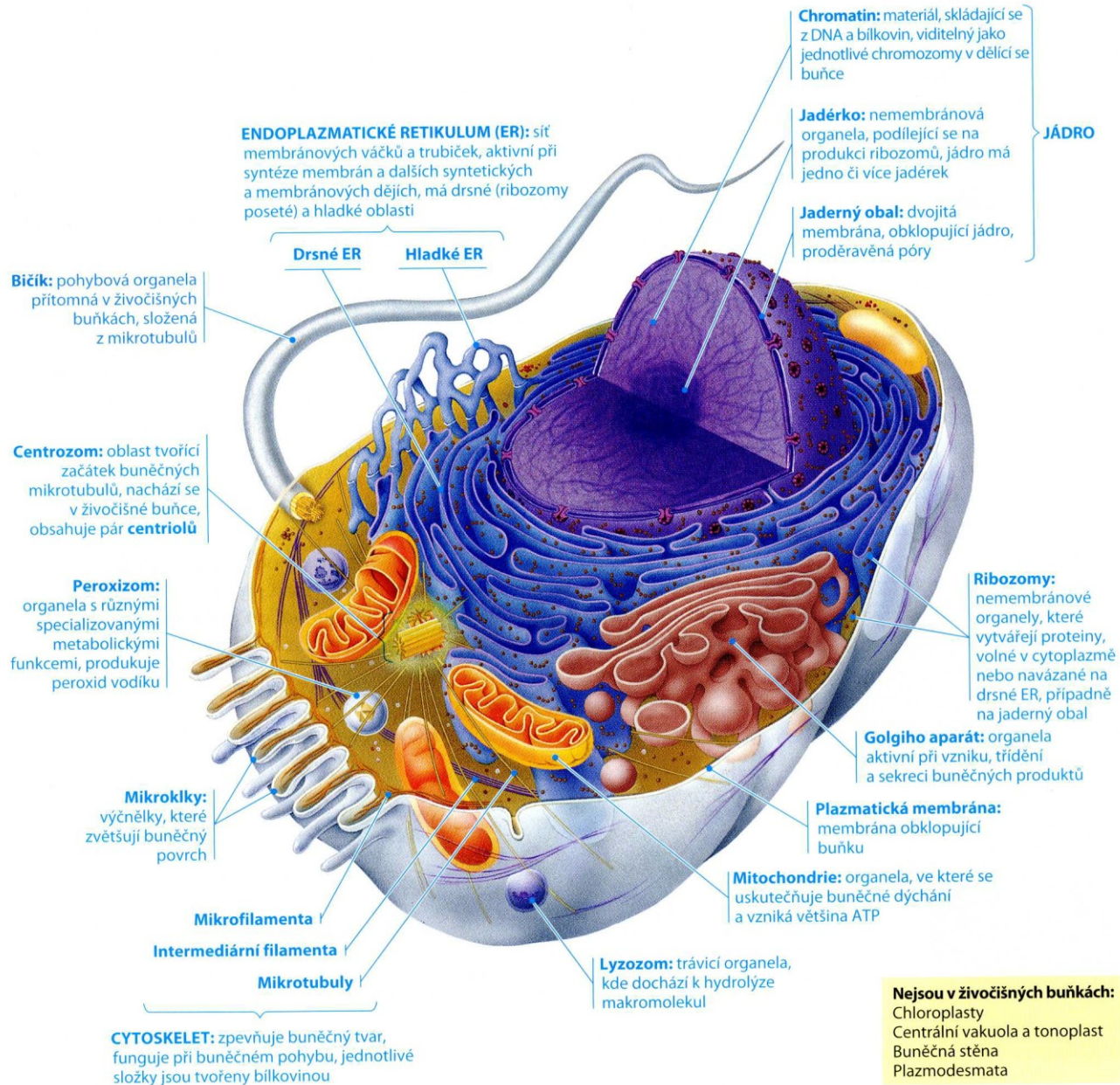
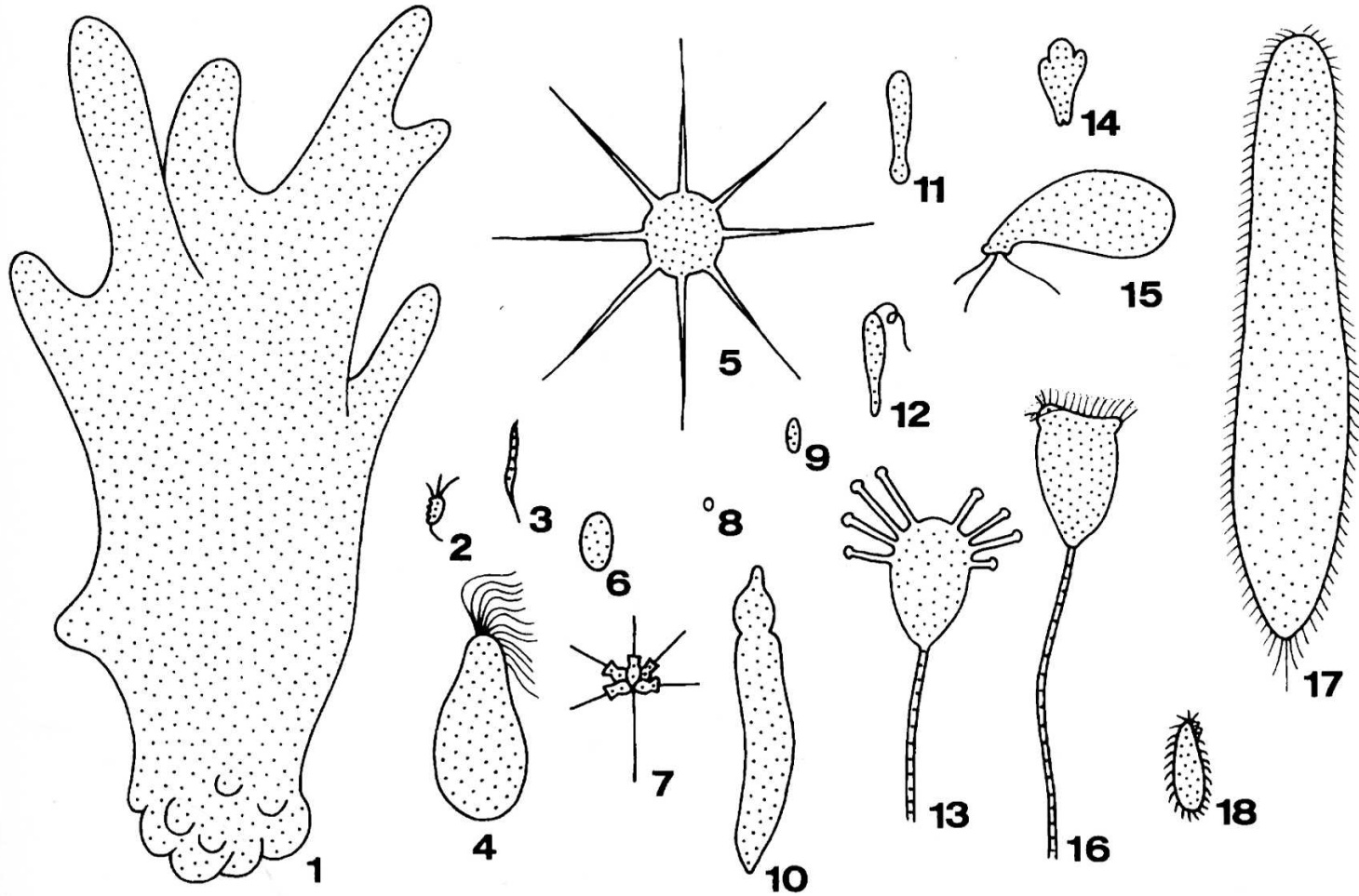


Schéma živočišné buňky



Tvarová různorodost prvoků



Historie mikroskopické technika



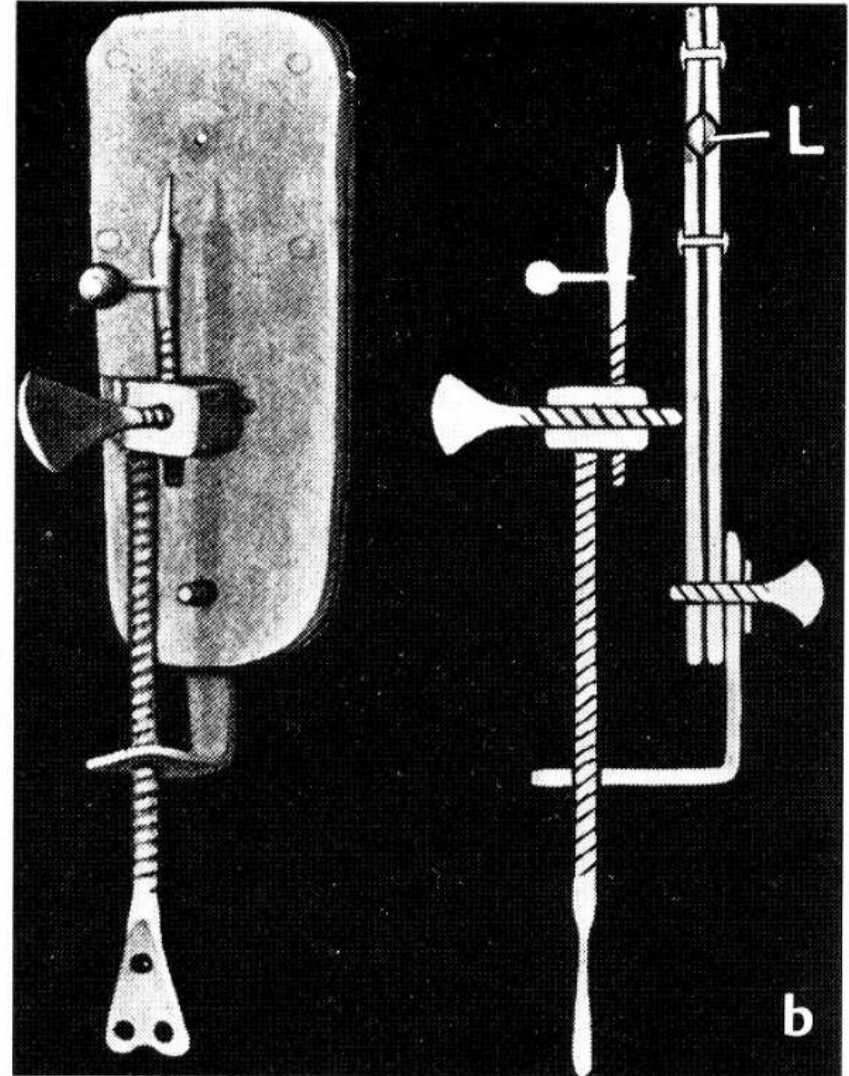
ANTONIUS A LEEUWENHOEK.

*Regia Societatis Londinensis
membrum.*

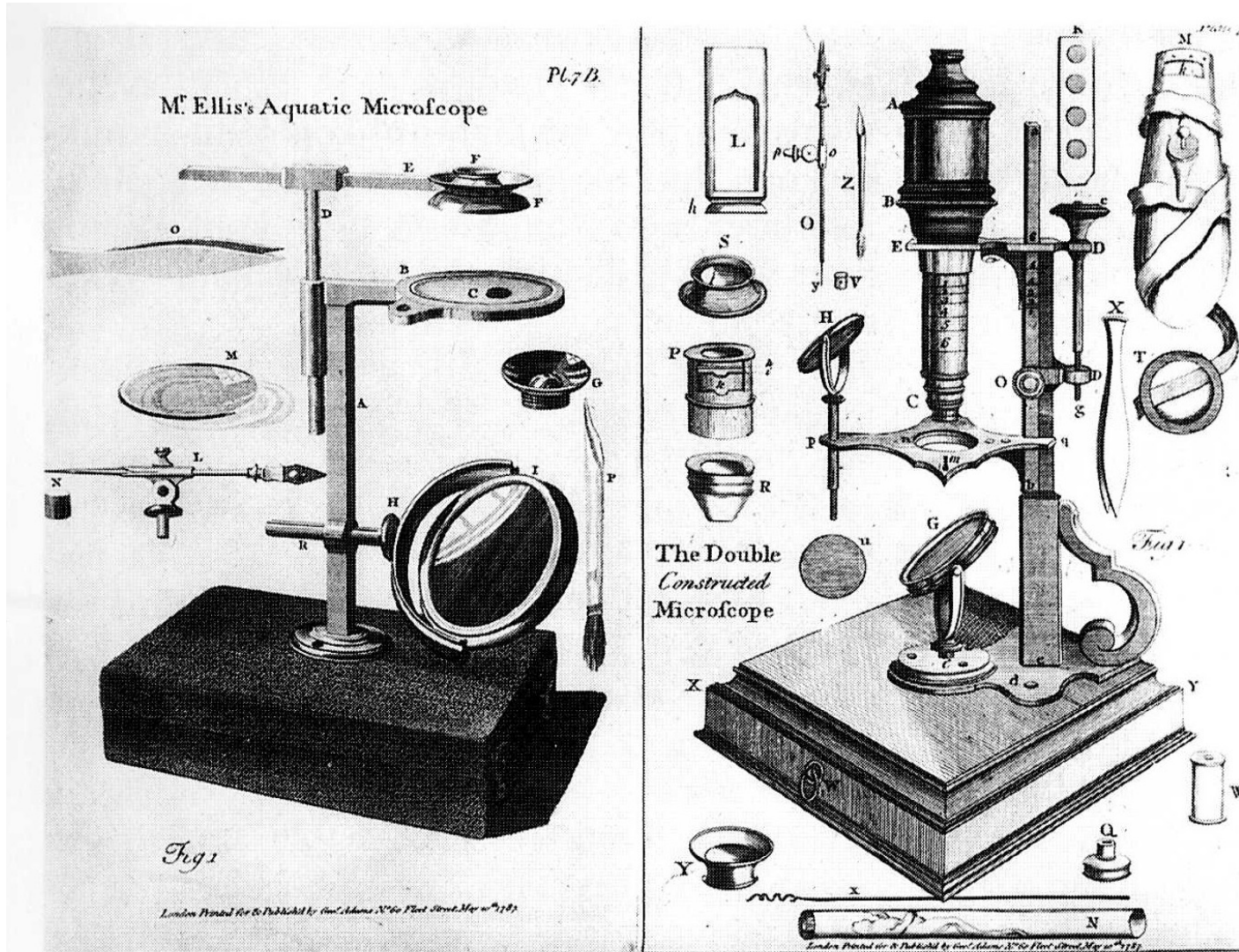
Vorkelje pinx.

A. de Blou fec.

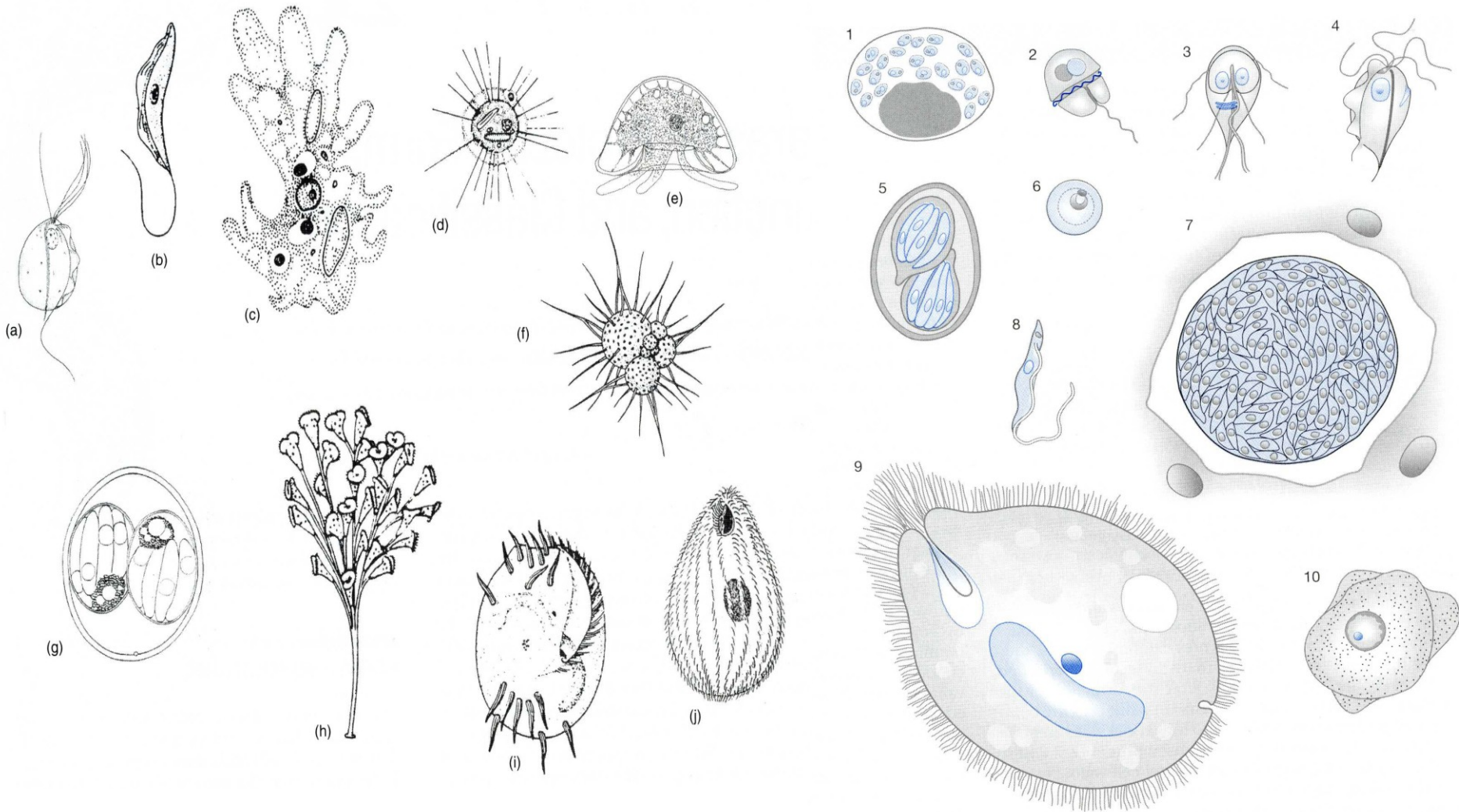
Obr. 2 Antony van Leeuwenhoek, zakladatel vědecké mikroskopie.



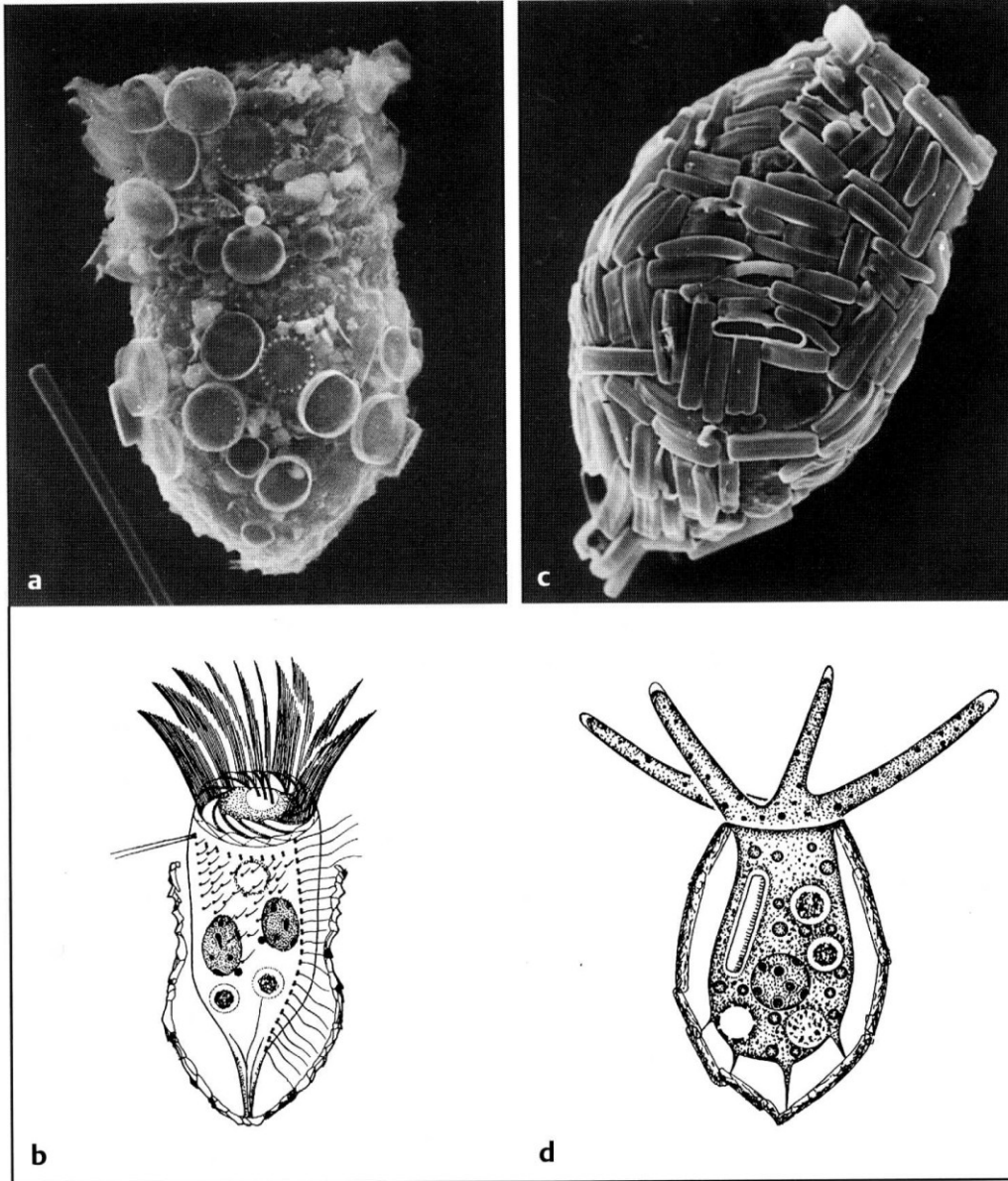
Historie mikroskopické techniky



Obrovská rozmanitost prvoků



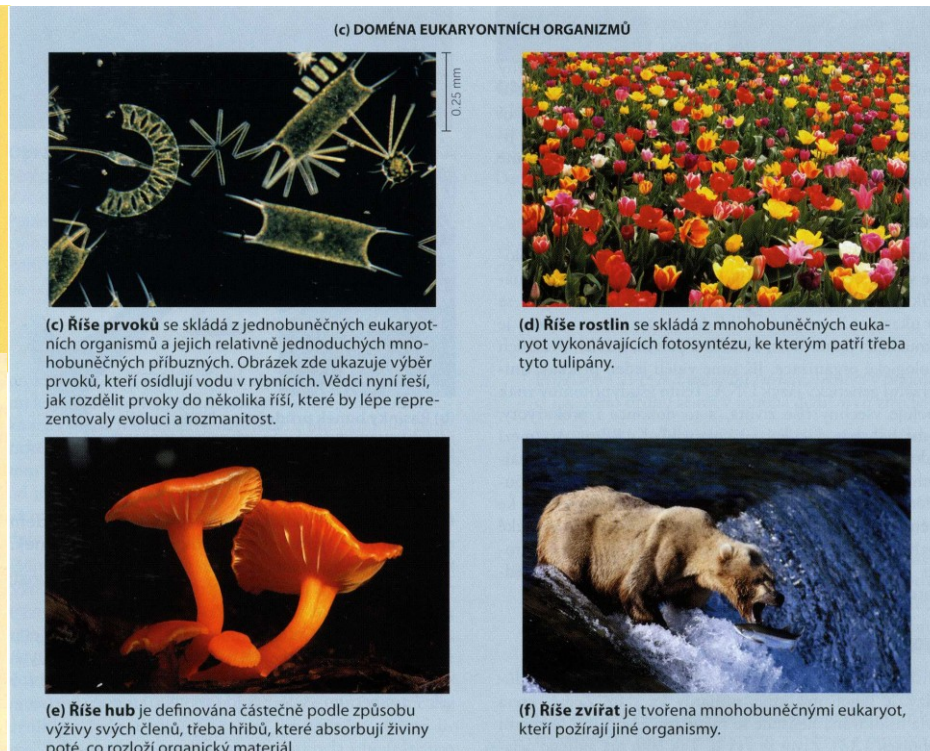
Konvergence při evoluci prvoků



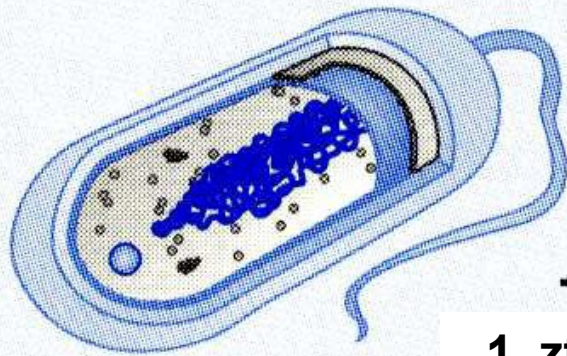
Obr. 32 Konvergence při evoluci schránek u nepříbuzných skupin. **a + b** *Codonella cratera* (nálevník), **c + d** *Diffugia* (kryténka) (z Foissnera a Hausmanna: Mikrokosmos 76: 258, 1987. Zvětš. a 1 500x, b 700x, c 450x, d 220x.

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)



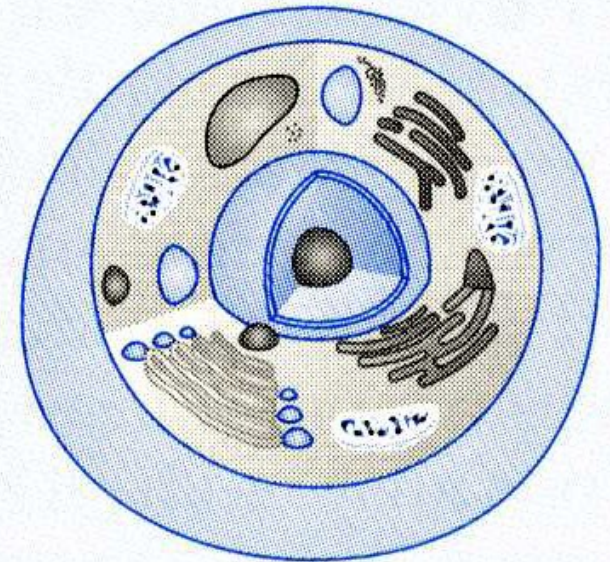
Hlavní události v evoluci eukaryot



prokaryote

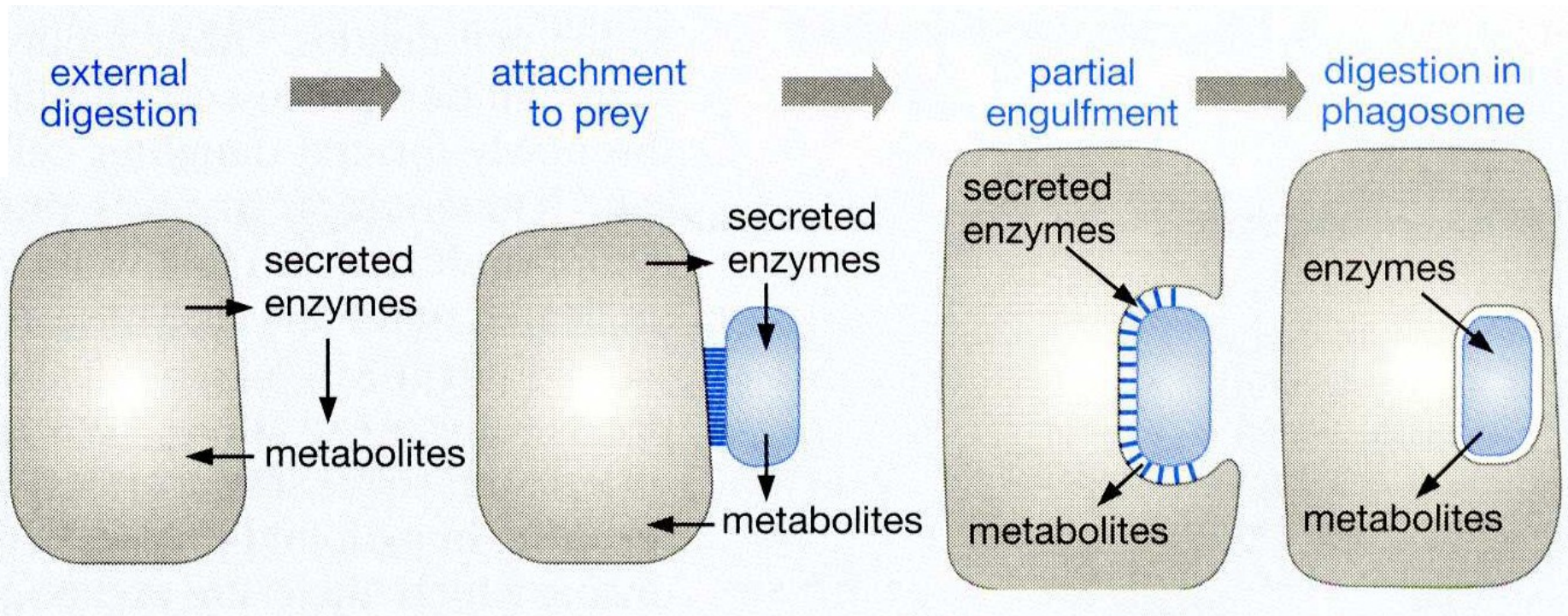


1. ztráta glykopeptidické buněčné stěny
2. vývoj vnitřního cytoskeletu
3. vznik fagotrofie

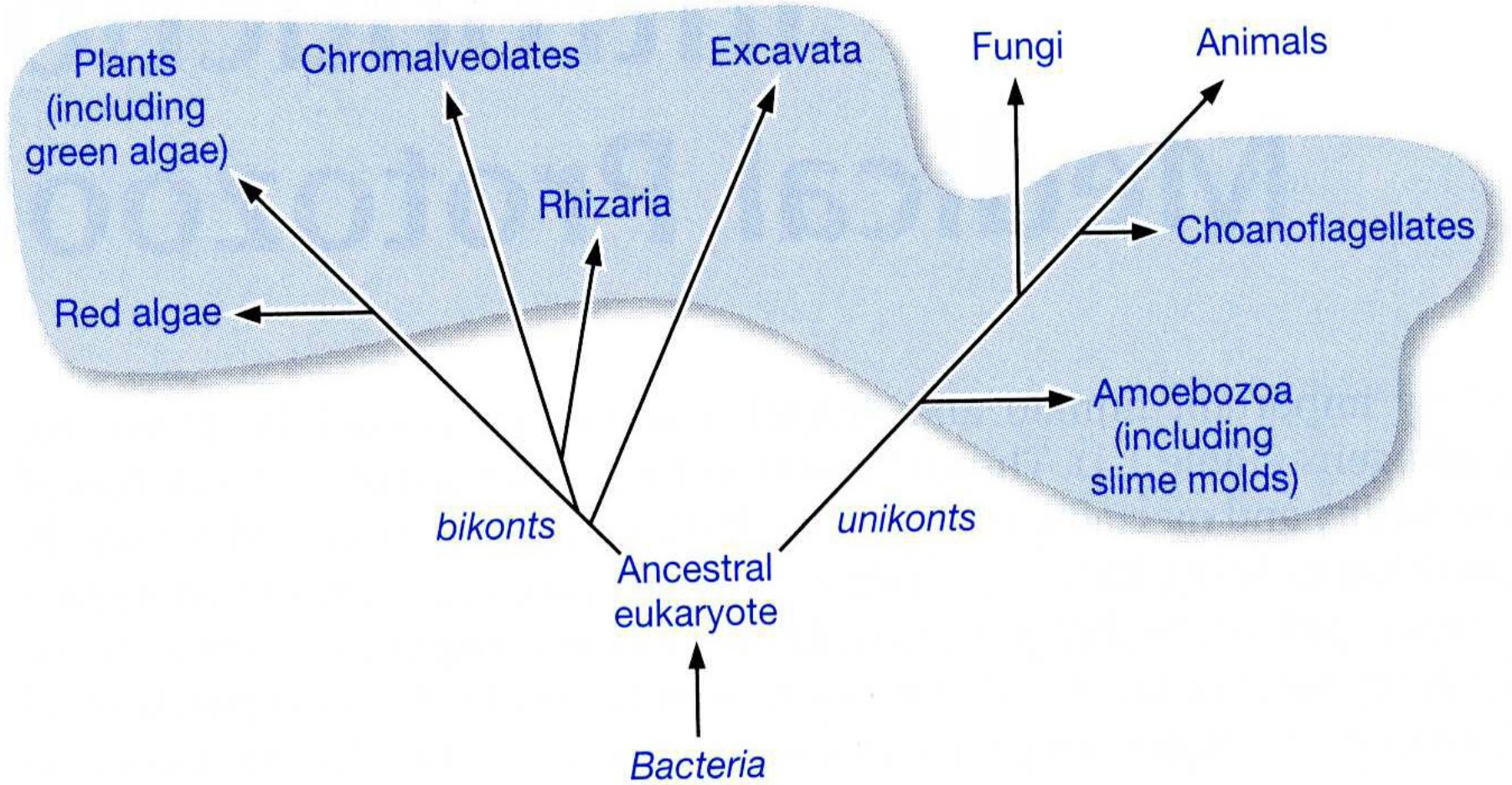


eukaryote

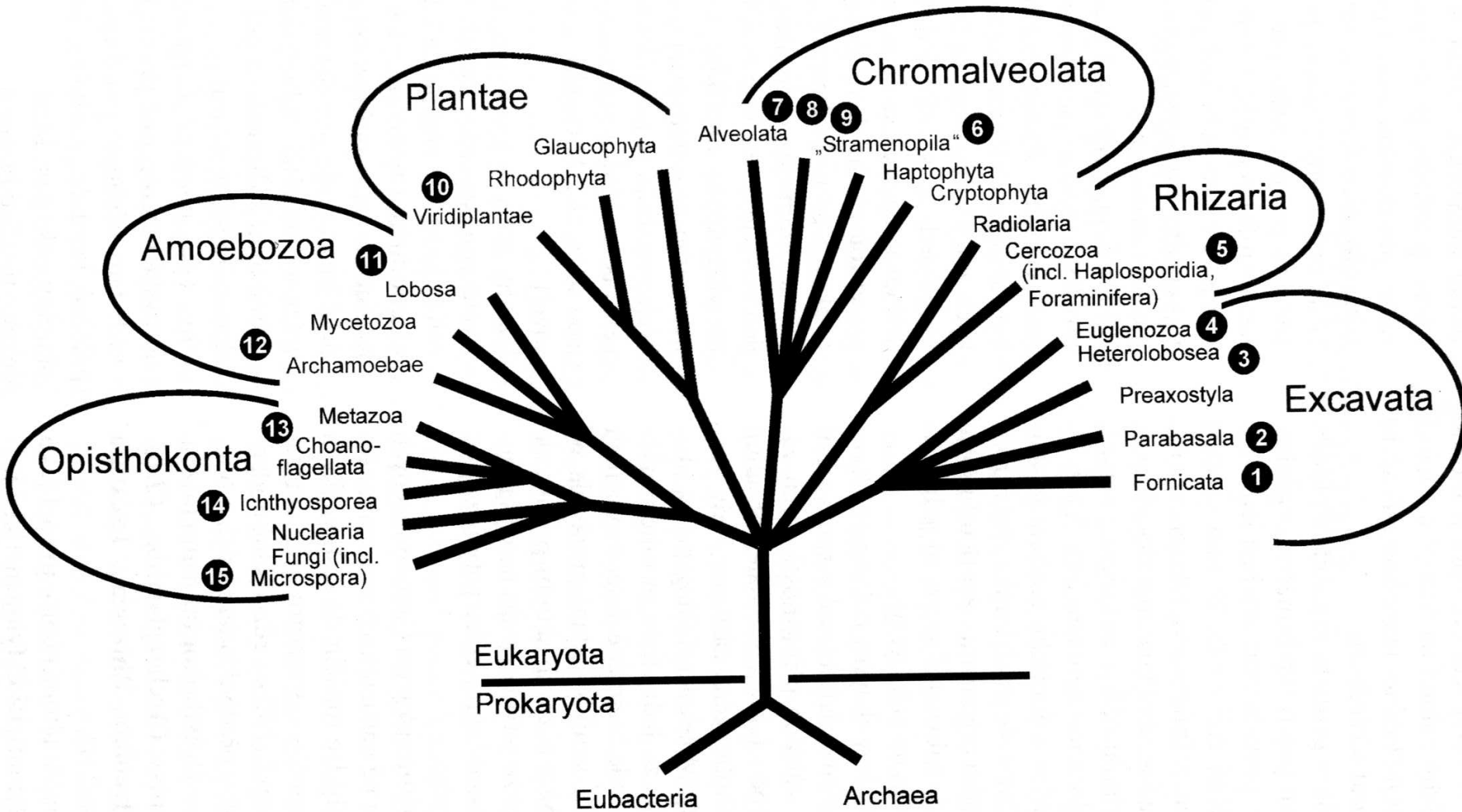
Vznik a vývoj fagotrofie



Hypotetická evoluce organismů Eucaryota - Protozoa

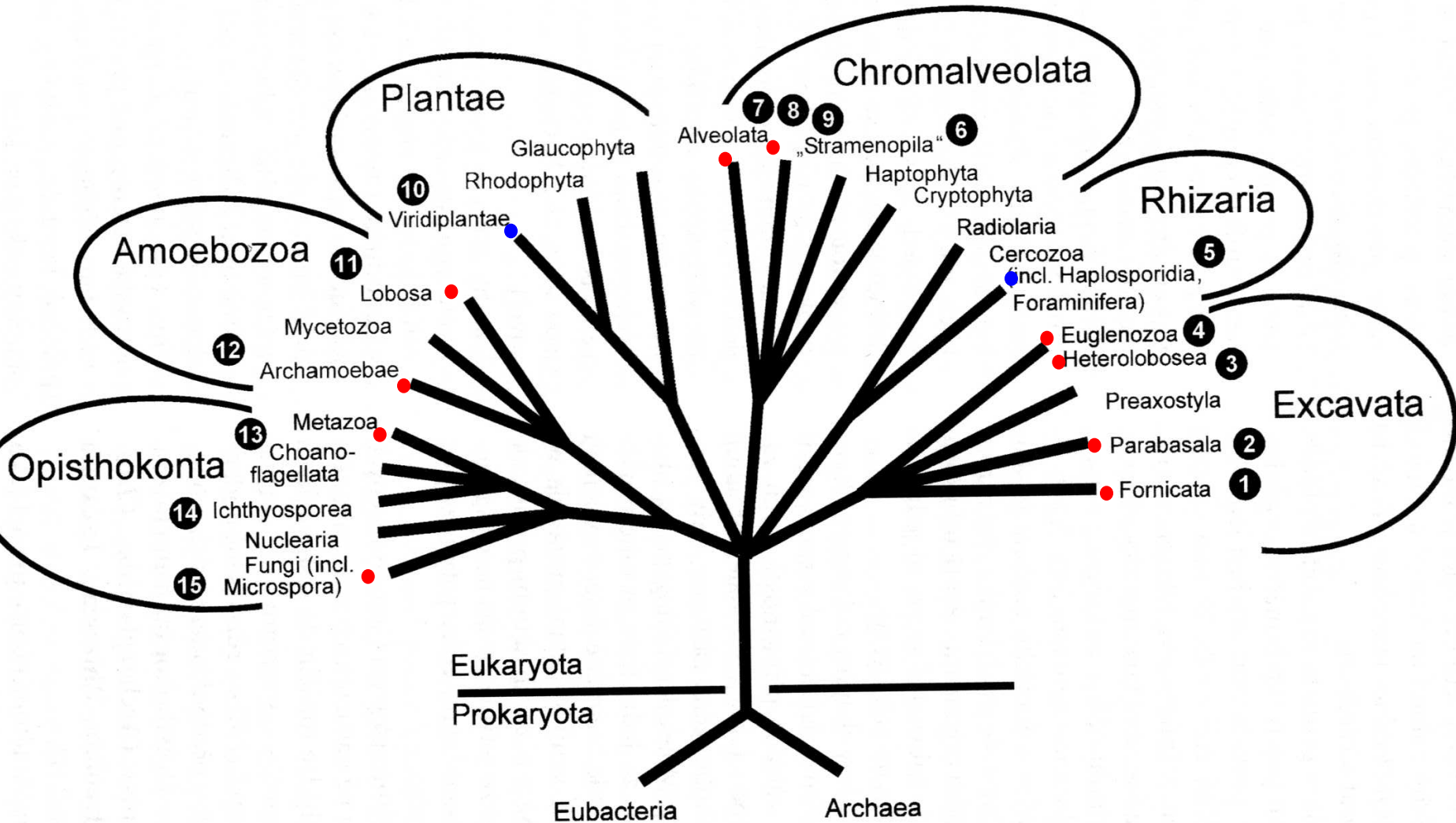


Současné rozdělení eukaryotických organismů



Klasifikace prvoků podle Simpsona a Rogera 2004

Současné rozdělení eucaryot



• Zástupci parazitující u člověka

• Zástupci neparazitující u člověka

Obecná parazitologie

Milan Gelnar

- Úvod do přednášky, základní pojmy
- Adaptace protistů k parazitismu
- Adaptace helmintů k parazitismu
- Adaptace členovců k parazitismu
- Distribuce parazitů
- Ekologie parazitů - jedinec
- Ekologie populací parazitů

Andrea Vetešníková-Šimková

- Ekologie parazitů I - společenstva
- Ekologie parazitů II - diverzita
- Základy ekologie a behaviorální ekologie parazitů
- Biochemie parazitů
- Evoluce parazitismu

Možnosti studia parazitologie

Bakalářský stupeň:

Obecná parazitologie (Gelnar + Šimková)

Speciální parazitologie (Řehulková)

Základy humánní parazitologie (Gelnar)

Magisterský stupeň (povinně volitelné)

Biologie parazitických protozoí (Koudela)

Biologie parazitických helmintů (Kašný)

Biologie parazitických členovců

(Valigurová)

Lékařská parazitologie a diagnostika

(Ditrich)

Magisterský stupeň + DSP (volitelné)

Parazito-hostitelské interakce (Horák)

Patologie parazitismu (Dyková)

Imunologie parazitismu (Salát)

Ekologie parazitů (Vetešníková-Šimková)

Další související přednášky:

Evoluční ekologie (Vetešníková-Šimková)

Histologie (Hodová)

Mikroskopická (Zoologická) technika
(Seifertová)

Mikroskopické zobrazovací techniky (Mašová)

Biostatistika (Jarkovský)

Děkuji za pozornost

Determinants of parasite diversity

