

# Obecná parazitologie

Doc. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Prof. RNDr. Andrea Vetešníková-  
Šimková, PhD

# Obecná parazitologie

## Milan Gelnar

- Úvod do přednášky
- 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)

malárie

Humánní a veterinární medicína

Parazitologie – ekologická disciplína

Obecná a speciální parazitologie:

Protozoologie

Helmintologie

Arachnoentomologie

a

eishmanioza

# Z historie parazitologie I

Egypt: (1250 – 1000)

Schistosoma hematobium

Taeniarhynchus saginatus

Ascaris lumbricoides

Dracunculus medinensis

Řecko a Řím:

Plinius starší

Aristoteles

Galén

Hippocrates

# Z historie parazitologie II

- Čína  
Ascaris lumbricoides
- Amerika  
helminti  
Tunga penetrans  
Pediculus humanus  
Malárie (Plasmodium)  
Leishmanióza (Leishmania)

# Z historie parazitologie III

- Evropa (1200 – 1650)
  - 1379: Fasciola hepatica
  - 1592: Diphyllbothrium latum
  - 1674: Eimeria
  - 1681: Giardia intestinalis
  
  - 2. pol. 17.stol – Francesco Redi – „otec parazitologie“ - redie

# Z historie parazitologie IV

- Středověk – mnoho falešných představ o cizopasnících
- Rudolphi:
  - Nematoidea
  - Acanthocephala
  - Nematoda
  - Cestoda
  - Cystica
- 1773: cerkarie (Muller)
- 1816: cercárie – motolice (Nitzsch)
- 1842: životní cyklus motolice (Thomas, Leucard)
- 19. století – parazitologie jako věda (Zeder, Rudolphi, Frolich, Butschli, Dolfein, Dujarden, von Sielbold, Schaudin, Loos aj.)

# Z historie parazitologie V

- Rozvoj parazitologie u nás:
- Do 1. světové války: Praha – Dušan Lambi, Stanislav Prowazek
- Mezi válkami: Praha: Briendl, Komárek, Jírovec – otec naší parazitologie  
Brno: Rašín
- Po 2. světové válce: Akademie věd - ČSAV, SAV, AV ČR,  
Parazitologický ústav AV ČR v Českých Budějovicích  
Univerzity (UK, ČZU, JčU, MU, MENDELU, VFU)  
Veterinární a hygienická služba  
Armáda, nemocnice, referenční laboratoře  
Soukromé firmy a diagnostické laboratoře



# Z historie parazitologie VI

- 20. století – parazitologie vyhraněná vědní disciplína
- Fauna cizopasníků
- Morfologie, taxonomie a systematika
- Životní a vývojové cykly
- Biologie a ekologie
- Fyziologie, biochemie, imunologie
- Epidemiologie a matematické modelování
- Genetika a molekulární biologie
- Evoluční biologie a fylogenetika
- Genomika a transkriptomika
  
- Histologie, histochemie, imunohistochemie
- Ultrastruktura a anatomie
- SCAN, TEM, CLSM

# Přehled základních mikroskopických technik



Small drop has a nearly perfect spherical shape, and so it can serve as a lens.

17th century - Stephen Gray used a water drop as a lens for a microscope he built

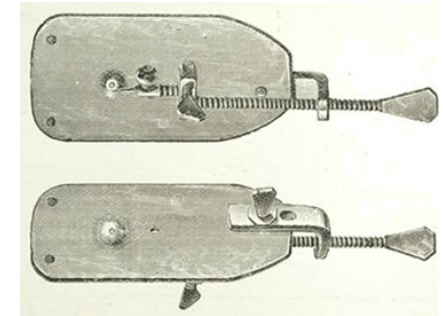


Fig: 4.

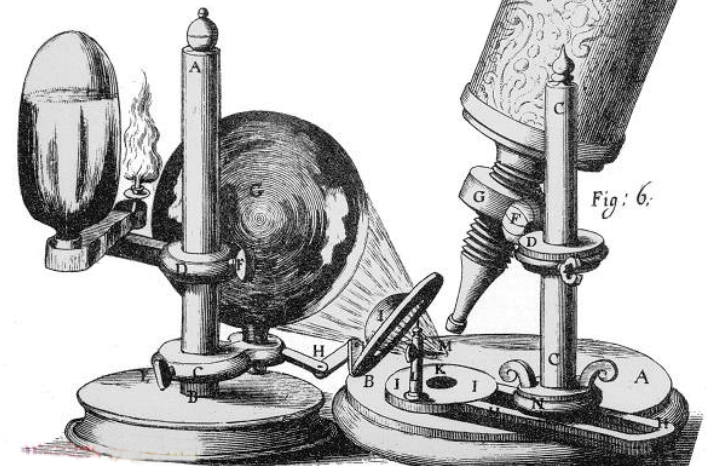
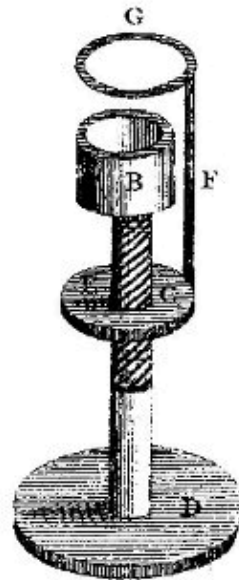
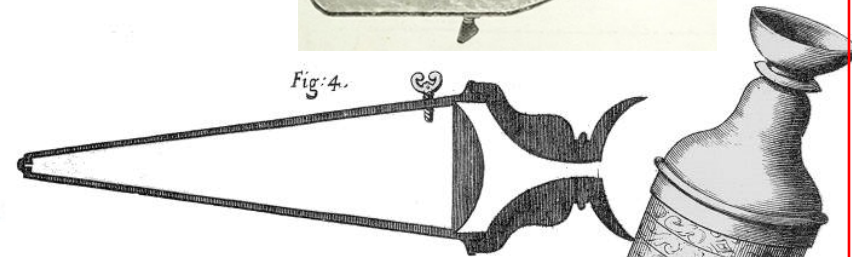
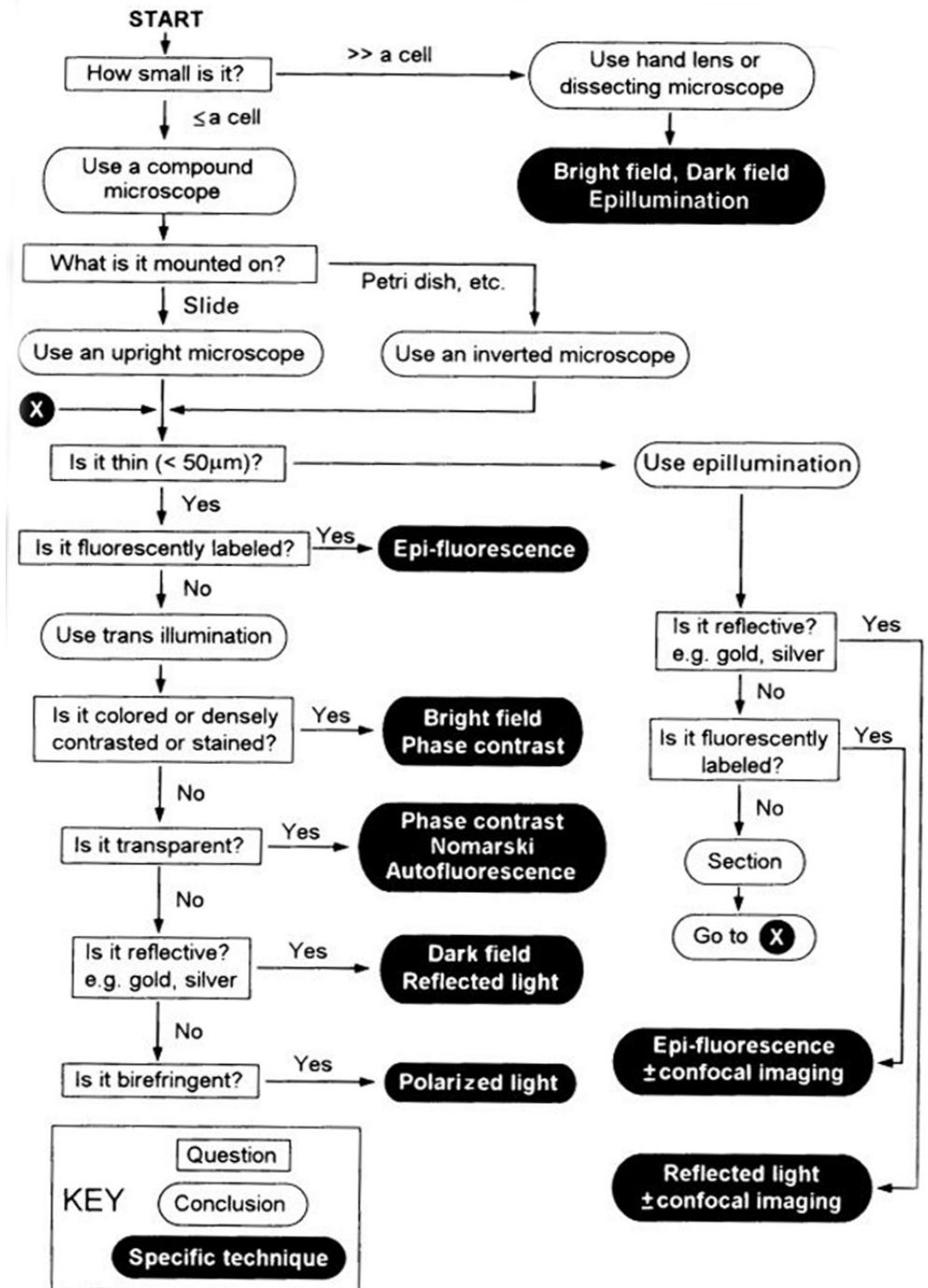


Fig: 6.

# Jak vybrat správnou mikroskopickou techniku ?



**Typy prostředí:** Voda  
Půda  
Atmosféra

**Organismy** → **Paraziti**

**Co je to parazit ?**

**Raison d'etre for parasitologists.**

# DEFINICE PARAZITA

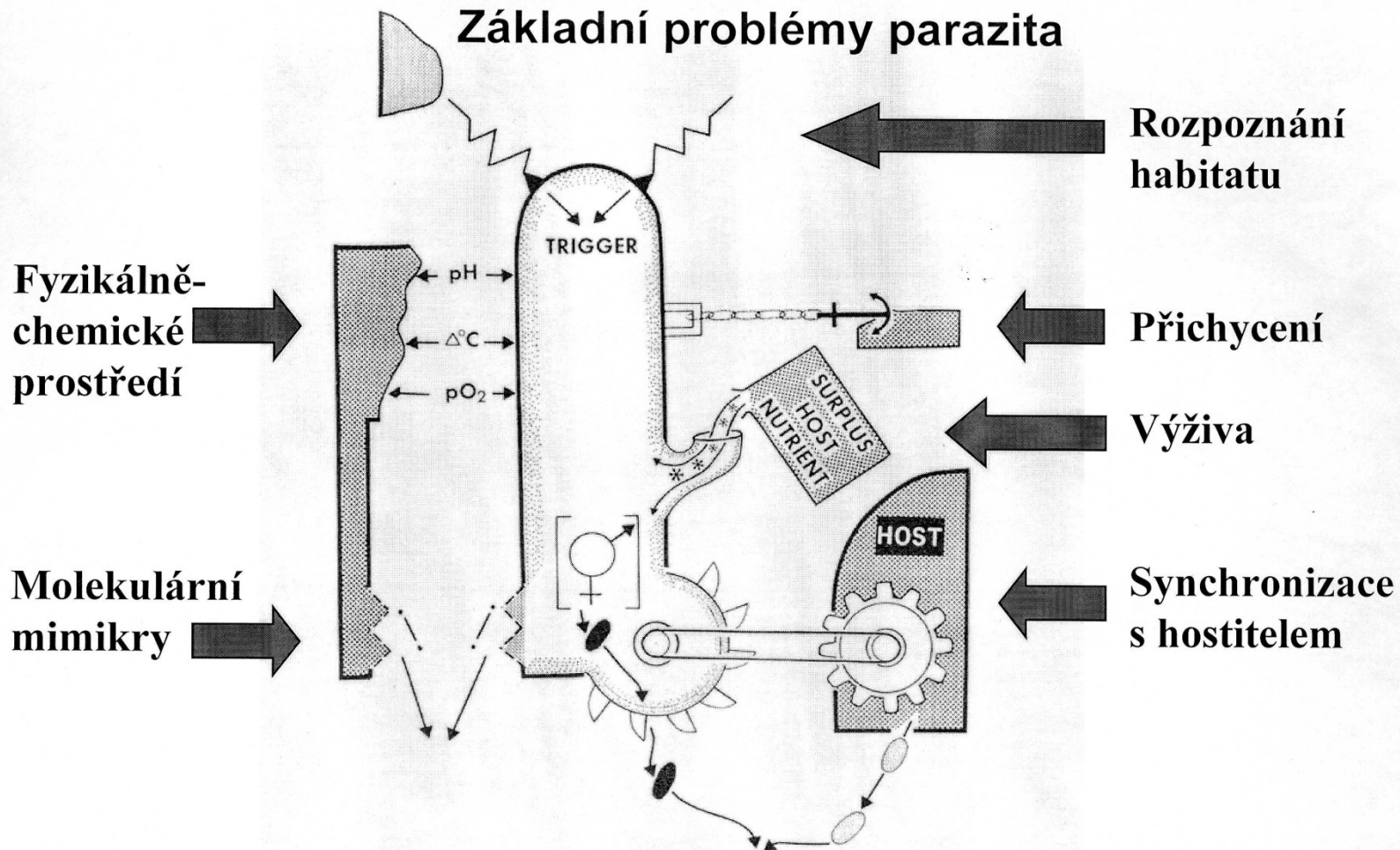
- žádná z definic nevystihuje parazita a jeho způsob života dokonale
- nejrozšířenější a nejmýstižnější je tato:  
parazit je organismus, který pravidelně stráví určitou fází svého života asociován s jedním určitým jedincem hostitelského druhu, přičemž má z této asociace užitek a hostitelský organismus škodu

**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.

# 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



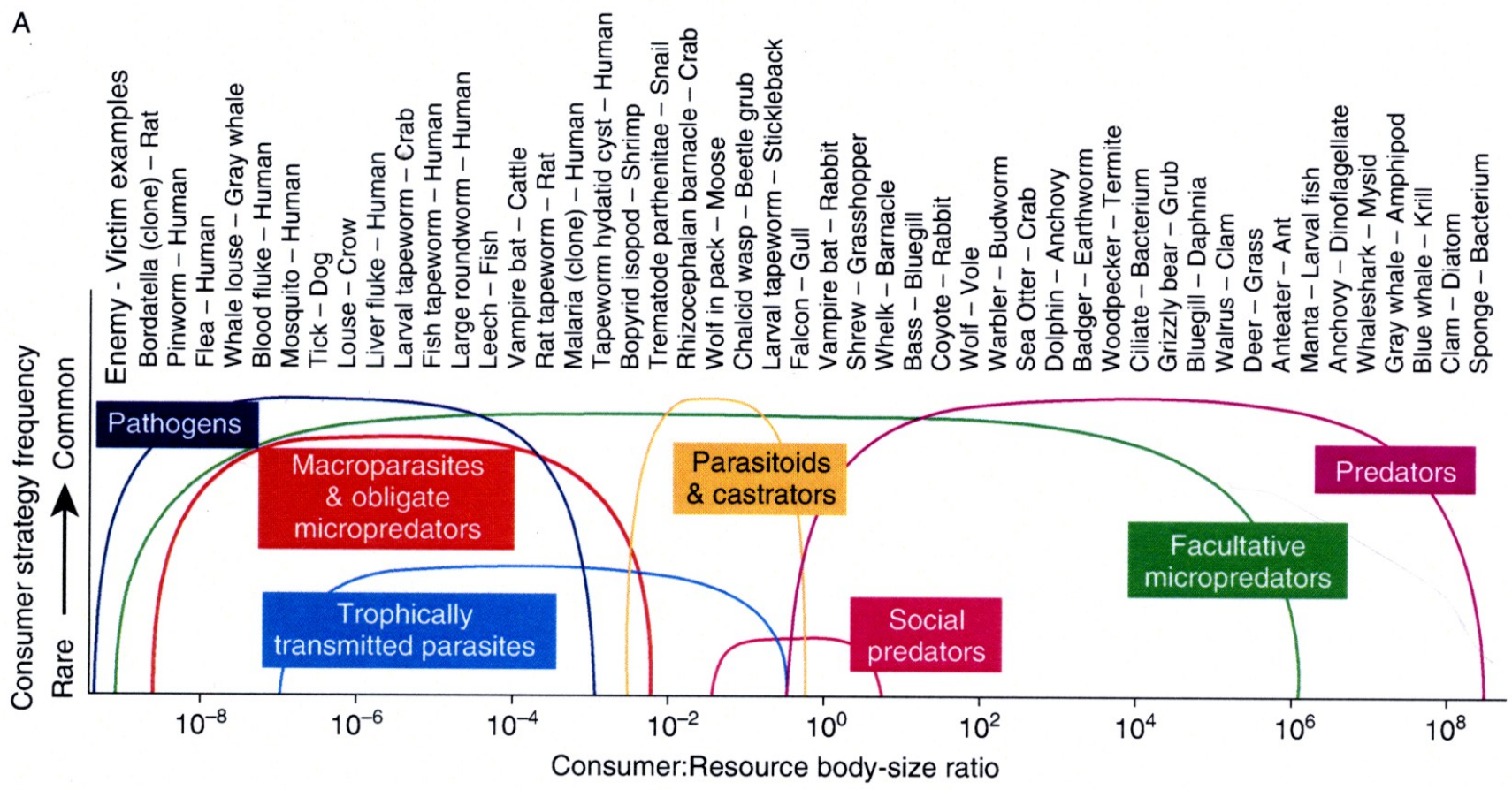
**Být parazitem není jednoduché !**

**Je to ale terno !**

# MÝTY O PARAZITISMU

- **paraziti se vyvíjí směrem k nižší strukturní komplexitě** = regresní evoluce (otázka zvolení kritéria)
  - morfologie - ztráta nepoužívaných orgánů
  - př.: ploštěnci - pouze 10 % změn = ztráty × získání např. smyslových orgánů
  - genom - velikost (mnoho nepoužívaných částí)
  - př.: tasemnice *Bothriocephalus* má 2× více DNA než její obratlovčí hostitel
  - složitost vývojového cyklu
  - parazitismus může vést k výrazným anatomickým a morfologickým změnám a v některých případech k strukturnímu zjednodušení
- **parazitismus vede ke zmenšování tělesné velikosti**
  - závislé na velikosti hostitele
  - parazit musí být menší než hostitel
- **paraziti se vyvíjejí směrem k nadprůměrné fekunditě** (velké množství potomstva)
  - někteří parazité (v závislosti na typu vývojového cyklu) patří mezi organismy s nejvyšší fekunditou
  - některé druhy mají tak důmyslné chování, že nepotřebují velké množství potomstva
- **paraziti se vyvíjejí směrem k nižší virulenci**
  - parazité se vyvíjejí směrem k optimální virulenci, závislé na mnoha faktorech (způsob přenosu, dostupnost hostitele...)

# Frekvence poměru relativní velikosti těla konzumenta a hostitele



# FAKTA O PARAZITECH

- parazit je závislý na hostiteli jakožto životním prostředí a zdroji potravy = dlouhodobé využití hostitele
- fitness parazita závisí bezprostředně na životnosti, nikoliv však fitness hostitele (vývoj virulence)
- parazit vstupuje do kontaktu s homeostatickými mechanismy hostitele – konfrontace mezi parazitem a hostitelem se vede především na buněčné a molekulární úrovni, parazit je schopen modulovat imunitní odpověď hostitele
- za určitých podmínek se může parazitismus vyvinout v neutralismus, příp. i mutualismus

## **Co je to parazitismus ?**

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

**Je parazitismus symbiósa ?**

# VZNIK PARAZITISMU

- **odkud se vzal?**
  - parazitismus vzniká mnohonásobně nezávisle u různých skupin organismů (v rámci Metazoa nejméně 50×)
  - reverzibilita přechodu k parazitismu
- **mechanismus/podstata toho, jak vzniká:**
  - parazitismus vzniká v různých skupinách na základě jedinečných preadaptací a historických událostí
  - přechod k parazitismu musí být výhodný – musí zvýšit fitness parazita
    - úkryt, odolnost proti důsledkům pozření
    - vektor, foréze (hostitel slouží pouze jako prostředek k transportu jiného organismu)
    - mutualismus, komensalismus
- **v rámci parazitických skupin prochází vznik parazitismu 2 fázemi:**
  - u skupin volně žijících organismů se najednou nějaká skupina „zvrhne“ a vytvoří parazitickou linii (ploštice - 2 linie nezávisle přešly k parazitismu)
  - v rámci parazitických skupin dochází k diverzifikaci a evoluci skupiny - odštěpění – různé strategie

# Vznik parazitismu

>70 transformací od  
volně žijících forem  
organismů k  
parazitickému způsobu  
života

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.

# Fenomén parazitismu

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

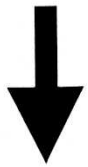
**Parazitismus = forma symbiosy**



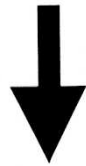
# Co je to symbiósa ?

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

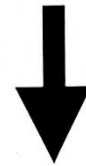
# Typy symbiósy



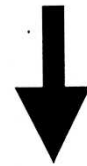
**Forezie**



**Komenzalizismus**



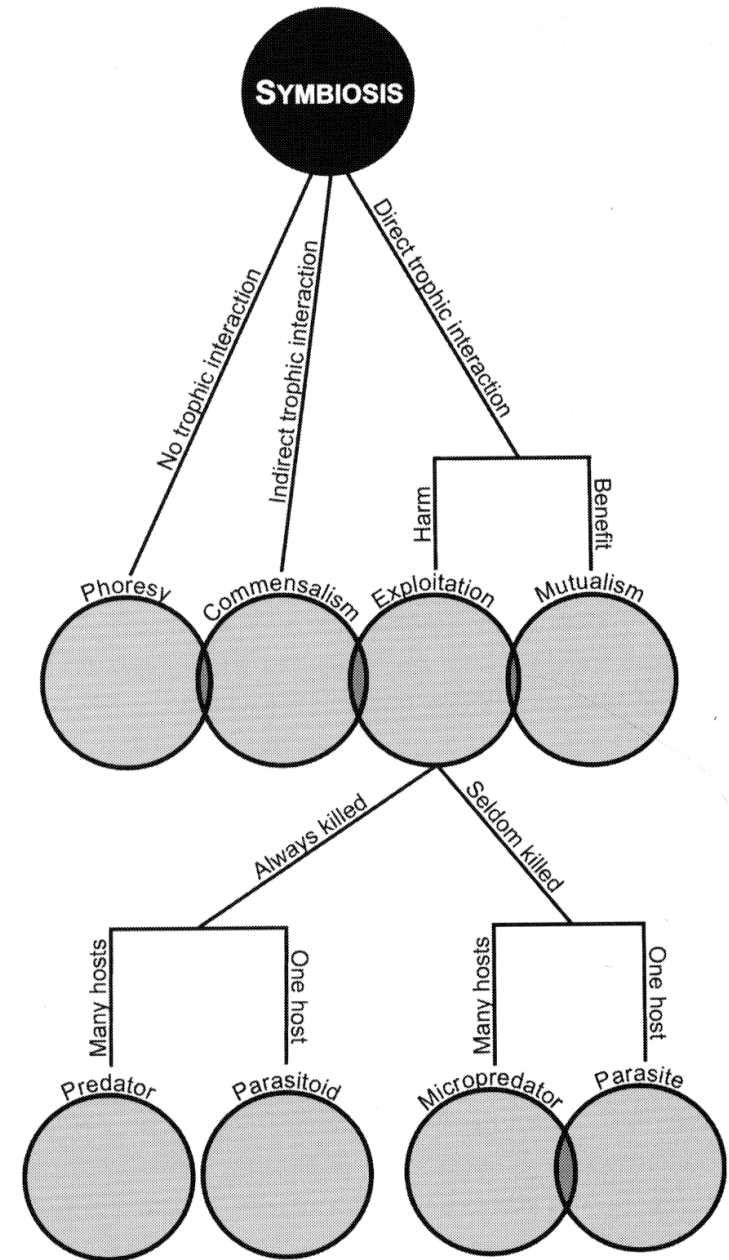
**Parazitismus**



**Mutualismus**

# Parazit - symbiossa

- ▶ Celý život nebo alespoň jeho část žije na povrchu nebo uvnitř těla svého hostitele
- ▶ Živí se na jeho úkor (exploatace) → tento efekt však může být i zcela zhoubný (pro jedince hostitele - patogenita)



# Typy parazitismu

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

# Klasifikace hostitelů

- Hostitel definitivní
- Mezihostitel
- Vektor
- Rezervoárový hostitel

# Typy hostitelů

- ▶ **Definitive host** – host, in which parasite reach maturity, produce eggs or larvae
- ▶ **Intermediate host** – important for the development of larval stages, invasion stage → definitive host  
one or more intermediate hosts (Digenea, Cestoda)  
human as intermediate hosts (*Echinococcus*, *Taenia*)

# Typy hostitelů

- ▶ **Paratenic (transport) host** – parasite does not develop, but retain the ability of invasion, not necessary for life cycle of parasite  
i.e. Mollusca for the larvae of nematodes usually occurring in short-living crustacea
- ▶ **Reservoir host**  
= source of infection in ecosystem, parasite lives in the conditions unsuitable for common host, epidemiological significance  
i.e. rats and carnivora for *Trichinella*, *Schistosoma japonicum*
- ▶ **Vector** – usually transfers other pathogen on its hosts, i.e. mosquitos – facultative parasite, micropredator

# Diverzita cizopasníků

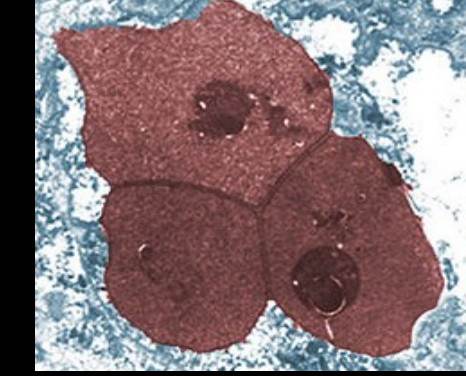
1 volně žijící druh – 1 druh cizopasníka – polovina biosféry paraziti

**Parazitismus –**

velmi rozšířený biologický jev  
úspěšná životní strategie



# Rozmanitost parazitů



# 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



# Evolve parazitismu

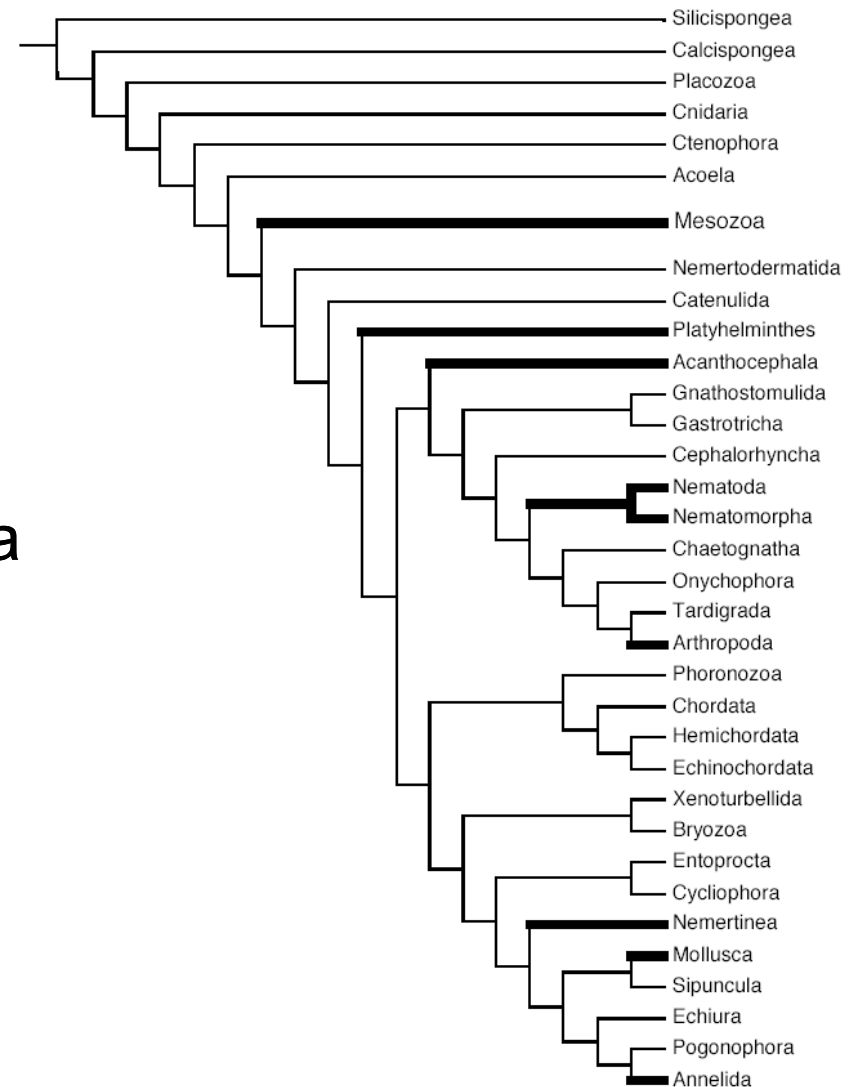
1,000,000 popsaných druhů  
Eucaryota

100,000 popsaných druhů  
cizopasníků

1 druh hostitele = 1 druh parazita  
paraziti = polovina biosféry

Parazitismus jedna z  
nejúspěšnějších životních  
strategií

(Poulin & Morand, 2004)



# **Klasifikace parazitů**

## **Systematika *versus* Ekologie**

### **Zoologický systém parazitů**

- Parazitiční prvoci - protozoologie
- Parazitiční helminti - helmintologie
- Parazitiční členovci - arachnoentomologie

# Taxonomická hierarchie parazitů

Říše	Animalia
Podříše	Bilateria
Větev	Protostomia
Infraříše	Ecdysozoa
Kmen	Arthropoda
Podkmen	Hexapoda
Třída	Insecta
Infratřída	Pterygota
Divize	Neoptera
Subdivize	Endopterygota
Superřád	Panorpida
Řád	Diptera
Podřád	Cyclorhapha
Superčeled	Oestrinea
Čeled	Oestridae
Podčeled	Oestrinae
Rod	<b>Oestrus</b>
Podrod	
Druh	<b>ovis</b> Linnaeus, 1758
Podruh	

# Životní strategie - mikroparazit a makroparazit

## **Mikroparaziti** (viry, bakterie, houby, prvoci)

- v těle svého hostitele se množí
- nemají specifická infekční stádia (většinou)
- onemocnění probíhá akutně – končí smrtí nebo uzdravením hostitele (získá imunitu proti reinfekci)

## **Makroparaziti** (helminti, členovci)

- v hostiteli se nemnoží
- produkují speciální infekční stádia – přenášejí se na dalšího hostitele
- záleží na počtu infikujících jedinců - infekce chronická (nevýznamná mortalita)

# Ekologické klasifikace parazitů

Podle hostitelů

Podle lokalizace

Podle vazby na hostitele

Podle časového úseku, kdy  
parazituji

Podle typu životního cyklu

Podle způsobu výživy

# Podle hostitelů

**Zooparaziti** – paraziti živočichů a člověka

**Fytoparaziti** – paraziti rostlin



# Podle lokalizace

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

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

# Endoparaziti

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

**Ektopická lokalizace** – Paragonimus westermani

# Podle vazby na hostitele

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

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

# Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují

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

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

**Periodický parazitismus**

# Periodický parazitismus

## 1) Parazitismus stádiijní

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

b) imaginální – (komáři, muchničky)

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

# Podle typu životního cyklu

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

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

**Dixenní**

**Trixenní**

**Tetraxenní**

# Podle způsobu výživy

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

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

**Specifičnost cizopasníka**

# Specifičnost cizopasníka

**Ko-evoluce** parazita a hostitele

Ko-adaptace a ko-speciace

Těsný evoluční vztah mezi  
parazitem a hostitelem

Paraziti a evoluce pohlavního  
rozmnožování (hypotéza červené  
královny)



**Pojem cyklus v parazitologii:**

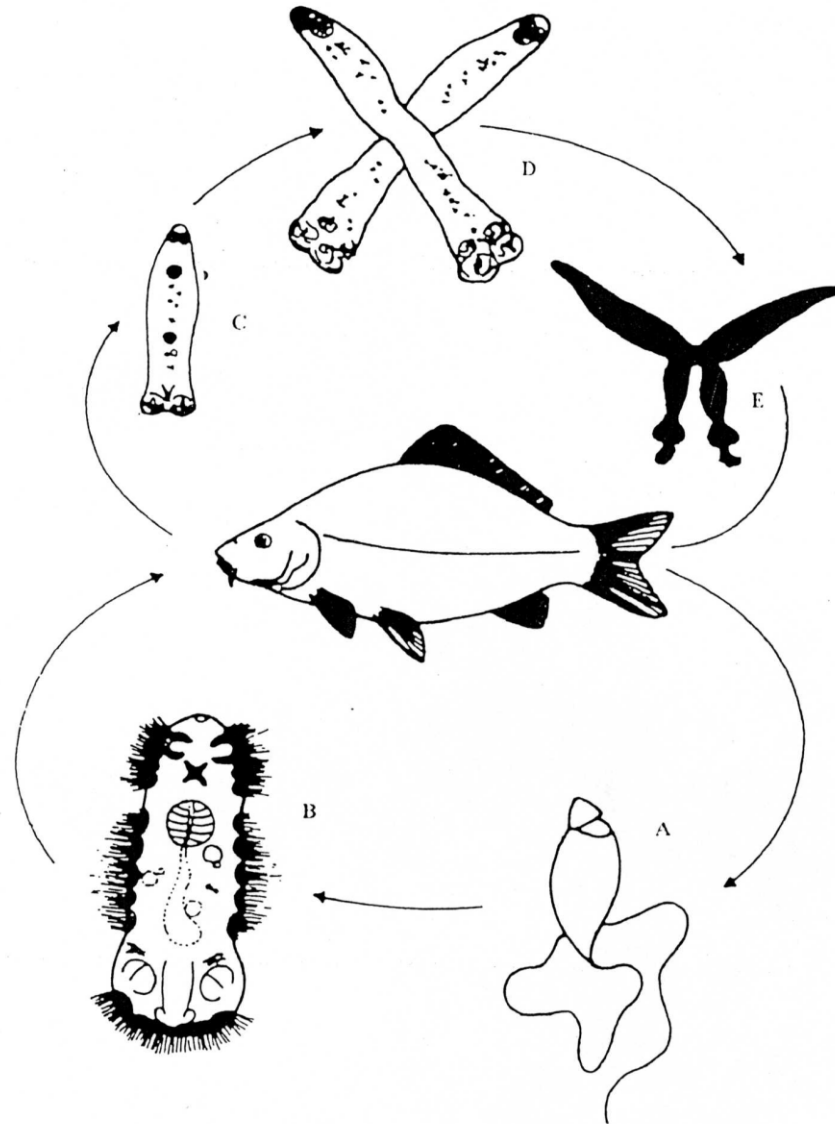
- životní cyklus**
- vývojový cyklus**
- pohlavní cyklus**
  
- sezónní cyklus**



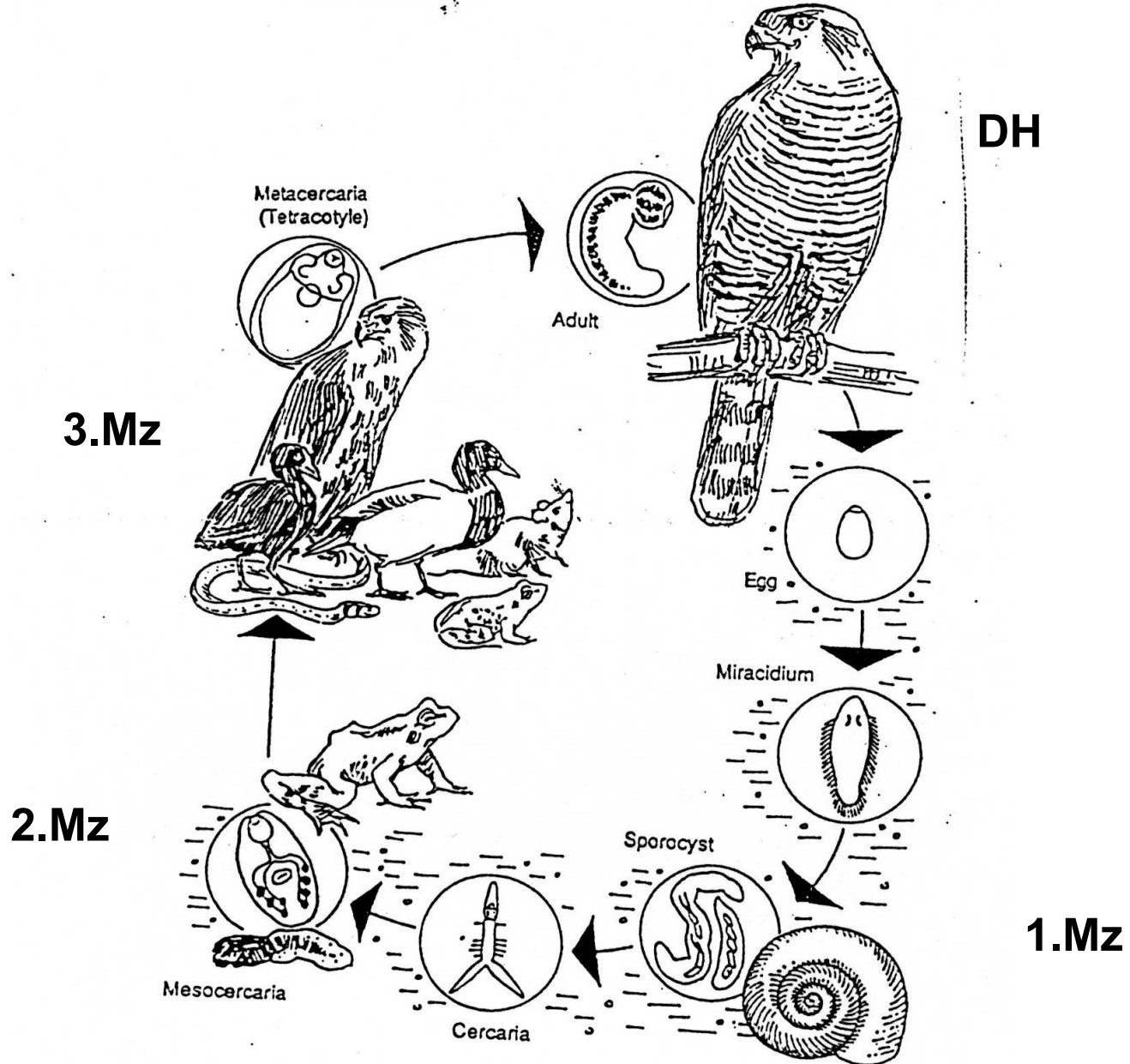
## **DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:**

**„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.“**

# Životní cyklus přímý



# Životní cyklus nepřímý



Výhody a nevýhody  
parazitického způsobu života ?

# Výhody parazitismu

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

# Nevýhody parazitismu

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



# Význam parazitismu

Ekonomický význam pro lidské zdraví

Ekonomický význam pro zdraví  
hospodářských zvířat

Vliv cizopasníků na historii lidstva

# Parazitární nemoci člověka

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

# Faktory zhoršující vliv parazitismu

Chudoba

Nedostatečná hygiena

Podvýživa

Nedostatečná zdravotní infrastruktura

Nezájem vládních garnitur

Korupce

Urbanizace

Sociální konflikty/války

Přesuny vnímavých osob do oblastí s infekcí

Přesuny napadených osob do oblastí bez infekce

Antropogenní poškozování/degradace prostředí

Přírodní katastrofy

Nedostatek účinných léčiv/rezistence cizopasníků

Růst rezistence vektorů/mezihostitelů