

PARAZITISMUS

Parazitismus jako ekologický pojem

Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších typů
ekosystémů

Za Zemi jsou čtyři typy prostředí:



Voda

Půda

Vzduch

Organismy

Typy prostředí: Voda
Půda
Atmosféra

Organismy → Paraziti

Co je to parazit ?

Raison d'etre for parasitologists.

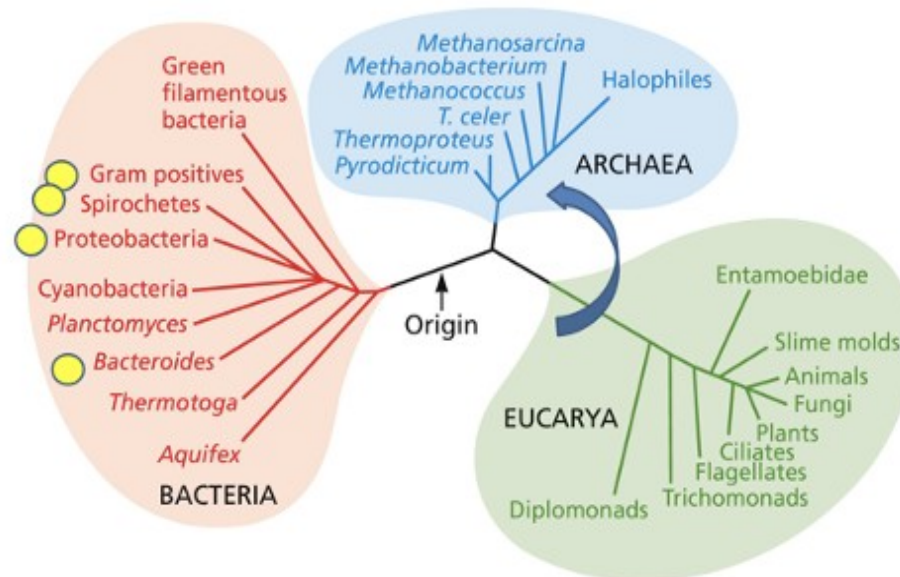
Zcela základní pojmy

- Parazit
- Parazitismus
- Parazitologie
- Parazitolog

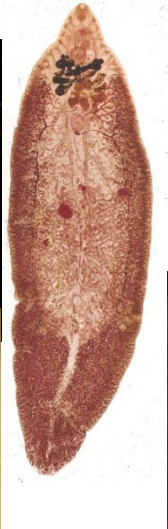
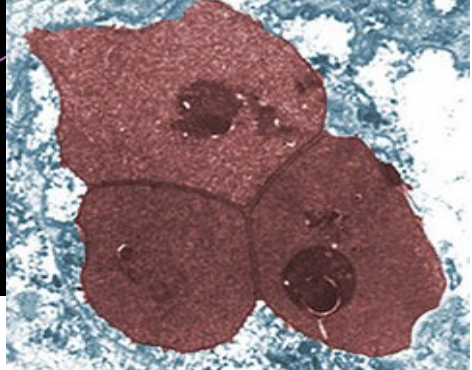
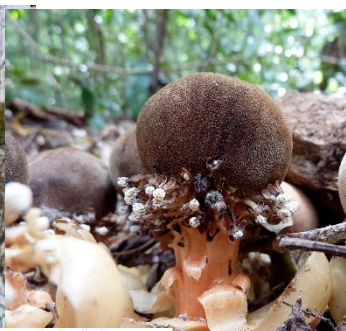
Význam parazitů

- 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).

3 major domains



Rozmanitost cizopasníků



Rozmanitost cizopasníků

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

Parazitismus – velmi rozšířený biologický jev
úspěšná životní strategie

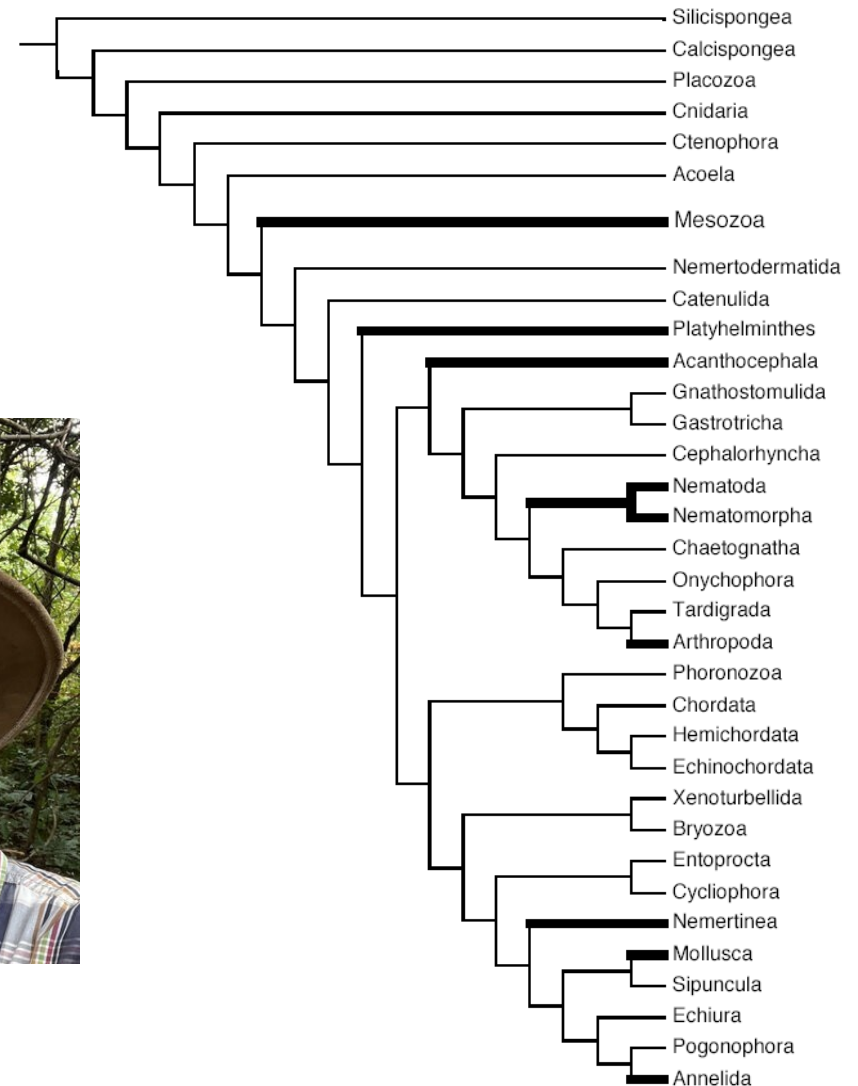
Jaký je evoluční původ parazitismu ?
Vznikli paraziti ze společného předka ?

Současné znalosti o rozmanitosti (diverzitě) parazitů

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



(Robert Poulin & Serge Morand, 2004)



Evoluční původ parazitismu

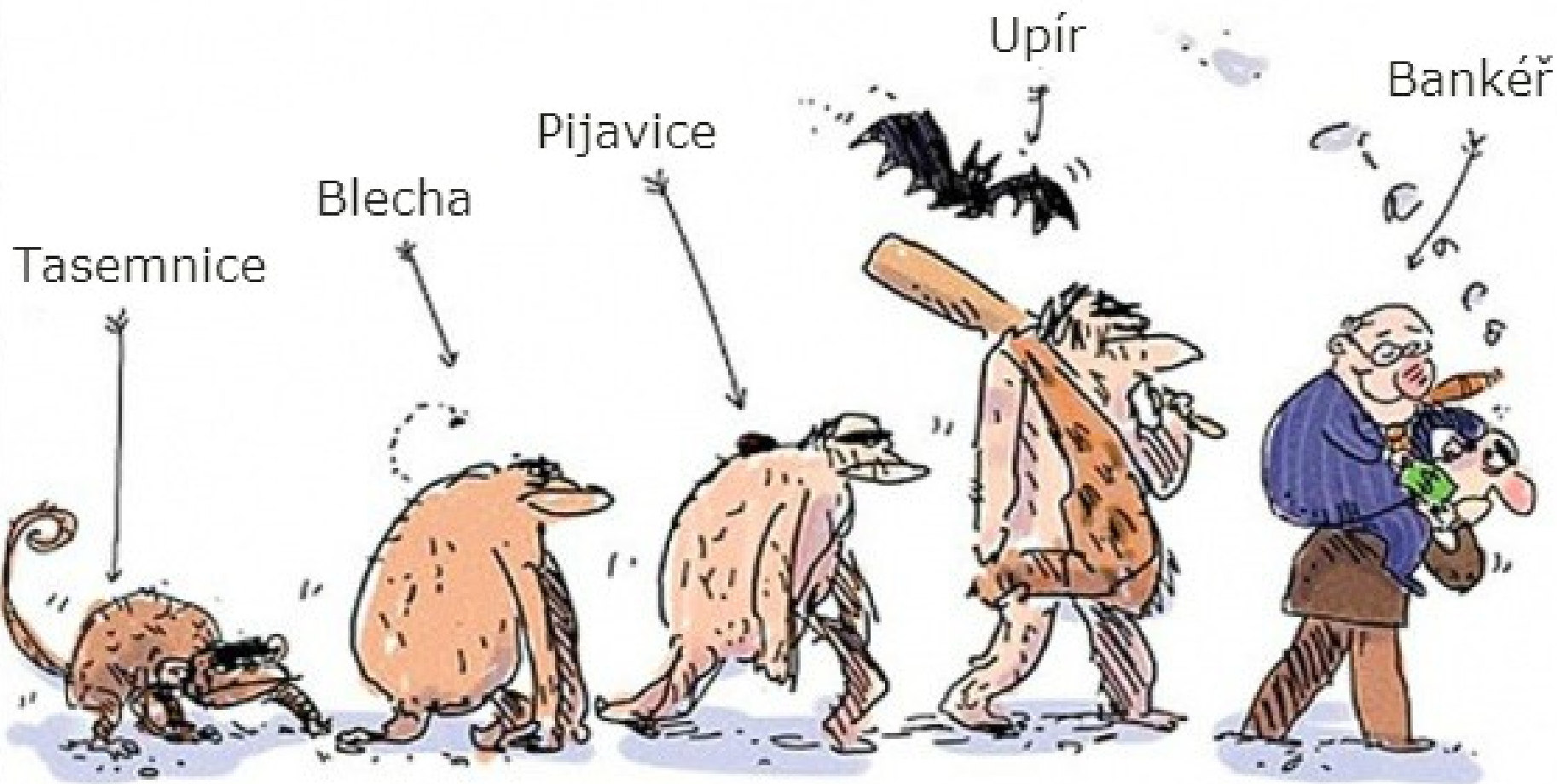
>70 evolučních přeskoků od volně žijících k parazitickým životním formám

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

(Poulin & Morand, 2004)

* Taxon also contains free-living species.

Evolve parazita



KUDELKA.

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.

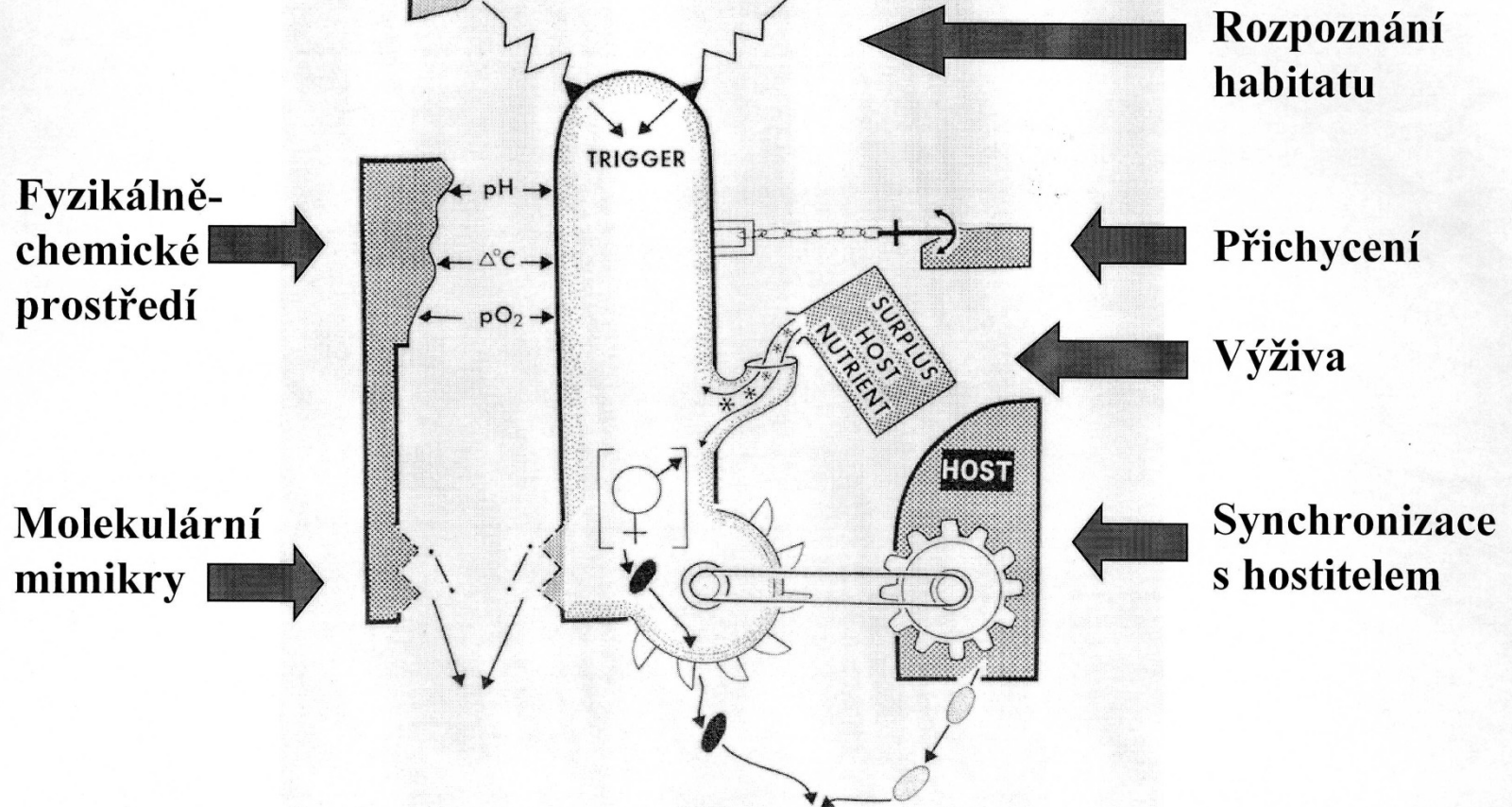
Saprophytismus, využívání zdrojů živin nacházejících se v mrtvých tělech jiných organismů.

Hranice mezi saprophytismem, parazitismem, predací.

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

Základní problémy parazita



(upraveno podle Smytha 1994)

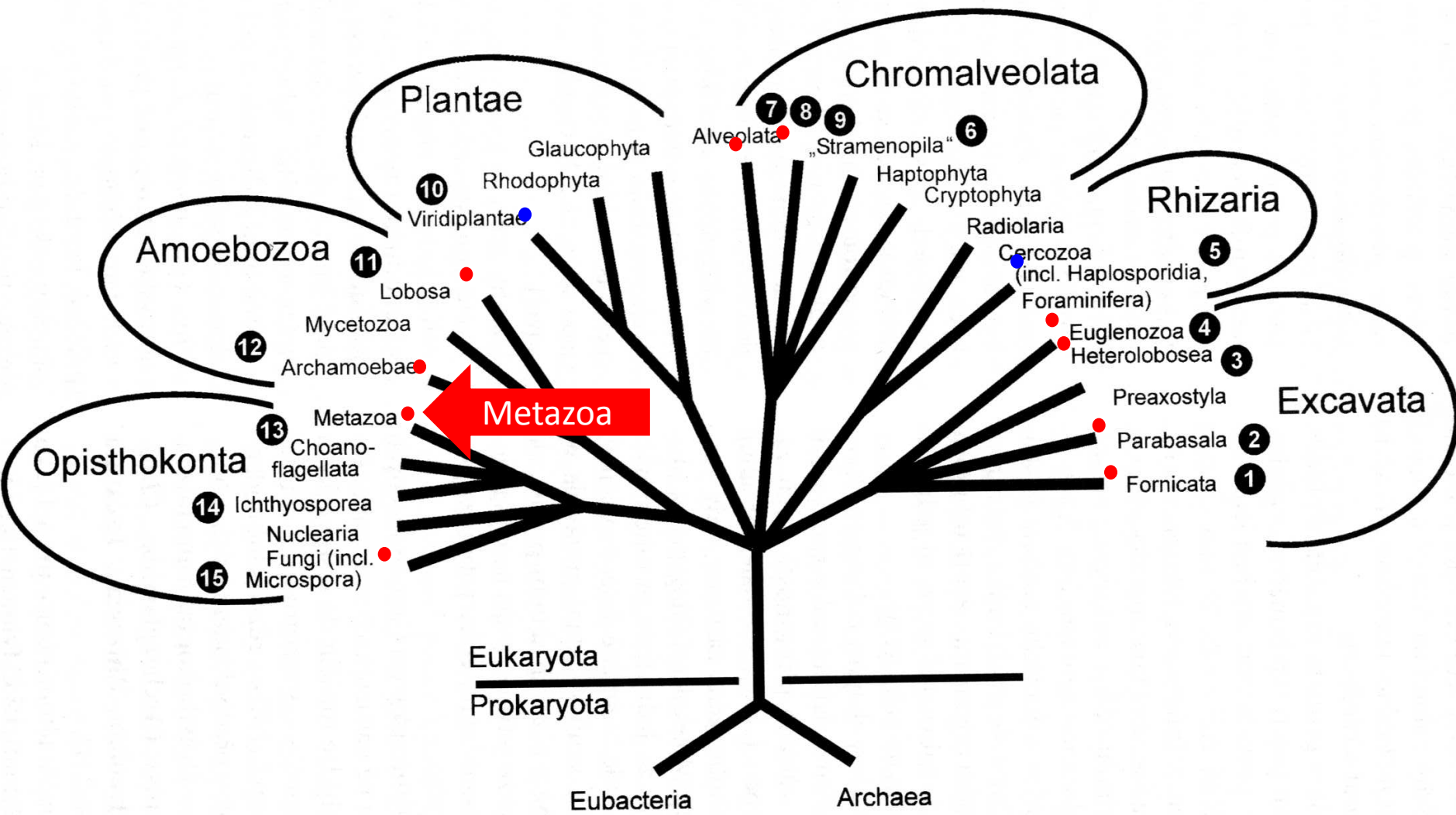
Být parazitem není jednoduché !

Je to ale terno !

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.

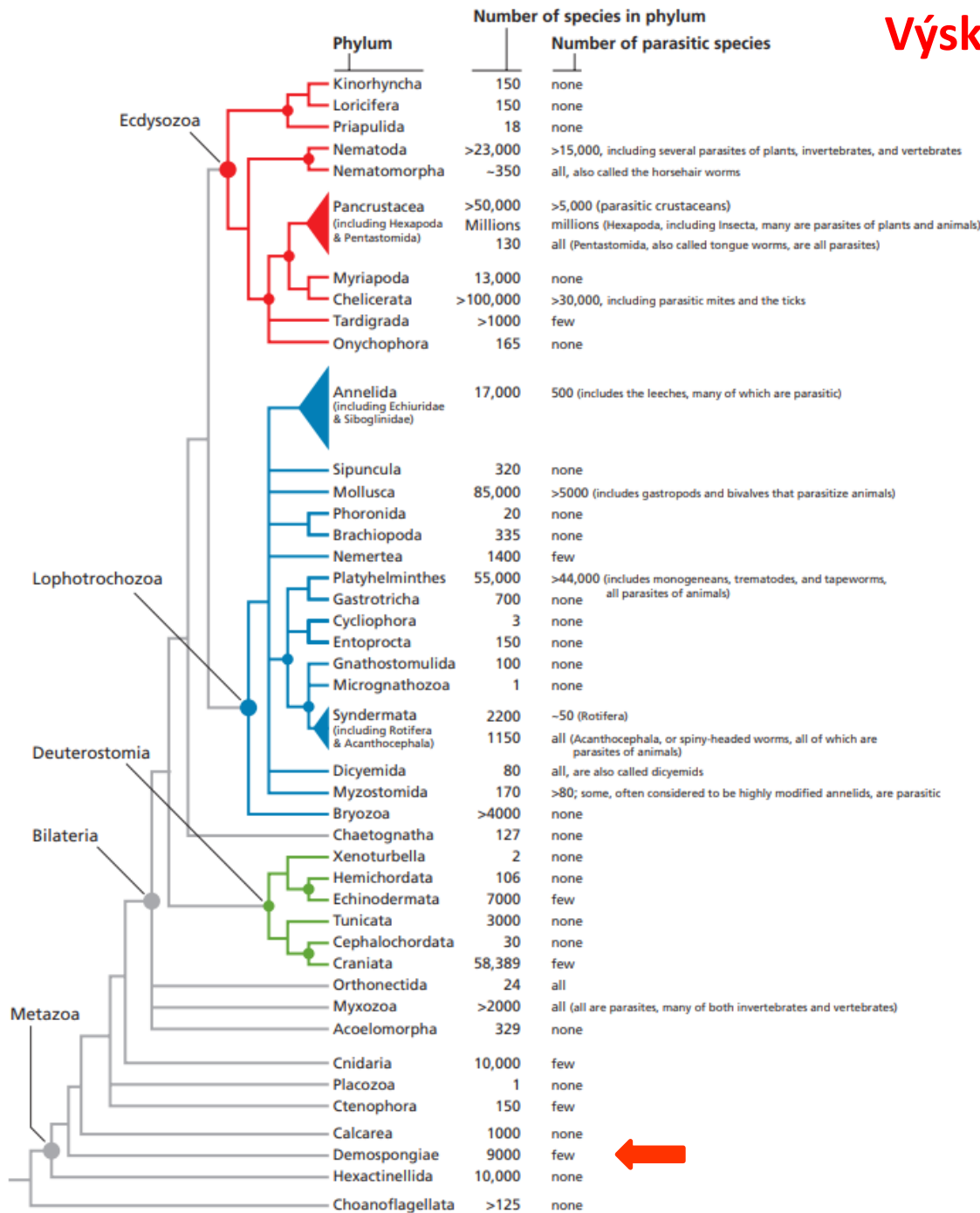
Výskyt cizopasníků u Eucaryot



● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

Výskyt cizopasníků u metazoa



Demospogiae (Porifera)

Ctenophora

Placozoa

Cnidaria

Myxozoa

Orthonectida

Craniata

Echinodermata

Myzostomida

Dicyemida

Rotifera

Acanthocephala

Gnathostomulida

Platyhelminthes

Nemertea

Mollusca

Annelida

Chelicerata

Tardigrada

Pancrustacea

Hexapoda

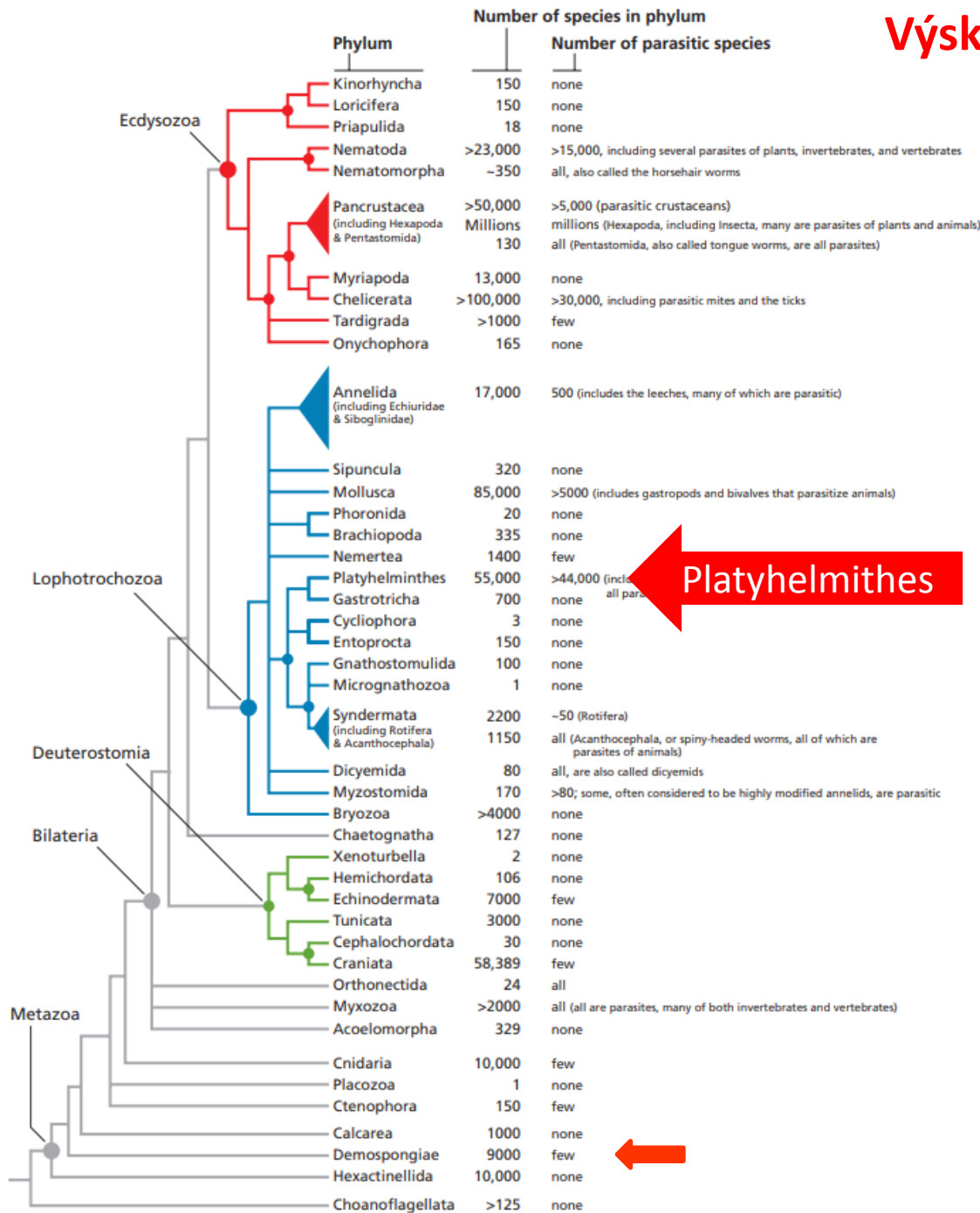
Pentastomida

Nematomorpha

Nematoda

Vertebrata

Výskyt cizopasníků u Metazoa



Demospogiae (Porifera)

Ctenophora

Placozoa

Cnidaria

Myxozoa

Orthonectida

Craniata

Echinodermata

Myzostomida

Dicyemida

Rotifera

Acanthocephala

Gnathostomulida

Platyhelminthes

Nemertea

Mollusca

Annelida

Chelicerata

Tardigrada

Pancrustacea

Hexapoda

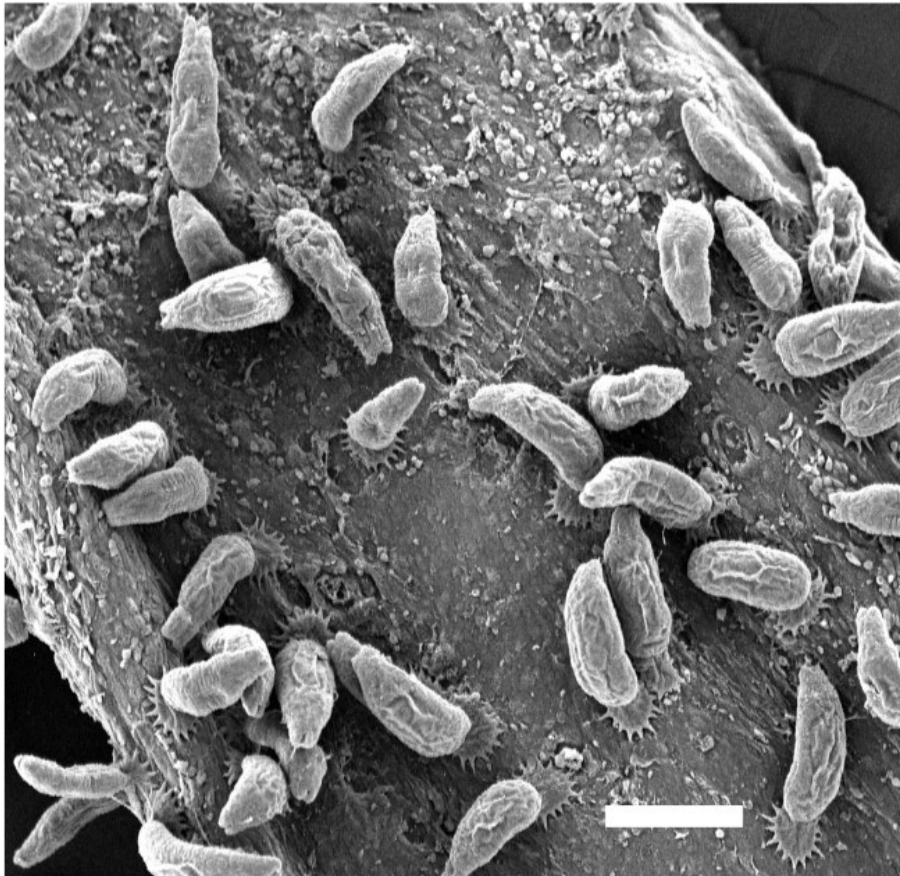
Pentastomida

Nematomorpha

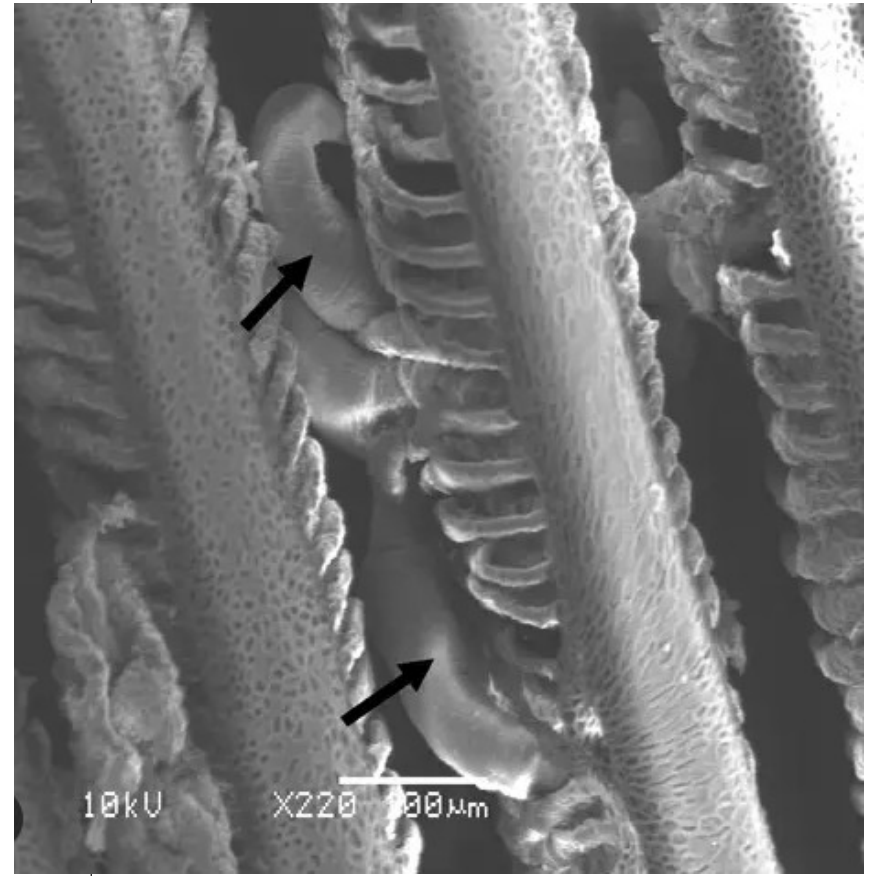
Nematoda

Vertebrata

Monogenea – na povrchu těla ryb



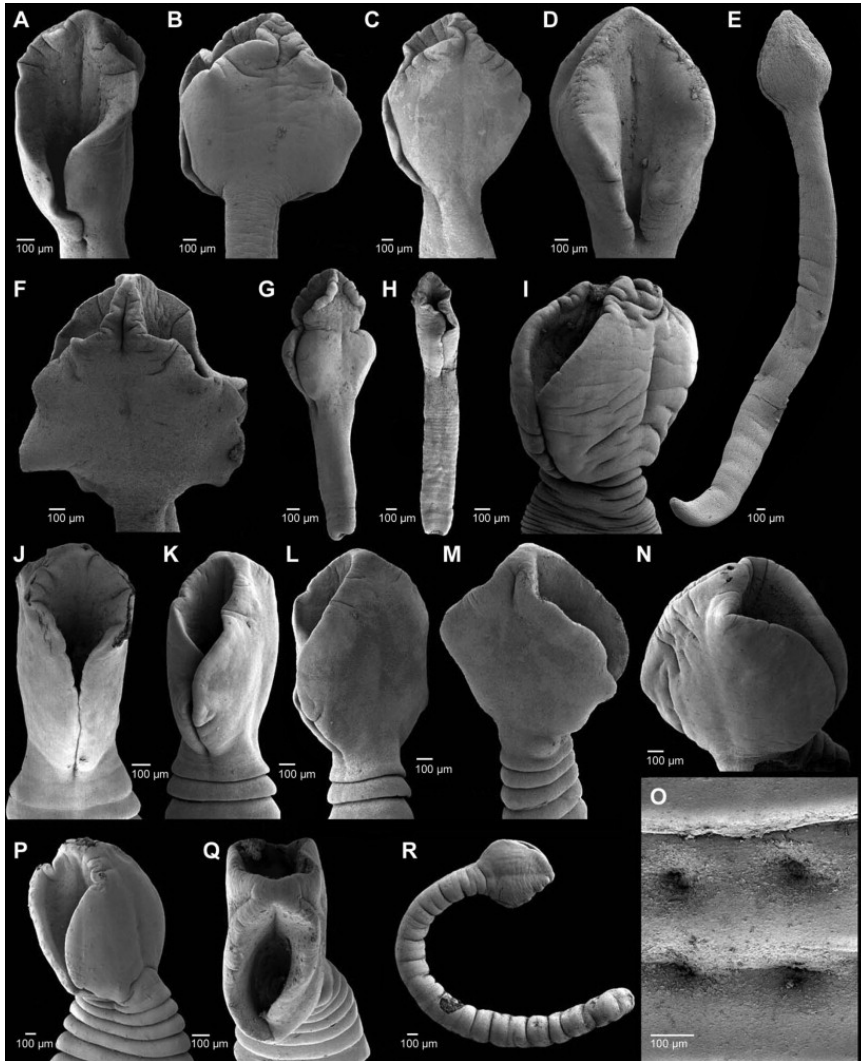
TRENDS in Parasitology



Příklad: Monogenea –rozmanitost

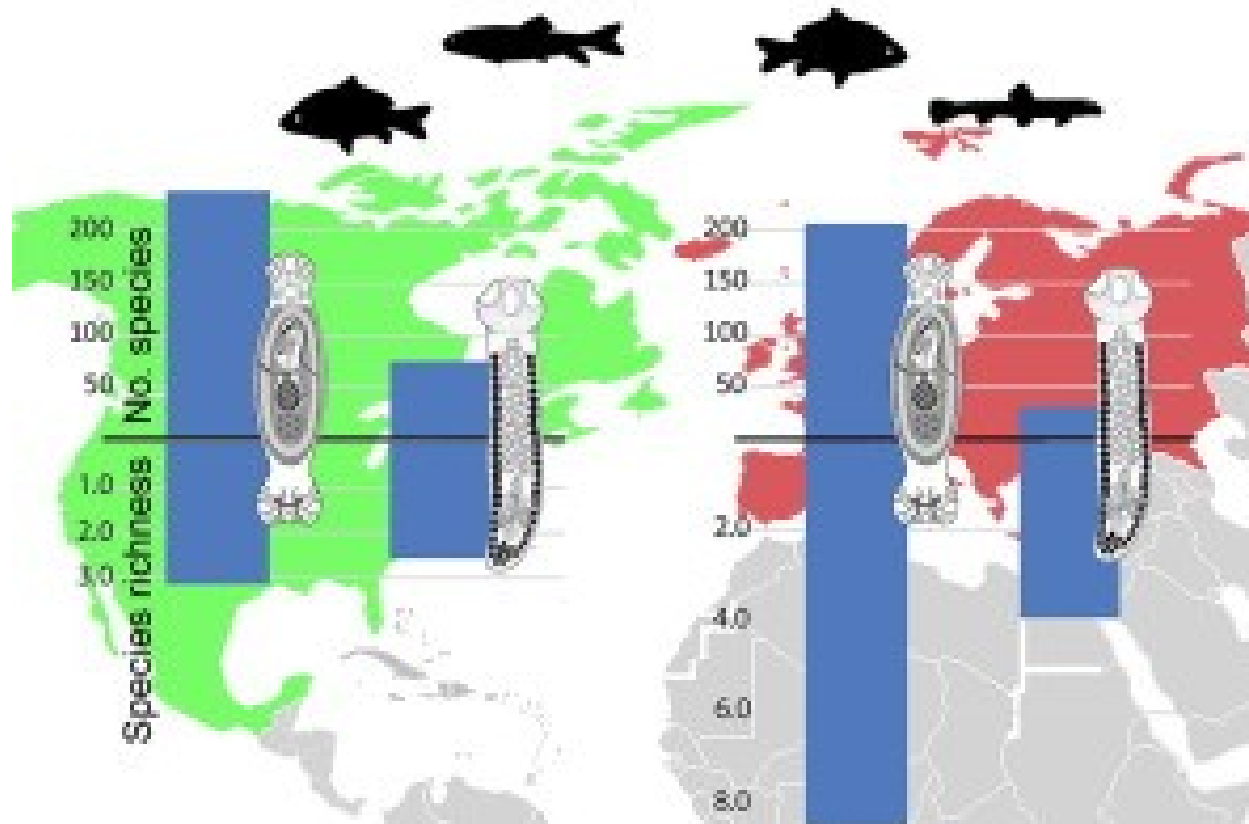
- Platyhelminthes: cca 40 tis. druhů cizopasníků
- Monogenea: cca 4 tis druhů z cca 2 tis druhů kostnatých ryb
- cca 30 až 35 druhů ryb
- Více než 60 tis. Druhů monogeneí

Heterogenita scolexů tasemnic



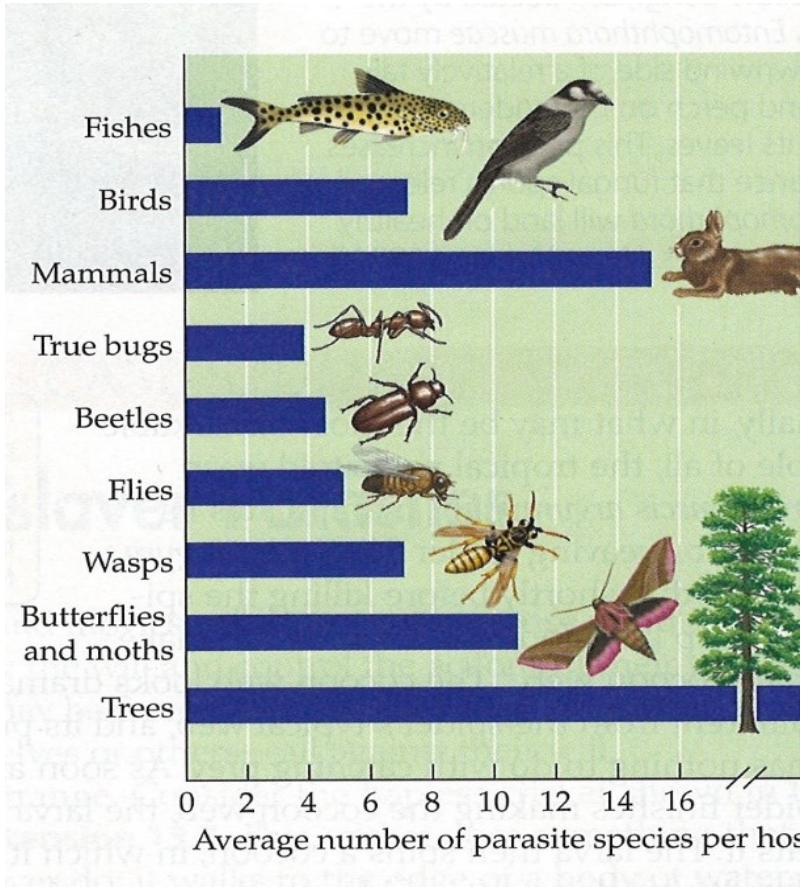
Monogenea *versus* Cestoda

Monogeneans and tapeworms
of
North America ← cypriniform fishes → Europe

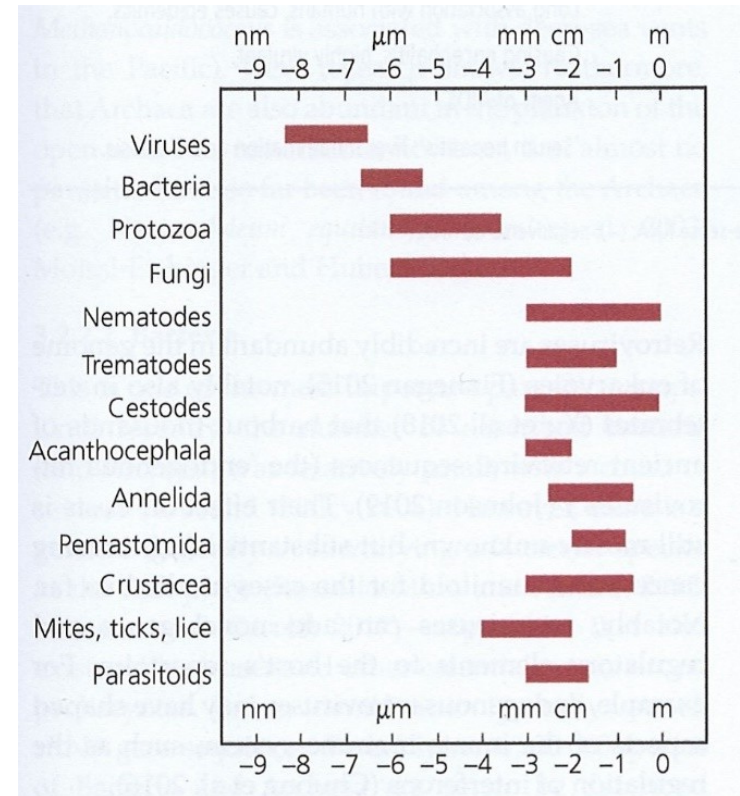


Počet a velikost cizopasníků

Kolik je na Zemi cizopasníků ?



Jaká je jejich velikost ?



Počet popsáných 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

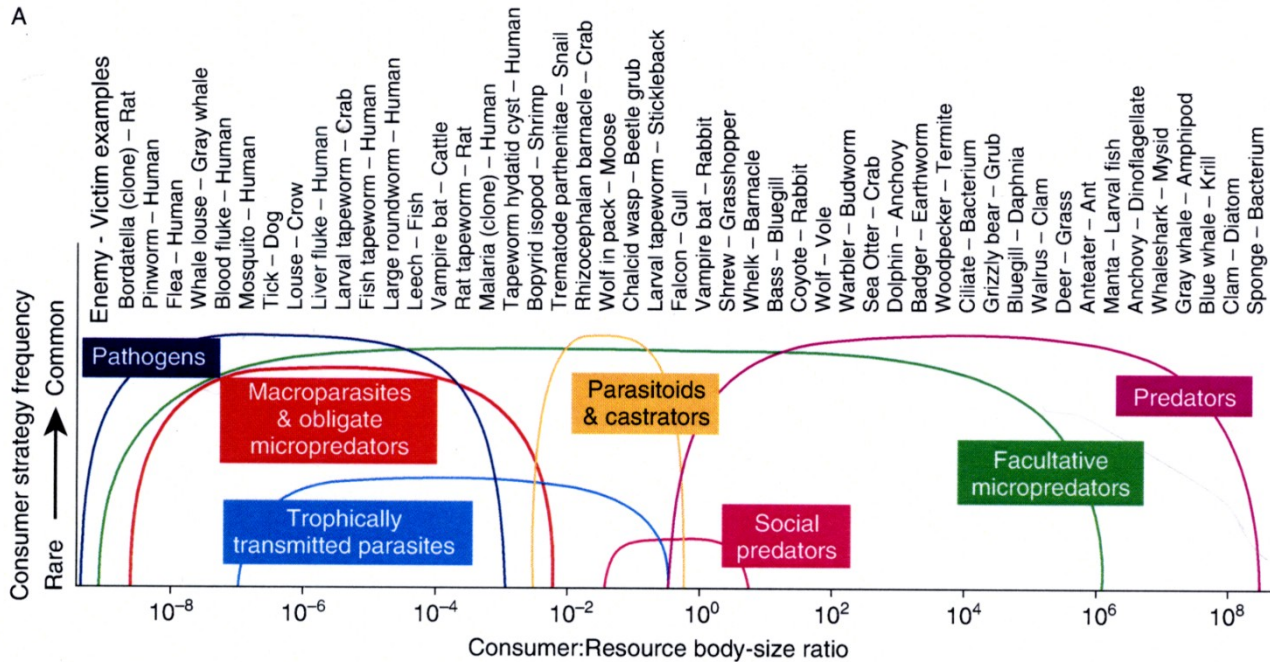
paraziti rostlin R 63 300

parazitoidi živočichů Ž 107 500

parazitoidi rostlin R 159 000

Chordata Ž 100

Frekvence poměru relativní velikosti těla parazita/konzumenta a hostitele



B 33

Paraziti a historie člověka

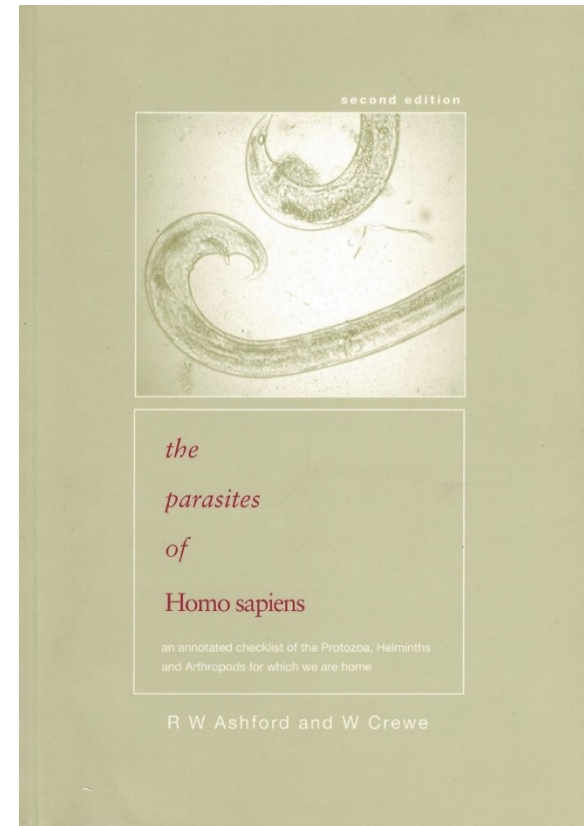
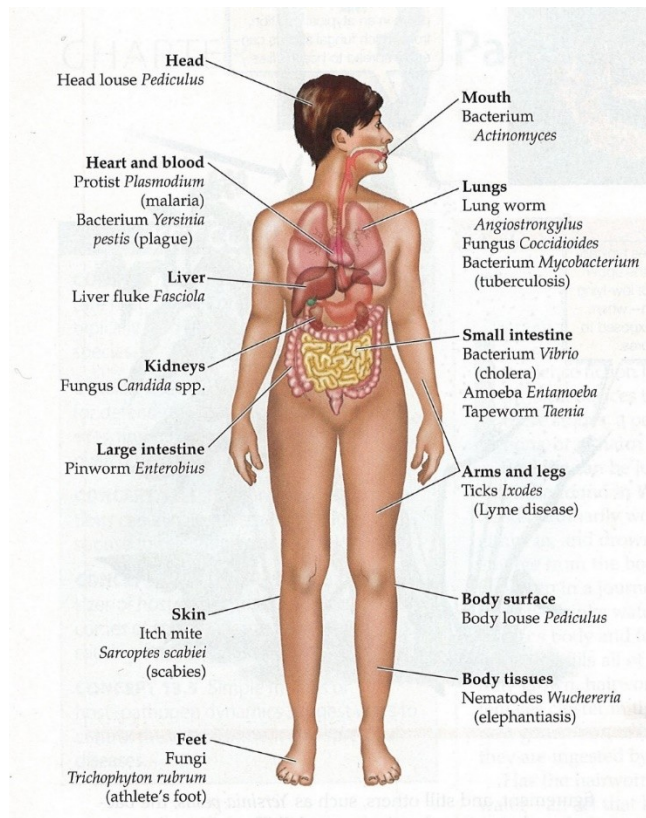


Parazitární nemoci člověka

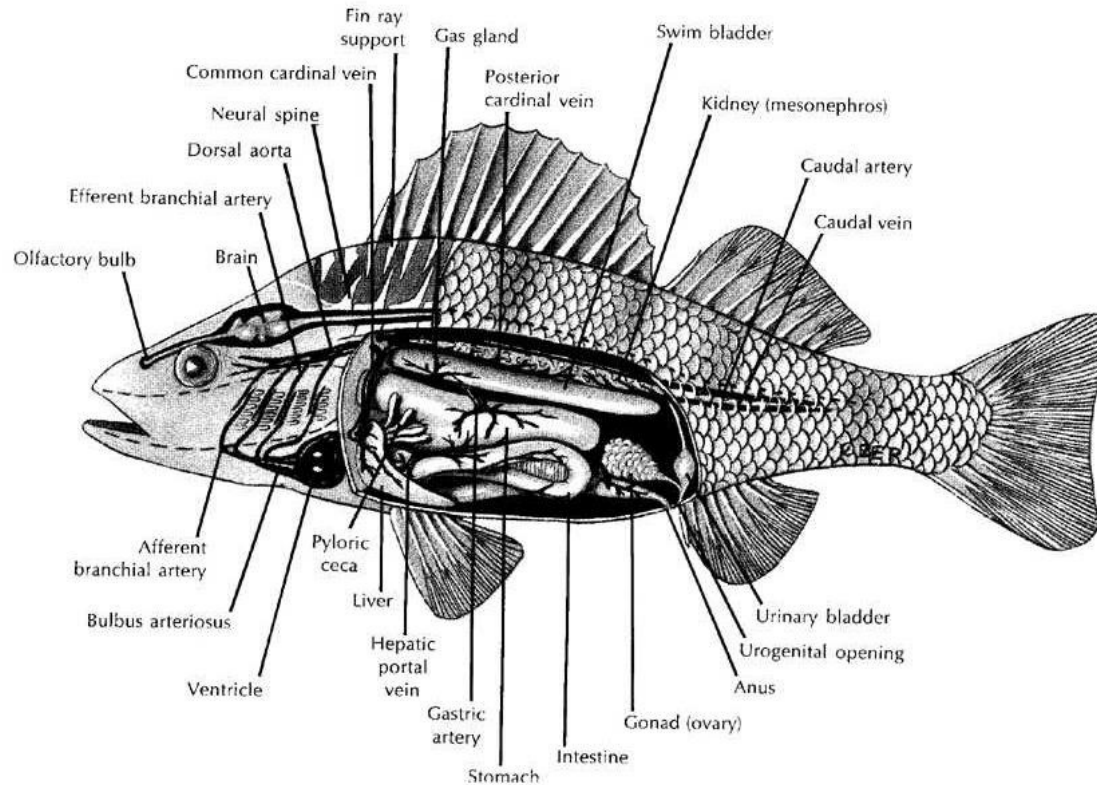
Helmintózy	4,46 miliard
Ascaris lumbricoides	1221 mil
Ancylostoma	740 mil
Trichuris	795 mil
Filariózy	657 mil
Schistosomy	200 mil
Malárie	298-659 mil
Entamoeba histolytica	50 mil

Lidské tělo jako habitat

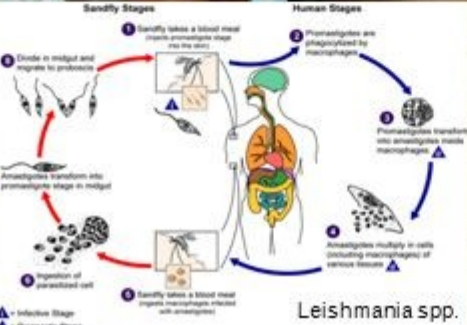
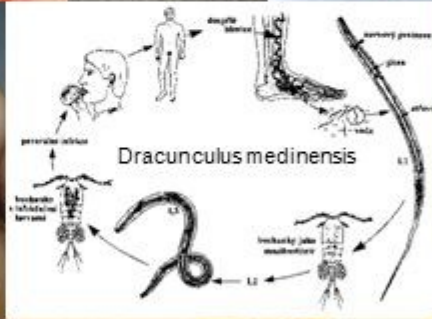
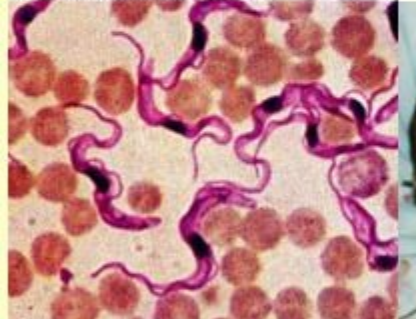
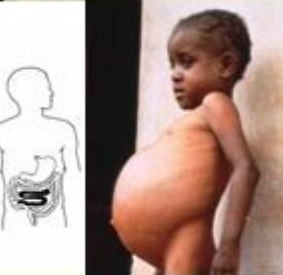
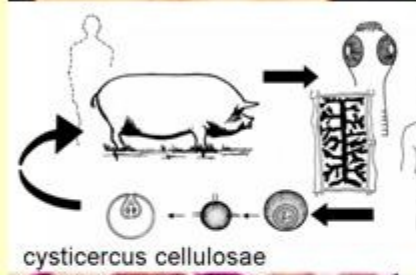
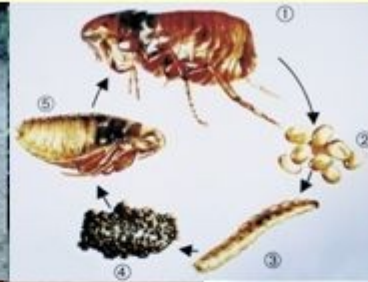
Rozdílné části lidského těla představují vhodné habitaty pro různé druhy cizopasníků



Ryba jako habitat - Ichthyoparazitologie



biologický pohled ← PARAZITISMUS → lékařský pohled



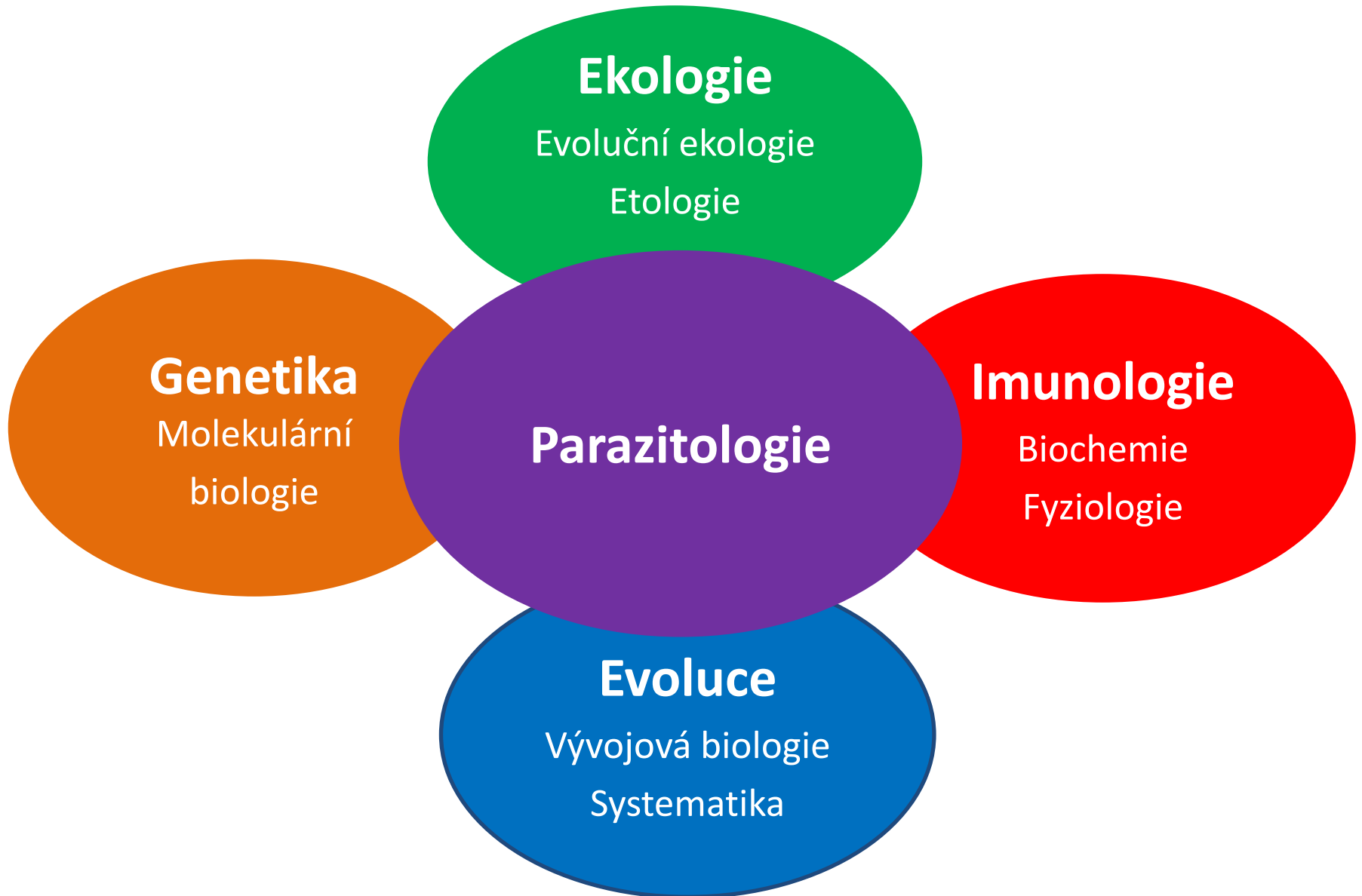
Parazitologie jako věda

- **Parazitologie** je věda, která se zabývá parazity, jejich hostiteli a vztahy mezi nimi. Při svém bádání využívá poznatků zejména cytologie, **morfologie, imunologie, fyziologie, biochemie, farmakologie, molekulární biologie, genetiky, ekologie, evoluce, matematického modelování a statistiky** její vlastní poznatky jsou pak často využívány v **lékařství, veterinárním lékařství, ekologii a evoluční biologii**.
- Rozlišujeme parazitologii v „**užším slova smyslu**“, která se zabývá pouze parazitujícími **prvky, helminty, pavoukovci a hmyzem**, a parazitologii v „**širším slova smyslu**“, která zahrnuje pod pojem parazity i **bakterie a viry** a další parazitující organismy. Rozšířenější je užší pojetí. Vědec zabývající se parazitologií v užším slova smyslu se nazývá parazitolog.

Parazitologie jako věda

- Historie parazitologie:
 - starověk
 - středověk
 - Novověk
- Parazitologie jako věda – 2. polovina 19. století
- Parazitologie je komplexní vědní obor zabývající se studiem různých aspektů vyplývajících ze vztahů mezi parazitem a hostitelem.

Parazitologie jako věda

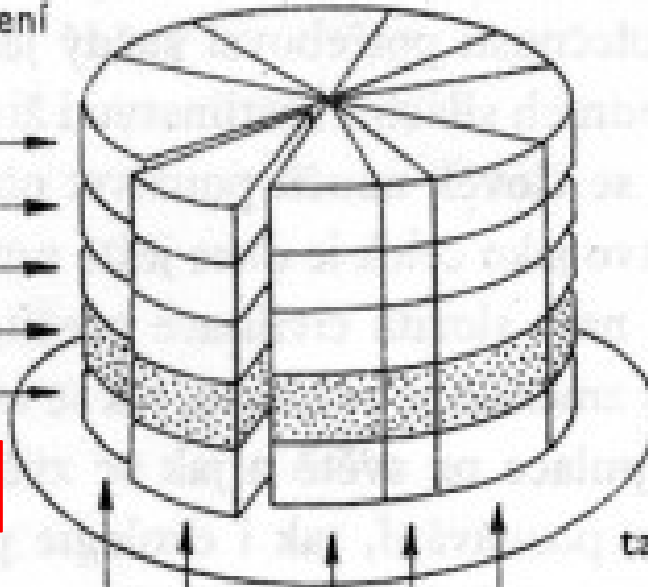


Jak chutná biologický dort ?

„vrstvy“ základního dělení

- molekulární biologie
- vývojová biologie
- genetika
- ekologie
- jiné

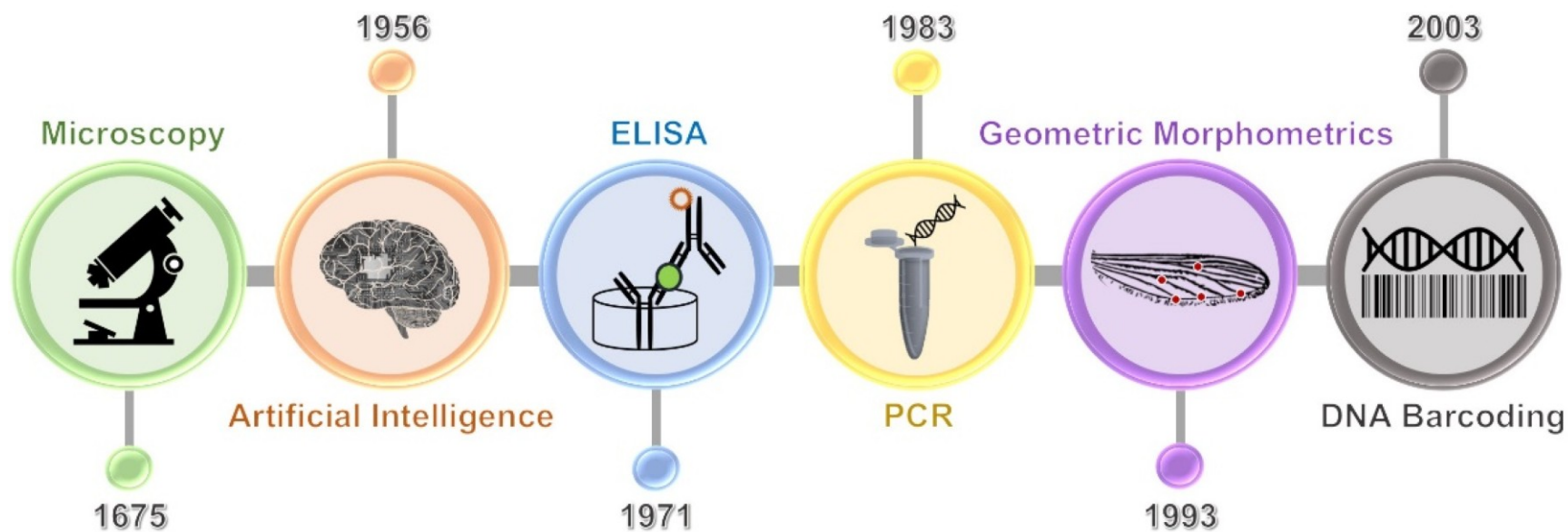
Parazitologie



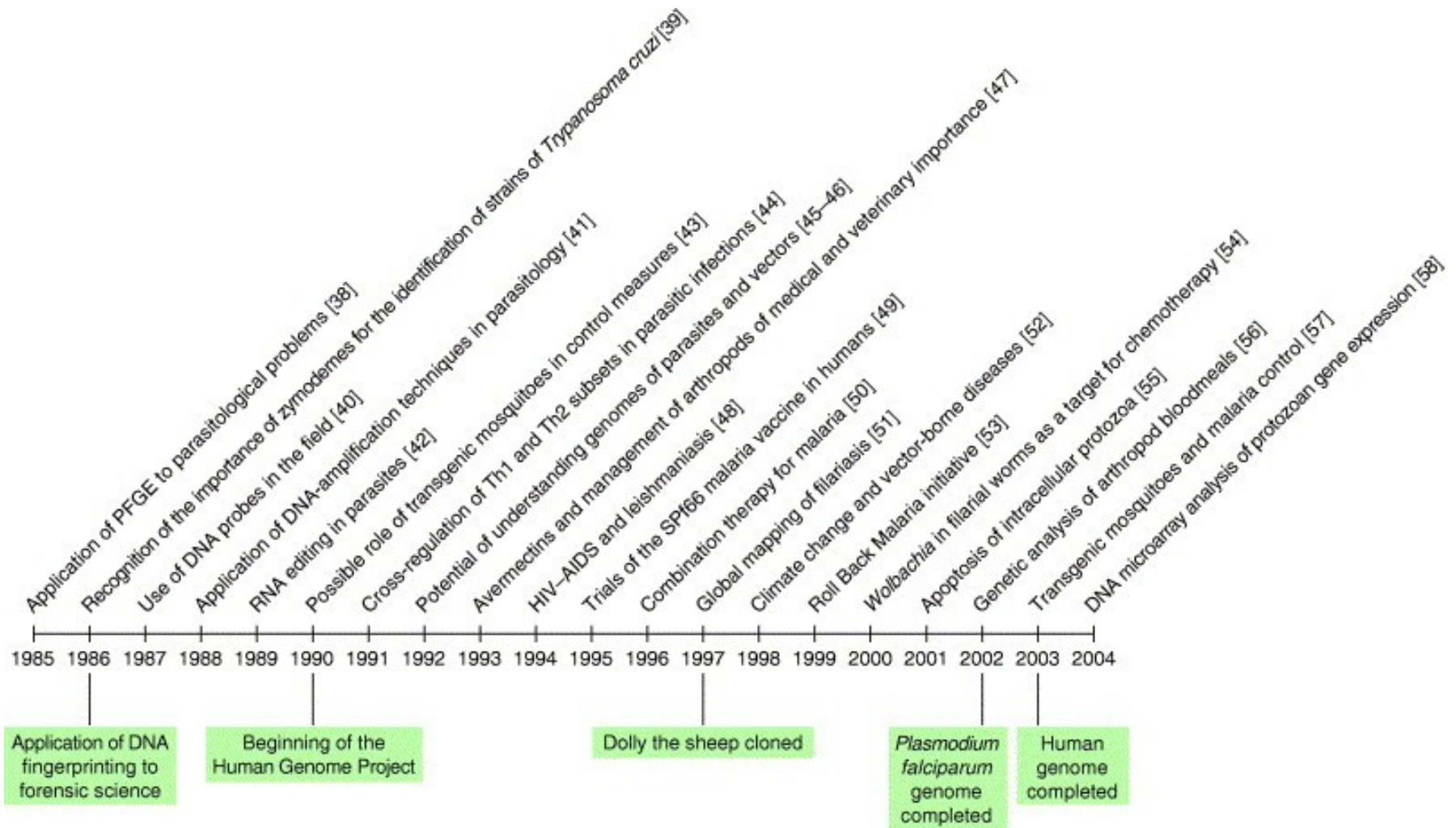
„řezy“
taxonomického dělení

- bakteriologie
- ornitologie
- botanika
- entomologie
- jiné

Rozvoj diagnostických technik



Trendy v moderní parazitologii



Členění parazitologie

Tradiční:

- Protozoologie
- Helmiotologie
- Arachnoentomologie

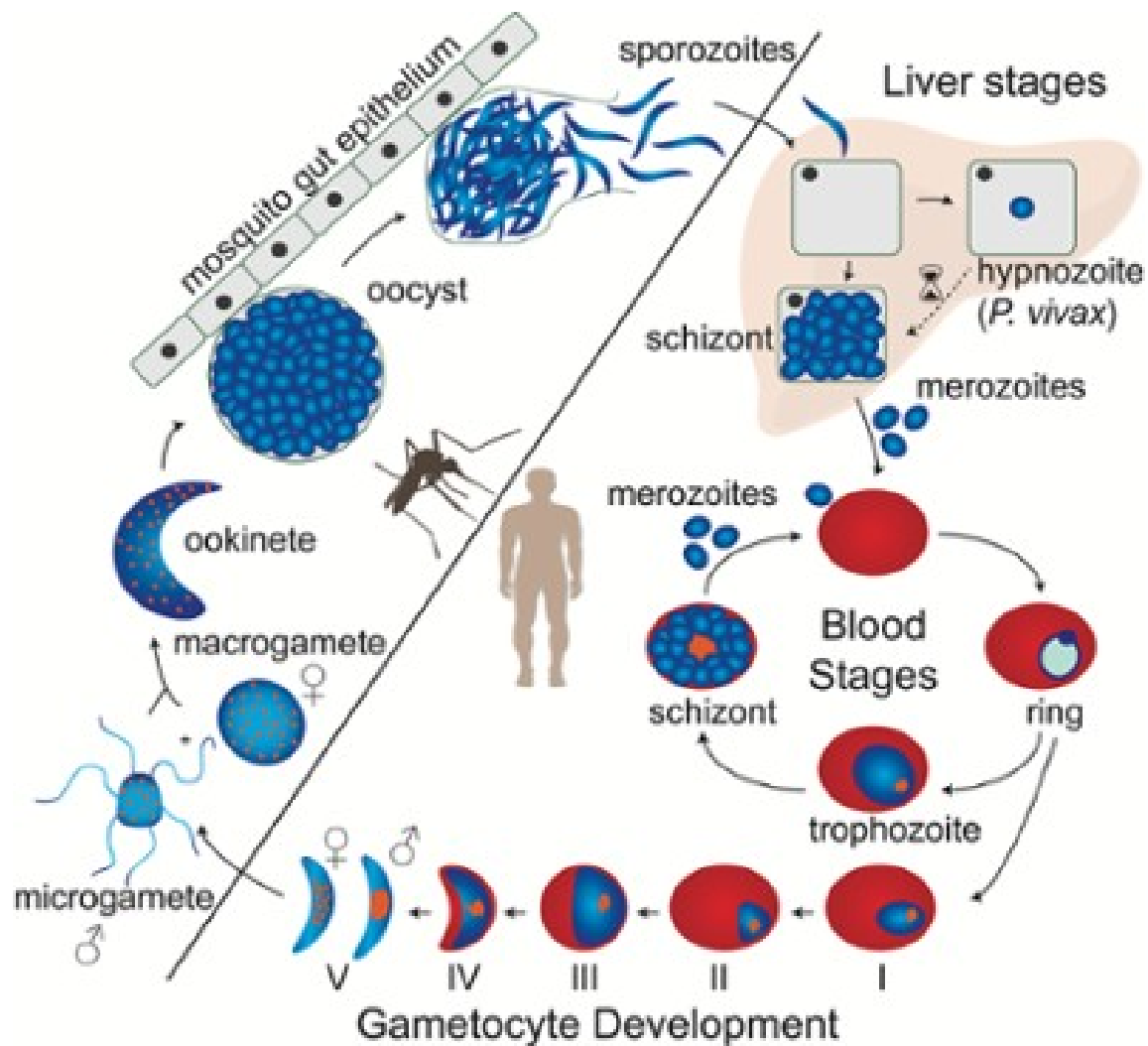
Současné:

- Lékařská parazitologie
- Veterinární parazitologie
- „Natural Science“ parazitologie
(=Ekologická = Environmentální
= Teoretická) parazitologie

Lékařská (humánní) parazitologie

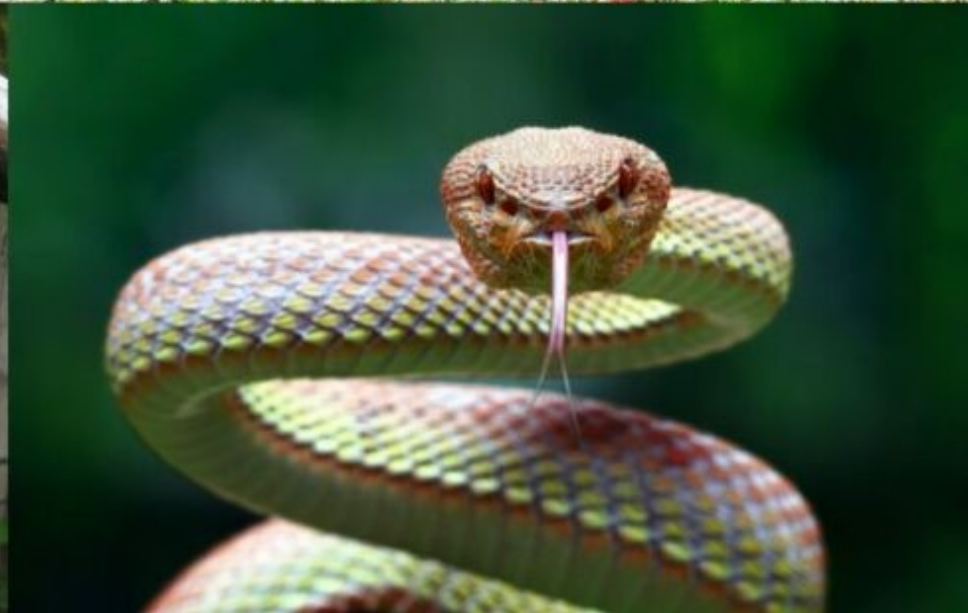
- Nejrozšířenějším oborem parazitologie je **parazitologie lékařská**, která se zabývá studiem parazitů, jejichž hostitelem je člověk.
- Mezi takové organismy patří např.:
- *Plasmodium* spp. - prvok, který způsobuje malárii.
- *Leishmania donovani* - prvok způsobující leishmaniózu.
- Z mmohobuněčných - *Schistosoma* spp., *Wuchereria bancrofti*.
- Lékařská parazitologie má velký vliv na vývoj nových léků a studium epidemiologie zoonóz.

Životní cyklus malárie

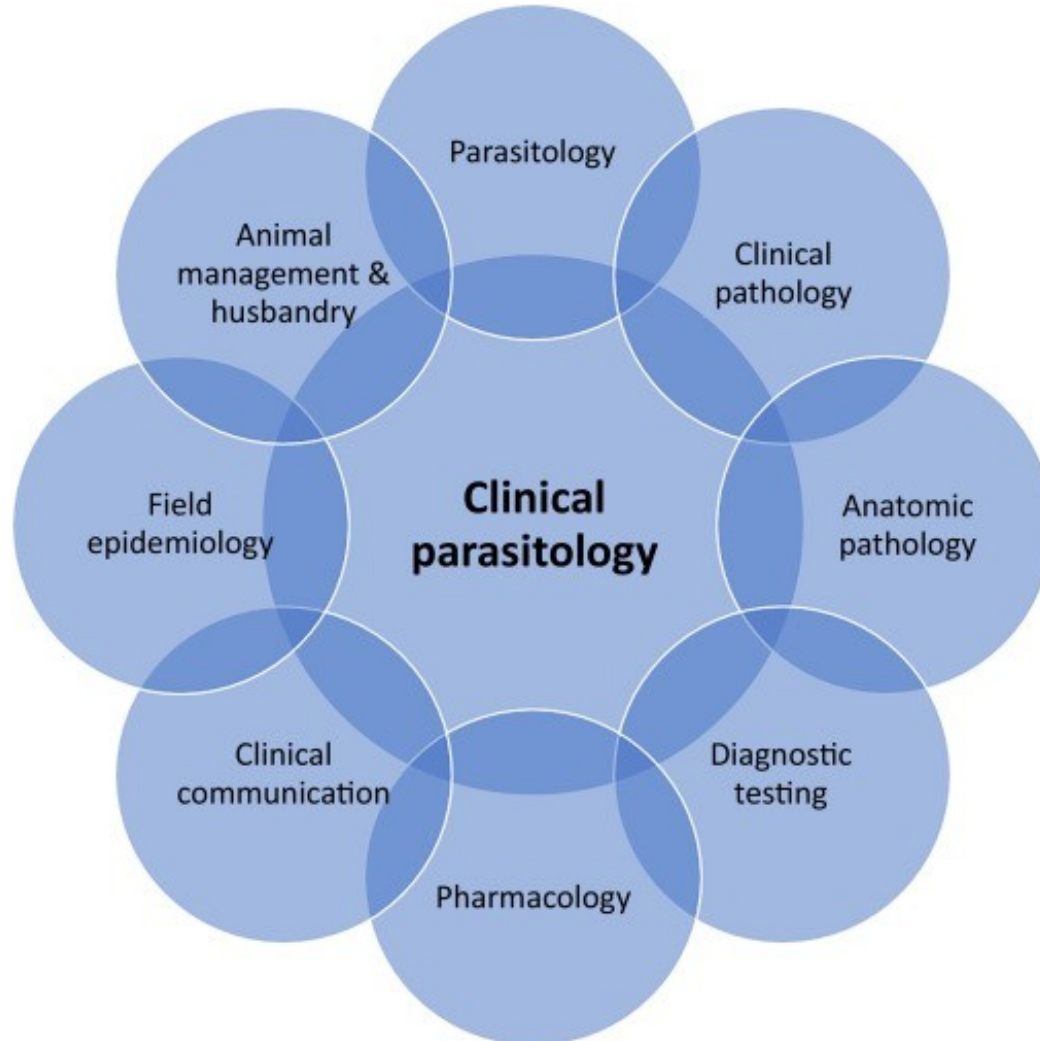


Veterinární parazitologie

- Studuje parazity, kteří ovlivňují zdravotní stav **hospodářských zvířat**, zvířat v zájmových chovech, jakož i volně žijících zvířat. Zabývá se vztahy mezi zvířaty a parazitem, jejich vzájemném ovlivňování. Veterinární parazitologie zkoumá **taxonomické znaky, morfologii, funkce, vývoj a životní podmínky parazitů** v přírodě a v živém hostitelském organismu. Je zaměřena zejména na vznik, průběh a zánik parazitóz u zvířat, jakož i na **diagnostiku, klinické projevy, patologico-morfologické změny v hostiteli, terapii a prevenci**. Hlavním cílem je ochrana zdraví zvířat.
- **Veterinární parazitologie** se dělí dle systematické příslušnosti parazitů do třech základních oblastí:
 - **veterinární protozoologie** - studuje veterinárně významné parazitární prvky - Protozoa (např. kokcidie, trypanosomy, plasmodia);
 - **veterinární helmintologie** - studuje veterinárně významné helminty (červy) (motolice, tasemnice, hlístice);
 - **veterinární arachnoentomologie** - studuje veterinárně významné pavoukovce (např. klíšřata) a hmyz (např. komáři, střečci, blechy).



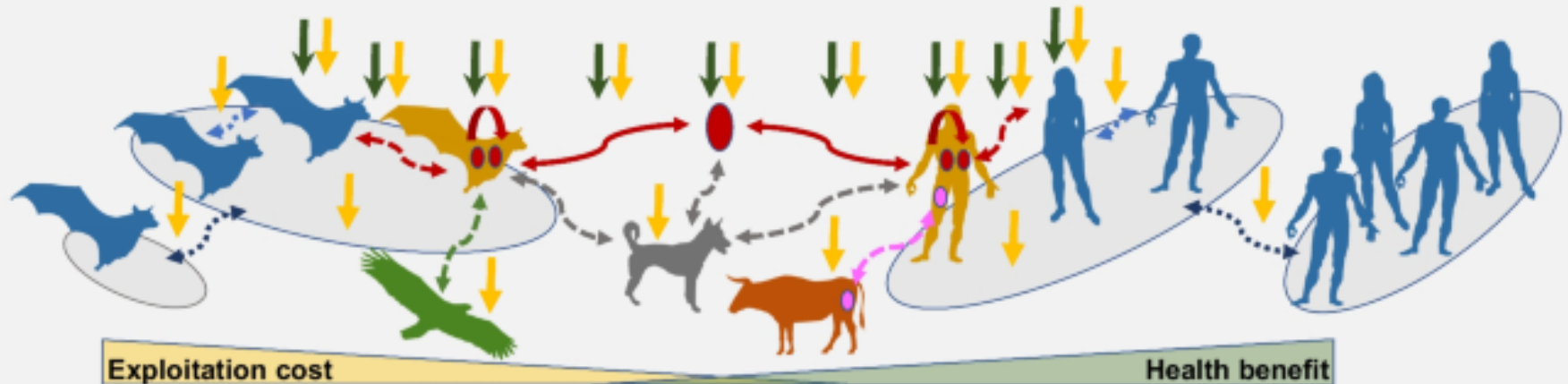
Klinická parazitologie



Ekologická (Natural Science) parazitologie

Ekologie parazitů (neboli ekologická parazitologie) je studium intra- a interspecific interakcí a environmentálních vlivů, které určují chování, abundanci, prostorovou distribuci a diverzitu parazitů (tzv. parazit-centrická perspektiva), stejně jako působení parazitů na chování, abundanci, výskyt, rezistenci a fitness jejich hostitelů (tzv. hostitel-centrická perspektiva).

Ekologická-environmentální parazitologie



Host

- Health/ resilience
- Behaviour
- Population dynamics/ density
- Metapopulation dynamics
- Geographical distribution

Parasite

- Off-host development/ survival
- Off-host behaviour
- Geographical distribution

Host-Parasite Interactions

- Exposure/ Infection
- Within-host dynamics
- Epidemiological dynamics
- Eco-epidemiological dynamics

Global change (abiotic)

- Climate
- Habitat
- Landscape
- Urbanisation
- Pollution

Parasite control

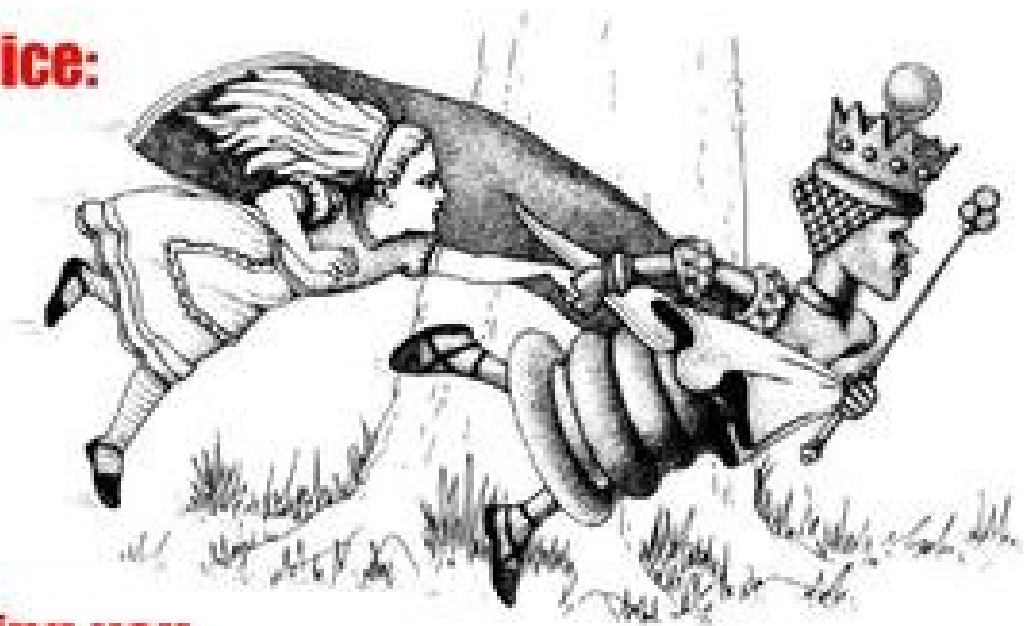
- Host isolation/ removal
- Vaccination
- Mass drug administration
- Biocontrol agents
- Modified organism intervention

Invasive/multiple species

- Reservoir/ novel host
- Coinfection
- Predator/prey food web dynamics

Evolution of Parasites and Diseases

- **The Red Queen to Alice:**

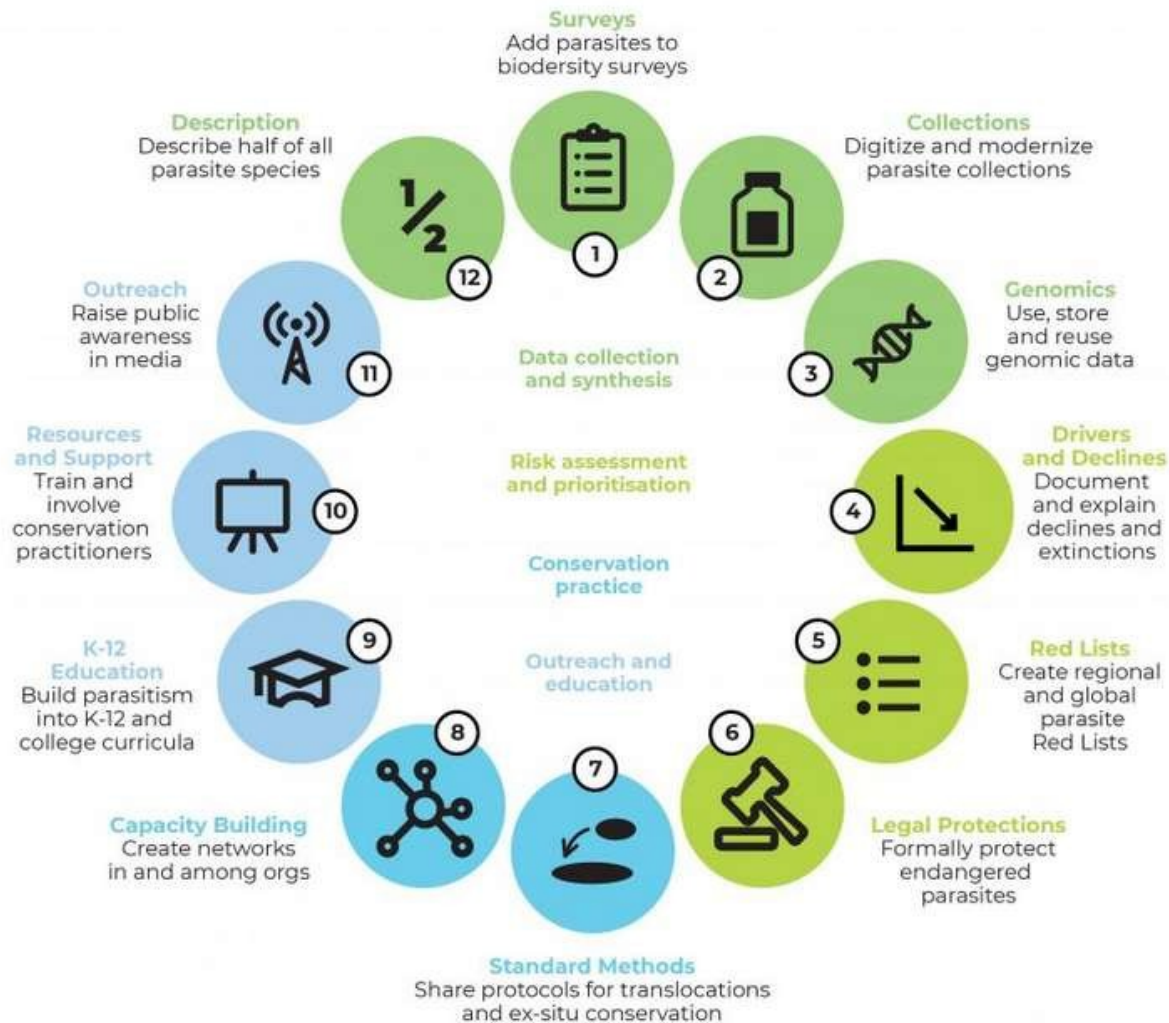


- **It takes all the running you can do to stay in the same place**

Paraziti bohužel nemají dobré „PR“

- Na rozdíl od mnoha savců, ryb a ptáků, kteří poutají naši pozornost a díky tomu jsou na jejich ochranu vynakládány značné částky peněz, **paraziti jsou považováni na něco co má být eradikováno** a ne chráněno.
- Nutno podotknout, **že pouze 4% známých parazitů může napadat člověka** a jejich **drtivá většina hraje kriticky významnou roli v příslušných ekosystémech** při regulaci populací divoce žijících zvířat (podobně jako to činí predátoři).
- Doposud bylo **identifikováno pouze 10% druhů cizopasníků** a jejich studium zatím stojí zcela mimo aktivity environmentálních výzkumníků a ochránců přírody.
- Paraziti **představují nepředstavitelně rozmanitou skupinu organismů**, ale my jako **lidská společnost to zatím nepovažujeme za důležité**.
- V současnosti tak **přicházíme spoustu druhů, aniž bychom poznali a pochopili jaké funkce tito paraziti sehrávají ve vzájemných vztazích mezi organismy příslušných ekosystémů**.
- **V USA proto vznikla skupina vědců kteří se to snaží změnit !**
(University of Washington)

Hlavních 12 parazitologických cílů pro výzkum v příští dekádě – (University of Washington)



Hlavních 12 parazitologických cílů (K 12) pro výzkum v příští dekádě – (University of Washington)

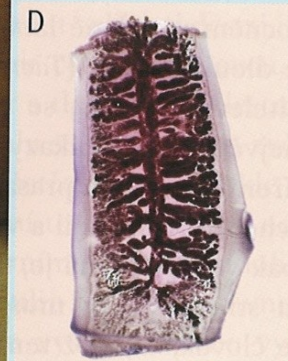
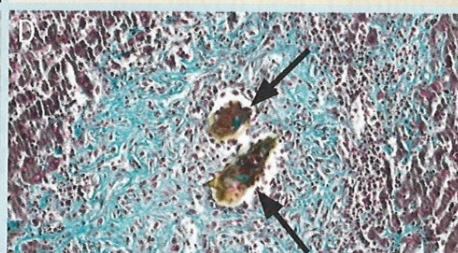
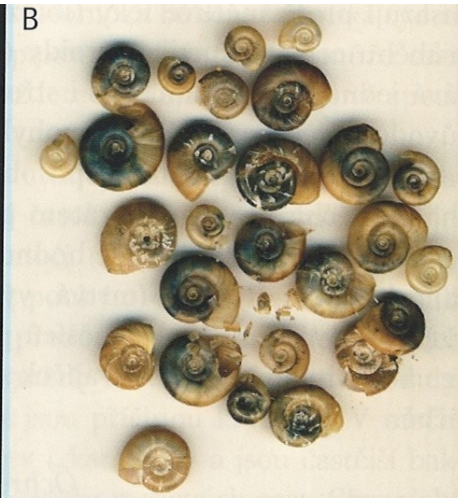
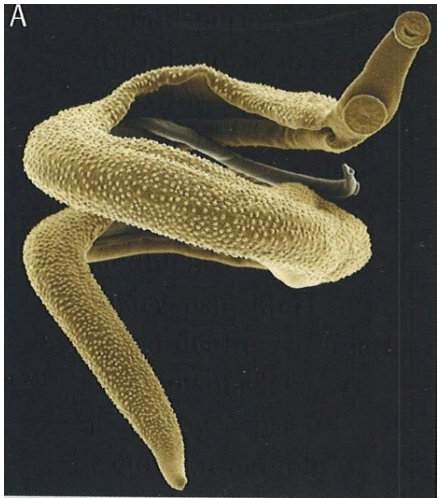
1. Doplnit databáze biodiverzity o cizopasníky
2. Digitalizovat a modernizovat sbírky cizopasníků
3. Využívat a uchovávat genomická data
4. Sledovat a objasňovat údaje o poklesu a extinkcích
5. Vytvořit regionální a globální RED LIST parazitů
6. Legální ochrana ohrožených druhů cizopasníků
7. Sdílet protokoly, databáze a informace o sbírkách
8. Vytvořit informační síť uvnitř a mezi institucemi
9. Podpora vzdělávání a rozvoj studijních curikul o parazitech ve smyslu K-12
10. Trénovat a podporovat příslušné specialisty
11. Popularizovat studium parazitů v médiích
12. Popsat polovinu existujících druhů cizopasníků

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

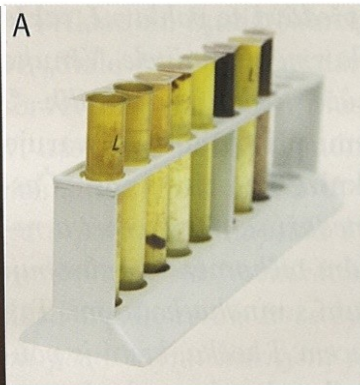
Kdo to je parazitolog ?

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

Co je hlavní úkol parazitologů ?

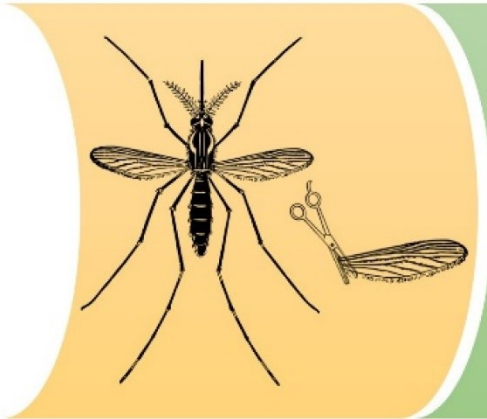


Profesionální diagnostika původců onemocnění



Sběr, fixace, preparace a studium parazitologického materiálu

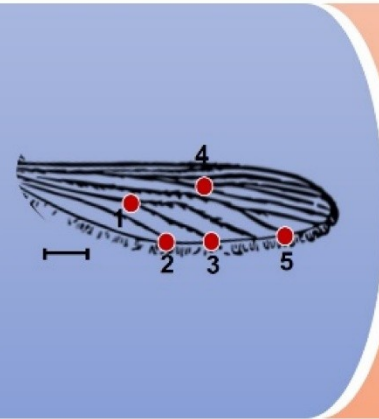
SAMPLE PREPARATION



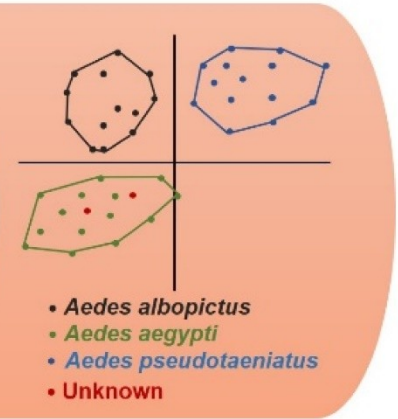
IMAGING



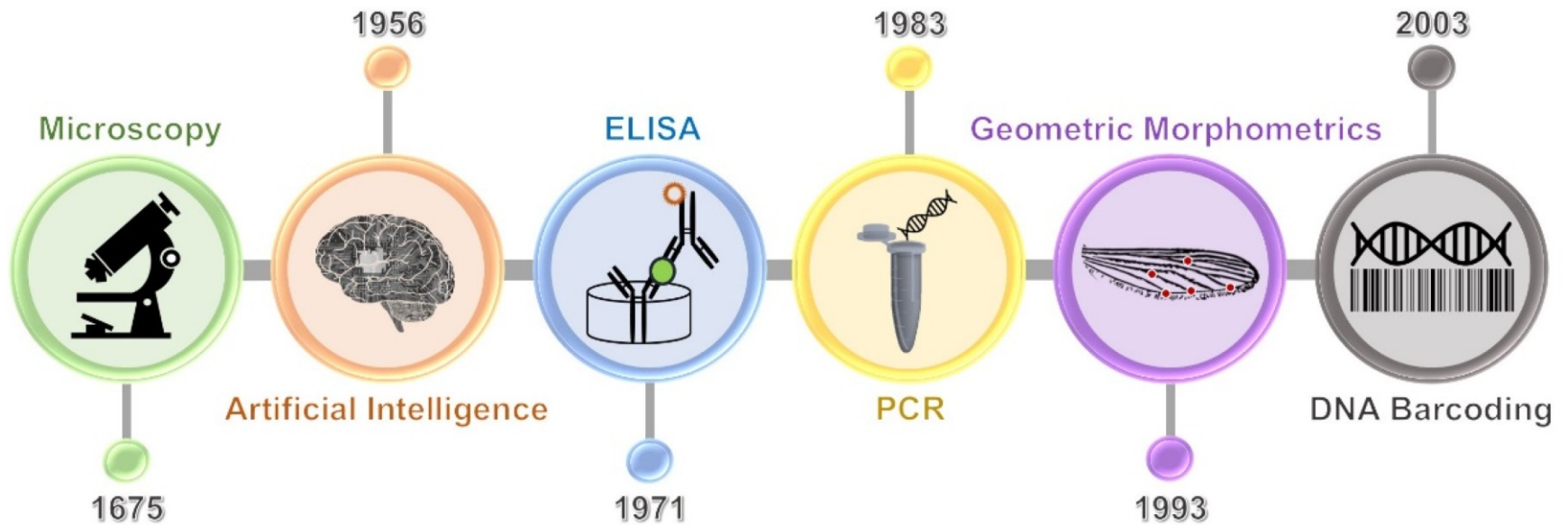
DIGITIZATION



PROCESSING



Milníky laboratorní diagnostiky



Typy diagnostických metod v parazitologii

Diagnostic Methods

```
graph TD; A[Diagnostic Methods] --> B[Parasitological Methods]; A --> C[Serological Methods]; A --> D[Molecular Methods];
```

Parasitological Methods

- Cytology or Histology
- Immunohistochemistry
- Culture

Serological Methods

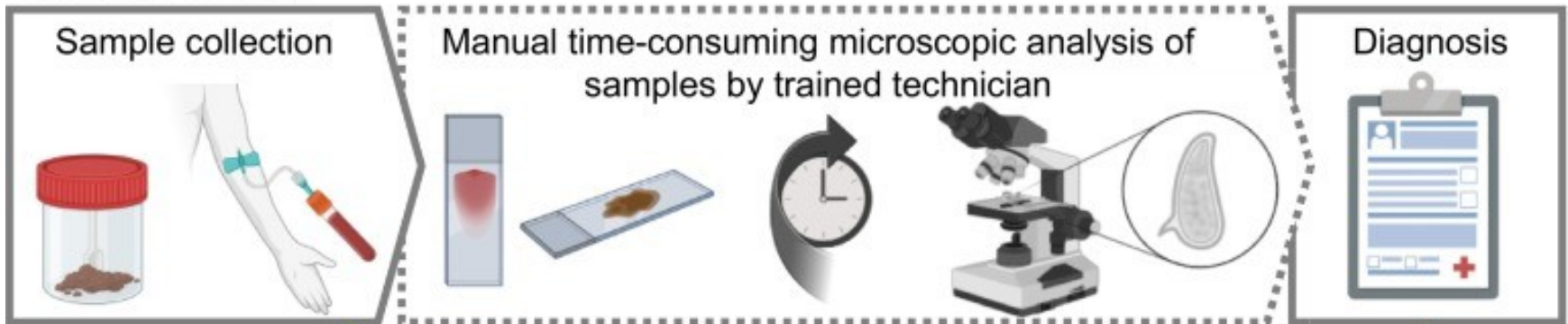
- Quantitative: IFAT or ELISA
- Qualitative: Rapid tests

Molecular Methods

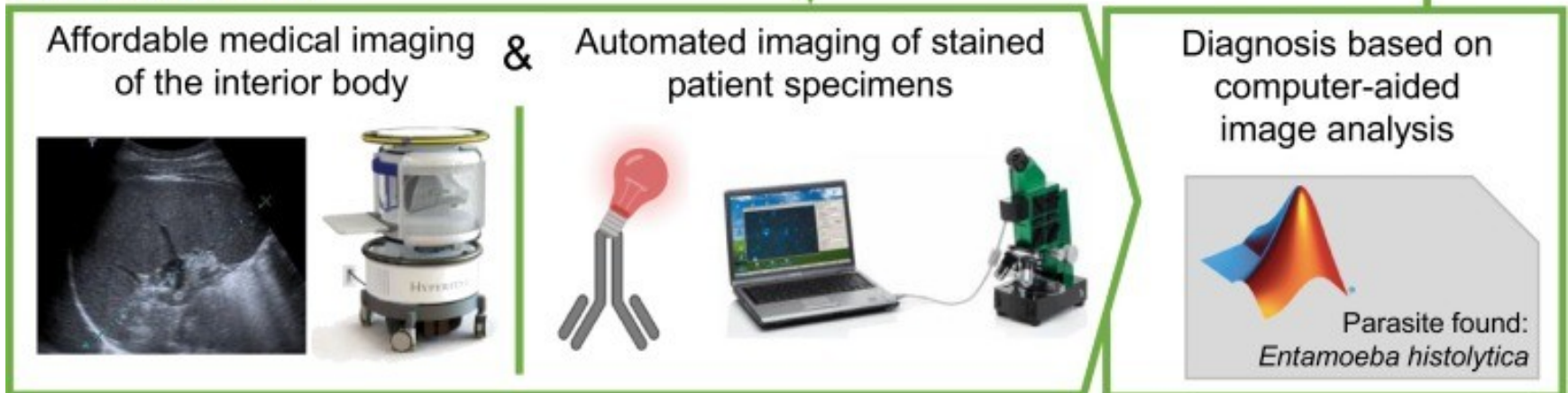
- Conventional PCR
- Nested PCR
- Real time PCR

Současný a budoucí postup diagnostiky na bázi analýzy obrazu

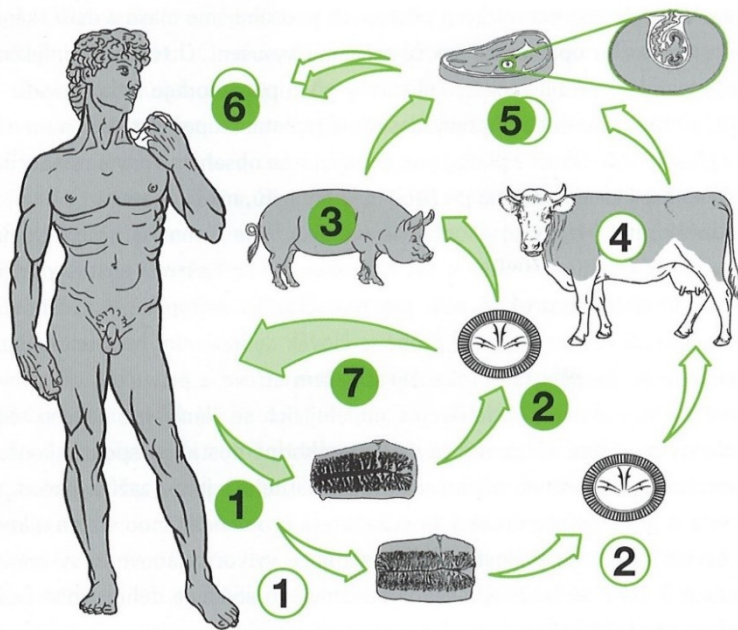
Current workflow



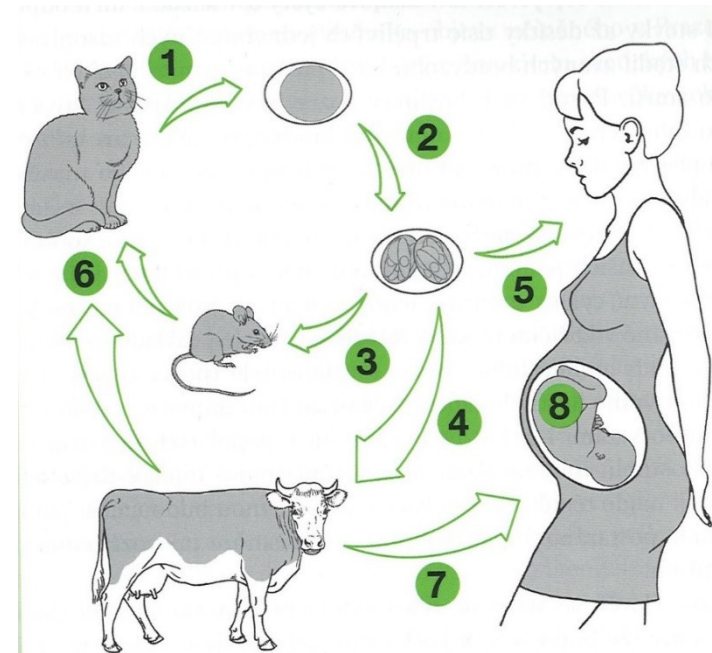
Future workflow?



Studium životních cyklů – klíčová znalost

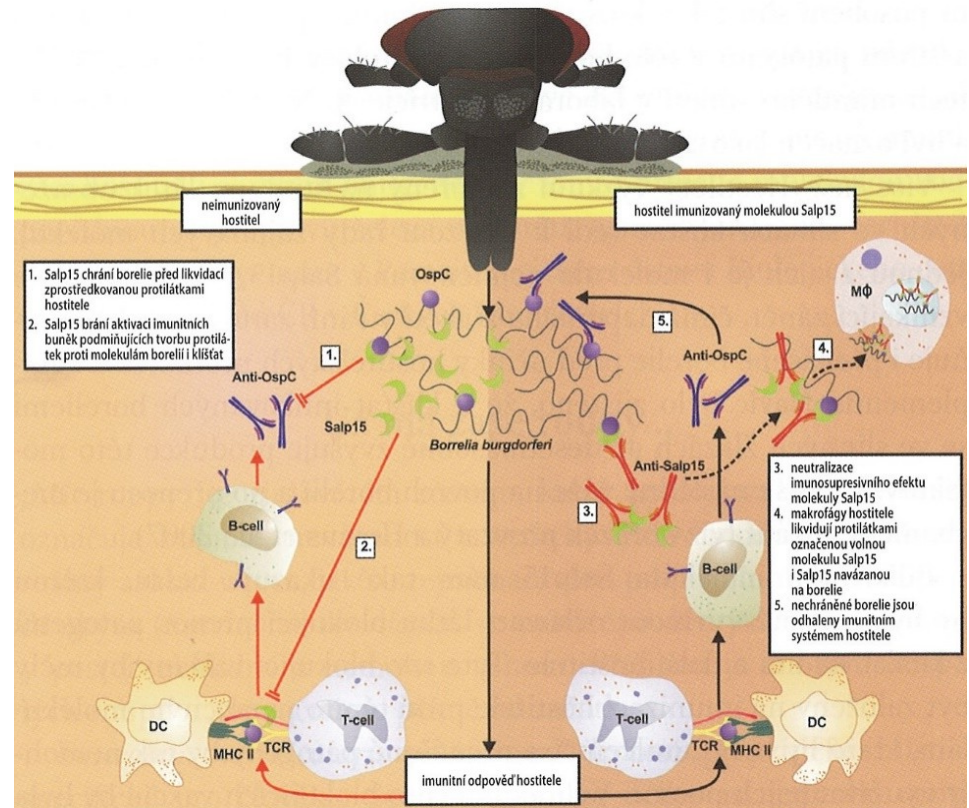
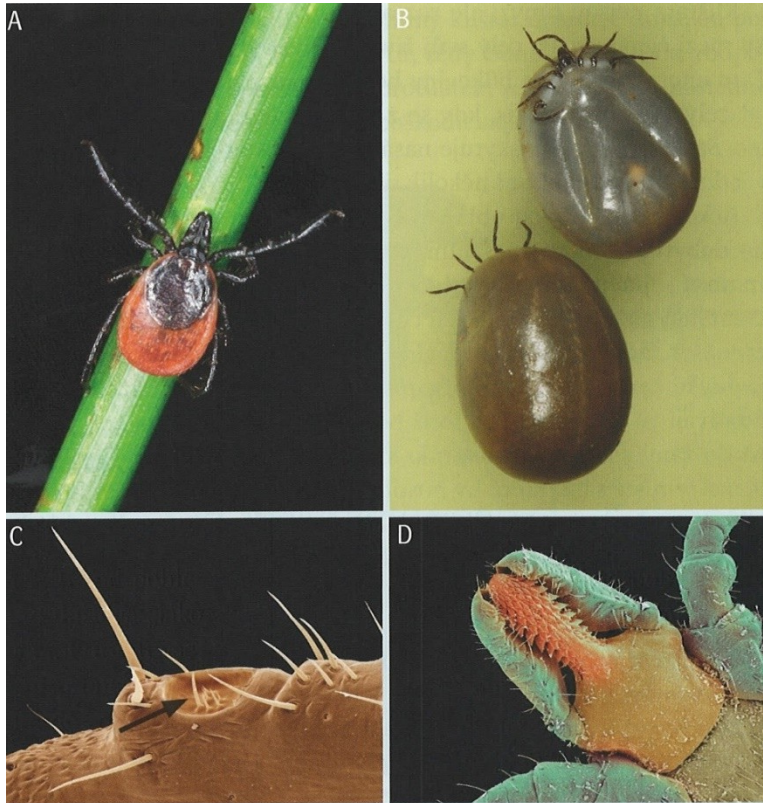


Životní cyklus lidských tasemnic
rodu *Taenia*

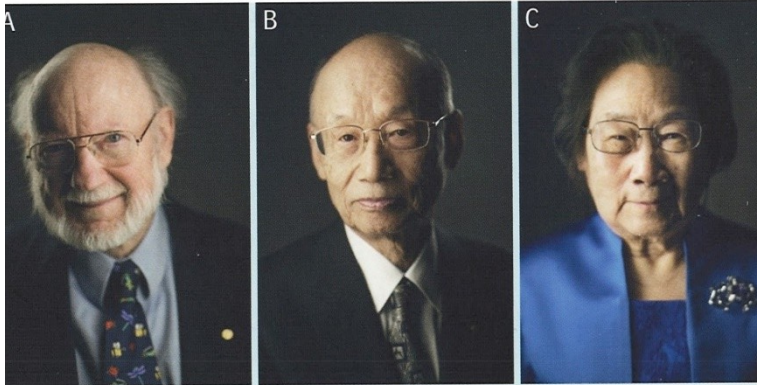


Životní cyklus prvoka
Toxoplasma gondii

Aplikace ve zdravotnictví – např. příprava vakcín

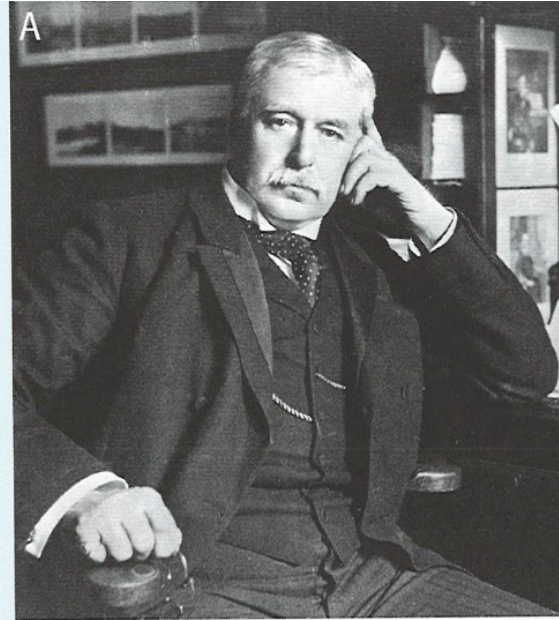


Parazitologické nobelovky



Parazitologické „Nobelovky“

Nobelova cena! Nejvyšší meta, jaké může vědec dosáhnout. Parazitologové získávají toto ocenění nejčastěji v kategorii fyziologie a lékařství. Pro parazitology byl velmi významný rok 2015, kdy byla Nobelova cena udělena **Williamu C. Campbellovi (A)** a **Satoši Omurovi (B)** za lék proti parazitickým hlísticím a **Tchu Jou-jou (C)** za příspěvek k léčbě malárie. Ale nebylo to zdaleka poprvé, kdy parazitologové takto „zabodovali“. Nobelovy ceny se předávají od roku 1901 a hned



Patrick Manson

Sir Patrick Manson (A), objevitel přenosu malárie přes komáry rodu *Anopheles* zobrazené zde na poštovních známkách **(B)**, byl skotský lékař, který se narodil 3. října 1844 nedaleko Aberdeenu a zemřel 9. dubna 1922 v Londýně ve věku 77 let. (Zdroj: A, Wikipedia; B, archiv Jana Votýpky)

Co je to parazitismus ?

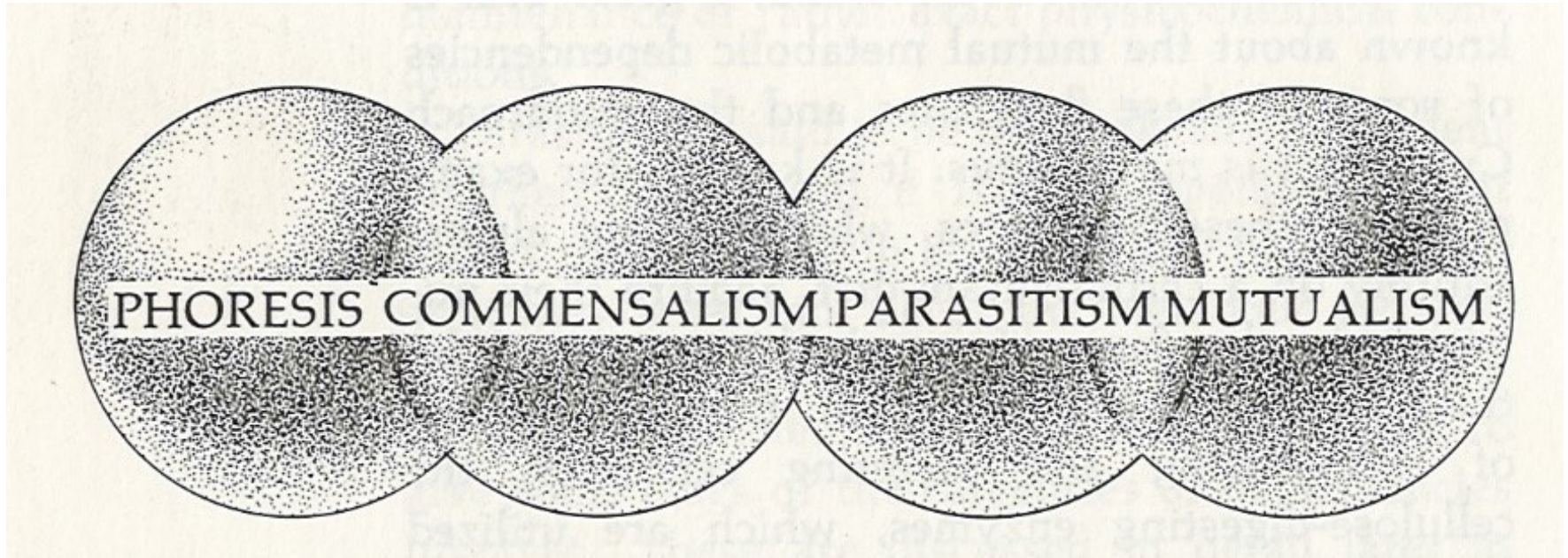
Parazitismus = vzájemný vztah, při kterém jeden druh získává výhodu, zatímco druhý je tímto vztahem poškozován.

Je parazitismus symbiósa ?

Typy mezidruhových vztahů

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)

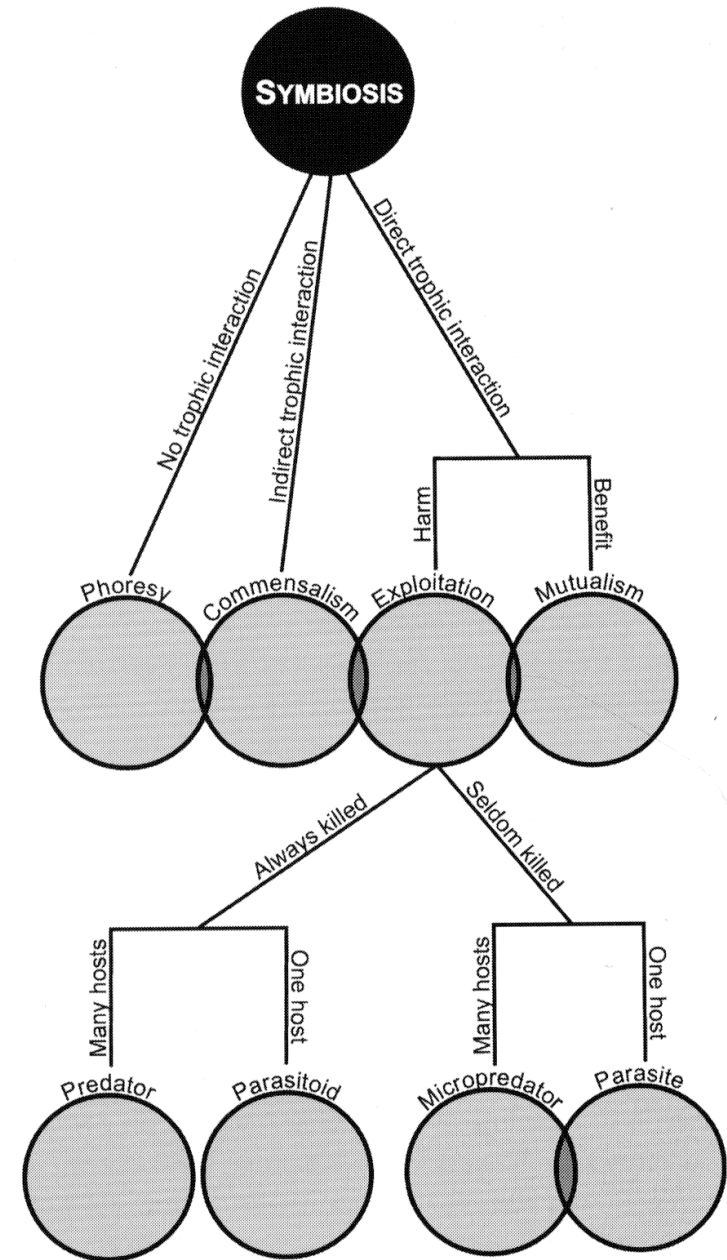
Jaké jsou typy symbiosy !



Je parazitismus typem symbiosy ?

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



Co je to symbiósa ?

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

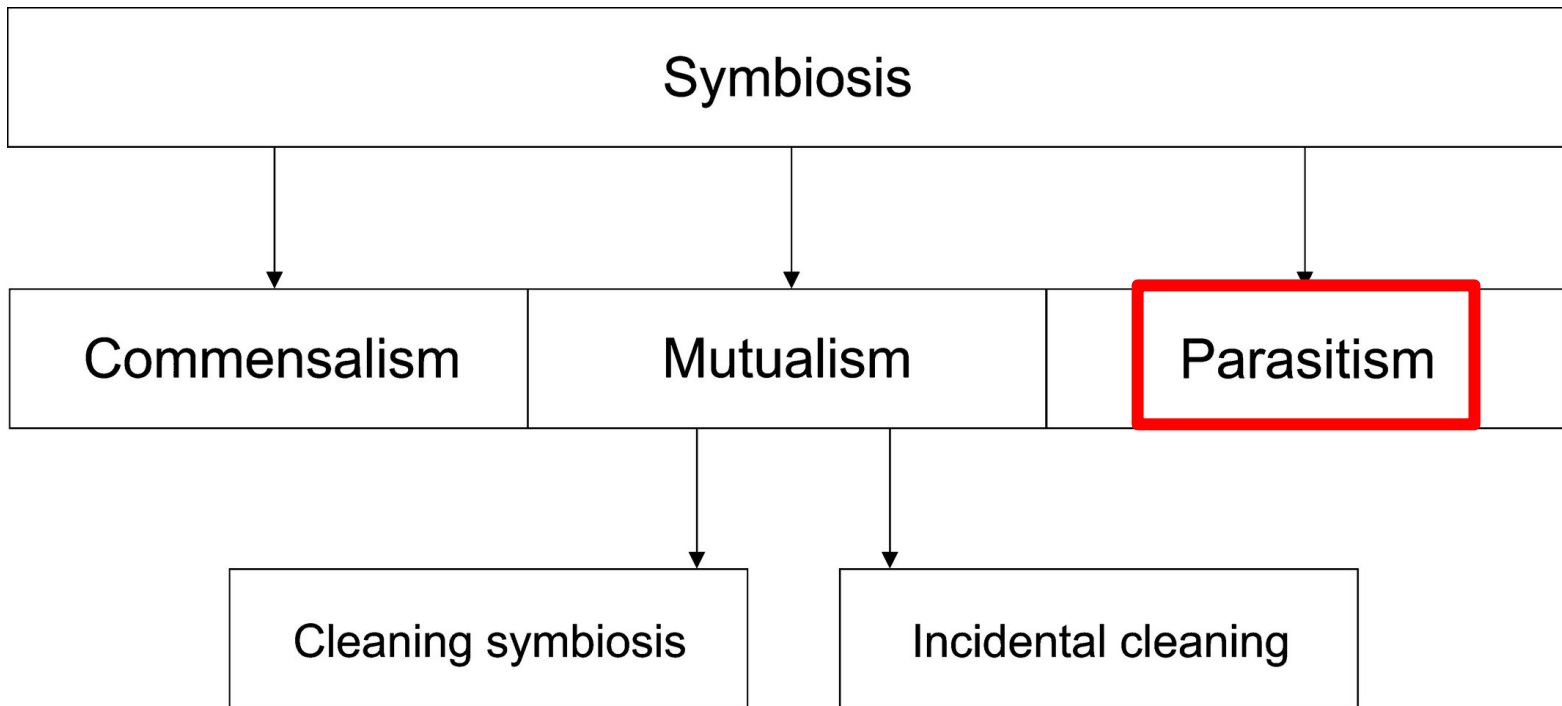
Vztahy mezidruhové – působení druhů dvou nebo více populací

- Ke kladným interakcím patří:
 - - protokooperace, tj. vztah je pro všechny zúčastněné prospěšný – např. smíšené lesy s větší ekologickou stabilitou.
 - - komenzalismus, 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).

Symbiosa v přírodě



Typy symbiosy



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

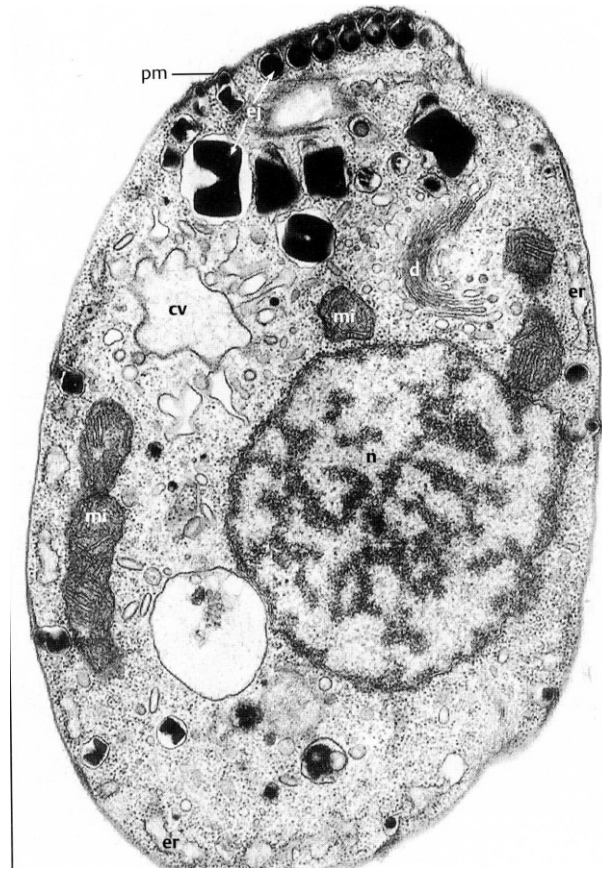
Přírodní katastrofy

Nedostatek účinných léčiv/rezistence cizopasníků

Růst rezistence vektorů/mezihostitelů

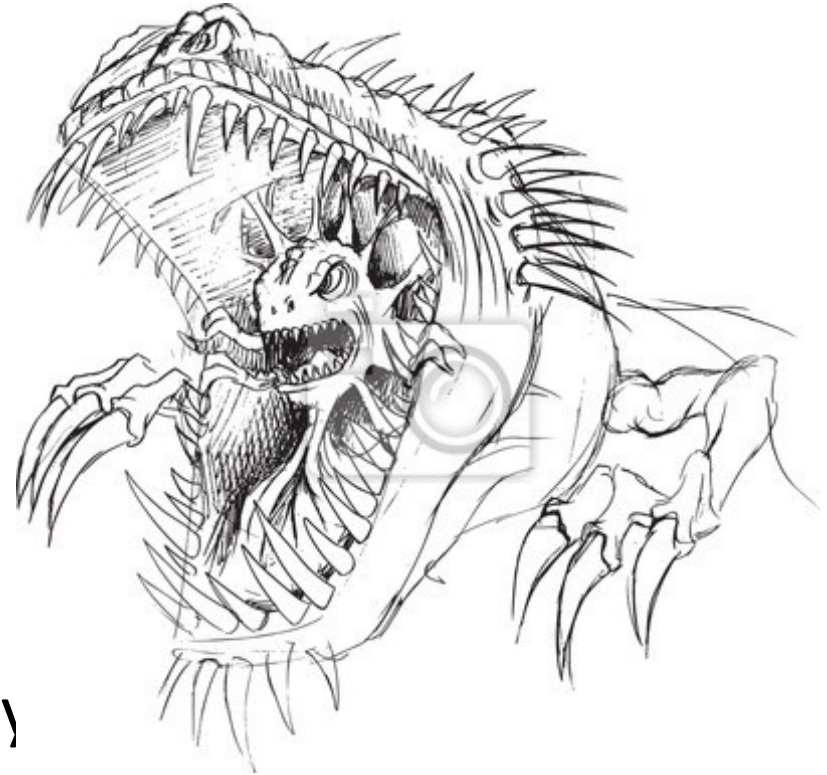
Adaptace k parazitismu

- Morfologické/Strukturální
- Biologické
- Fyziologické
- Biochemické
- Ekologické
- Behaviorální
- Molekulární



Typy parazitismu

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



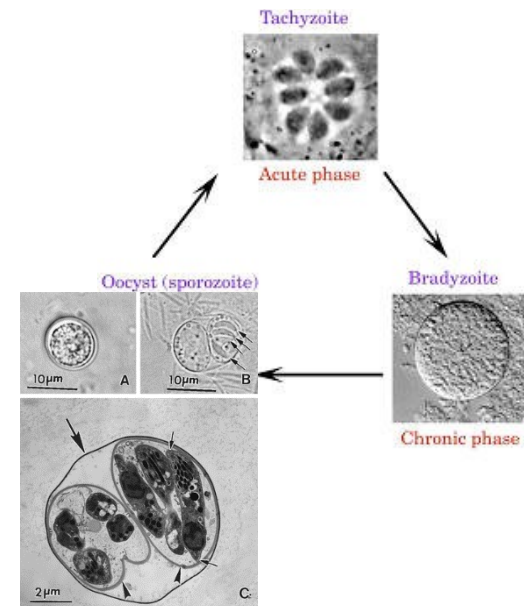
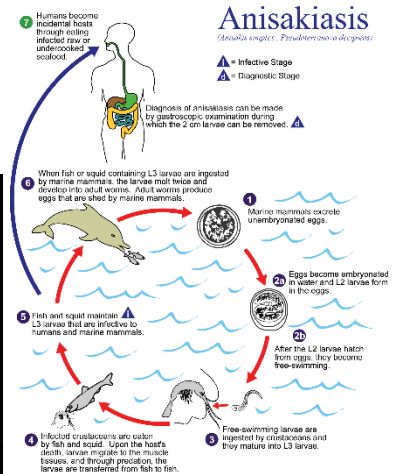
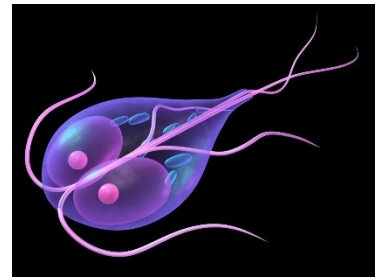
Parazit - typický

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

▶ Hostitel přežívá

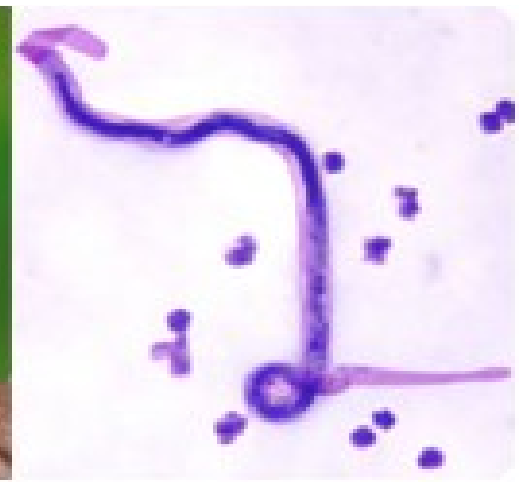
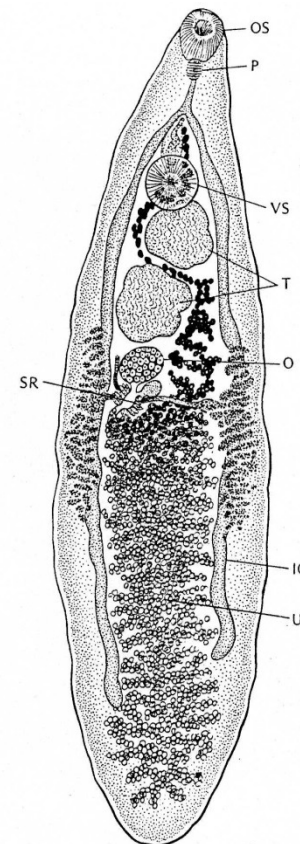
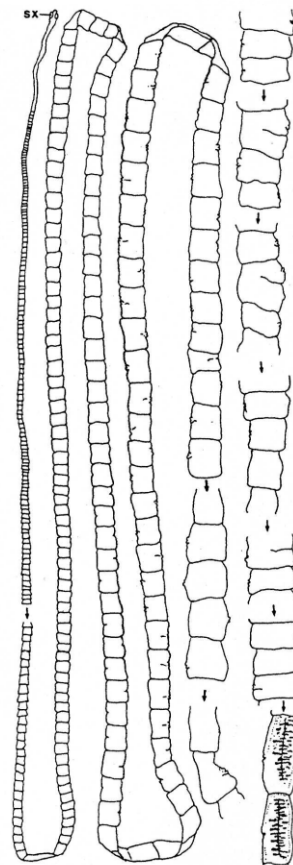
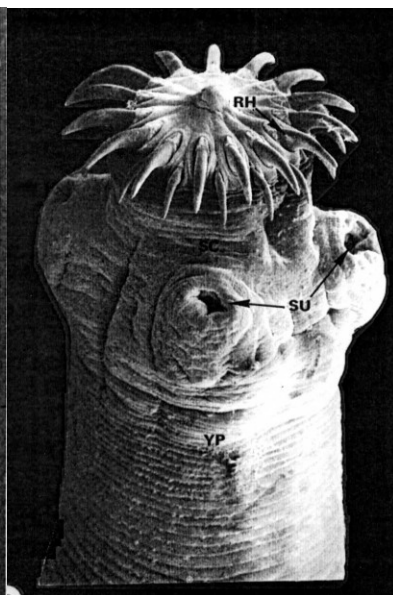
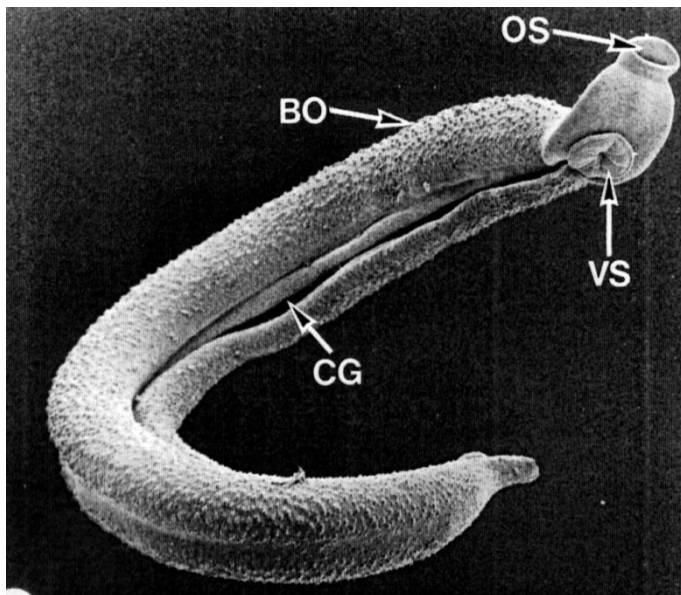
▶ Andreson & May (1979) :
typický parazit – závisí na intenzitě
infekce (**makroparazit**)
patogen – nezávislý na intenzitě infekce
(**mikroparazit**)

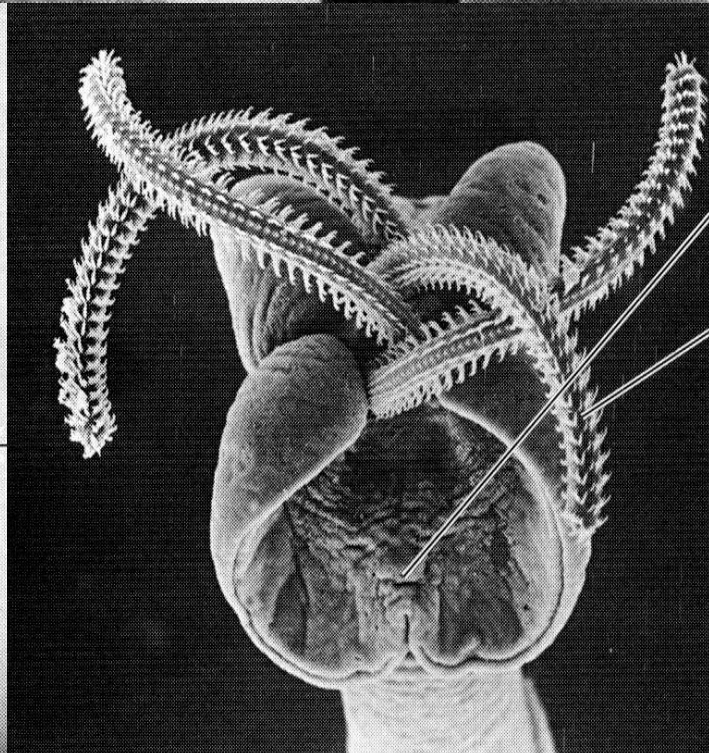
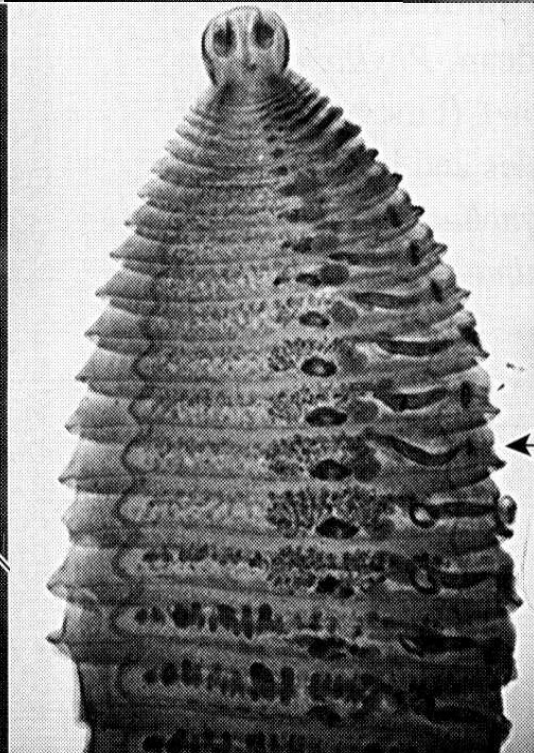
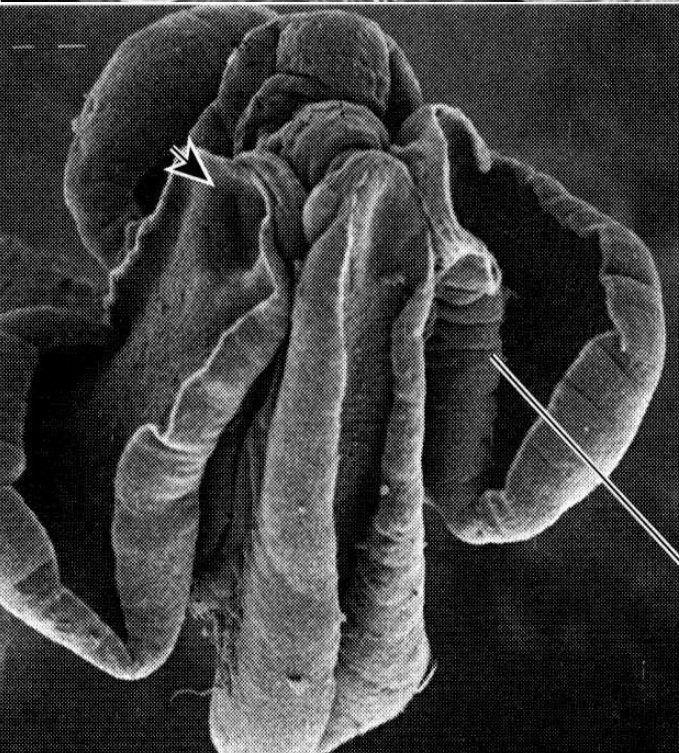
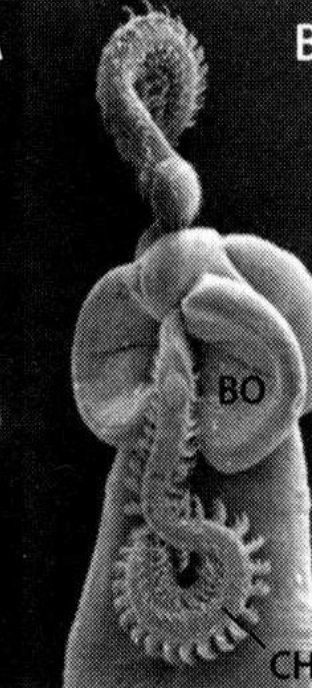
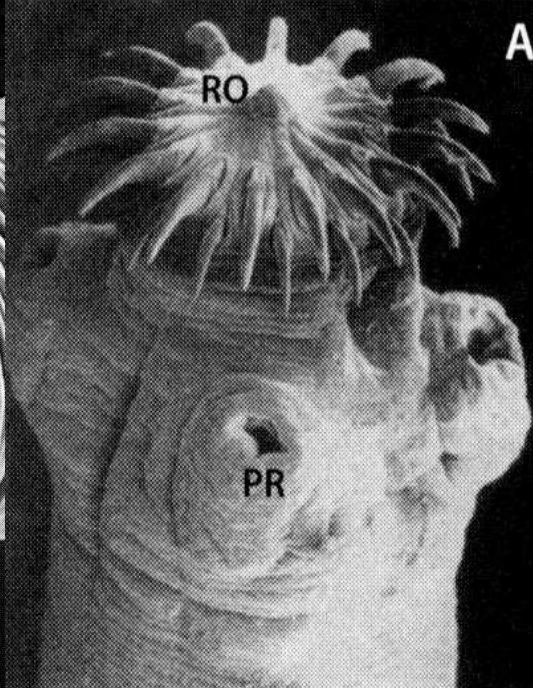
!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen
vyžaduje usmrcení hostitele



Paraziti – příklady

Obrovská rozmanitost





Predace



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

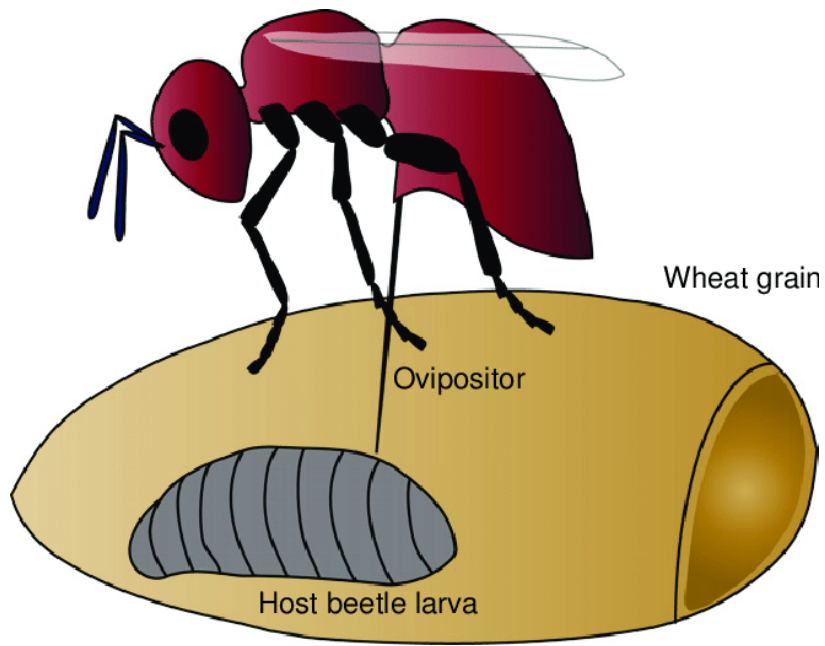
– mikropredátoři - svou kořist nezabíjejí (například komáři)

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

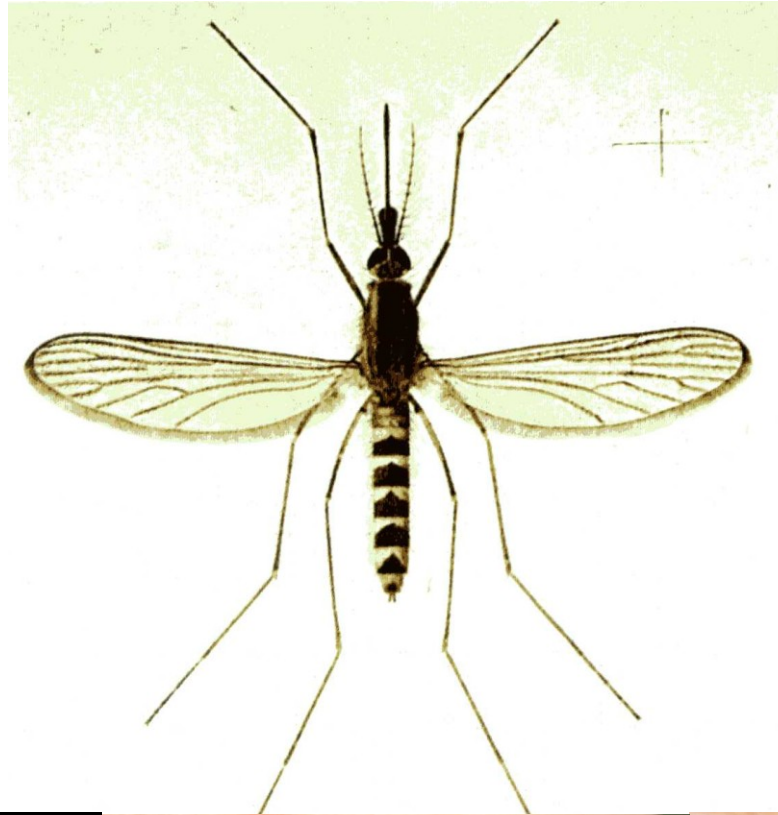




Formy parazitismu - parazitoidi

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

Mikropredátor - krevsající členovci



Rozmanitost členovců - blechy

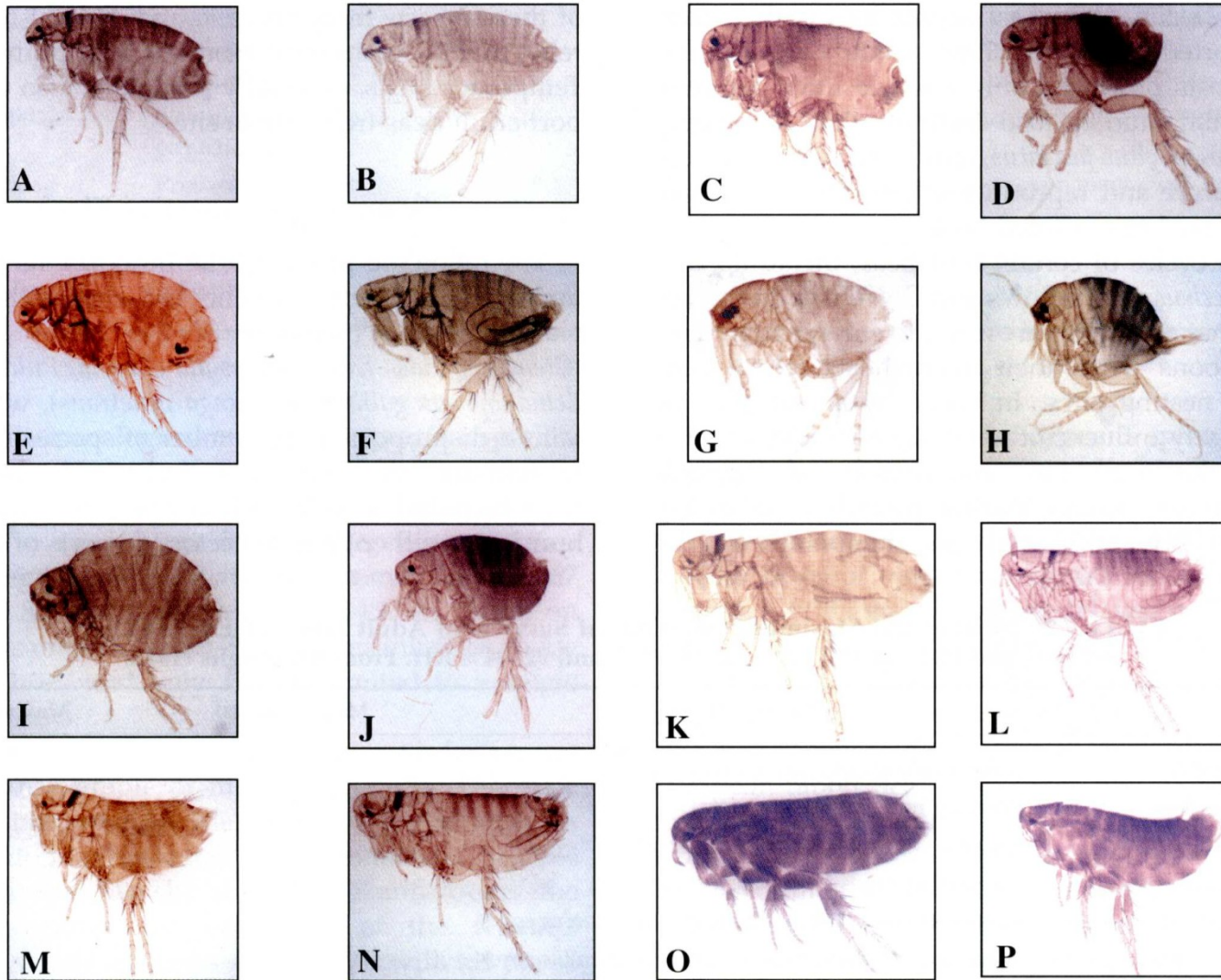
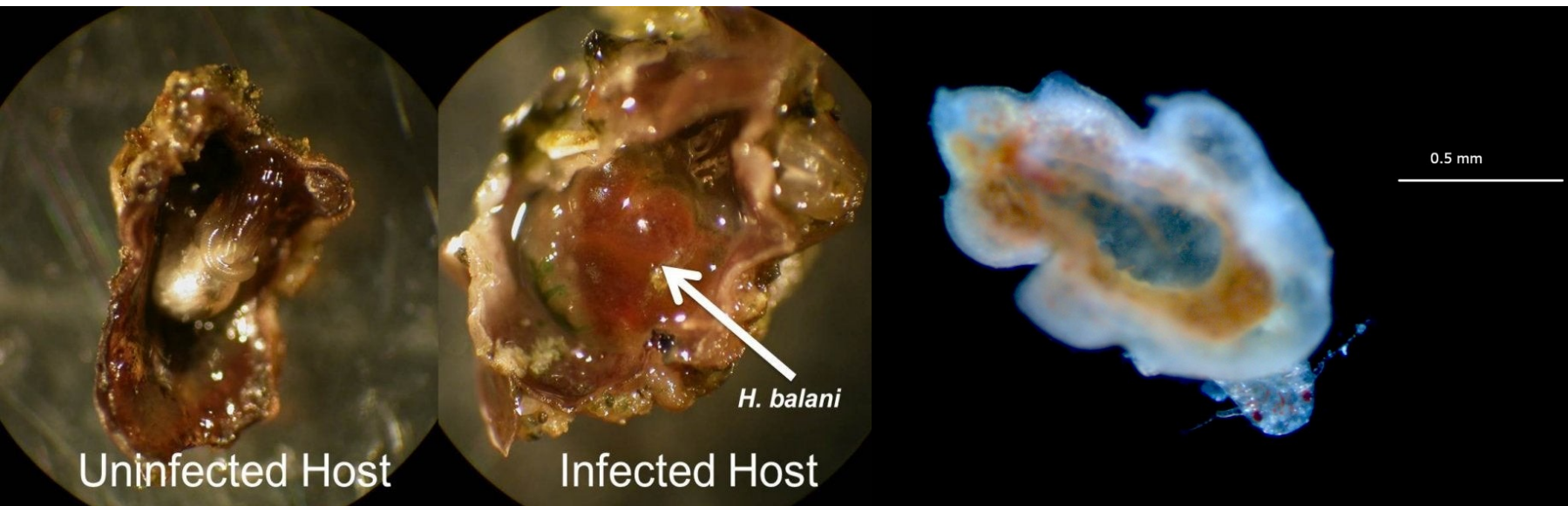


FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L);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

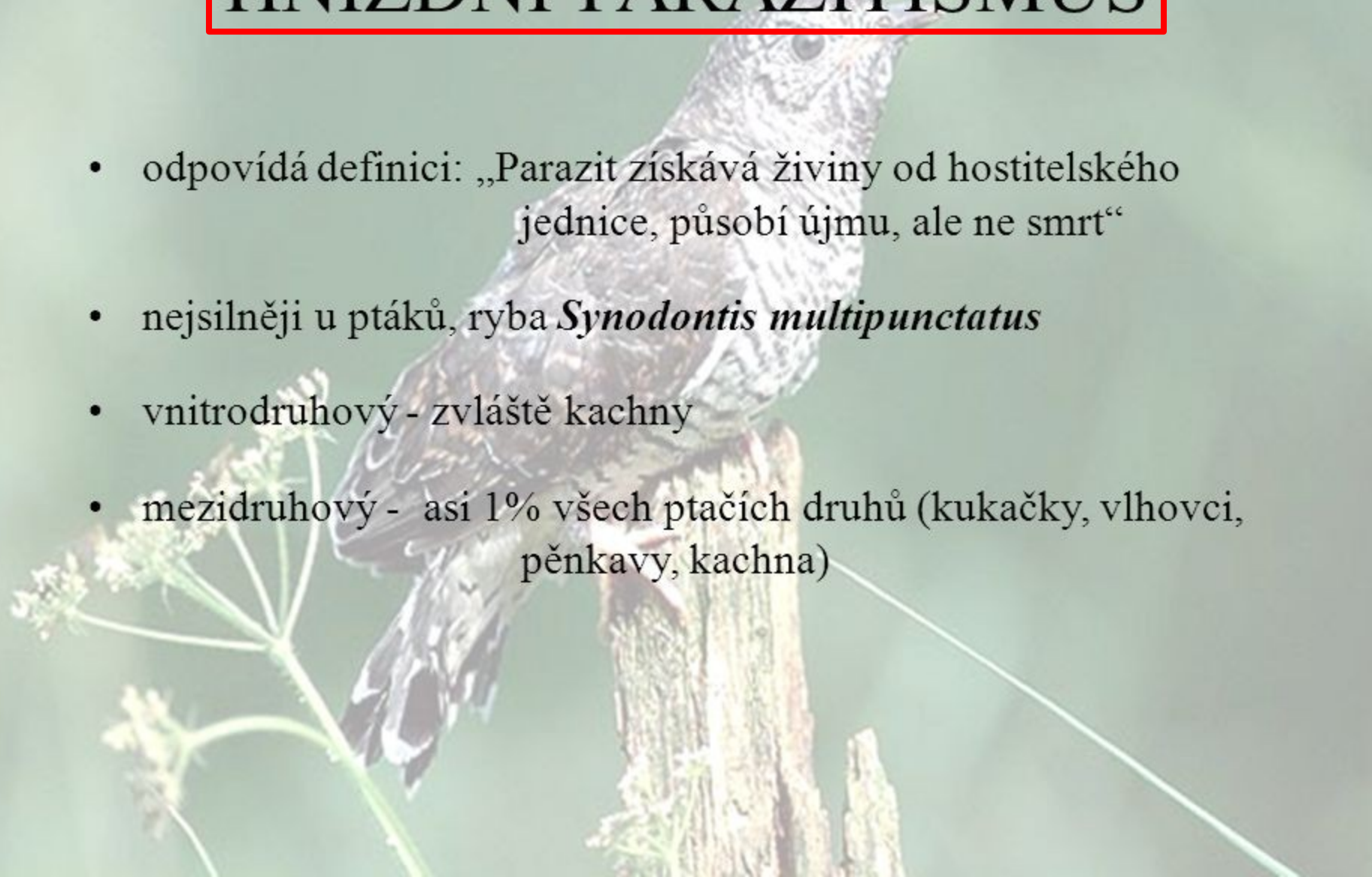


Hnízdní parazitismus – kukačka obecná

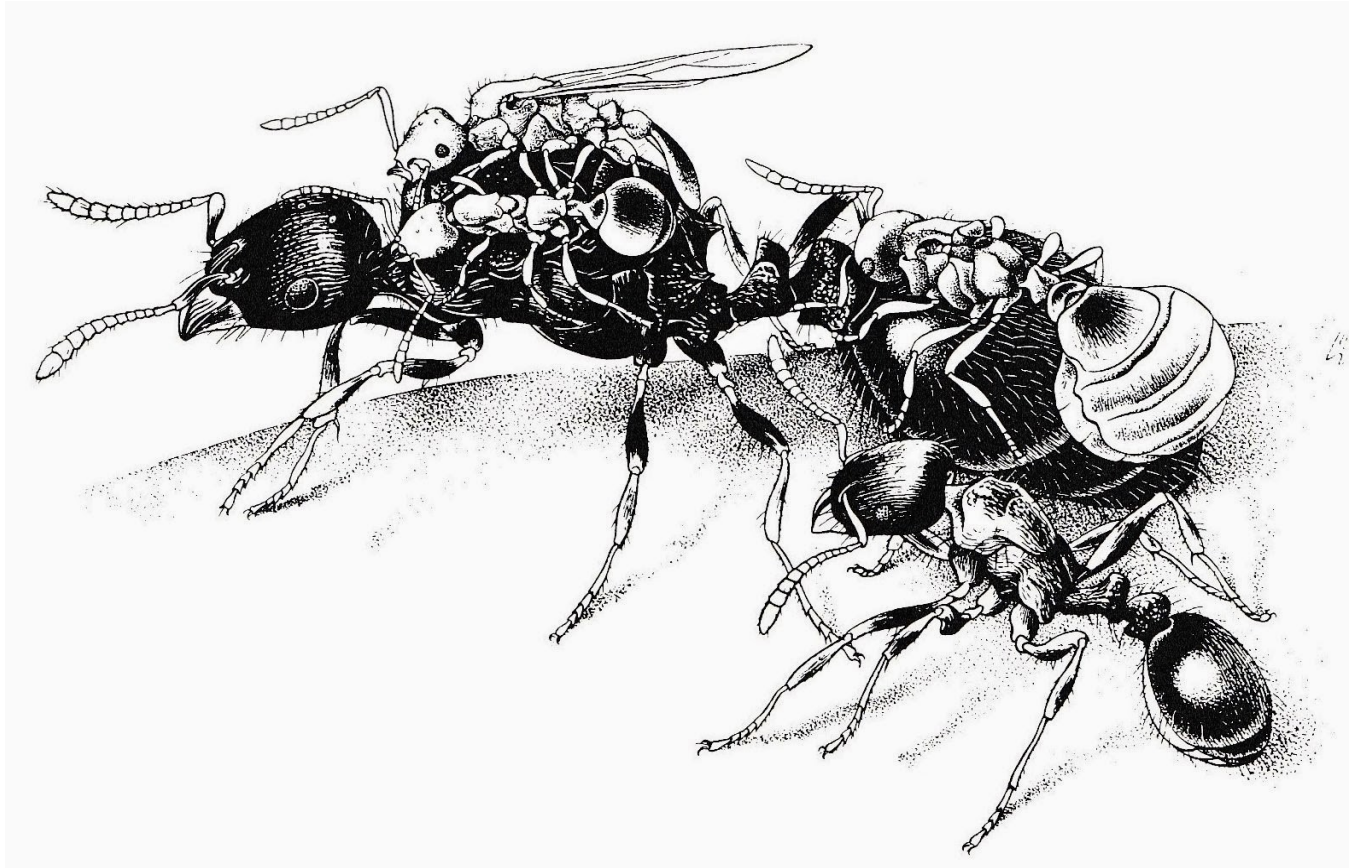


HNÍZDNÍ PARAZITISMUS

- 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)



Sociální parazitismus



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 krmen 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.

Kleptoparazitismus - příklady



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*)

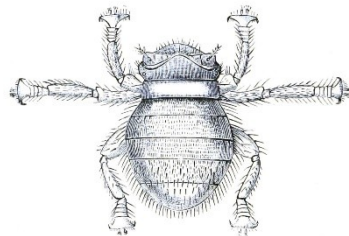
V některých populacích orlů bělohavých se až třetina jedinců živí na úkor ostatních.

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 a forézie

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

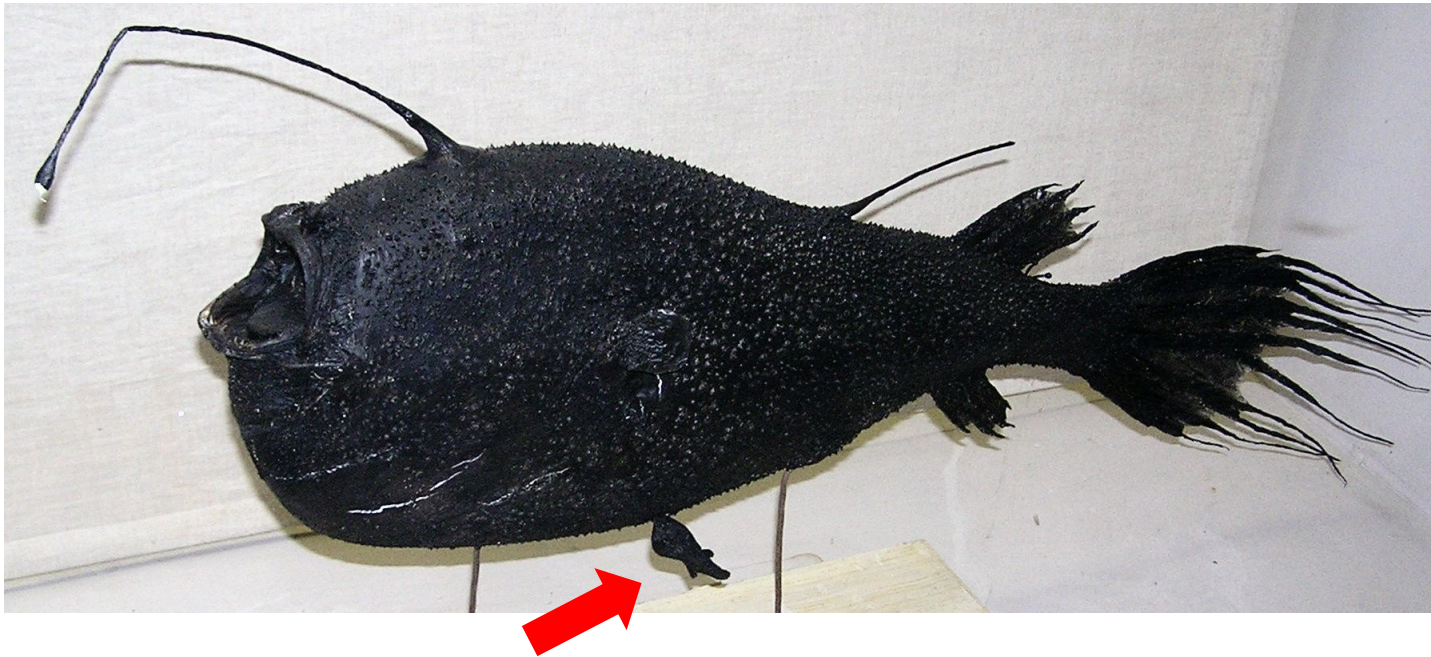


Braula coeca. (After Meinert.)

- **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

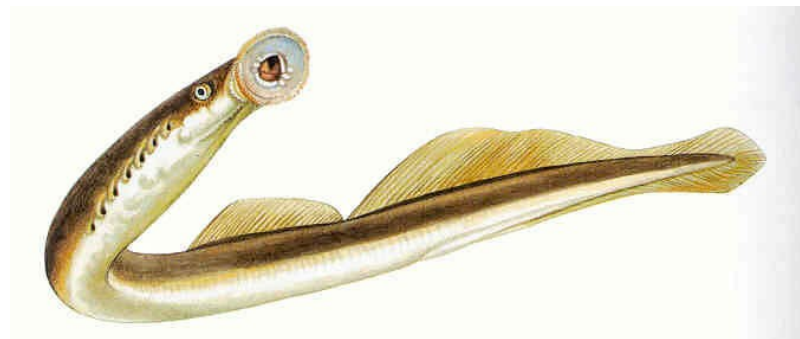
Sexuální parazitismus

Unikátní strategii mají hlubinné ryby druhu *Ceratias holboelli*, kde samec je redukován na velice malou velikost těla a je tzv. sexuální parazit. Z hlediska svého přežití zcela závisí na samici svého druhu. Je přichycen na její spodní straně těla a není schopen Samice jej živí a chrání před predátory, zatímco samec ji toto ničím neopětuje. Jediné co ji poskytuje jsou spermie, které samice potřebuje pro vznik nové generace.



Samec ryby [*Ceratias holboelli*](#) žije jako malý sexuální parazit permanentně přichycený na spodní straně těla samice.

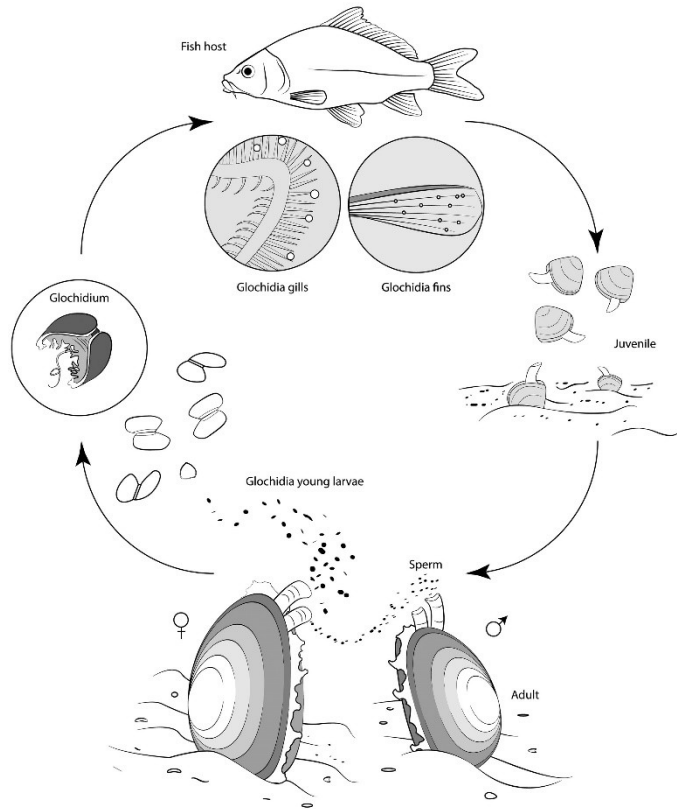
Ryby jako (ekto)paraziti - mihule



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.

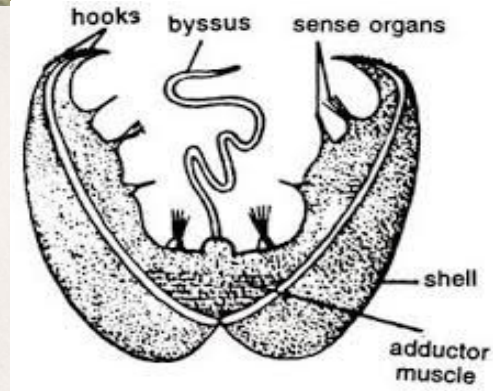


Fig. 26.10. Glochidium larva



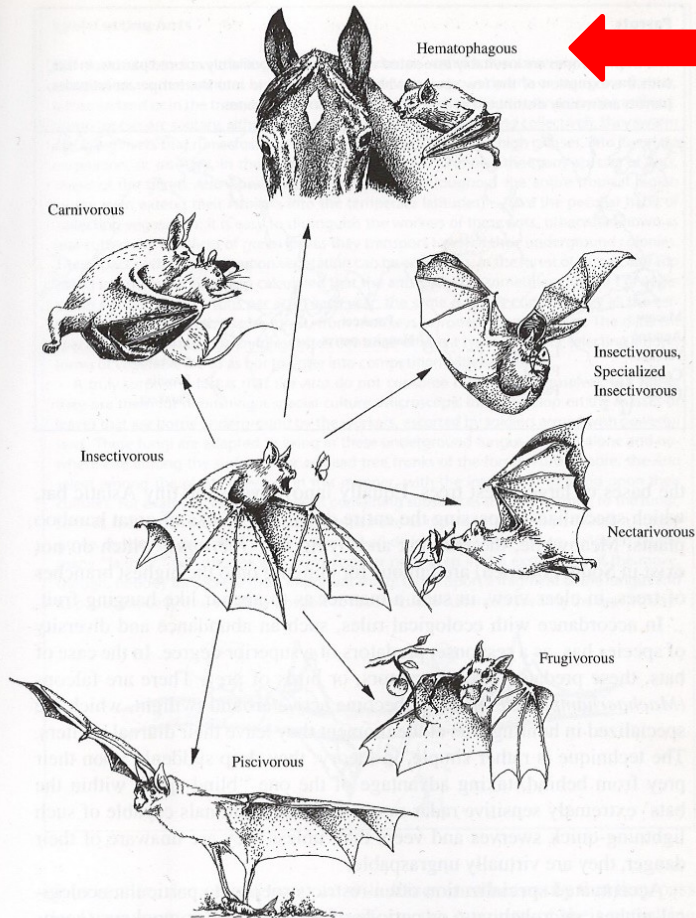
Krev sající netopýři – rodu **Desmodus spp.**
(Vampirismus)



Žijí v amerických tropech a mohou sát krev na teplokrevných obratlovcích, především na krocanech, drůbeži, psech, kočkách, dobytku, koních a také na lidech. Jejich sání není fatální, ale může být branou sekundární infekce. Jsou vektorem koňské trypanosomósy, která je pro své hostitele patogenní a může být i letální.

Vampirismus

Potravní strategie jihoamerických netopýrů



South American bats have evolved from their common insectivorous progenitors into various species, resorting to multiple strategies and specialized behavior adaptations in order to take best advantage of the available resources and avoid alimentary competition among themselves.

Upíří a vampyrismus





Parazitické rostliny - fytopatologie



Vyšší rostliny jako paraziti

- Pouze dvouděložné rostliny
- Dříve měly normální fotosyntetický aparát a kořenový systém
- Celkem téměř 4 500 rostlinných druhů na celém světě.
- Četné druhy čeledí: *Santaceae*, *Loranthaceae*, *Cuscutaceae*, *Orobanchaceae*, *Rafflesiaceae*, *Hydnoraceae*, *Balanophoraceae*, *Lauraceae*, *Myrtifloraceae*, *Convolvulaceae*, *Lennoceae*, *Scrophulariaceae*

Parazitické rostliny – kdo je kdo ?

- PARAZIT – organismus životně závislý na příjmu živin z hostitele. Adaptacemi, mutacemi a selekcí je jeho celý život k tomuto účelu zaměřen.
- HOSTITEL – organismus, u něhož se během evoluce nevytvořila jediná adaptace, která by sloužila ke snadnějšímu napadení parazitem, právě naopak. Ve větší či menší míře jsou všechny adaptace zaměřeny na zachování stavu před napadením a proti činnosti parazita.

Vyšší rostliny jako paraziti

- Rostliny čerpající potřebné minerální látky a fotosyntetické asimiláty částečně, nebo úplně z jiných rostlin.
- Asi 1% kvetoucích rostlin je parazitických, tj cca 4 500 druhů.
- Vnikají do hostitele a napojují se na jeho cévní systém penetračními výběžky = HAUSTORIA (→ fyziologický a morfologický most mezi parazitem a hostitelem)
- Rozlišujeme dva typy parazitických rostlin:

HOLOPARAZIT - parazitické rostliny bez chlorofylu, jejich zásobování vodou, živinami a vázaným uhlíkem celkem závisí na jejich hostitelských rostlinách - Raflézie (*Rafflesia arnoldii*), Kokotice (*Cuscuta*), Záraza (*Orobanche*)

HEMIPARAZIT - rostlina schopná fotosyntézy; čerpá minerální látky a vodu kořeny zapuštěnými do jiných rostlin. Jmelí (*Viscum*), Světlík (*Euphrasia*), Kokrhel (*Rhinanthus*)

Parazitické rostliny – 2 skupiny

HOLOPARAZITI

(úplní/obligátní paraziti)

- Organické i anorganické látky
- Nemají chlorofyl
- Zcela závislí na hostiteli
- Na povrchu hostitele
- Listy i kořeny redukovány
- Haustoria do floému a i do xylému
- Příklady:
 - Záraza (kořeny lučních rostlin)
 - Podbílek (kořeny listnatých dřevin)
 - Kokotice (na jeteli aj.)

HEMIPARAZITI

(polo/fakultativní paraziti)

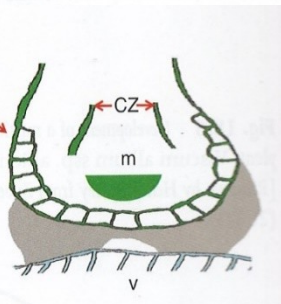
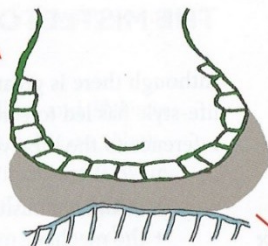
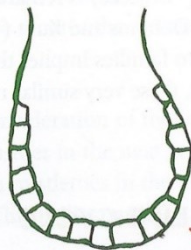
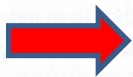
- Voda a minerální látky
- Zelené, částečně schopné fotosyntézy
- Místa s dostatkem světla
- Haustoria buď jen do xylému nebo jen do floému a pak kořeny v půdě
- Příklady:
 - Jmelí, Ochmet (do xylému)
 - Světlík, černýš, všivec (do floému)

Jmelí bílé (*Viscum album*) je vidličnatě rozvětvený, stálezelený poloparazitický keřík z čeledi santálovitých (*Santalaceae*) (

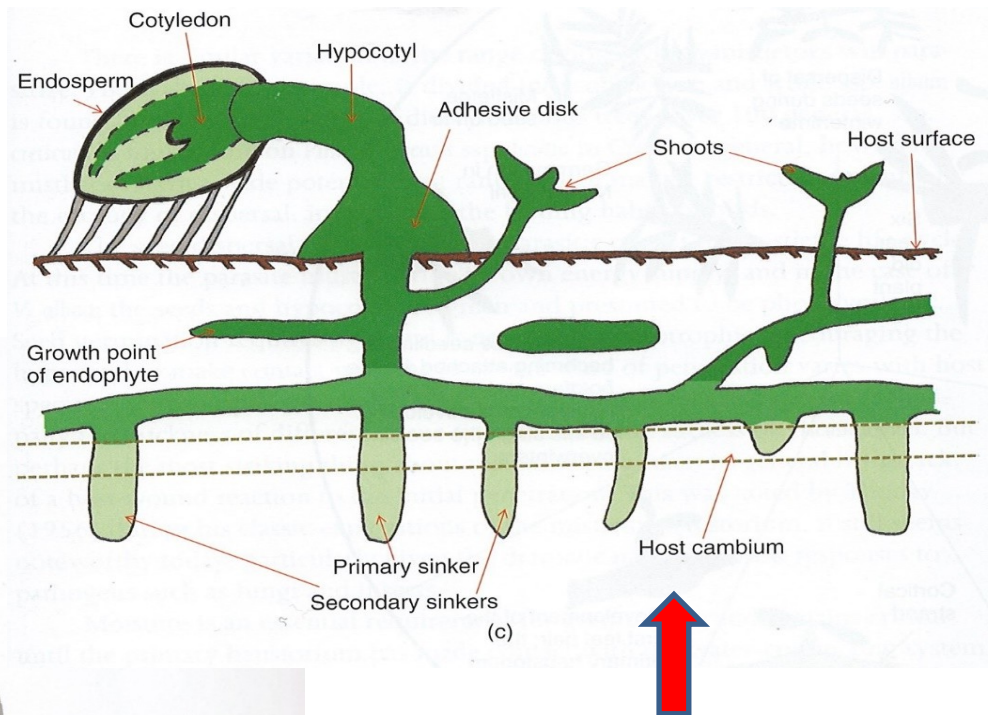


Haustorium jmelí pronikající do hostitele

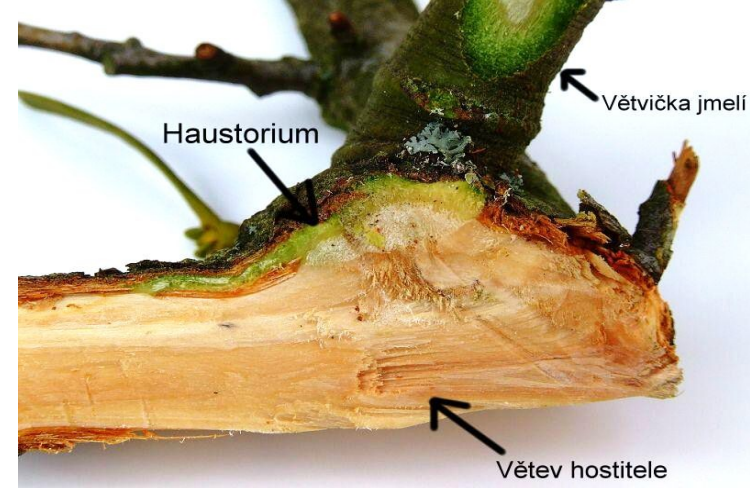
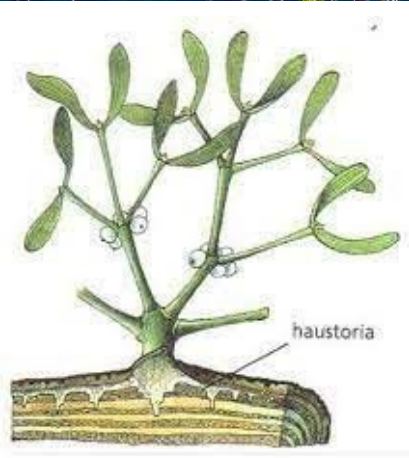
Podélný řez dokumentující vývoj přichycovacího (adhesivního) disku na konci hypokotylu Jmelí bílého (m - oblast meristému, ze kterého vyrůstá haustorium; v – hostitelská rostlina)



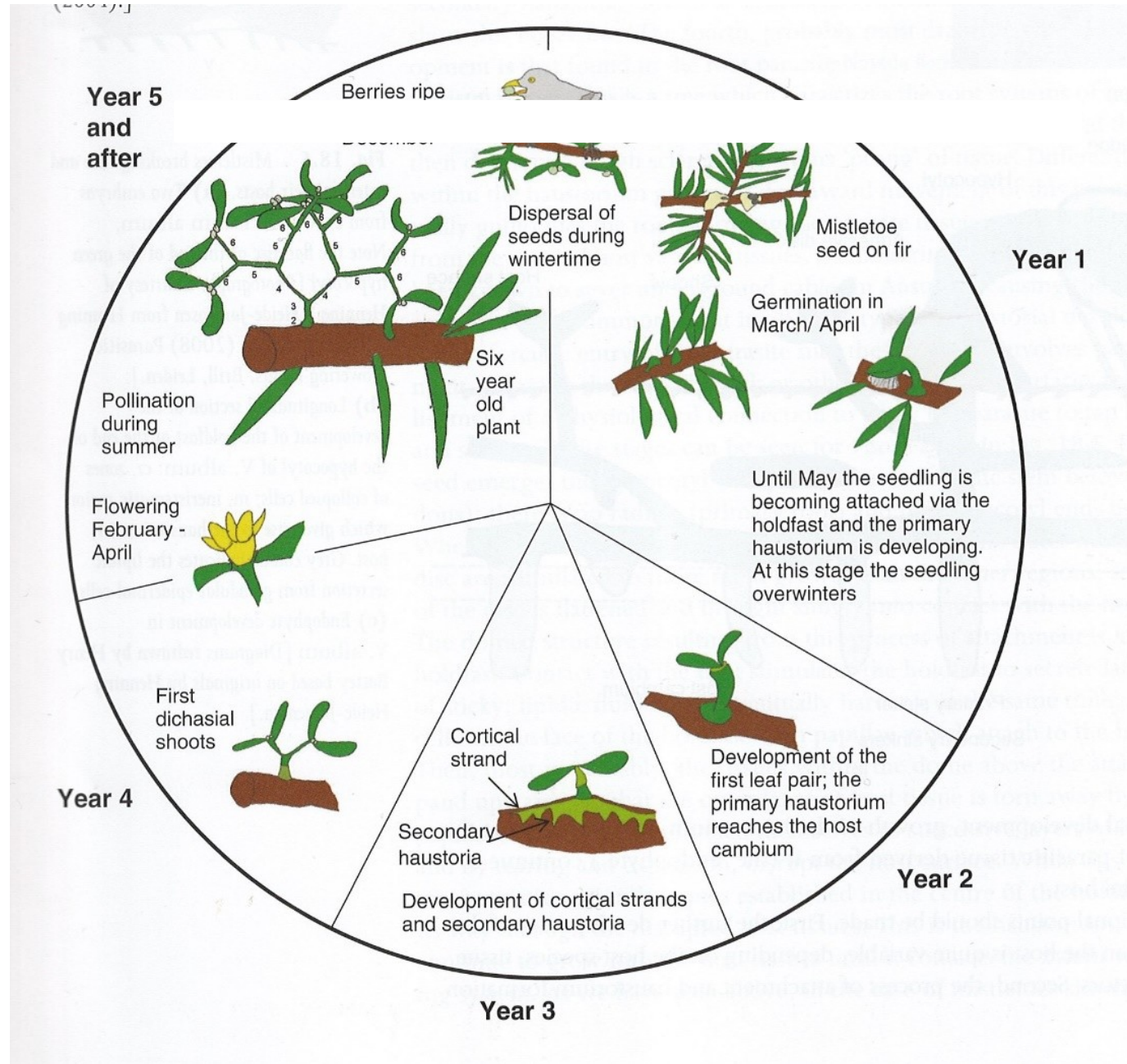
Dvě embrya z plodu jmelí bílého.



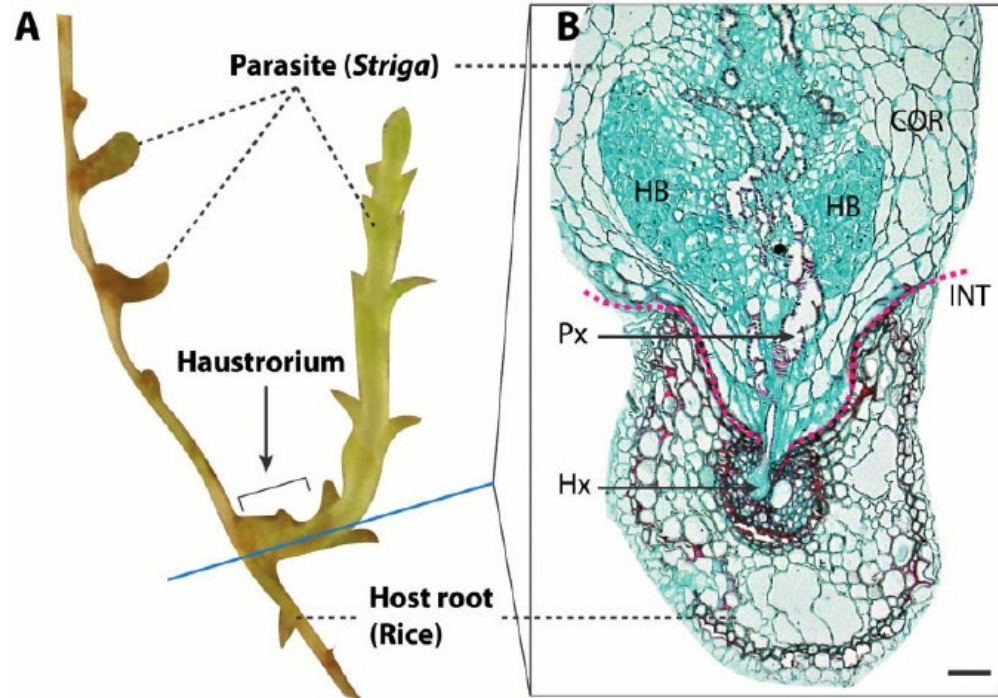
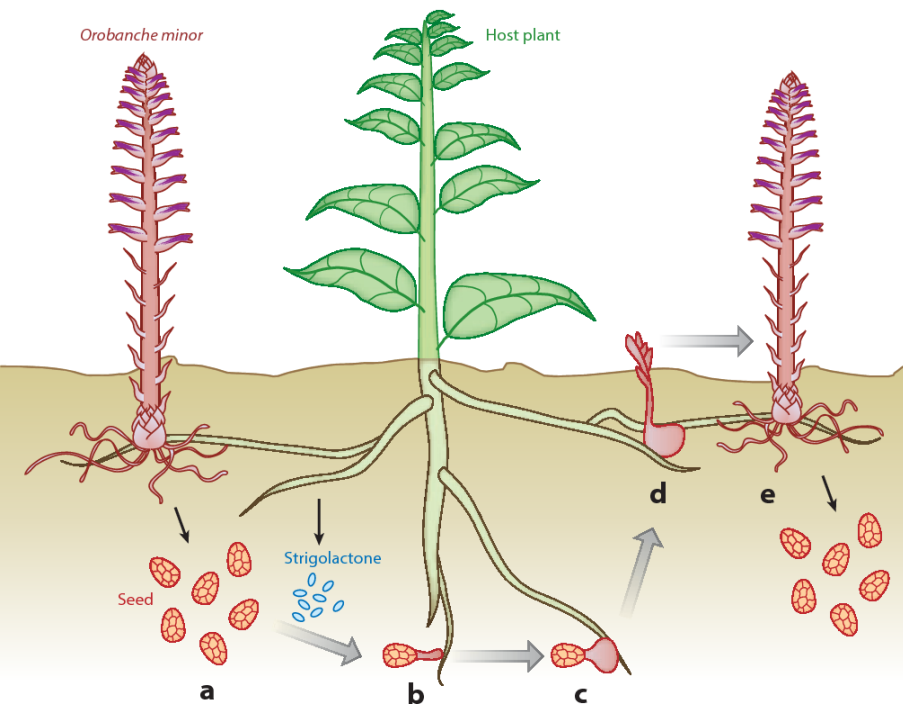
Vývoj endofytu jmelí bílého



Vývojový cyklus Jmelí bílého (*Viscum album*)



Napojení parazita na hostitele



Kriticky ohrožené druhy

Zárza ožanková



Zárza sivá



Zářza namodralá



Zářza šupinatá

Zářza písečná

Zářza hořčiková

Zářza nachová

Další druhy Kokrhele

Kokrhel luštinec



Kokrhel větší



Kokrhel sličný



Rafflesia arnoldii



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 typů hostitelů

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 vystrnadit tasemnici, echinostomní redie x sporocysty schistosom, ...)

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

Příklady vektorů



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



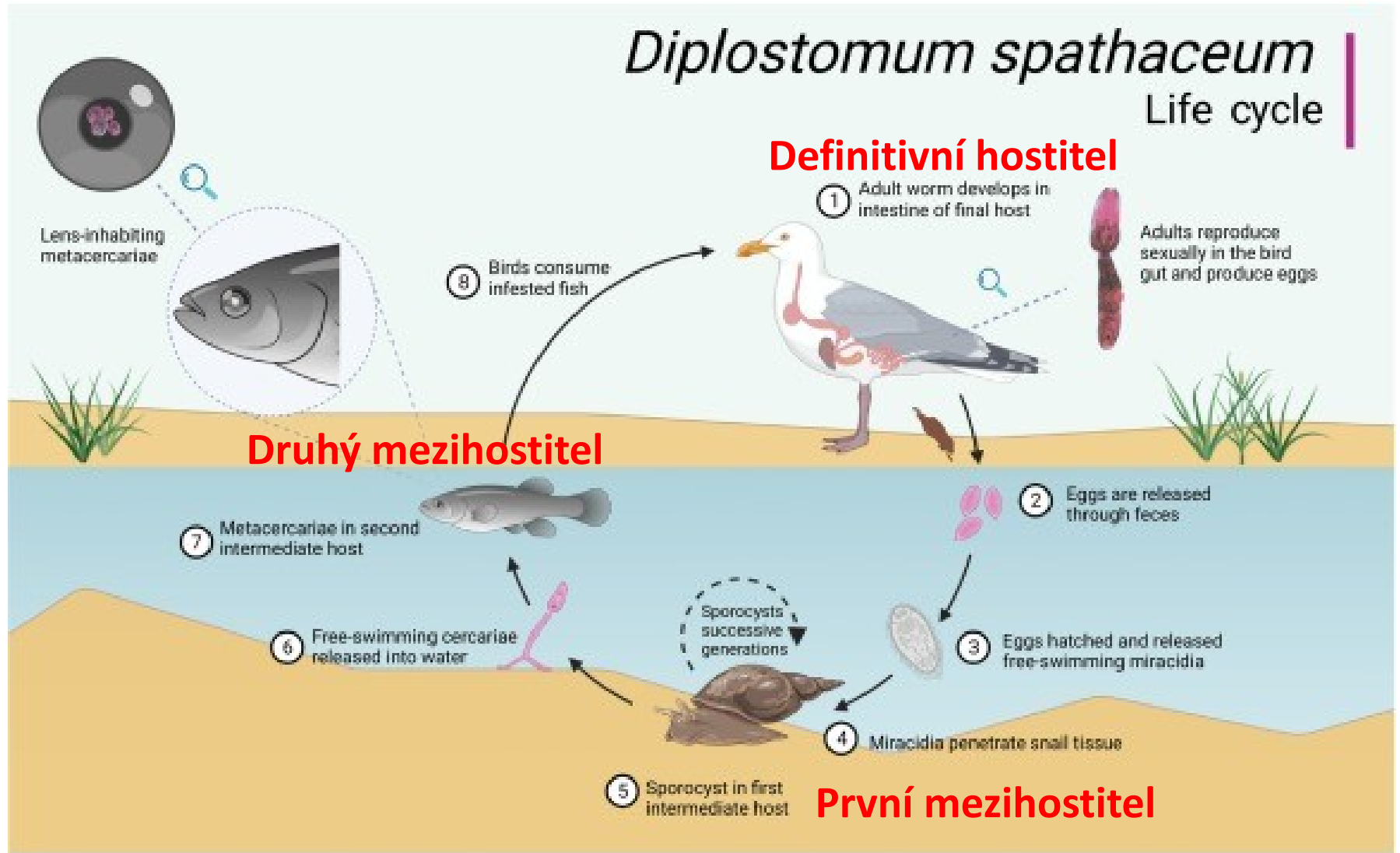
Butterfly vampire



Gadfly

Životní cyklus cizopasníka

Typy hostitelů



Typy hostitelů

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

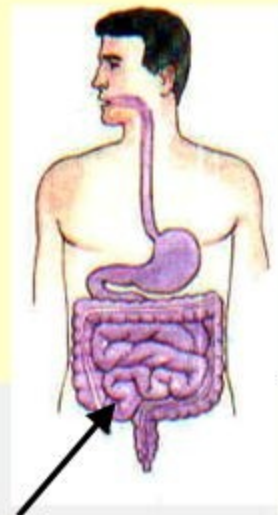
1. Definitivní hostitel (definitive, final host) = hostitel, v němž parazit **POHLAVNĚ DOSPÍVÁ** a produkuje vajíčka nebo larvy

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



Ascarióza →
Ascaris lumbricoides

Schistosomóza → *Schistosoma mansoni*



Taeniidóza → *Taenia solium*

Typy hostitelů

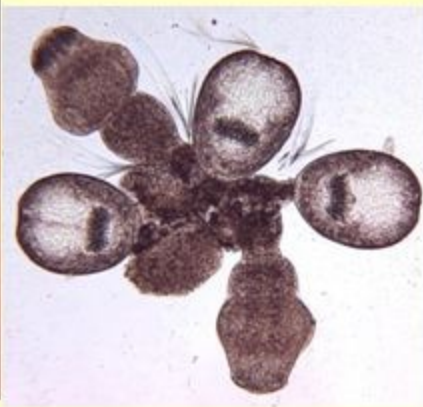
– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

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

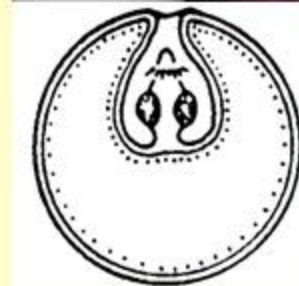
Př. Člověk jako MH: *Echinococcus*, *Taenia*



Echinokokóza, hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



hydatida



cysticerkus

Cysticerkóza
(*Taenia solium*)

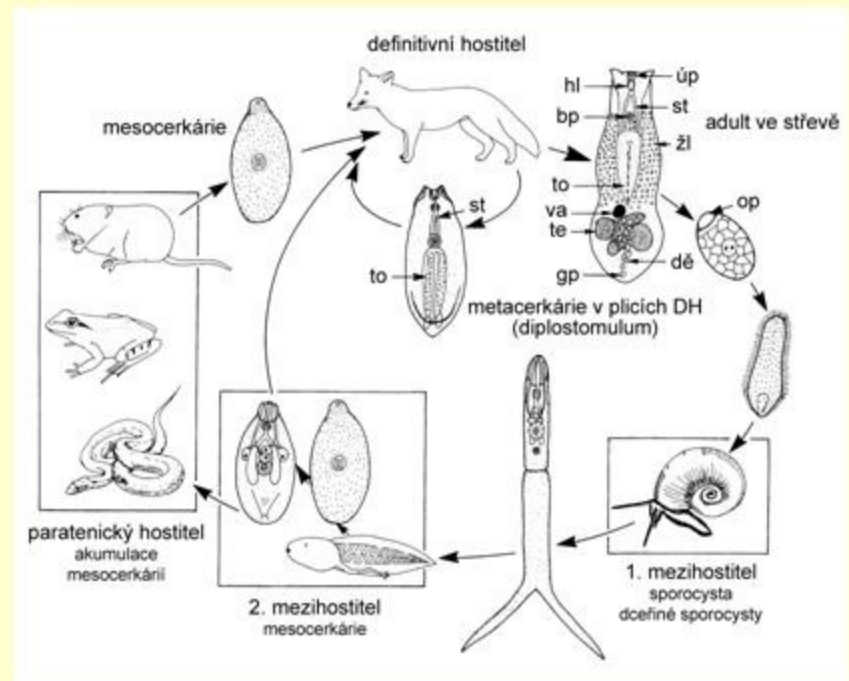
Typy hostitelů

– 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

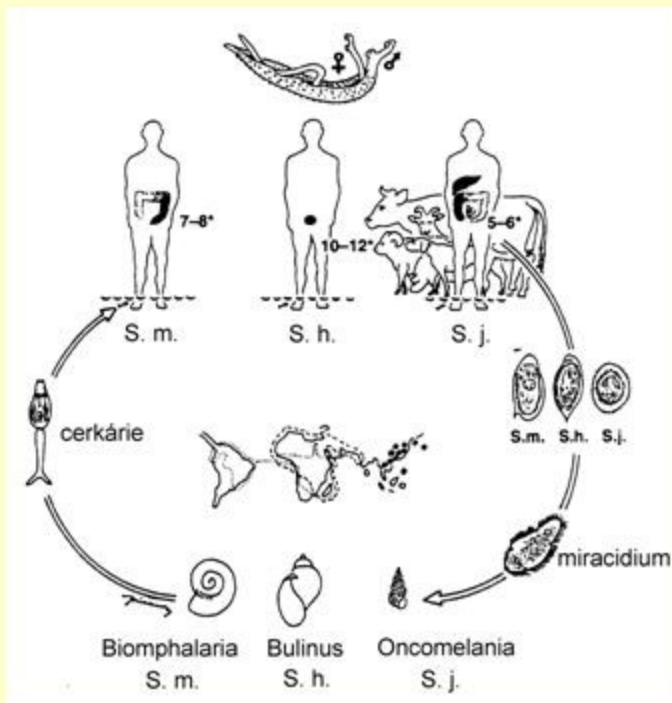


Typy hostitelů

– 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



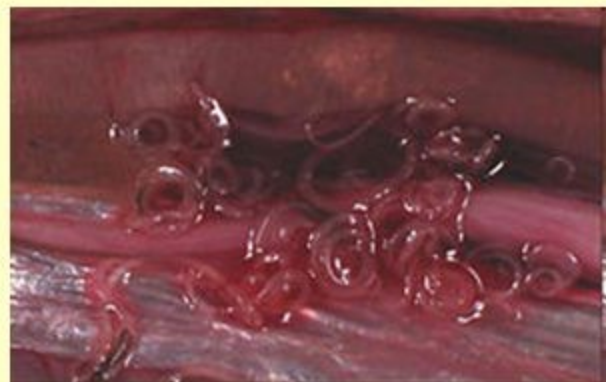
Trichinella spiralis ve svalovině (!DH = MH)

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

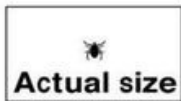


Příklady vektorů cizopasníků

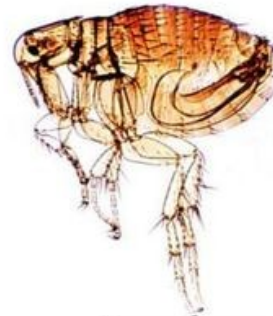
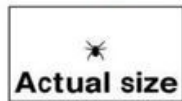
přenašeč (vektor) přenáší na svého hostitele patogena. Takto je patogeny využívána řada parazitických členovců. Přitom se parazit ve vektoru může namnožovat, vyvíjet se v něm, nebo může být přenos pouze mechanický.



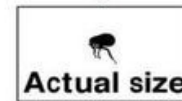
(a)



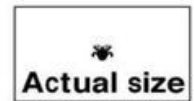
(b)



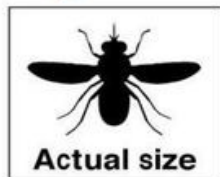
(c)



(d)



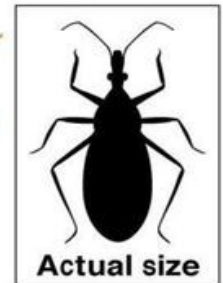
(e)



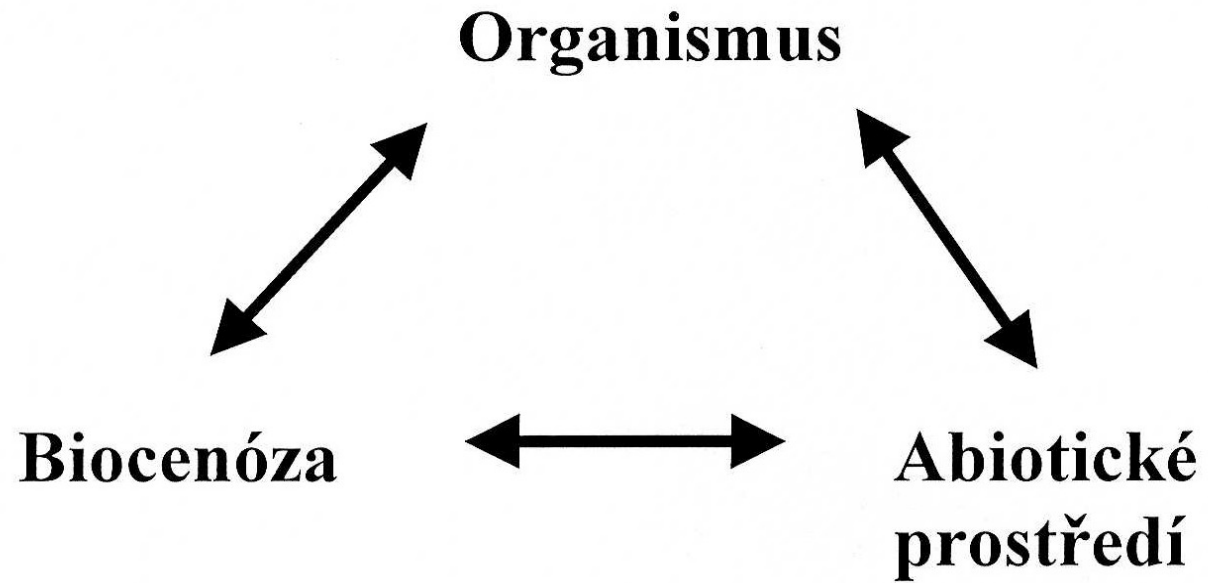
(f)



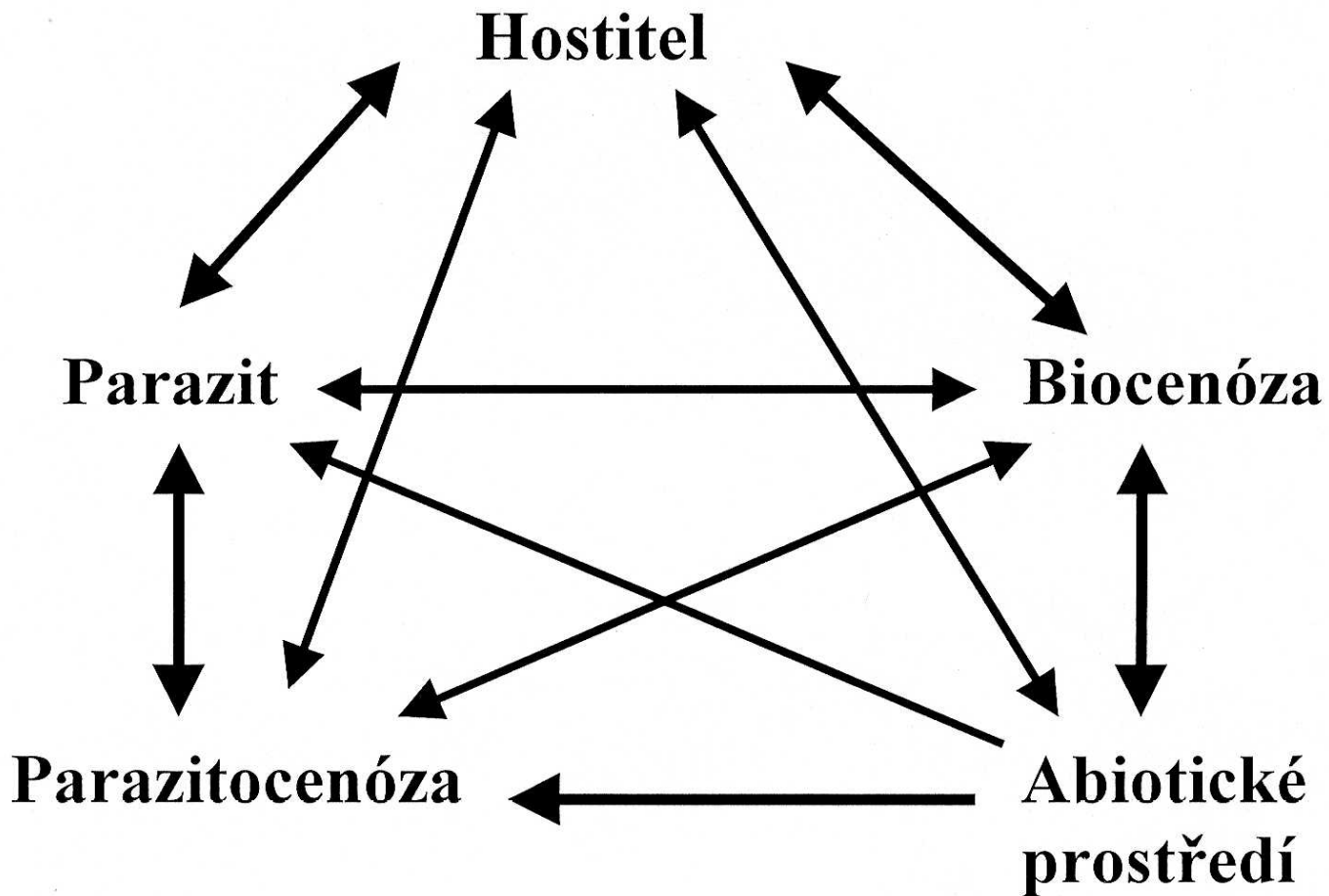
(g)

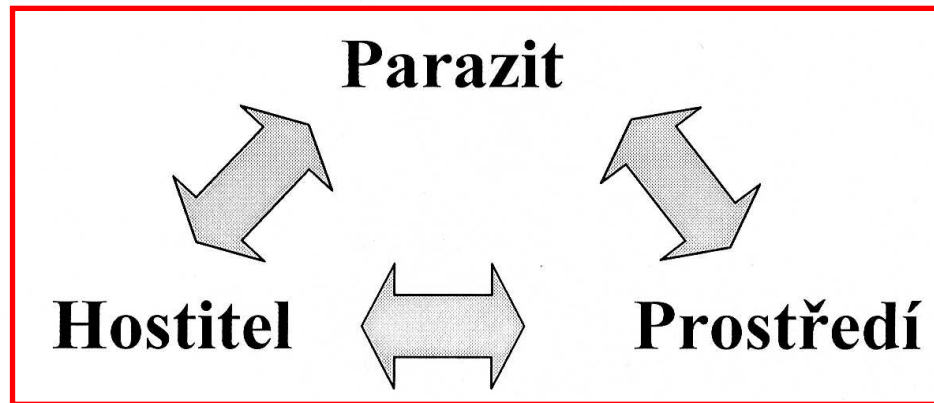


Ekologie:



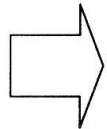
Parazitologie:





Vzájemné působení:

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

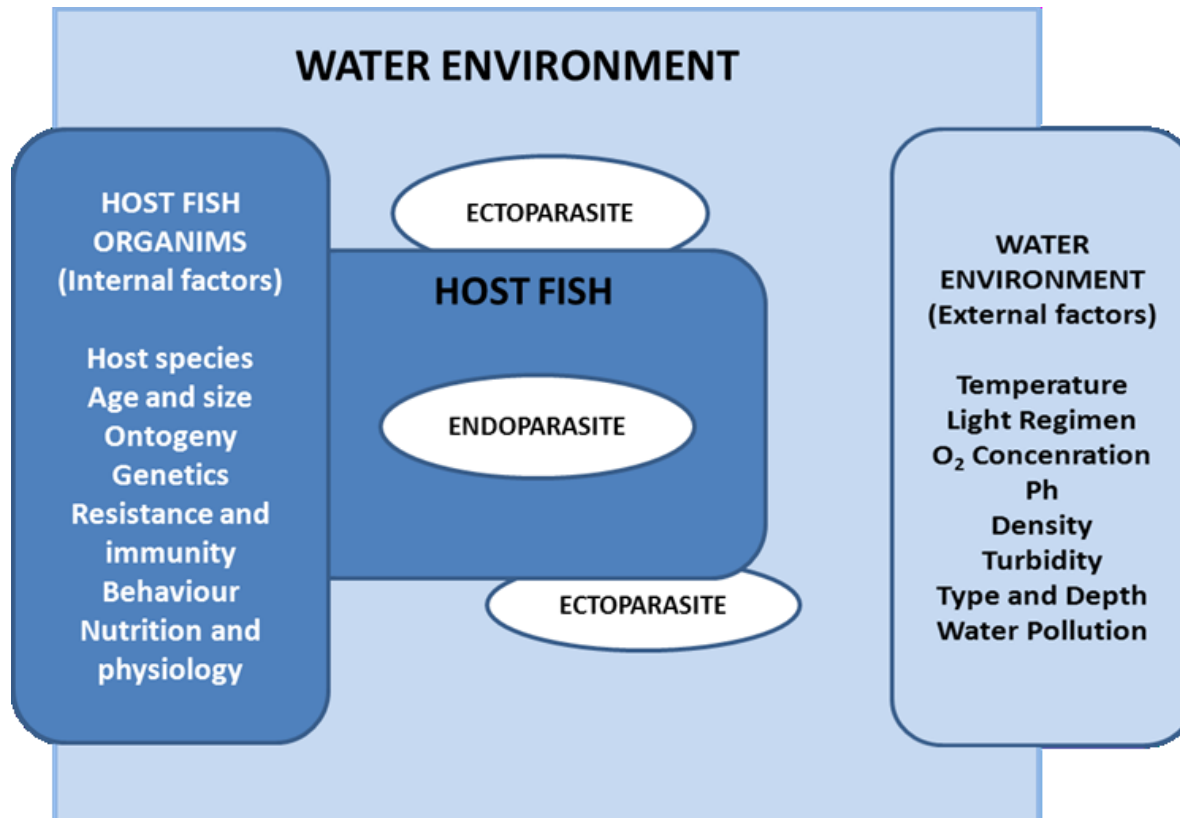


Ekologická podstata parazitologie

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

Co je to prostředí parazitů ?

Komplexní studium interakcí mezi parazitem, hostitelem a prostředím



Životní cyklus parazita

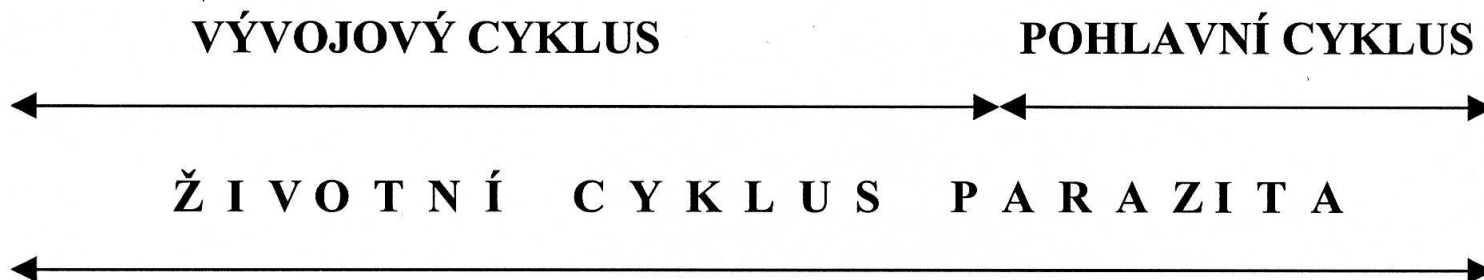
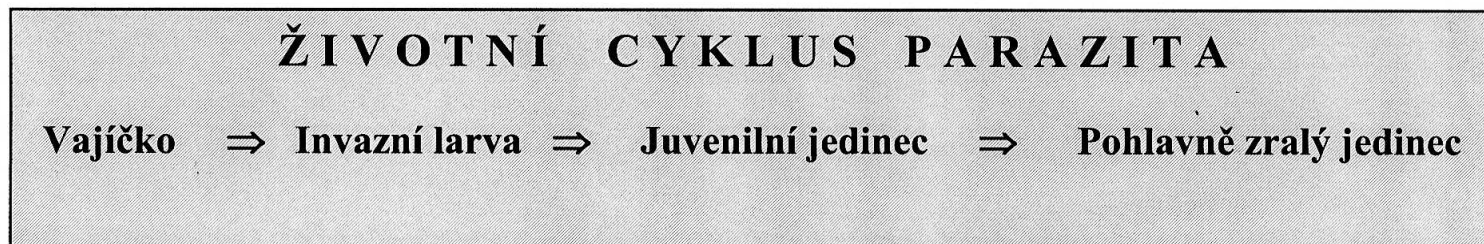
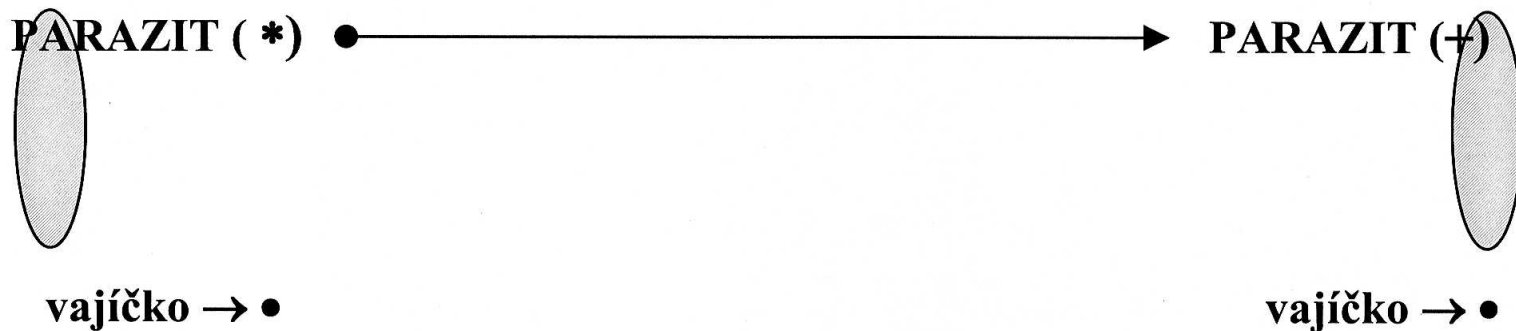
Pro správné pochopení **interakcí mezi parazitem a jeho prostředím** je nezbytné si nadefinovat jeho **životní cyklus !**

Pojem cyklus v parazitologii:

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

- sezónní cyklus**

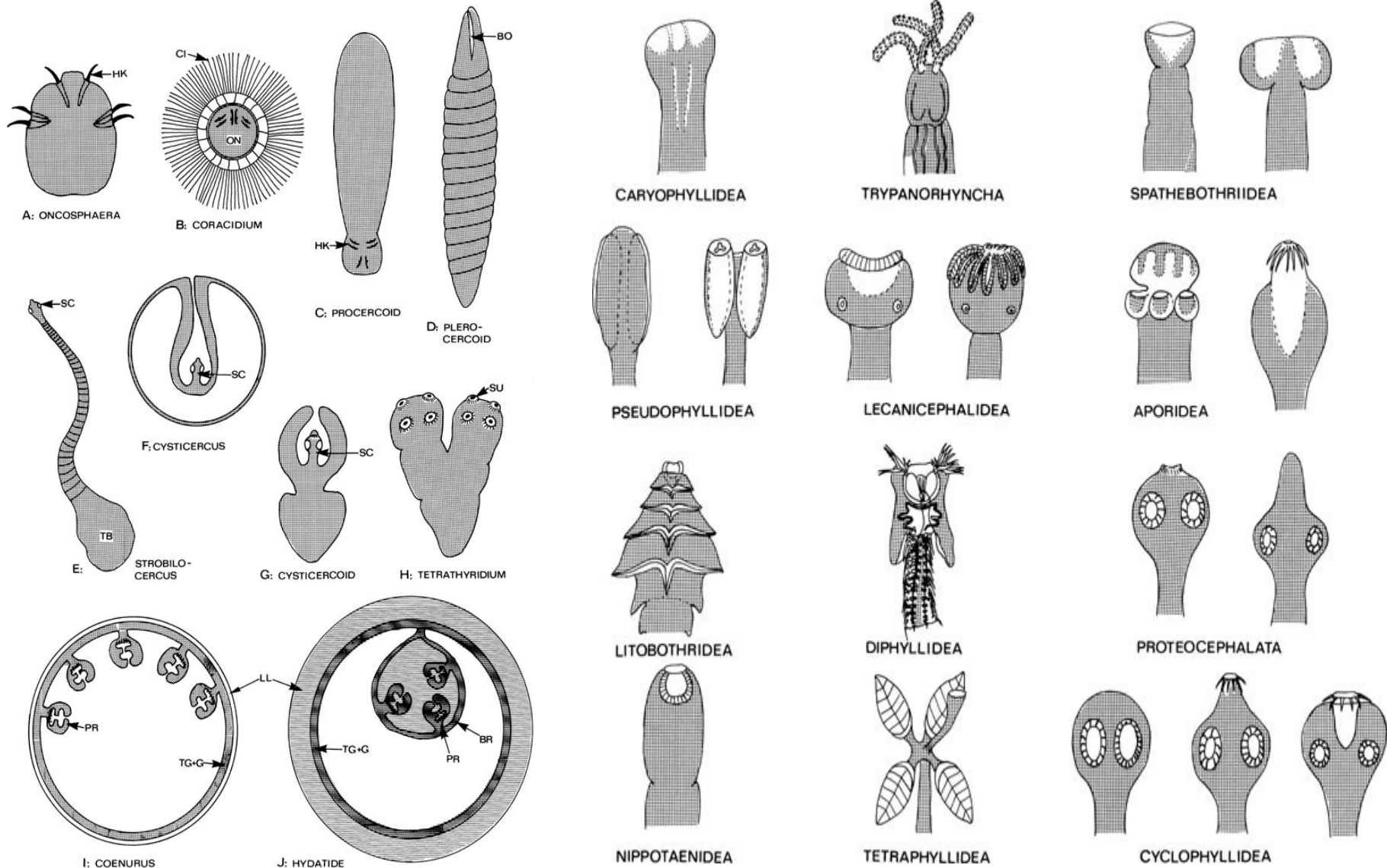
Co to je životní cyklus parazita ?



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.“

Vývojová stádia tasemnic



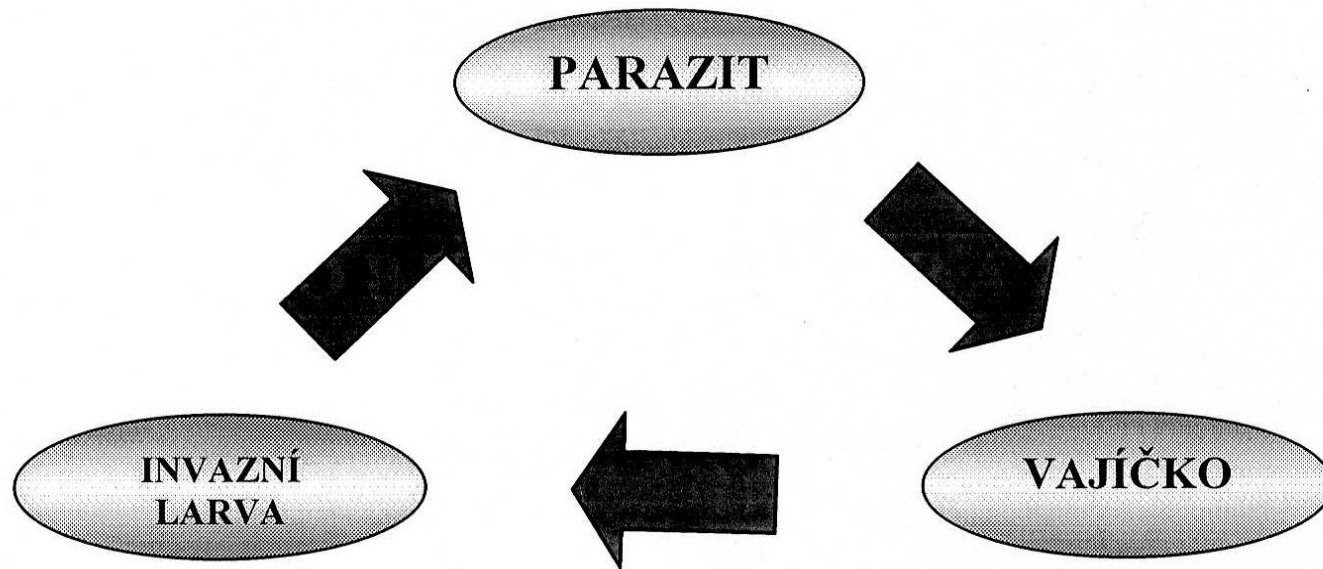
Larvální

Adultní

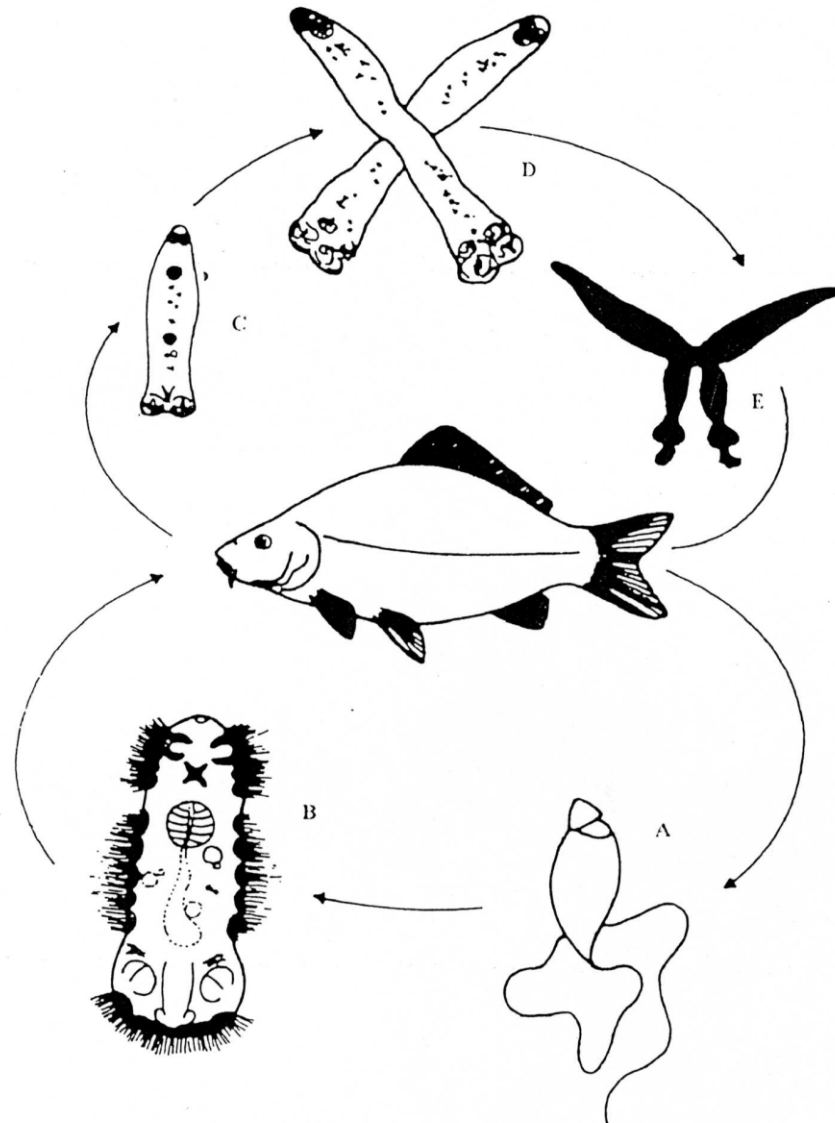
Typy životních cyklů parazitů:

- 1) přímý (geohelminți)
- 2) nepřímý (biohelminți)

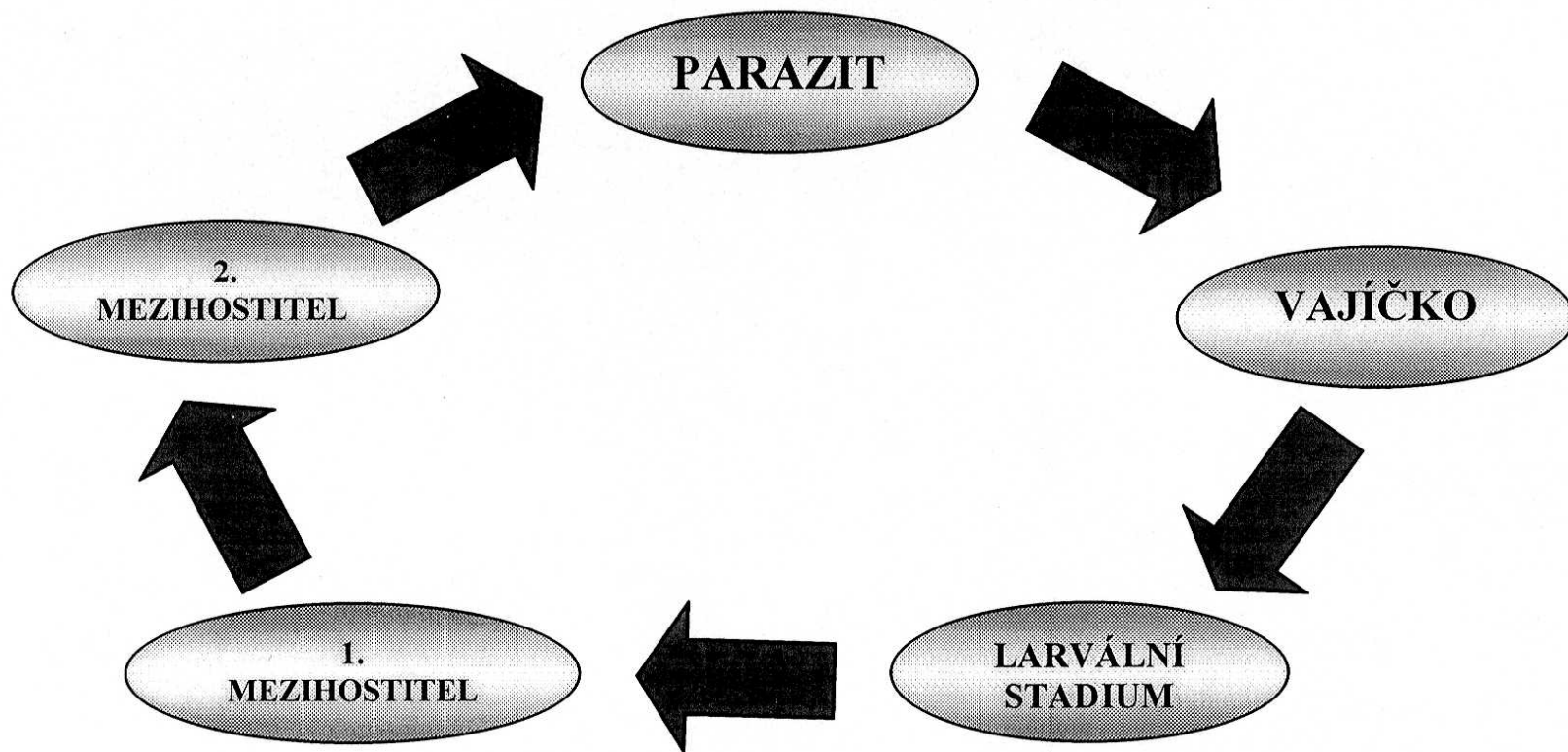
PŘÍMÝ VÝVOJ



Životní cyklus přímý



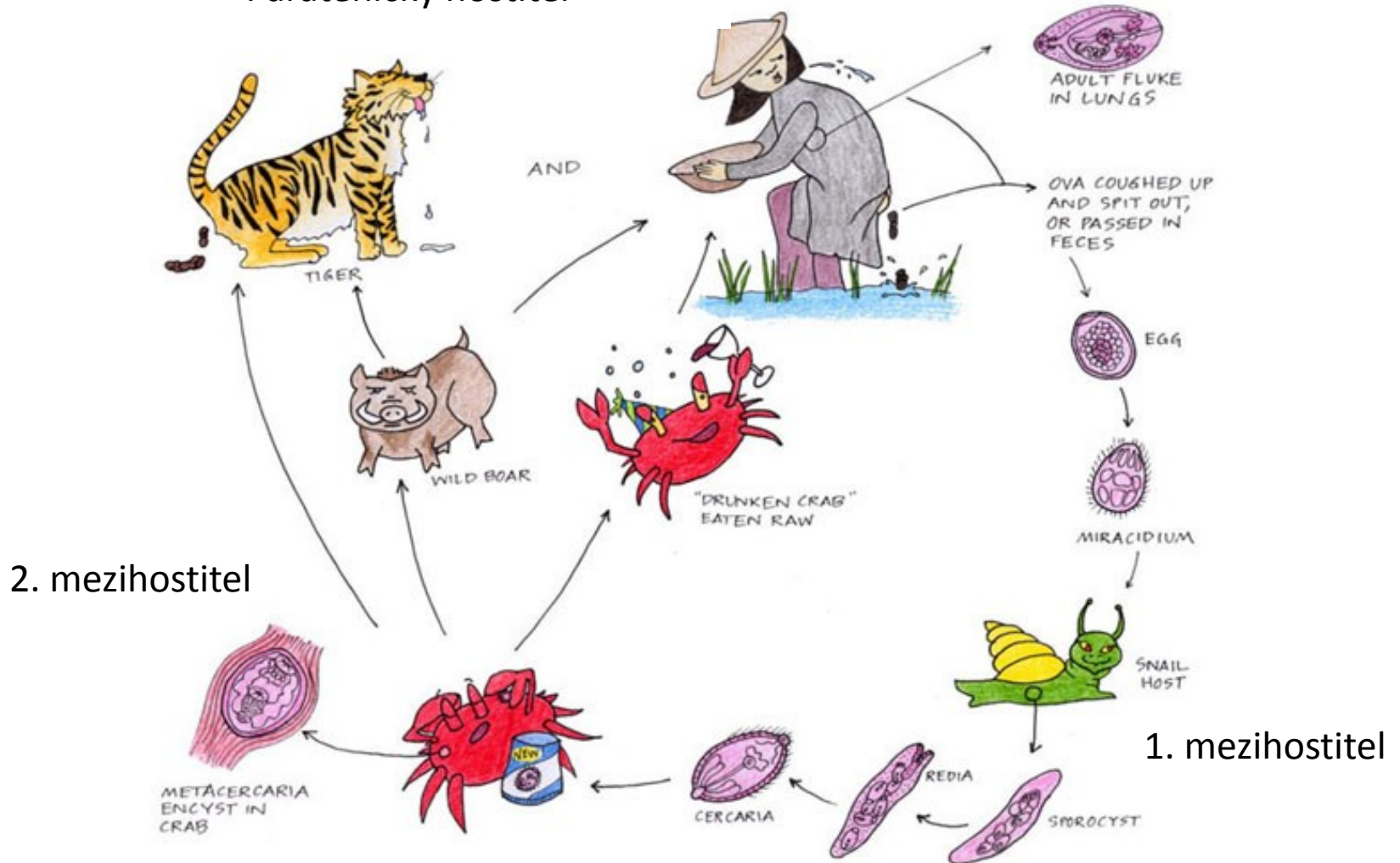
NEPŘÍMÝ VÝVOJ



Životní cyklus nepřímý

Definitivní hostitel

Paratenický hostitel



Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

Parazitologie:

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

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 !

Patogenita parazitů

Possible Signs & Symptoms of a Parasitic Infection



Irritable bowel symptoms

Frequently hungry

Abdominal pain

Vomiting

Diarrhea

Bloating

Fatigue

Irritability

Itchy anus

Weight loss

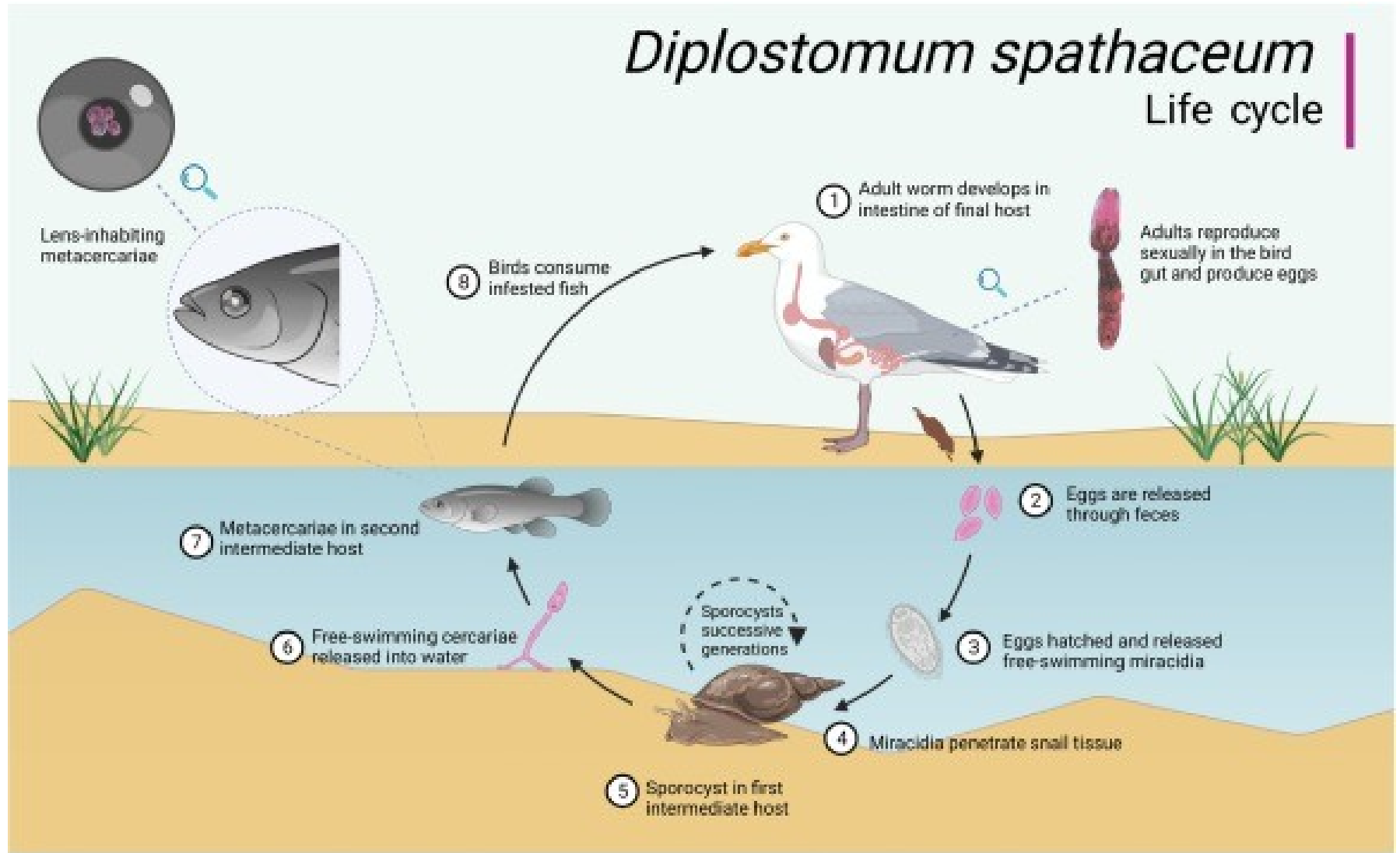
Sleeping issues

Skin rashes & bumps



Patogenita parazitů

Životní cyklus *Diplostomum spathaceum*



Patogenita parazitů

Motolice *Ribeiroia ondatrae* může působit malformace končetin skokanů (*Pseudacris regilla*).

(Pieter Johnson/University of Colorado Boulder)

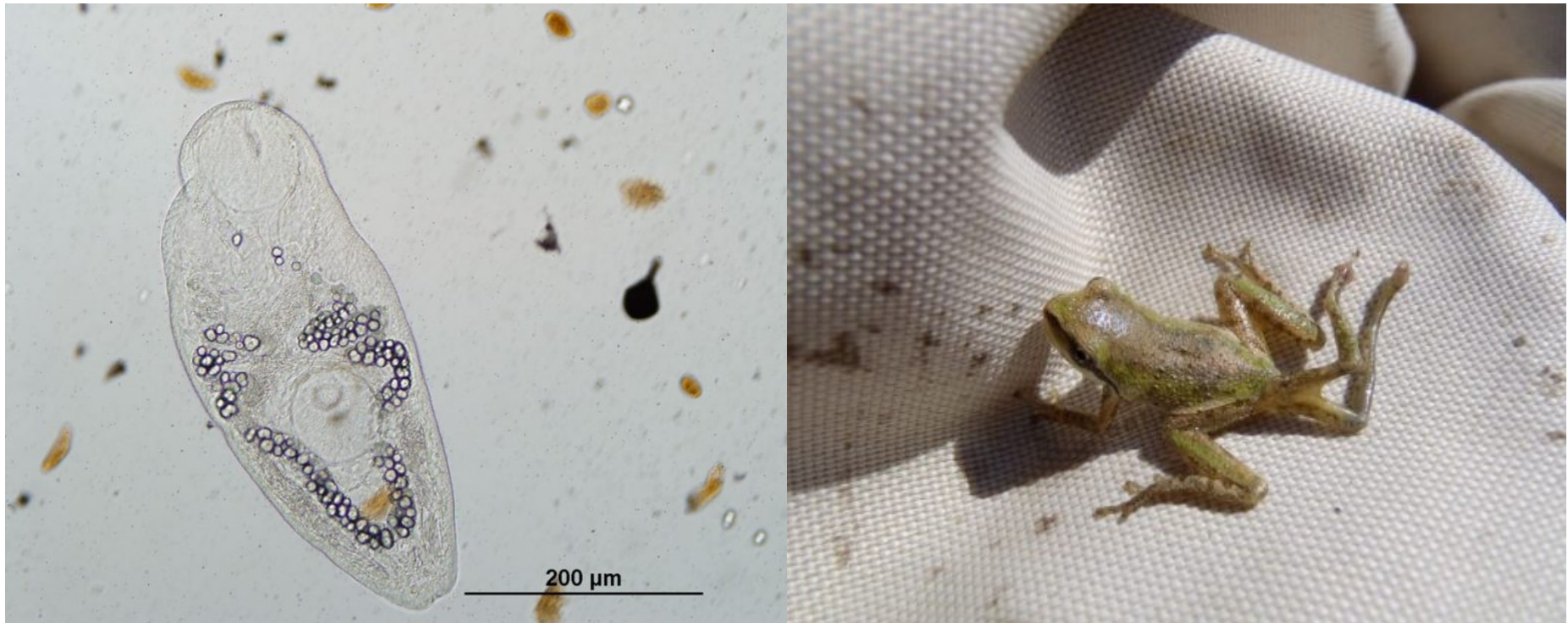
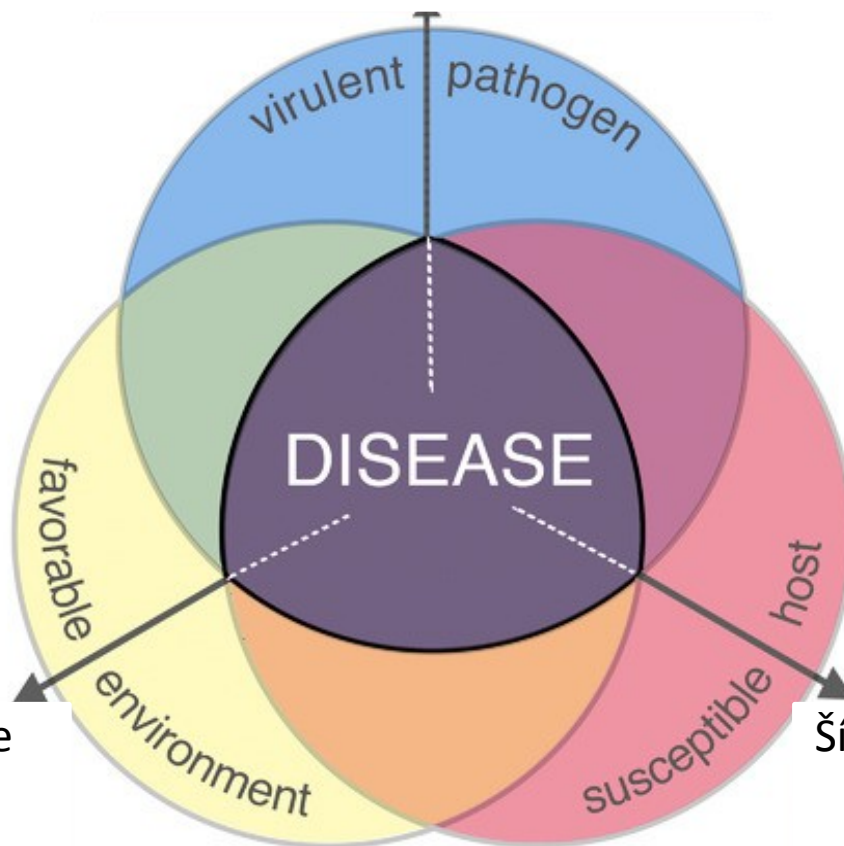


Schéma vzniku parazitárního onemocnění

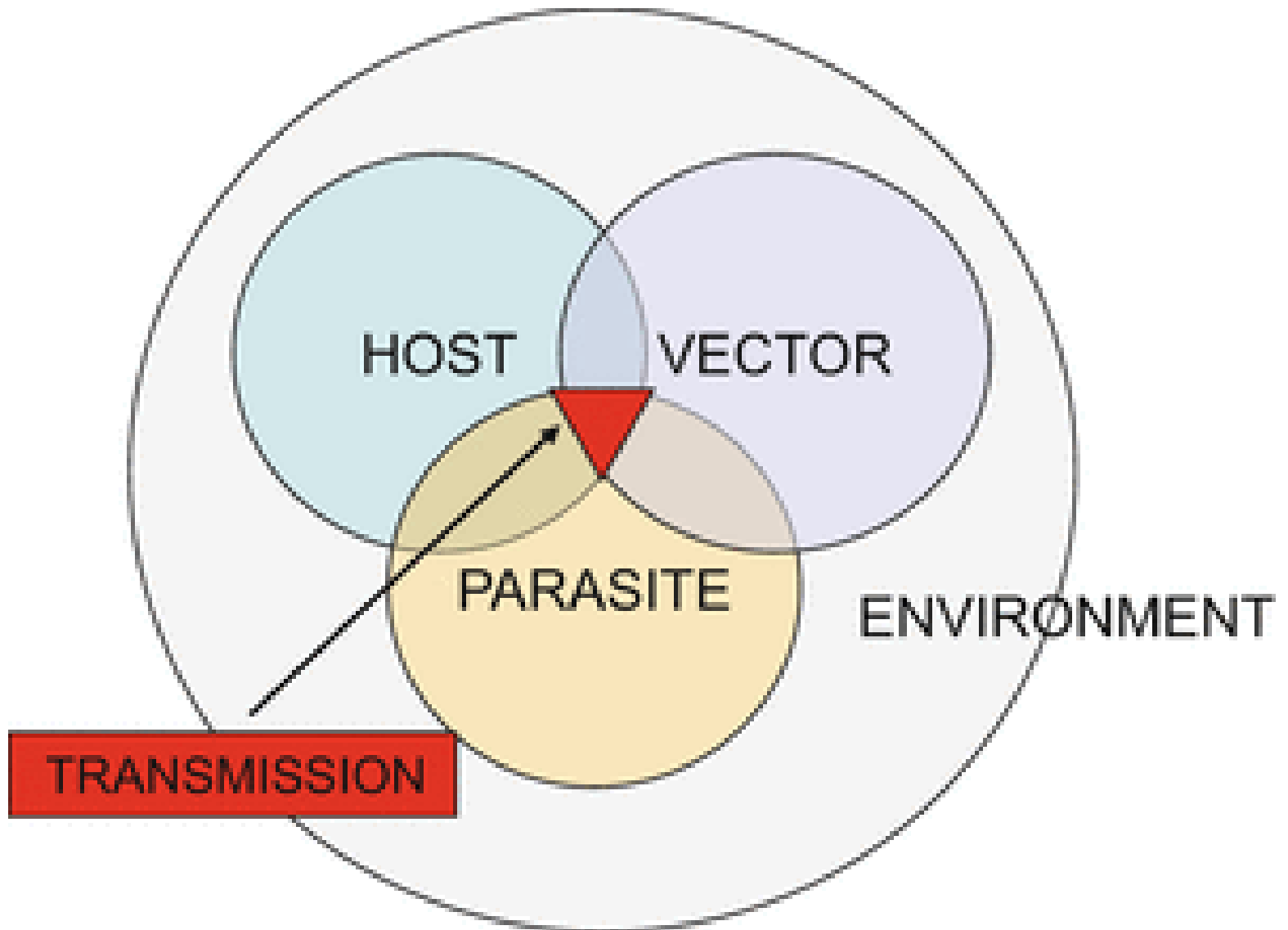
Šířením druhů roste nebezpečí zavlečení
nového patogena do ekosystému



Šířením druhů může
dojít k vystavení
daného systému
parazit-hostitel zcela
novým, podmínkám
prostředí







Šířením druhů může dojít
ke změně složení
hostitelských druhů,
jejich hustotě nebo
rozmístění na dané
lokality

Vzájemné vztahy: Parazit - Hostitel - Vektor



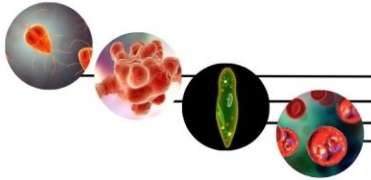
Patogenní organismy člověka

Human pathogen

Cellular (living)				Acellular (non-living)	
Parasites	Protozoa	Fungi	Bacteria	Viruses	Prions
					
<i>Echinococcus</i>	<i>Giardia duodenalis</i>	<i>Epidermophyton</i>	<i>Helicobacter pylori</i>	<i>Norovirus</i>	<i>Prion</i>

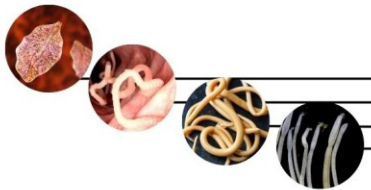
MOST COMMON PARASITES IN HUMANS

PROTOZOA



- MASTIGOPHORA - THE FLAGELLATES
- SARCODINA - THE AMEBA
- CILIOPHORA - THE CILIATES
- SPOROZOA

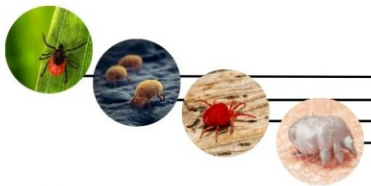
HELMINTHS



- FLATWORMS (PLATYHELMINTHES)
- TREMATODES (FLUKES)
- CESTODES (TAPEWORMS)
- ROUNDWORMS (NEMATHELMINTHES)
- THORNY-HEADED WORMS

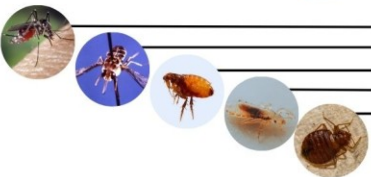
ECTOPARASITES

PARASITIC ARACHNIDS INCLUDE:



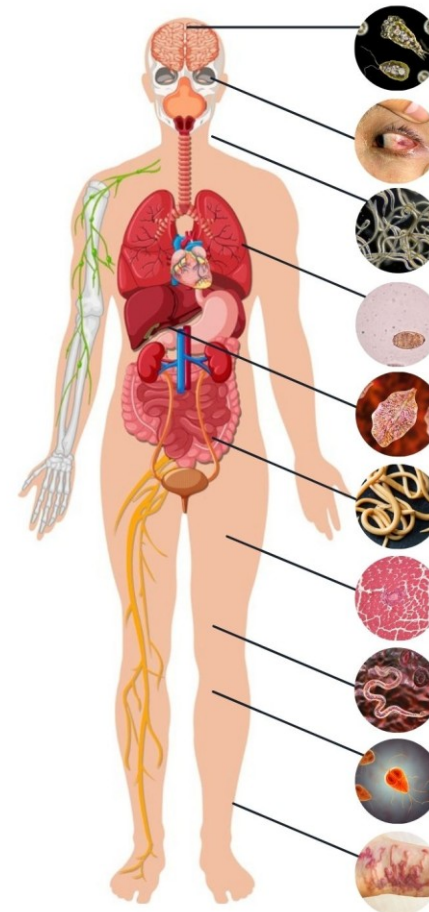
- TICKS
- MITES
- CHIGGERS
- SCABIES

ECTOPARASITIC INSECTS INCLUDE:



- MOSQUITOES
- TSETSE FLIES
- FLEAS
- LICE
- BED BUGS

WHERE CAN PARASITES LIVE IN THE HUMAN BODY, AND WHAT BODY PARTS THEY CAN INFECT



BRAIN
BRAIN-EATING AMOEBA INFECTION, CAUSED BY PARASITE NAEGLERIA FOWLERI

EYES
OCULAR LARVA MIGRANS IN EYE

LYMPH
NEMATODES OF THE FAMILY FILARIODIDEA CAUSE LYMPHATIC FILARIASIS

LUNGS
PARAGONIMUS WESTERMANI EGG - THE MAJOR SPECIES OF LUNG FLUKE THAT INFECTS HUMANS, CAUSING PARAGONIMIASIS

LIVER
LIVER FLUKES CAN CAUSE LIVER AND BILE DUCT DISEASE

INTESTINES
DIFFERENT TYPES OF PARASITES LIVE MOSTLY IN THE INTESTINES, ESPECIALLY IN THE SMALL INTESTINE

MUSCLES
TRICHINELLA SPIRALIS LARVAE IN MUSCLE TISSUE

BLOOD
BRUGIA MALAYI IN BLOOD

JOINTS
GIARDIA INFECTION MAY LEAD TO ARTHRITIS

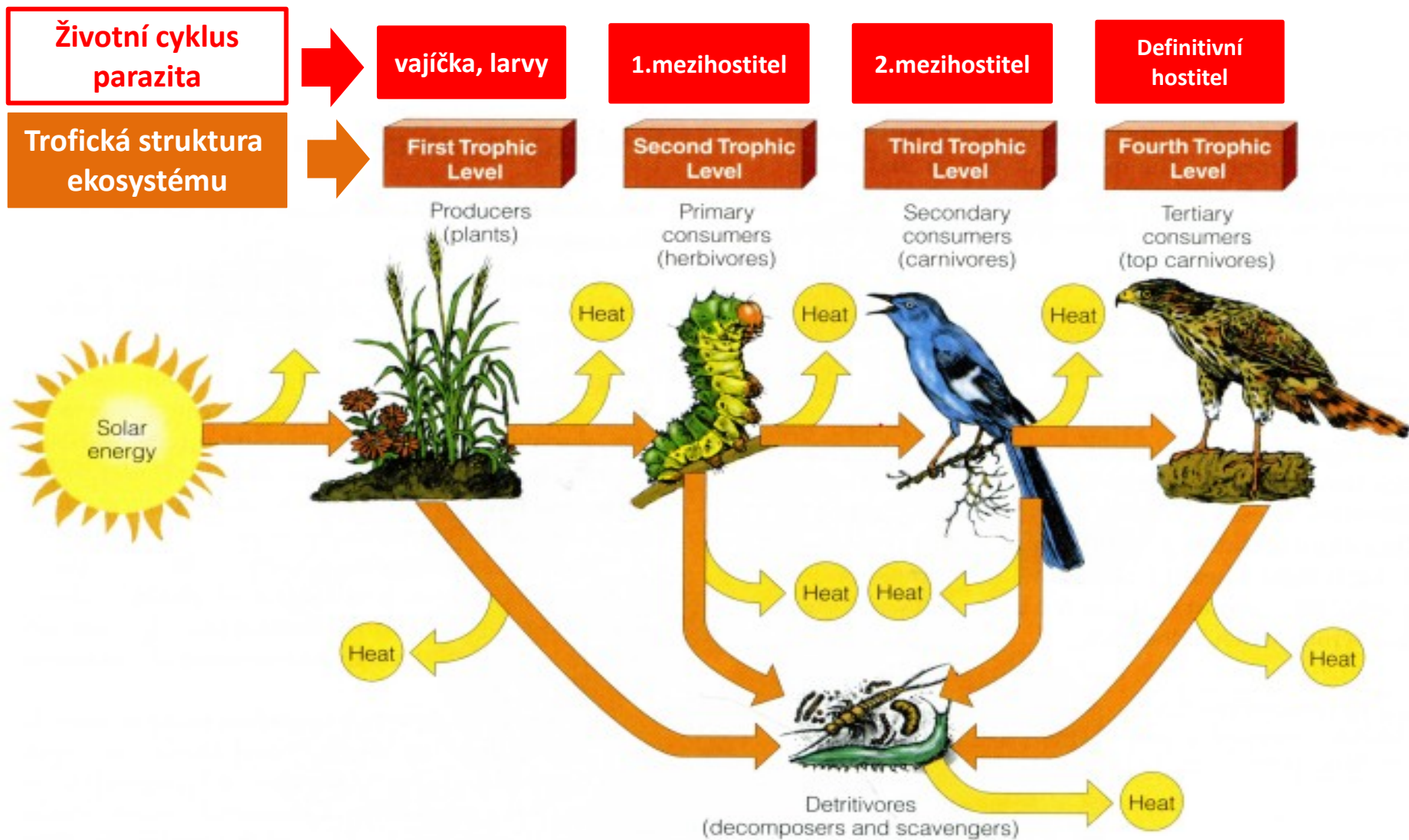
SKIN
CUTANEOUS LARVA MIGRANS AT FOOT

Ekologická parazitologie – komplexní věda

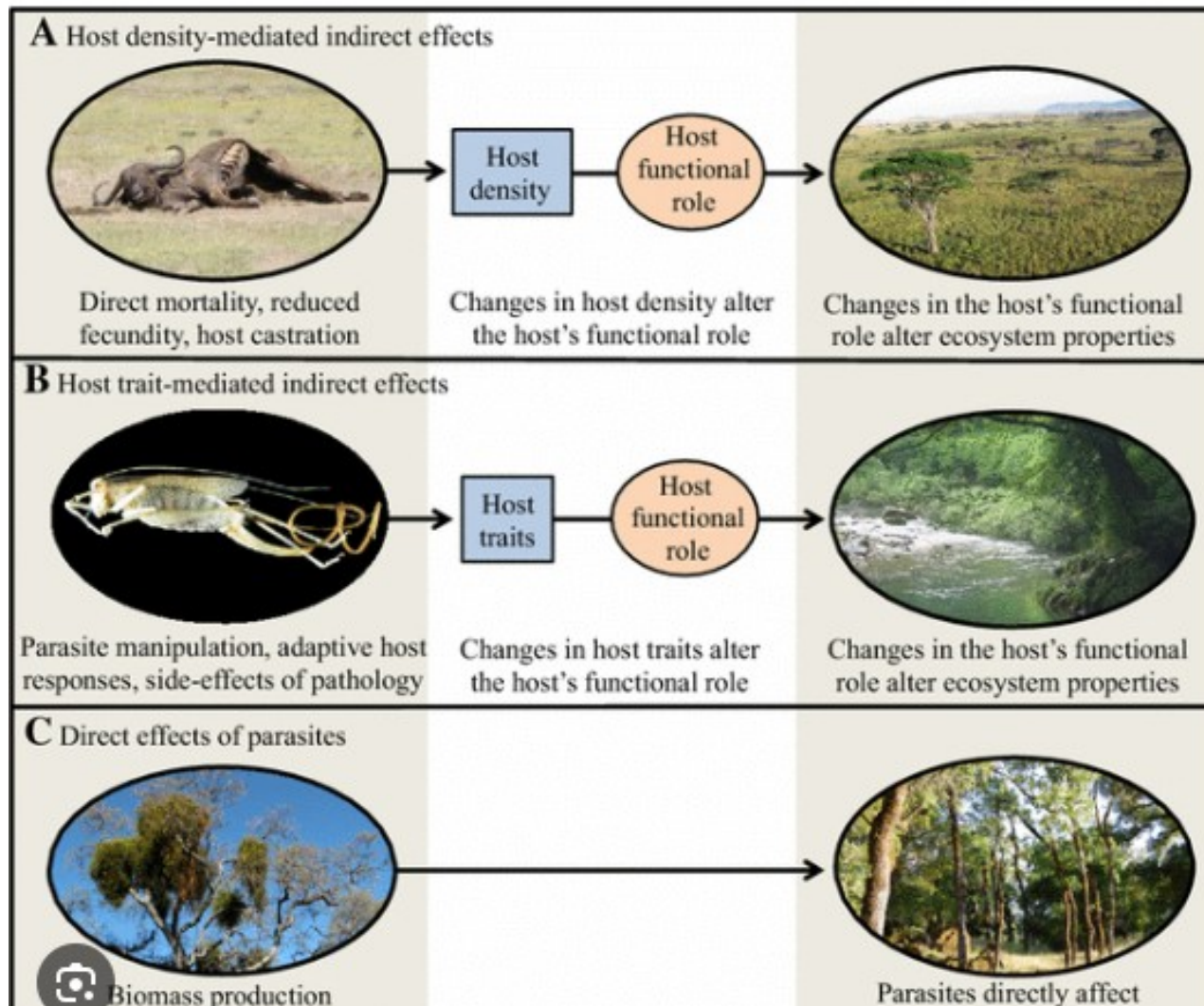


Ekologické důsledky parazitismu

Paraziti prostupují trofickou strukturu ekosystému



Mechanisms of parasite action on ecosystems



Cíle současné ekologické parazitologie

- Studium manipulace parazitů hostitelem
- Populační ekologie parazitů
- Analýza společenstev cizopasníků
- Vliv parazitů na populace hostitelů, jejich společenstva, a dynamiku potravních řetězců
- Parazité, vliv pohlaví hostele a sexuální selekce v populaci hostitele
- Virulence and hostitelsko-parazitární koevoluce
- Paraziti a jejich přenos a šíření mezi hostiteli
- Hostitelsko-parazitární interakce v Anthropocénu
- Spolupůsobení biodiverzity a parazitárních infekcí
- Analýza biogeografie parazitů a ve vztahu k jejich biodiverzitě
- Parazitární ekologie v molekulárním věku
- Kofylogeneze parazita a hostitele

Děkuji za pozornost !



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 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

- Apendix 1) rozmanitost parazitů na příkladu třídy Monogenea

Výskyt parazitismu u Platyhelminthes

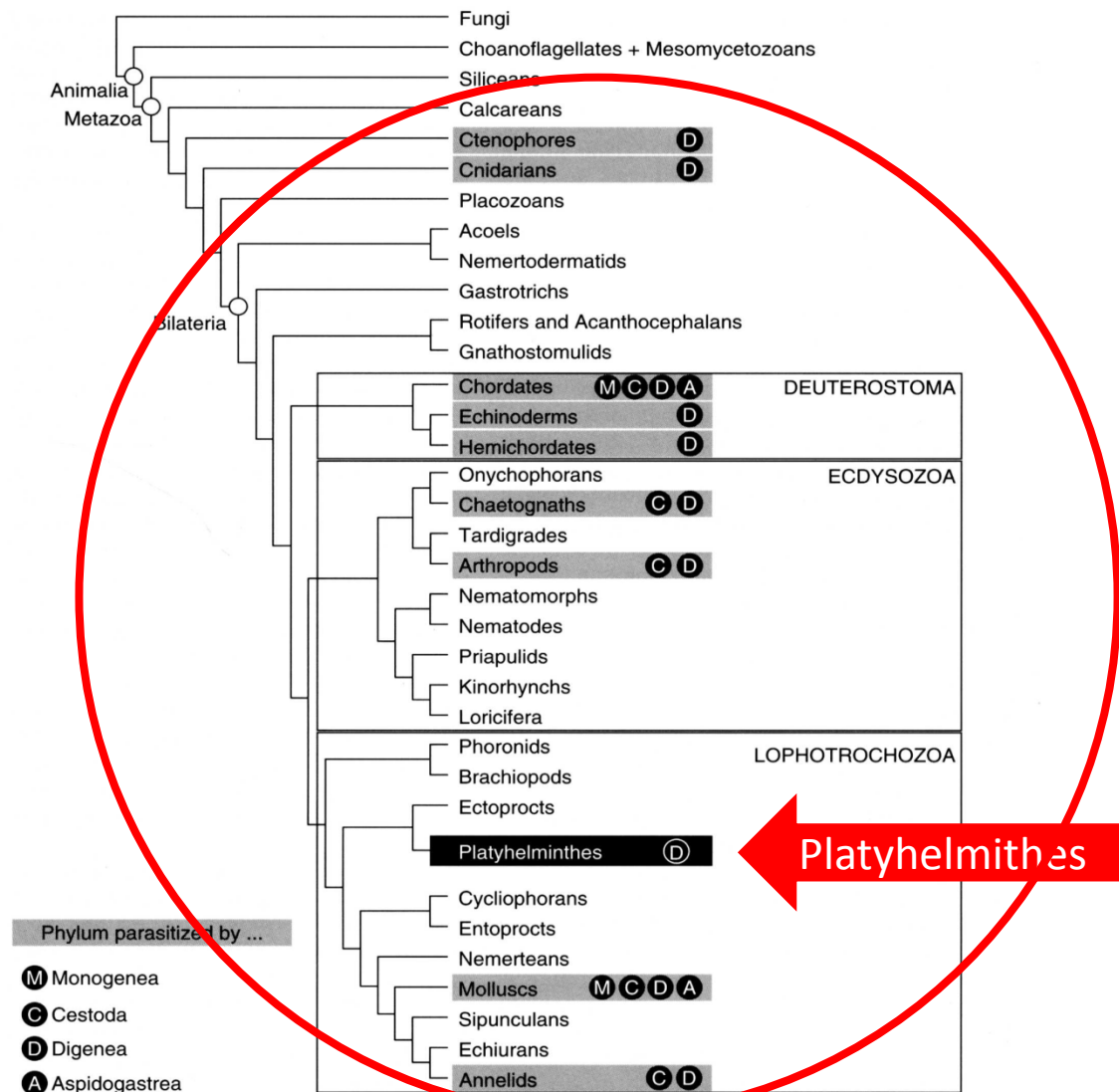
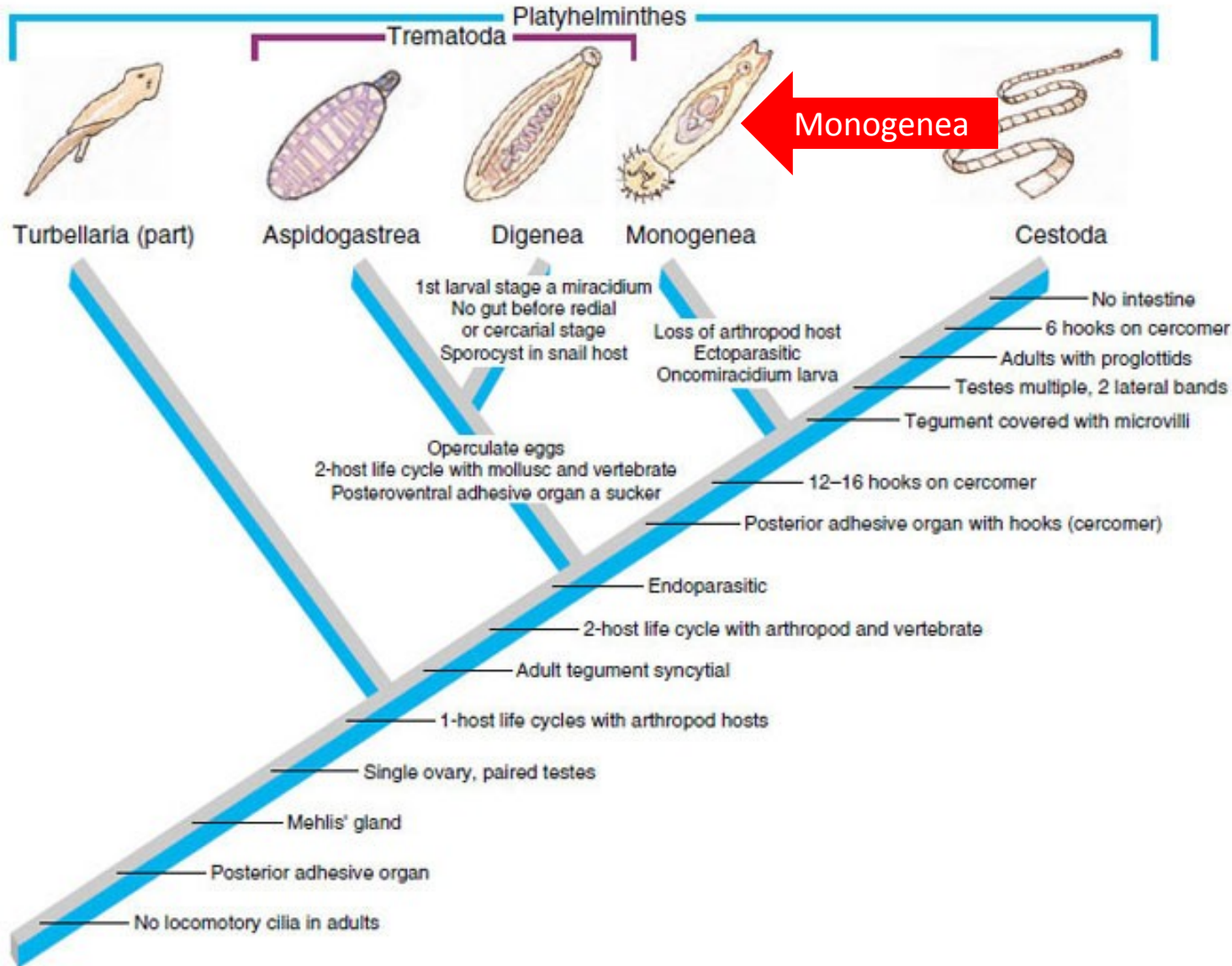
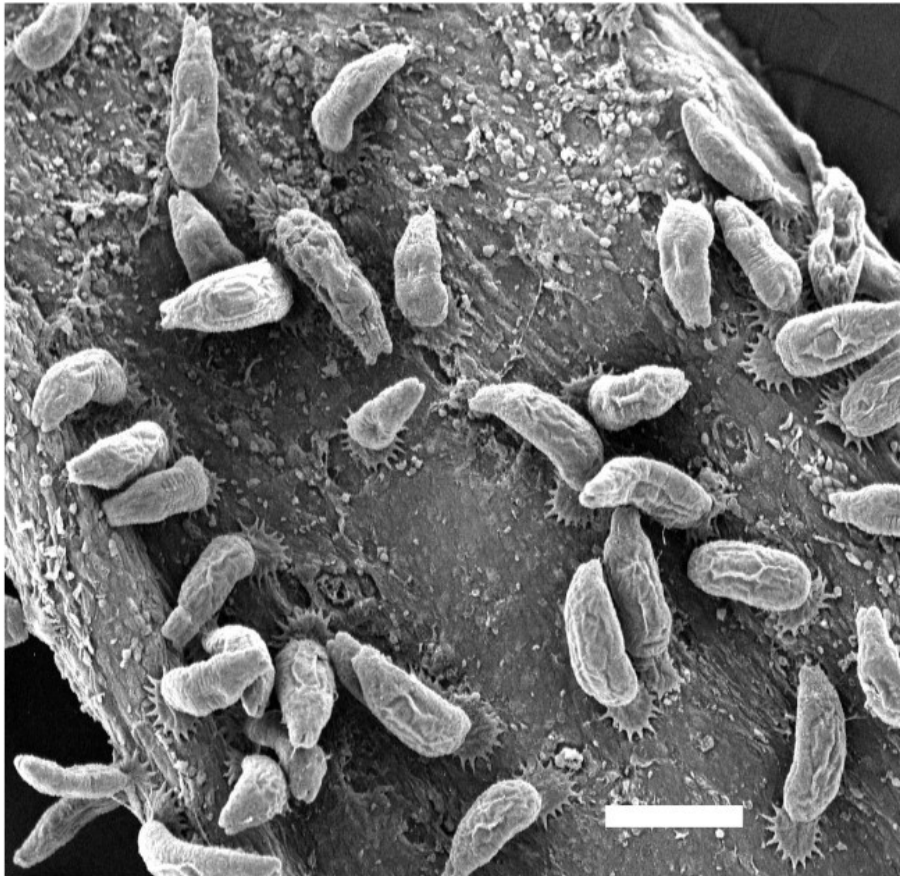


Fig. 1.1. Platyhelminthes and their position in the tree of life with an indication of which phyla are parasitized by neodermatan flatworms (Monogenea, Cestoda, Aspidogastrea, Digenea); basic tree adapted from Eernisse and Peterson (2004) who estimated this tree topology using a combined analysis of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

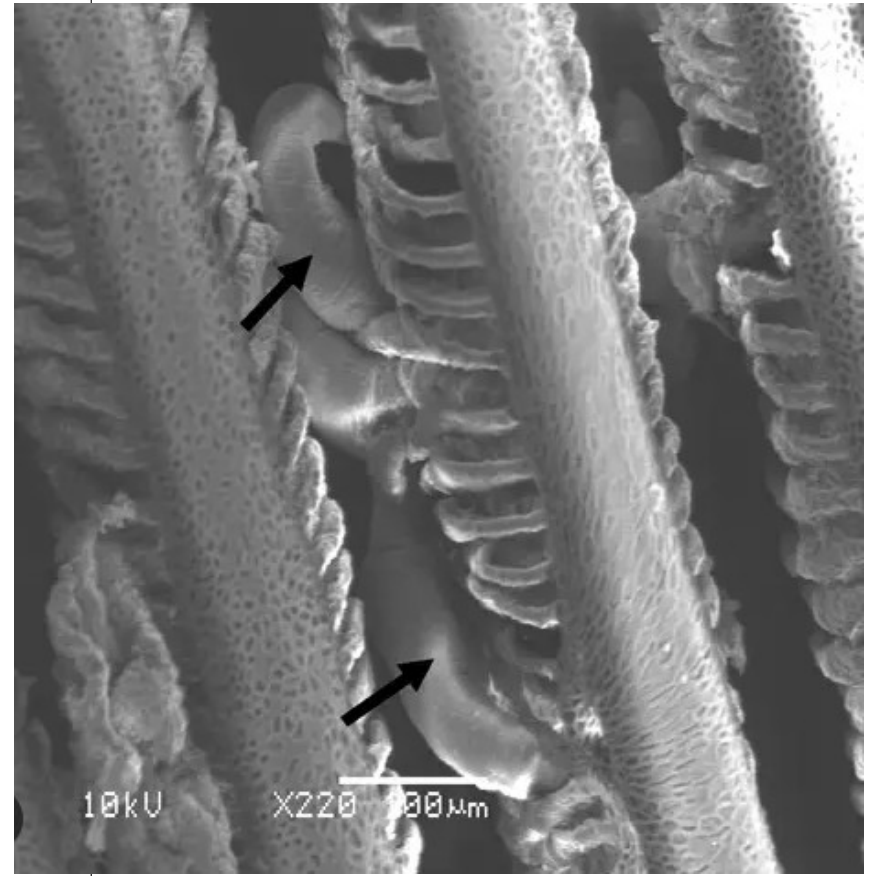
Fylogeneze a rozmanitost Platyhelminthes



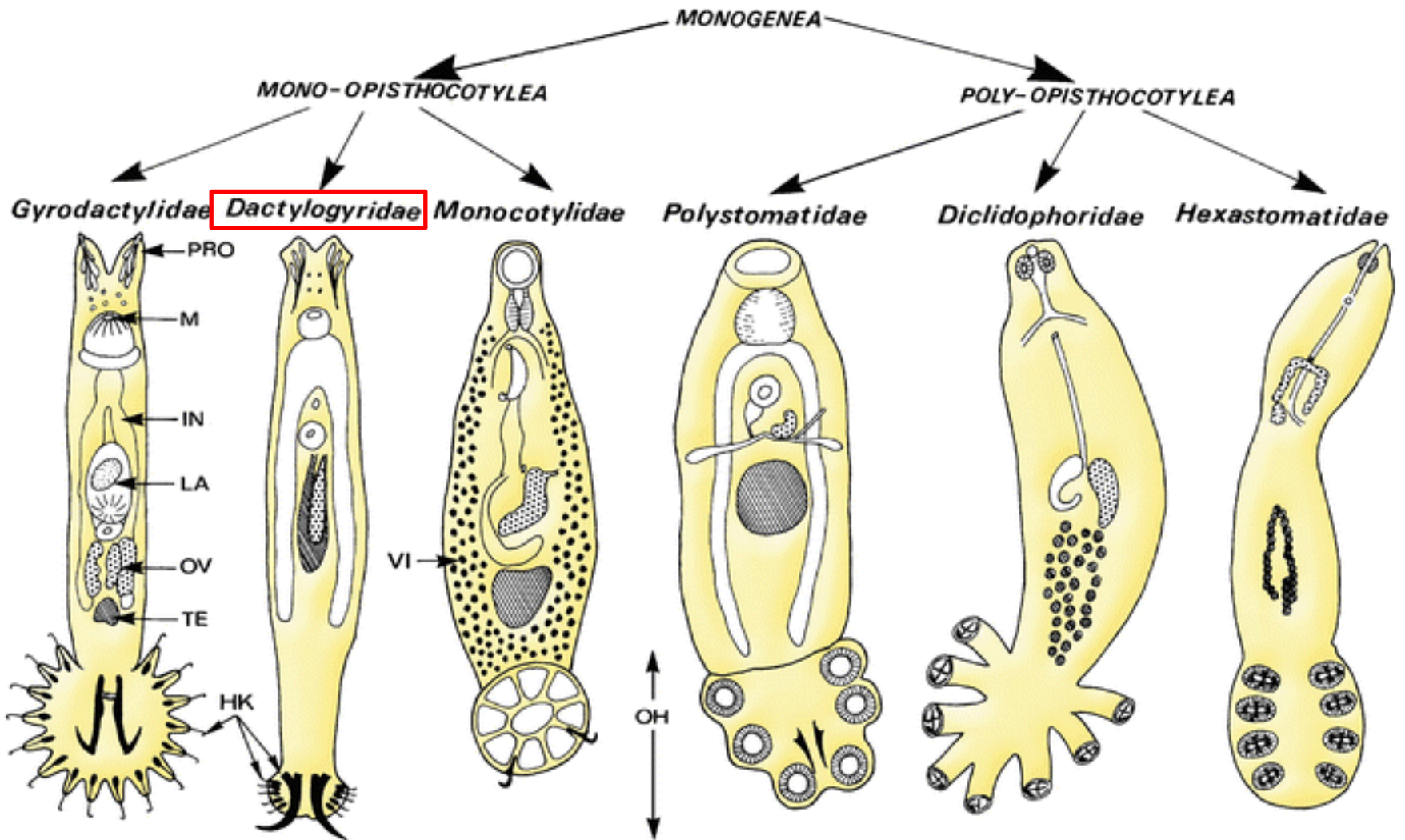
Monogenea – na povrchu těla ryb



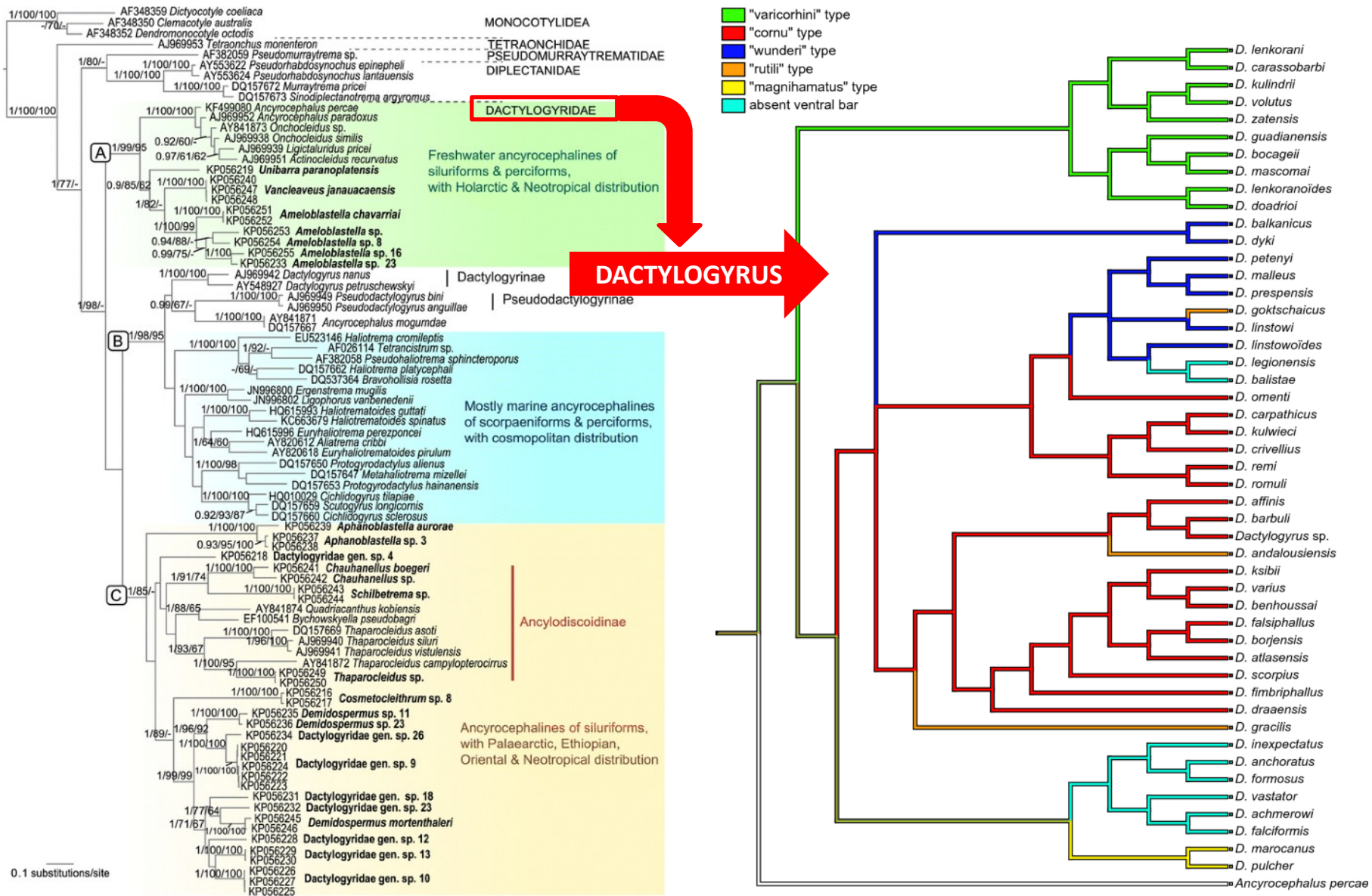
TRENDS in Parasitology



Rozmanitost Monogenea

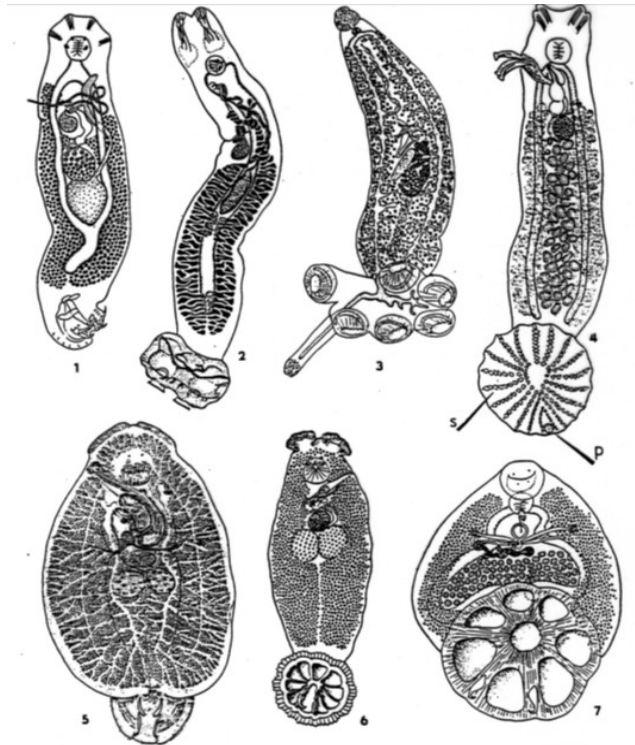


Rozmanitosť zástupců Monogenea

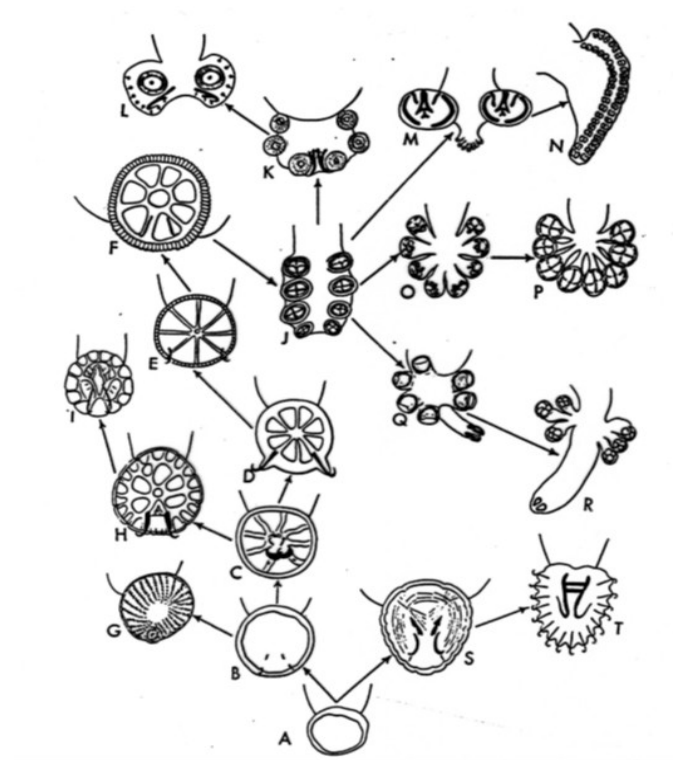


Evoluční expanze monogeneí - obrovská morfologická strukturální rozmanitost

Typy opisthaptoru

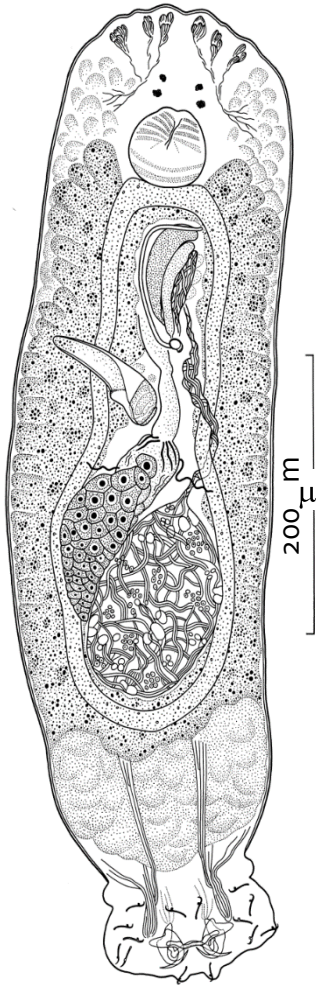


Evoluce opisthaptoru

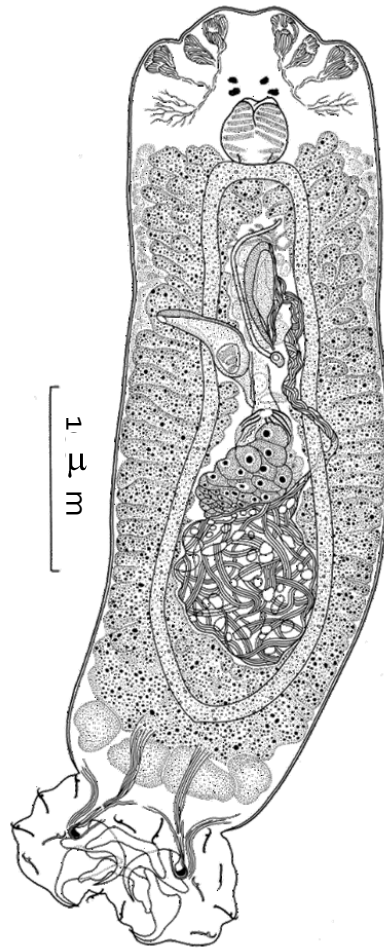


Srovnání tří druhů rodu *Thylacicleidus*

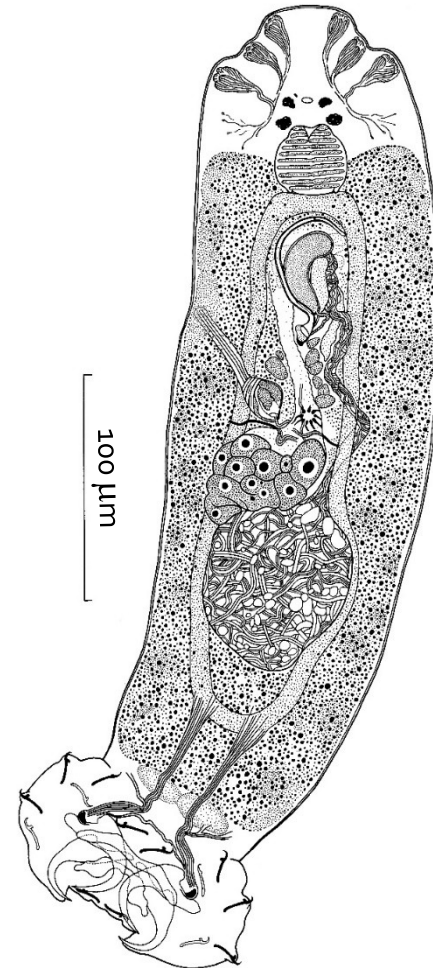
Thylacicleidus
serendipitus



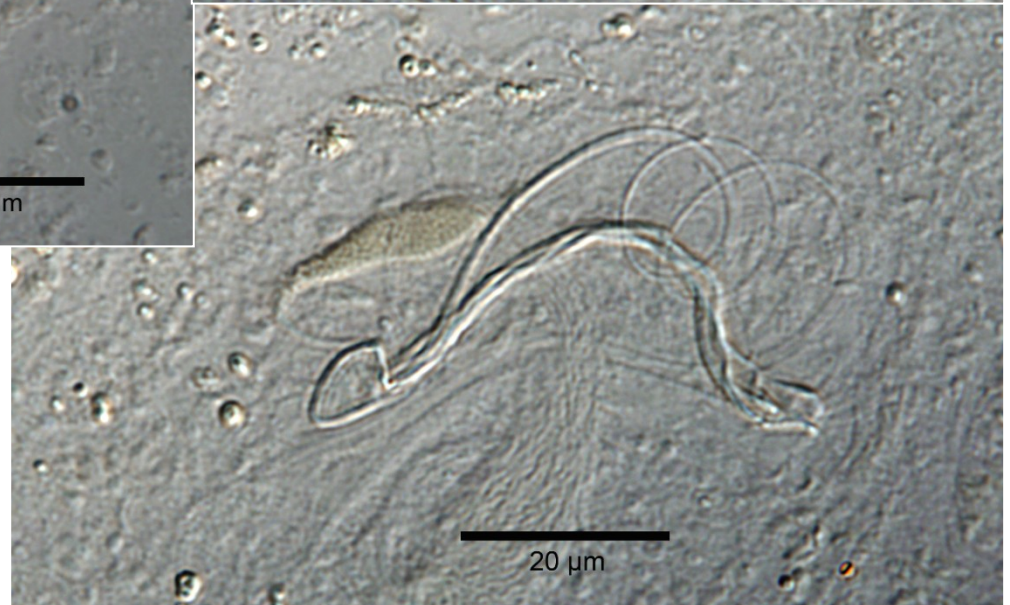
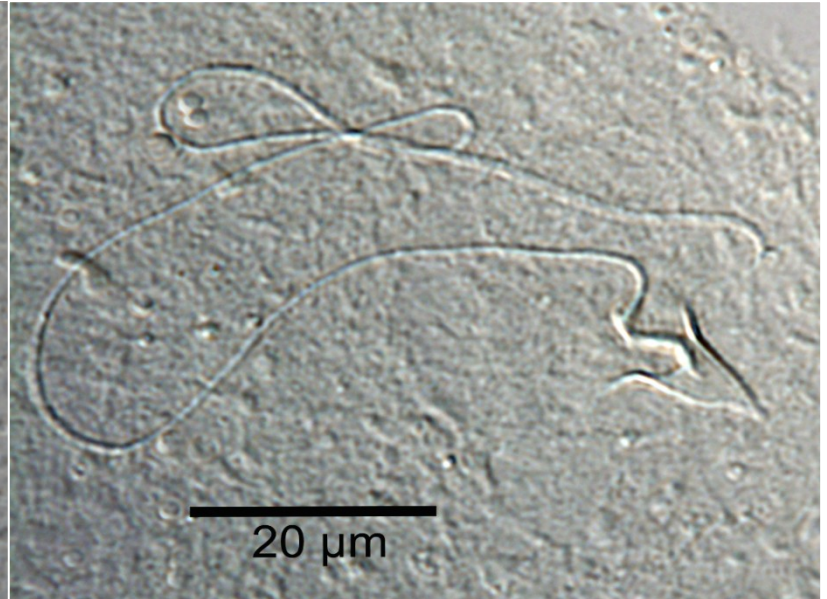
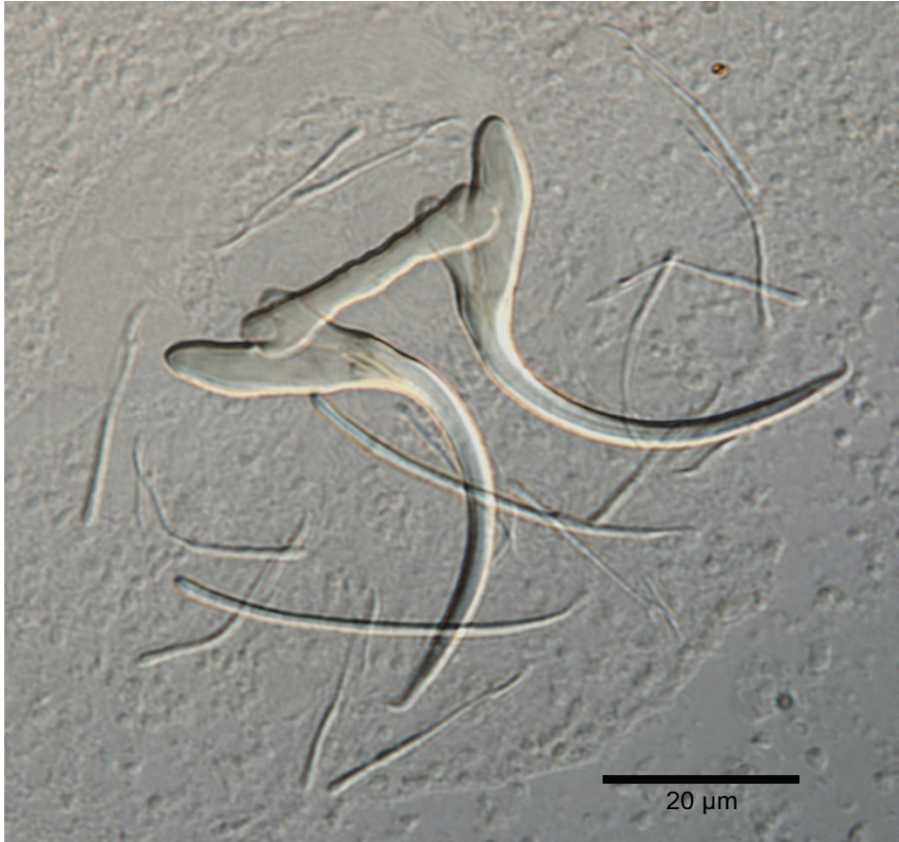
Thylacicleidus
sp. 1



Thylacicleidus
sp. 2



Determinační znaky *Nanotrema niokolensis*

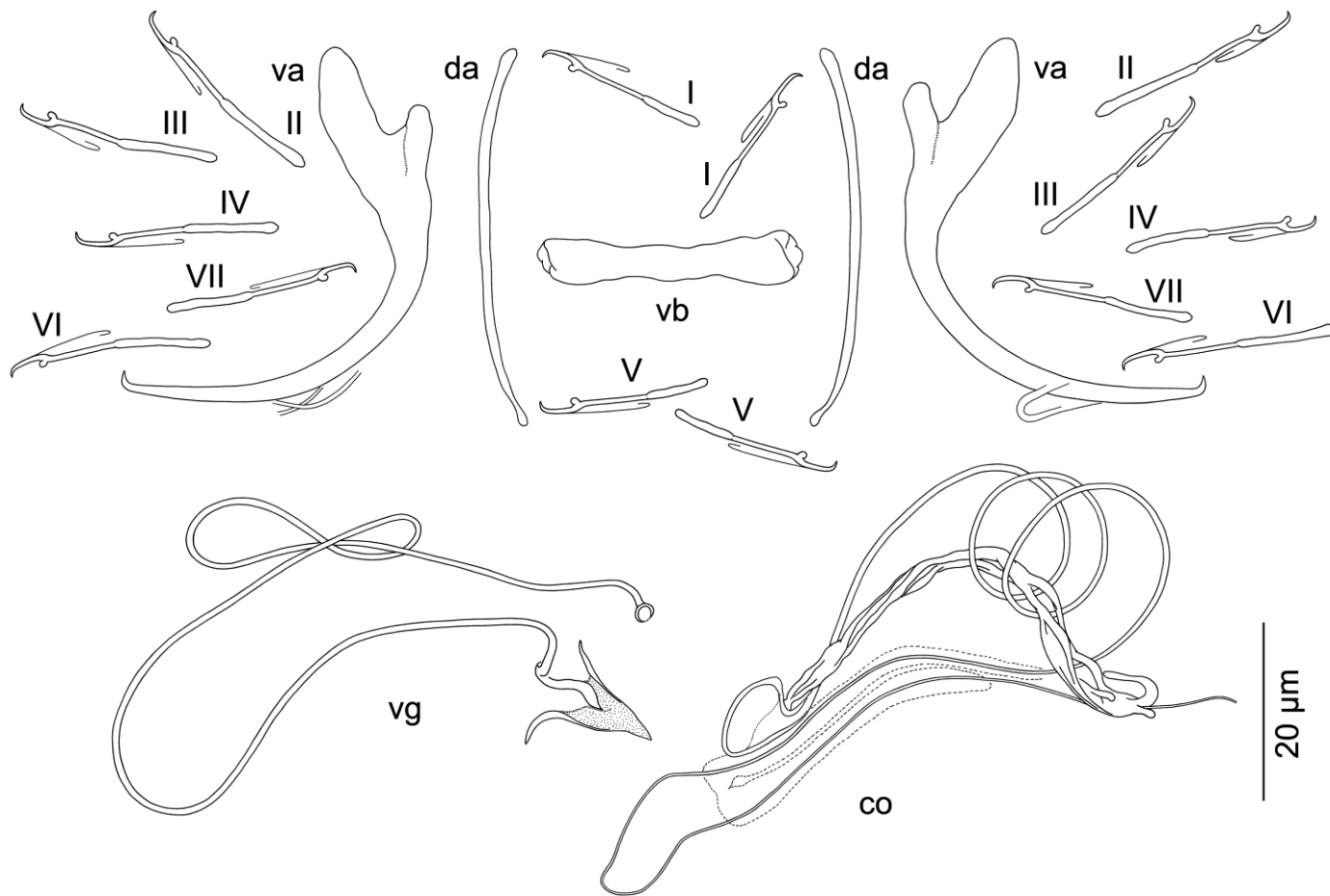


Nanotrema niokolensis n.sp.

Host: *Citharinus citharus citharus*

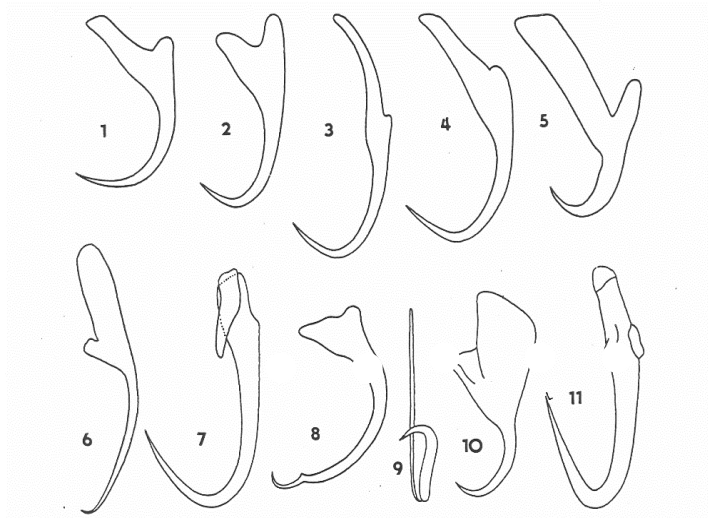
Locality: Niokolo Koba River near Pont Suspendu Niokolo-Koba National Park, Senegal

Determinační znaky *Nanotrema niokolensis*



Sclerotised structures of Nanotrema niokolensis sp.nov.: va = ventral anchor, vb = ventral bar, da = dorsal anchor, I-VII = pairs of hooks, co = copulatory organ, vg = vagina

Strukturální rozmanitost monogeneí - příklady



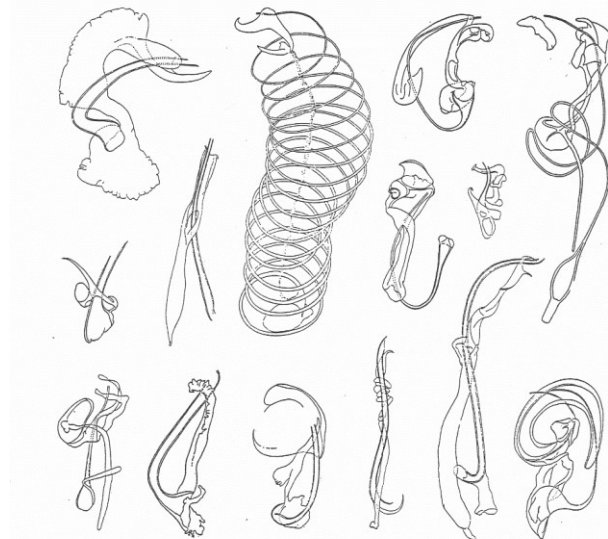
Střední háčky



Marginální háčky rodu *Gyrodactylus*



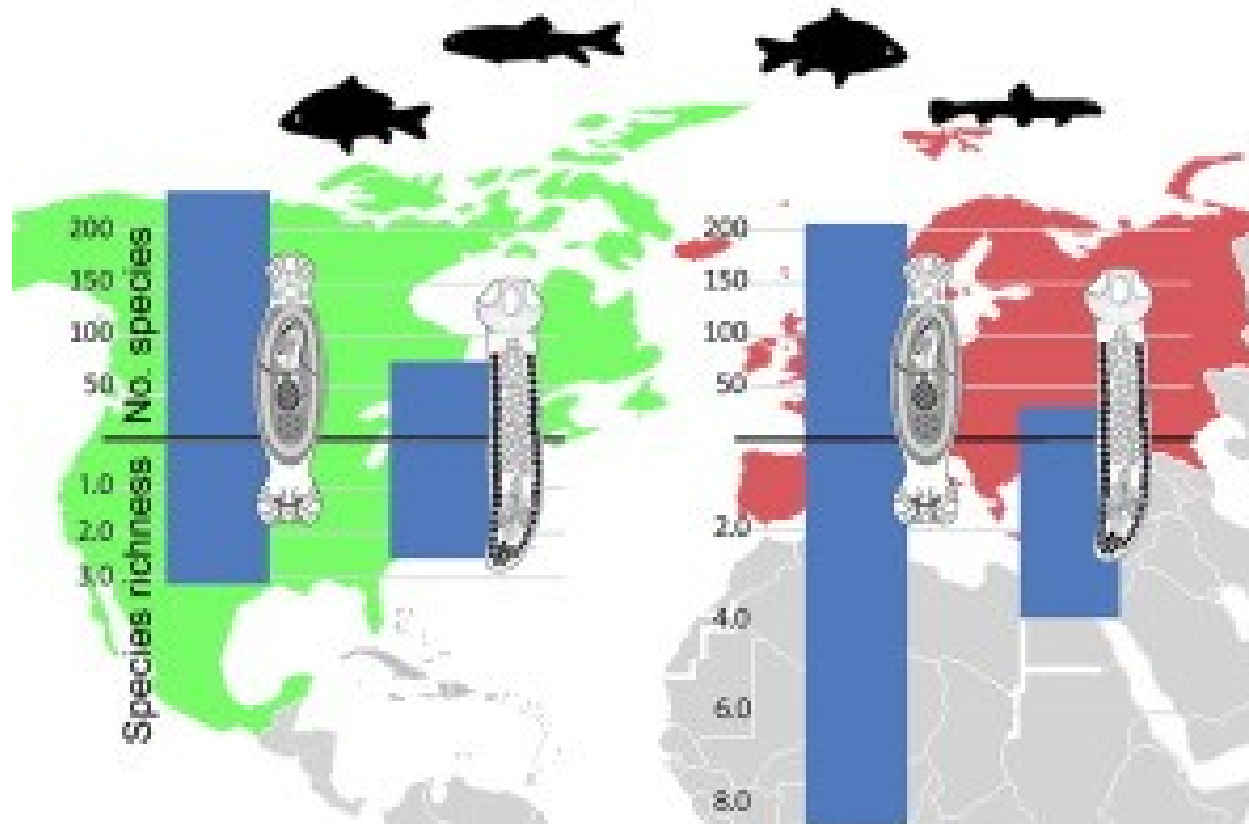
Hlavní spojovací destičky



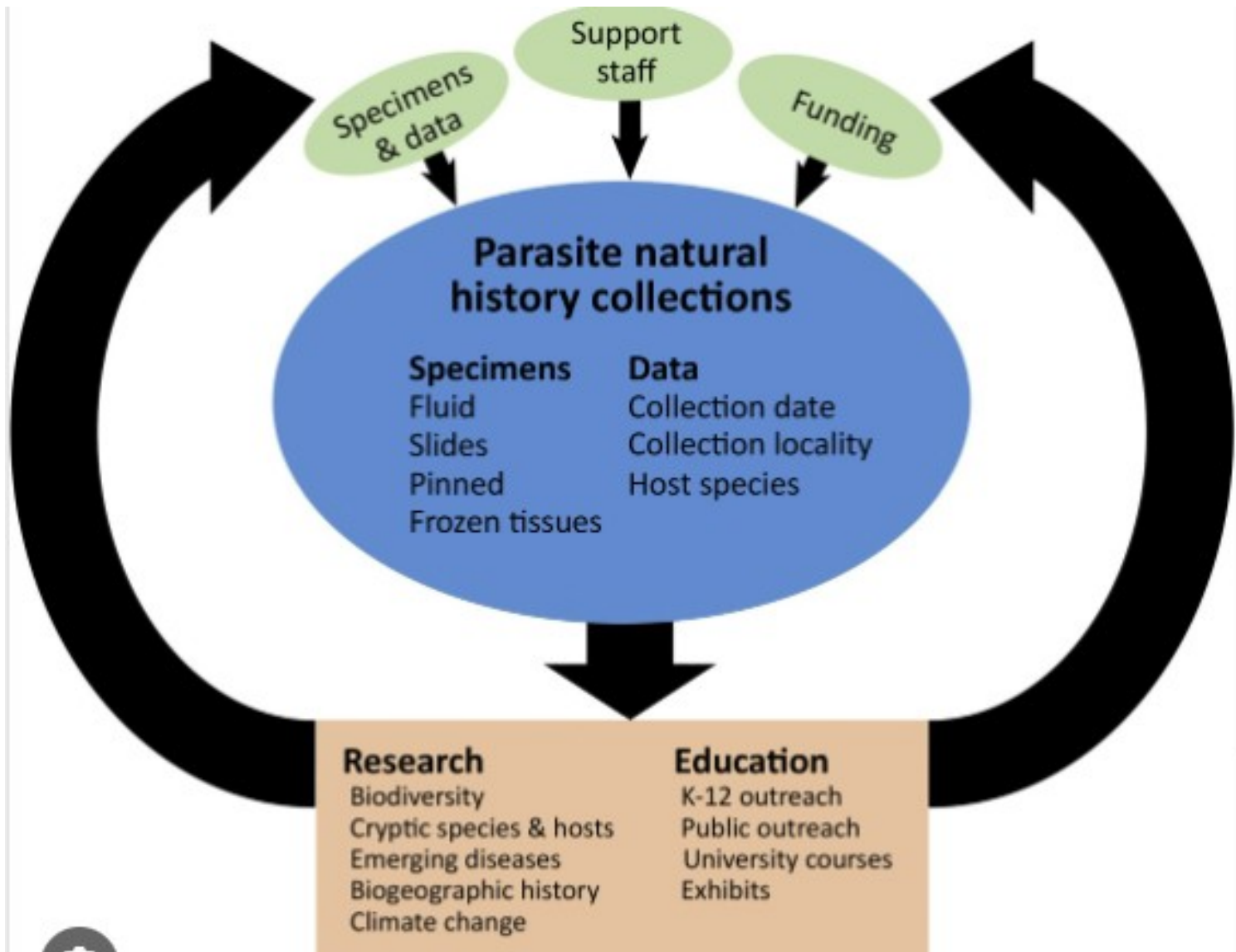
Samčí kopulační orgány

Monogenea *versus* Cestoda

Monogeneans and tapeworms
of
North America ← cypriniform fishes → Europe



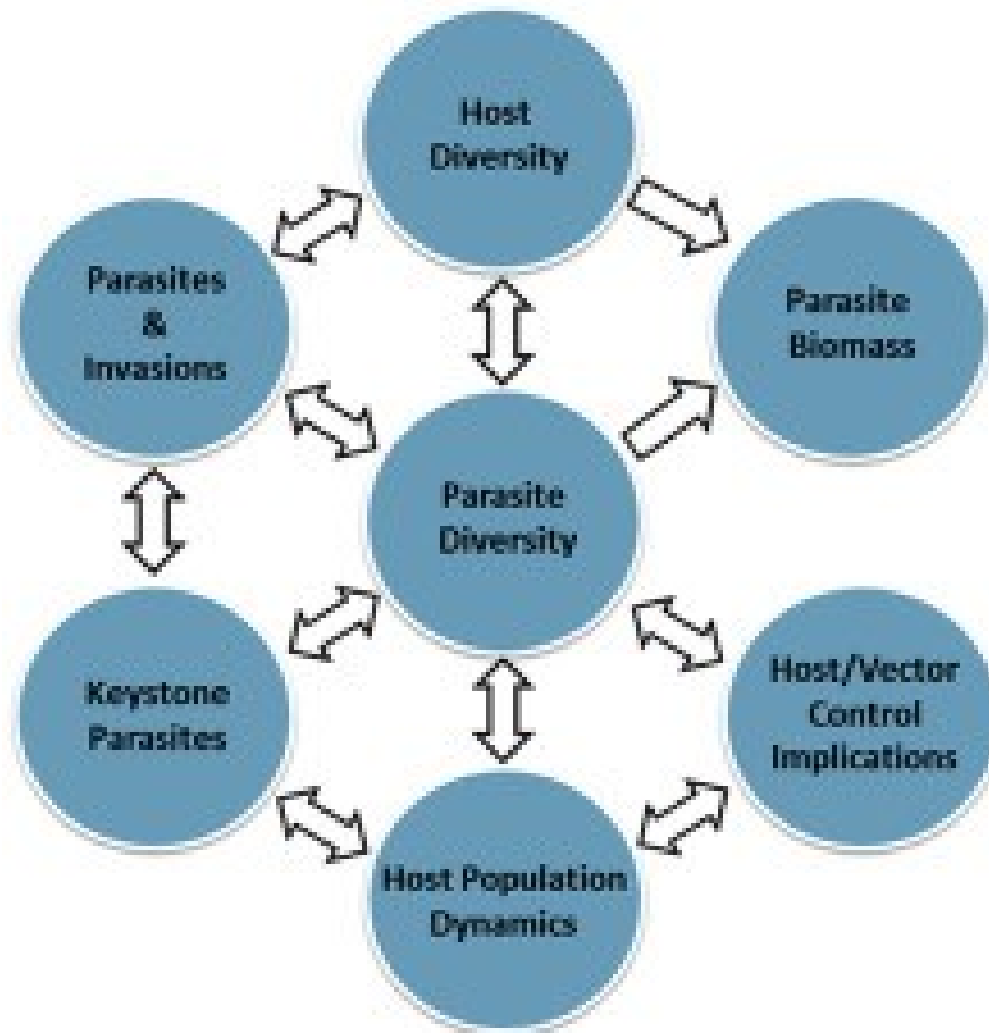
Podpora sbírek cizopasníků



- Apendix 2) Ekologická/environmentální parazitologie

Struktura ekologické parazitologie

Ecological Parasitology



Vliv environmentálních stresorů na akvatické parazity

Anthropogenic stressors

Pollution

Organic
Inorganic
Nutrients
Salts

Uptake and effects

Climate change

Temperature increase
Weather extremes
Acidification

Temperature
tolerance and
optimum

Habitat destruction

Degradation
Artificial morphology
Habitat homogeneity

Habitat
preferences and
conditions

Environmental parasitology

Host

Parasite

Community
Diversity
Composition
Structure

Population
Density
Dynamics

Individual
Development
Reproduction
Metabolism
Hormonal response
Immune response
Accumulation
Fitness

Molecule/Cell
DNA damage
Heat shock proteins
Detoxifying enzymes
Oxidative stress

Future perspectives

Integrative monitoring

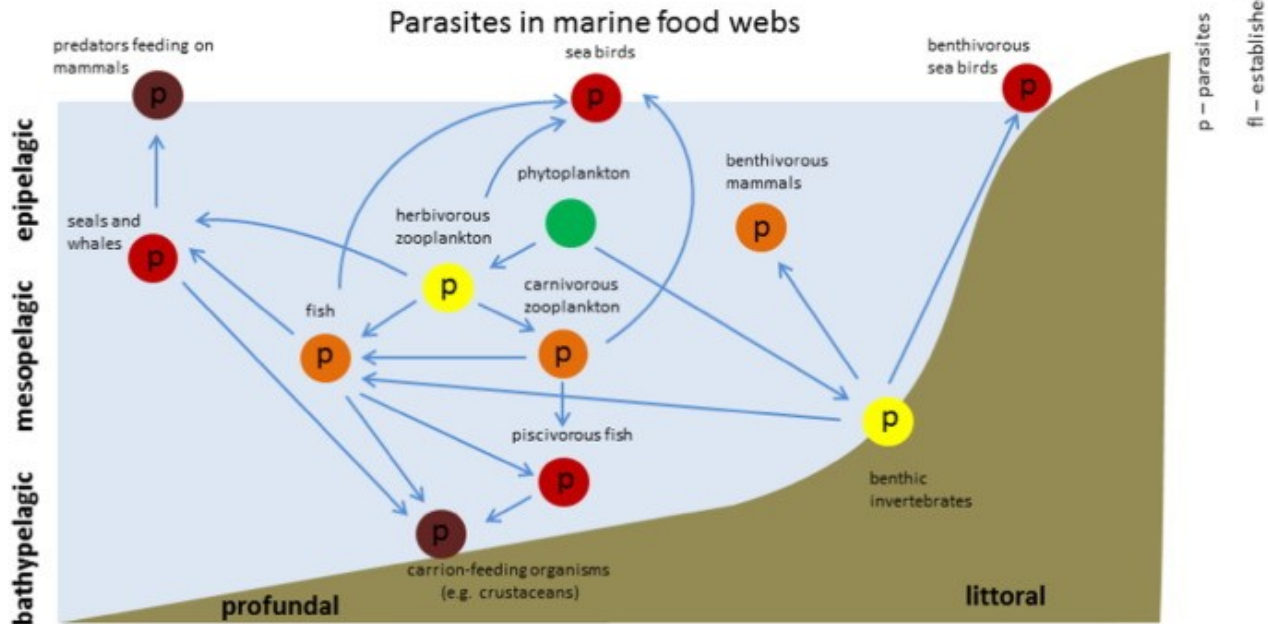
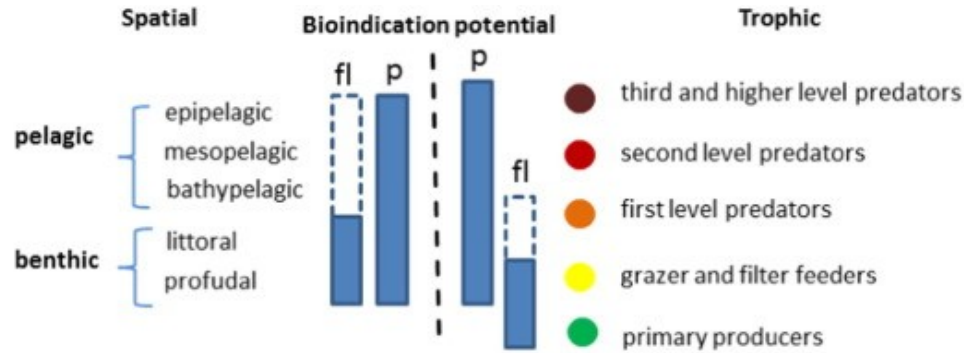
Genetic diversity
High-end analytics
Environmental DNA
Supra community structure

Fundamental research

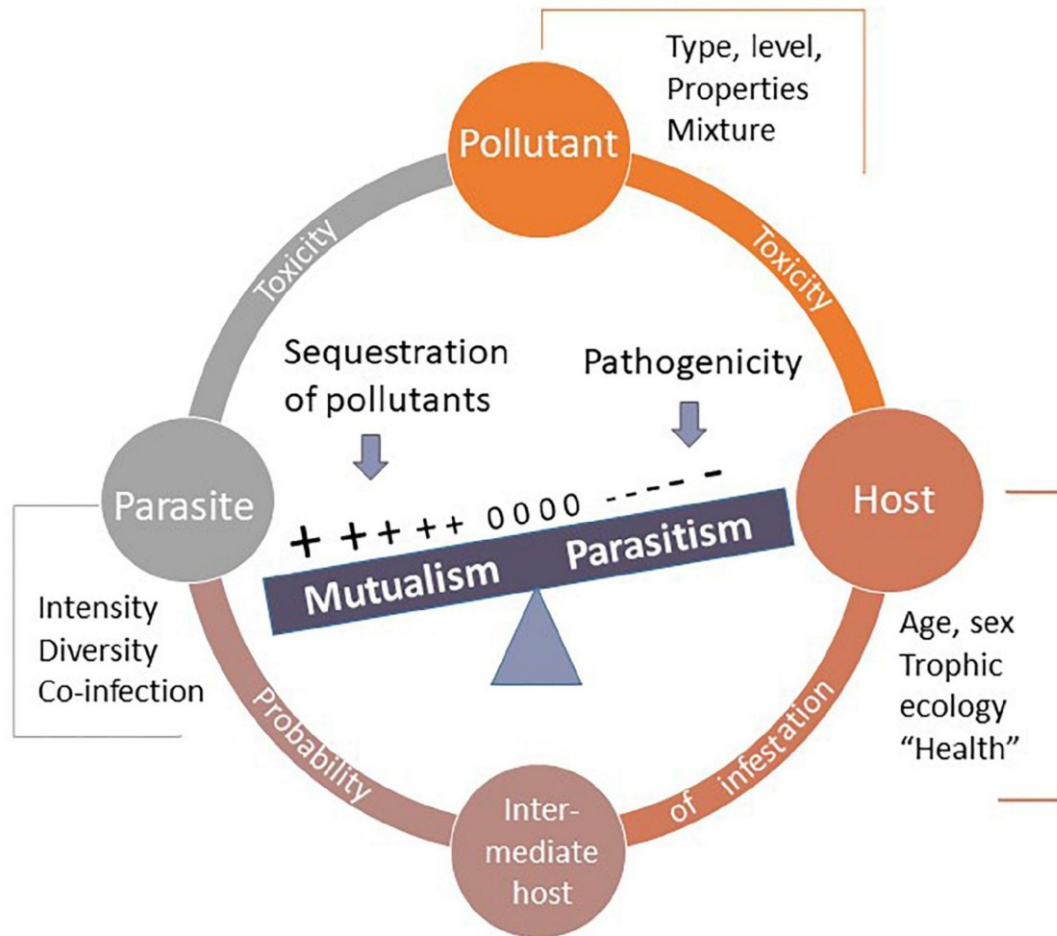
Mesocosm experiments
Microbiome
Omics

Comprehensive understanding of stressor
effects on host-parasite systems

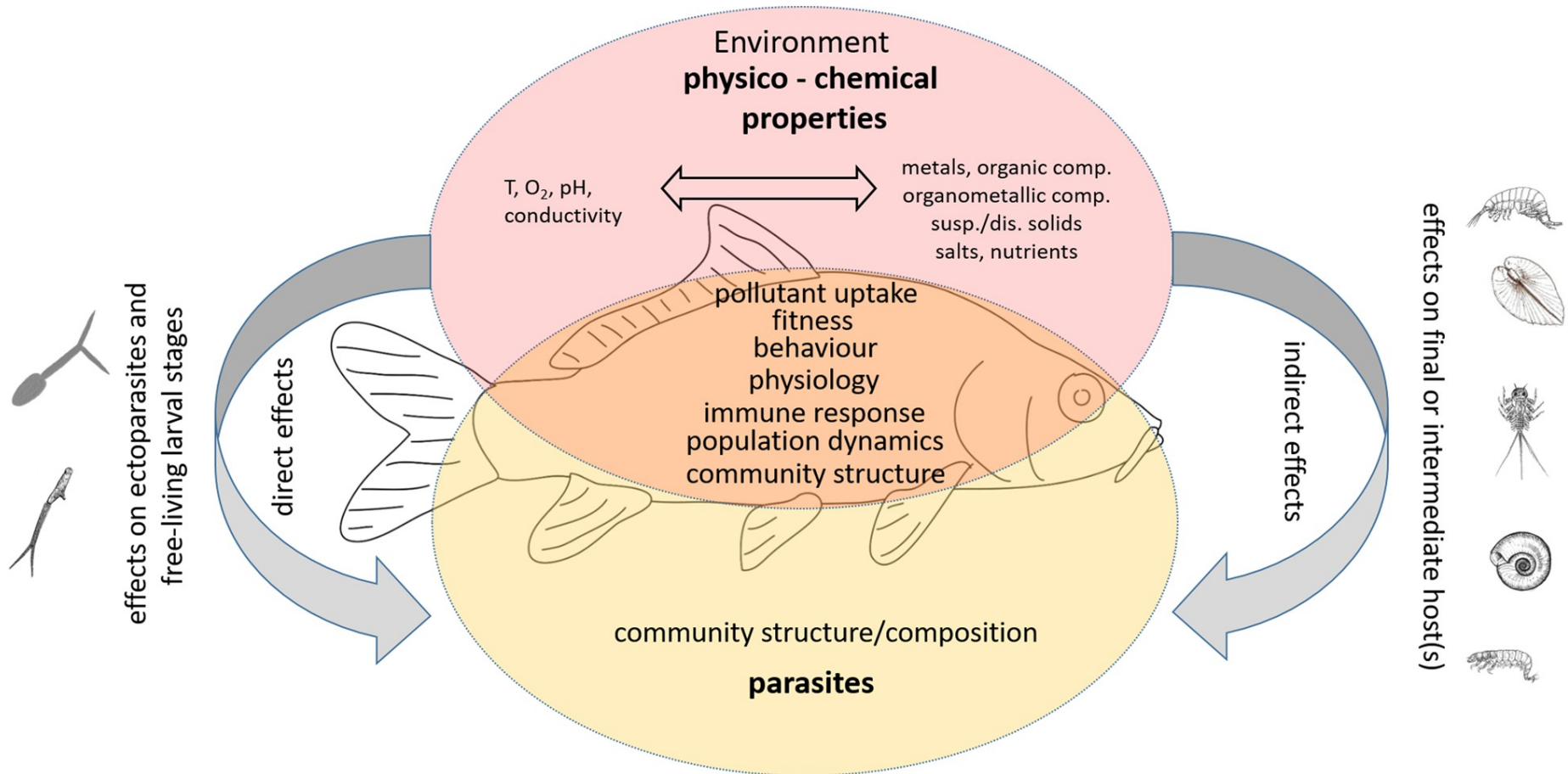
Paraziti jako akumulátoři polutantů



Benefits parasitologie v kontaminovaném prostředí



Vliv komplexního stresu na ryby: jak paraziti a polutanty interagují ?



GENERAL BIOLOGY AND ECOLOGY

Publication of *Geographical Ecology*, by MacArthur – 1972
Tinbergen, von Frisch and Lorenz share Nobel Prize
as pioneers of animal behaviour research – 1973

Publication of *Ecology and Evolution
of Communities*, by Cody and Diamond – 1975

Publication of *The Extended Phenotype*, by Dawkins – 1982
Invention of the polymerase chain reaction, by Mullis – 1983
Publication of *Ecological Communities*, by Strong et al. – 1984

First commercial use of Sanger DNA sequencing – 1986

Publication of *Macroecology*, by Brown – 1995
Enemy Release Hypothesis proposed for invasive plants – 1997
Critical look at general laws in ecology, by Lawton – 1999
Publication of *Phylogeography*, by Avise – 2000

Completion of the Human Genome Project – 2003
Brown proposes the metabolic theory of ecology – 2004
First commercial use of massively parallel
(or next-generation) DNA sequencing – 2005

ECOLOGICAL PARASITOLOGY

1971 – First issue of *International Journal for Parasitology*
1971 – Crofton identifies aggregation as a key parasite population feature
1972 – Holmes and Bethel establish host manipulation by parasites

1977 – Brooks conducts the first host-parasite cophylogenetic study
1978/79 – Anderson and May's host-parasite population models
1980 – Publication of *Evolutionary Biology of Parasites*, by Price
1982 – Hamilton and Zuk hypothesis of parasite-mediated sexual selection
1982/83 – Anderson, May and Ewald redefine the evolution of virulence

1986 – Holmes and Price rationalise parasite community ecology
1988 – Hafner and Nadler conduct the first molecular cophylogenetic study

1995 – First integration of parasites in a food web analysis

1998 – Publication of *Evolutionary Ecology of Parasites*, 1st edition, by Poulin

2000 – Ostfeld and Keesing propose
the 'diversity dilutes disease' hypothesis
2001/02 – First serious warnings that climate change
will affect host-parasite interactions
2002 – Publication of the first genome
of a parasite, *Plasmodium falciparum*

2004 – Publication of the first genome
of a helminth parasite, *Brugia malayi*

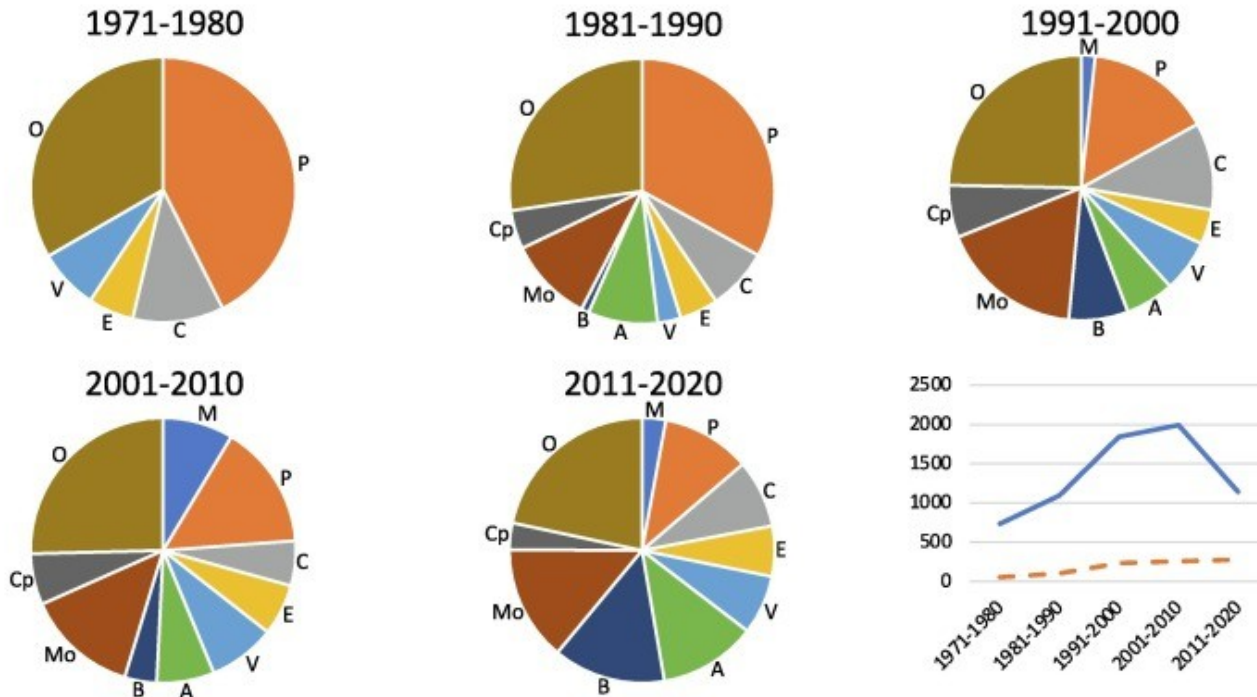
2005 – First use of network analysis to study host-parasite interactions
2005 – NHM's Host-Parasite Database is made publicly available online

2008 – Kuris et al. quantify parasite biomass at ecosystem level

2015 – Campbell, Ōmura and Tu share Nobel Prize
for their discovery of anti-parasite drugs

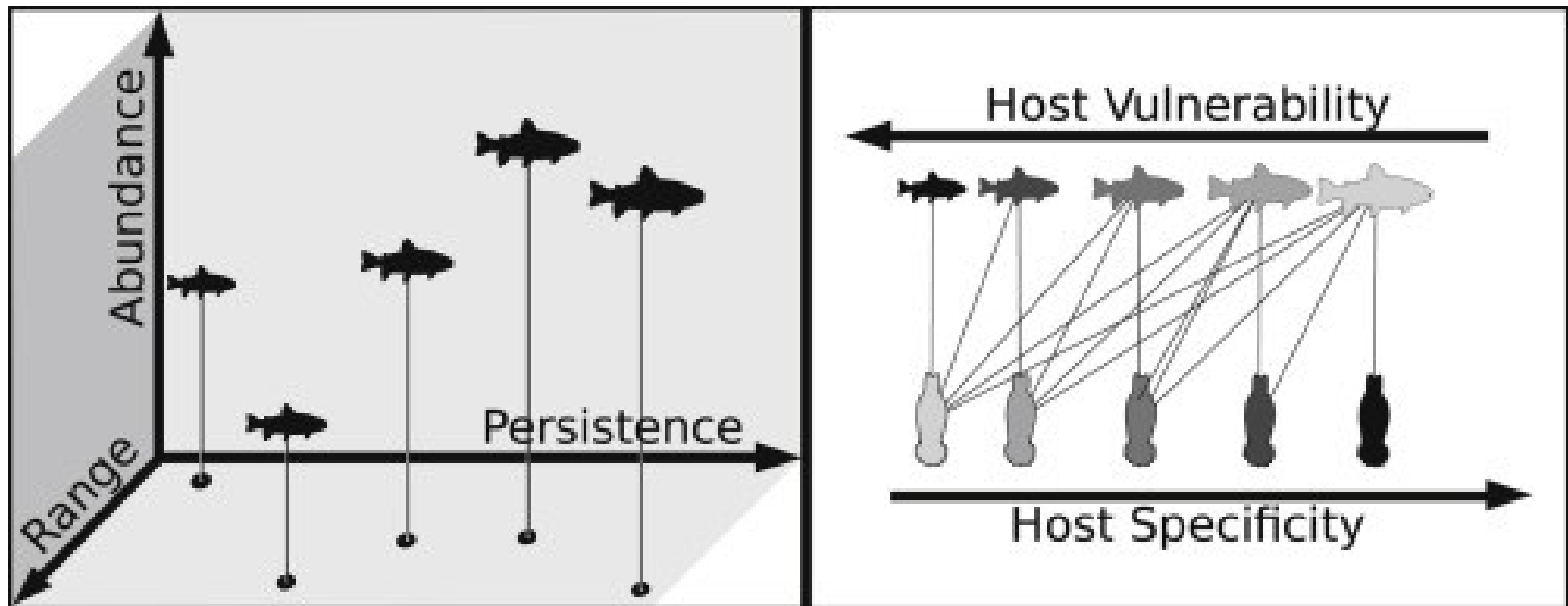
2017 – Launch of the Parasite Microbiome Project

Dynamický rozvoj ekologické parazitologie (za 50let)



Evoluční parazitologie

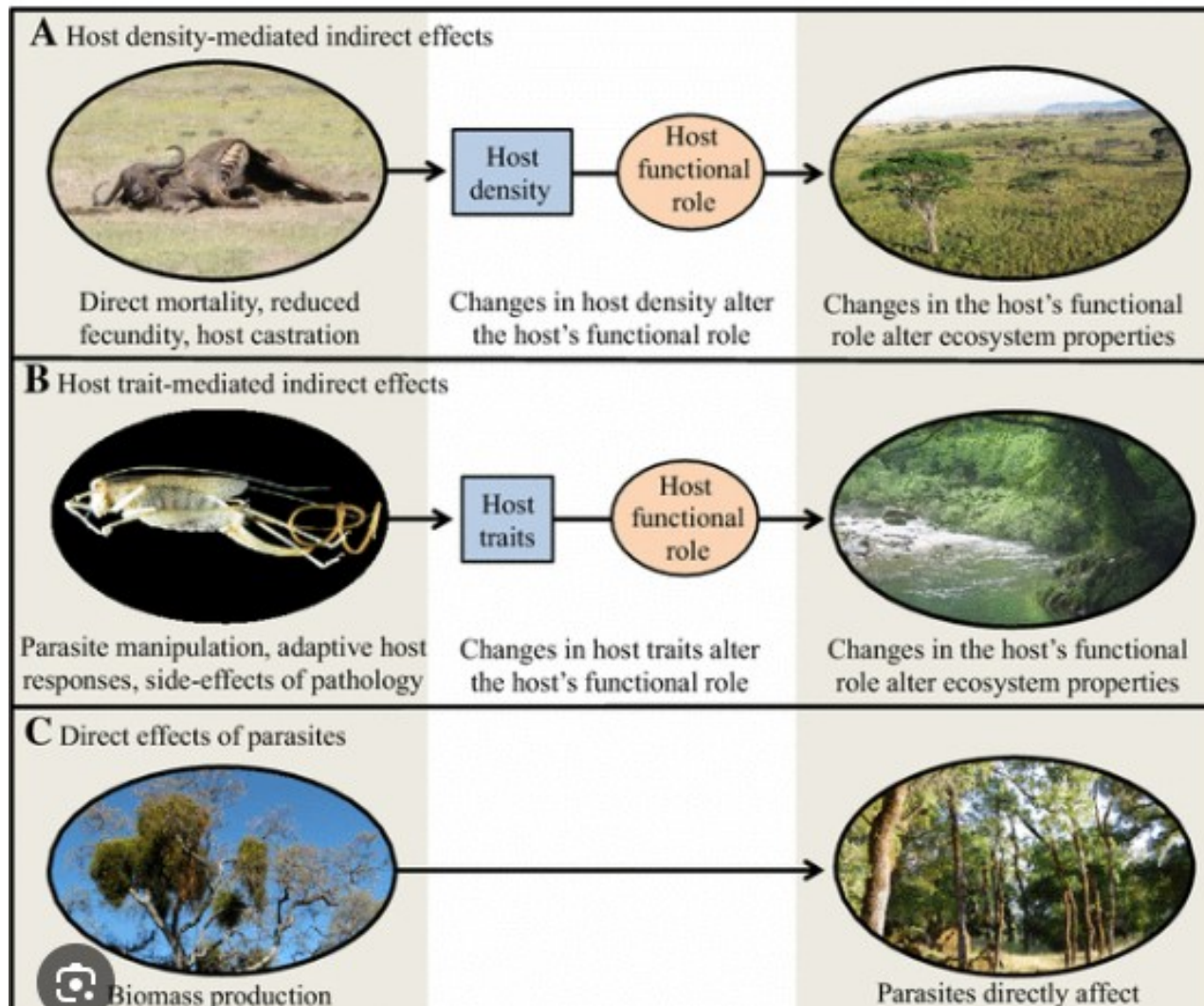
Současnost, minulost a budoucnost vztahů mezi parazitem a hostitelem.



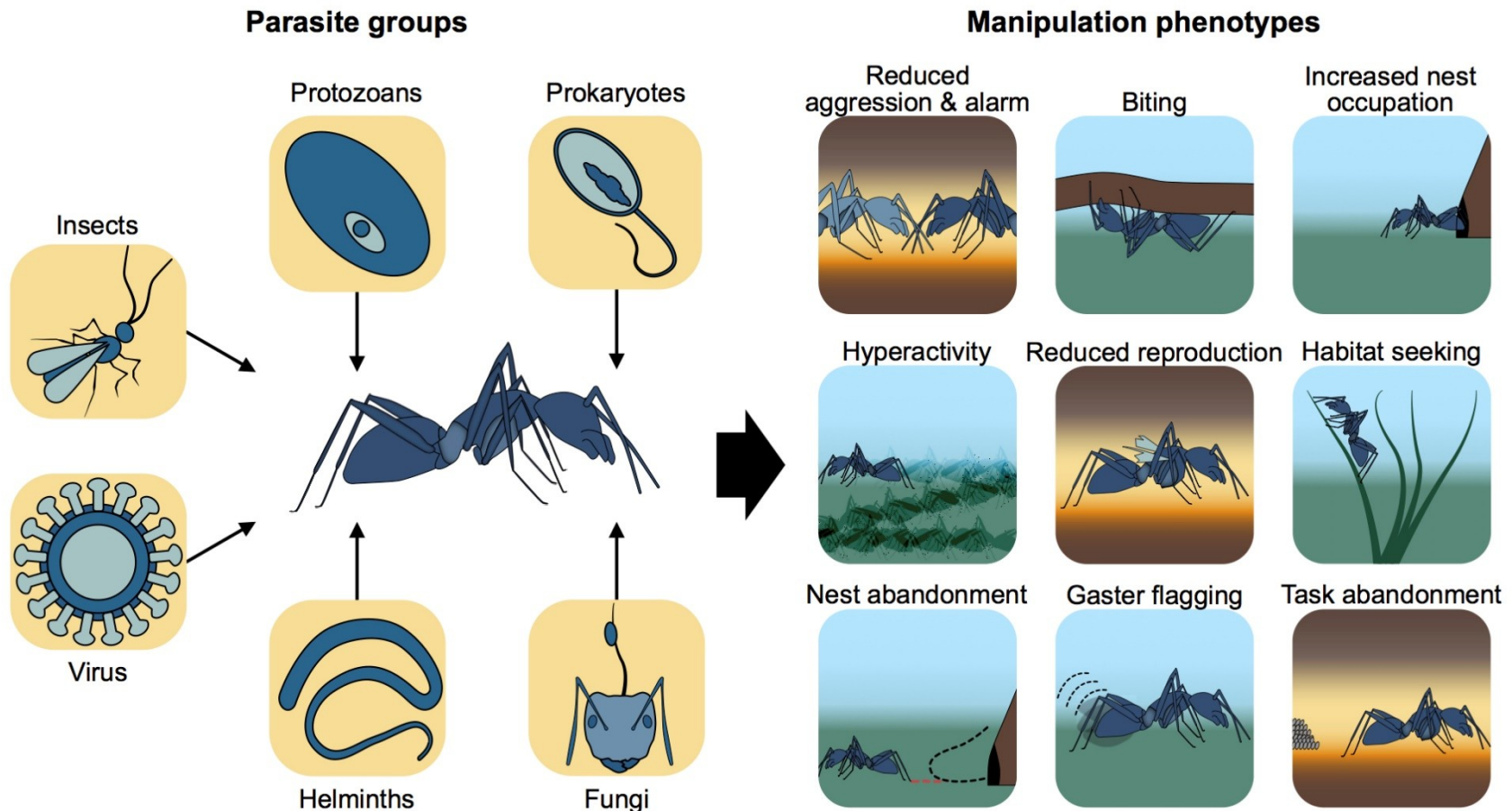
Evoluční parazitologie: integrované studium parazitárních infekcí, imunologie, ekologie, a genetiky.

- Apendix 3) Příklady studií ekologické parazitologie

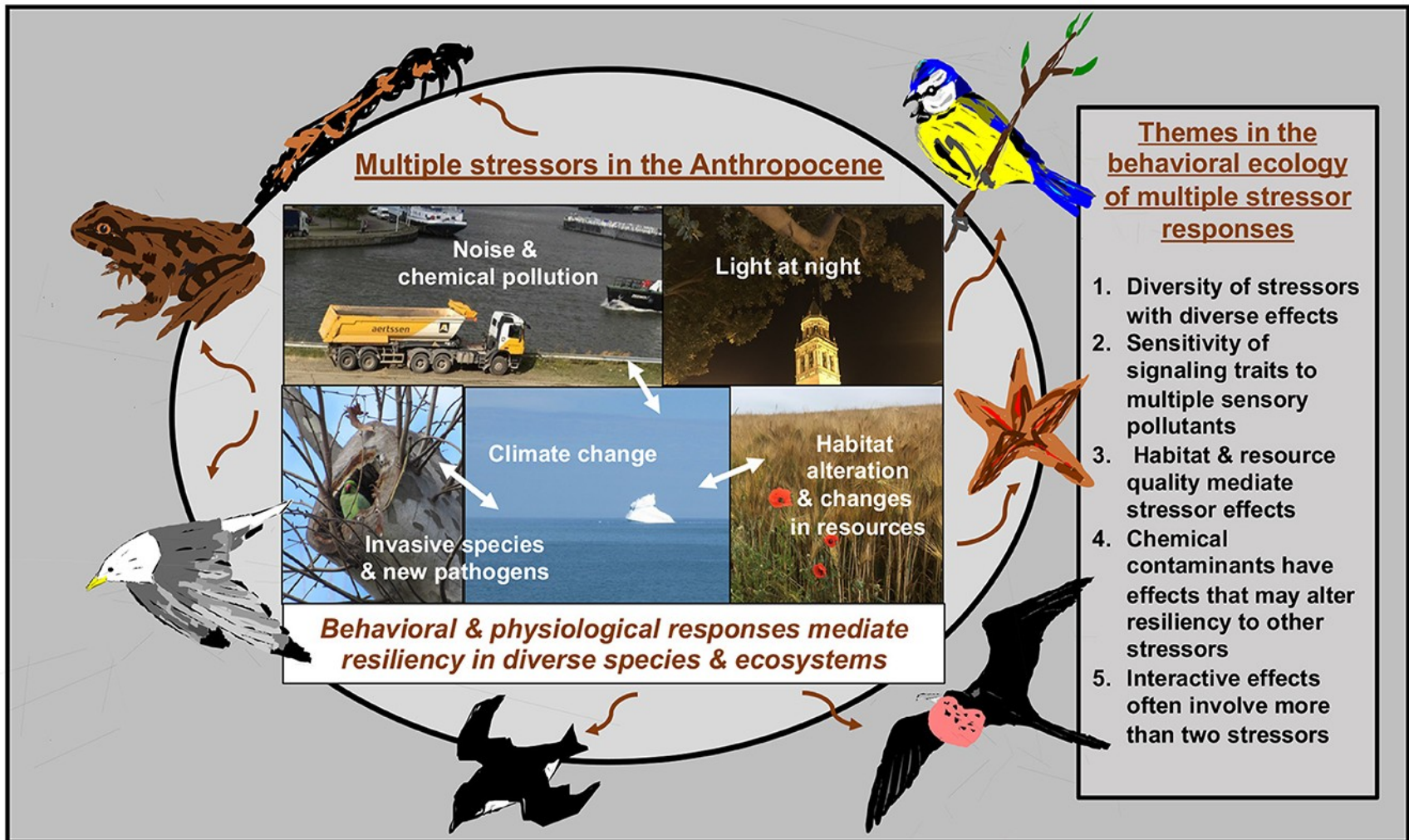
Mechanisms působení parazitů na ekosystém



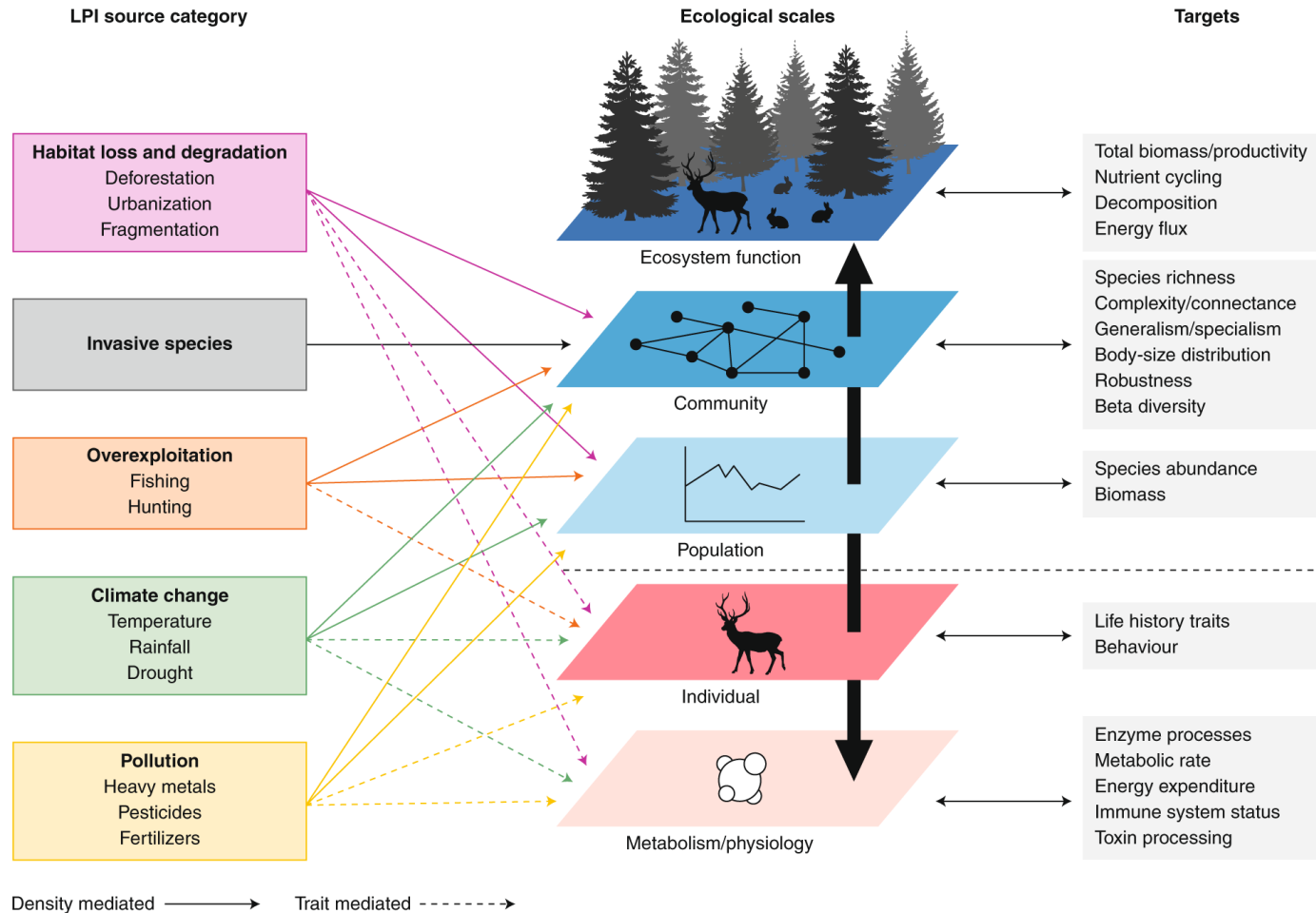
Mravenci (Hymenoptera: Formicidae) a jejich paraziti: vliv parazitární manipulace a reakce hostitele na behaviorální ekologii mravenců



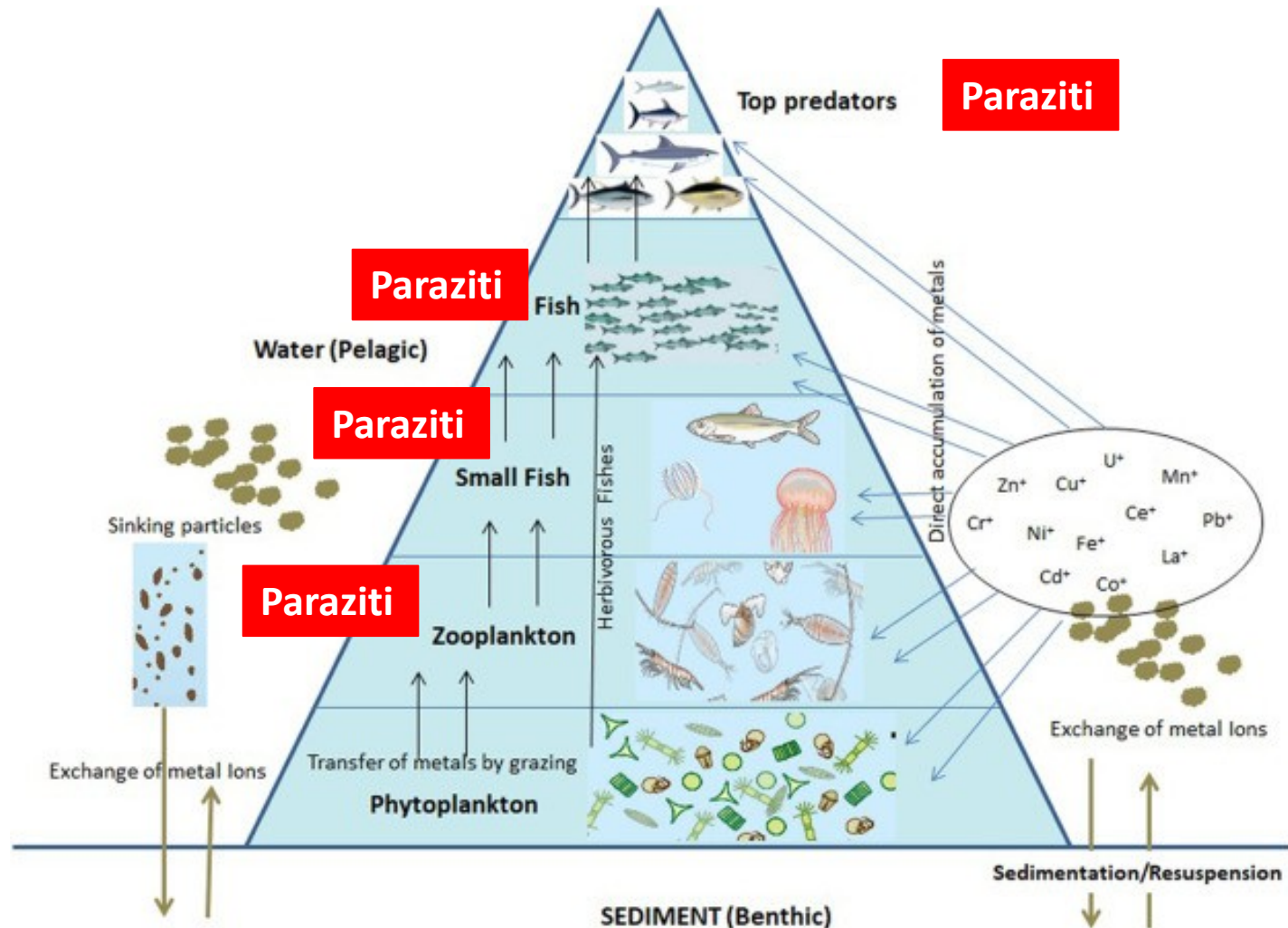
Behaviorální ekologický vliv na organismální odpověď vůči antropogenímu environmentálnímu působení a v podmínkách tzv. multi-stresu



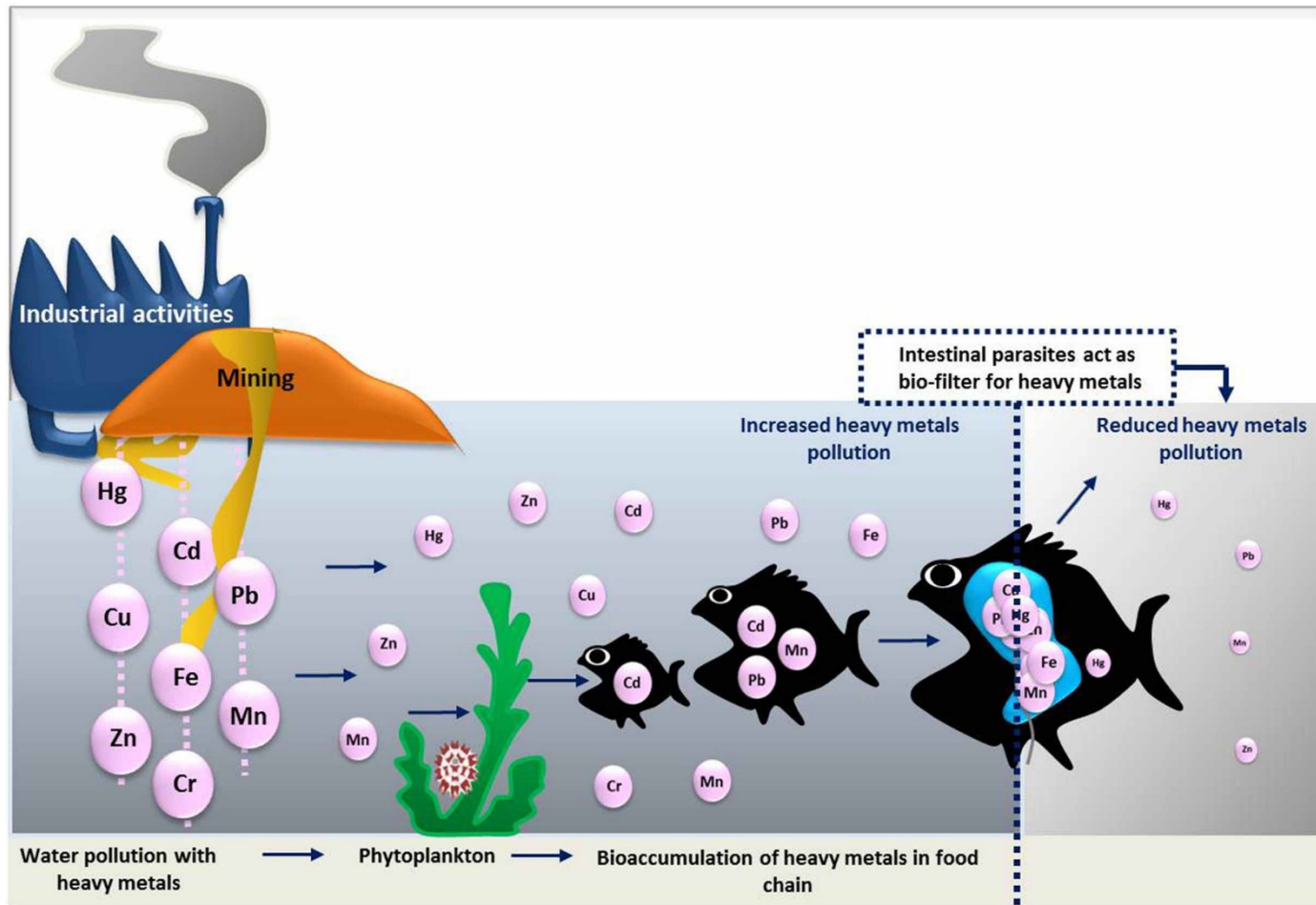
Refocusing multiple stressor research around the targets and scales of ecological impacts



Potravní pyramida v akvatickém prostředí



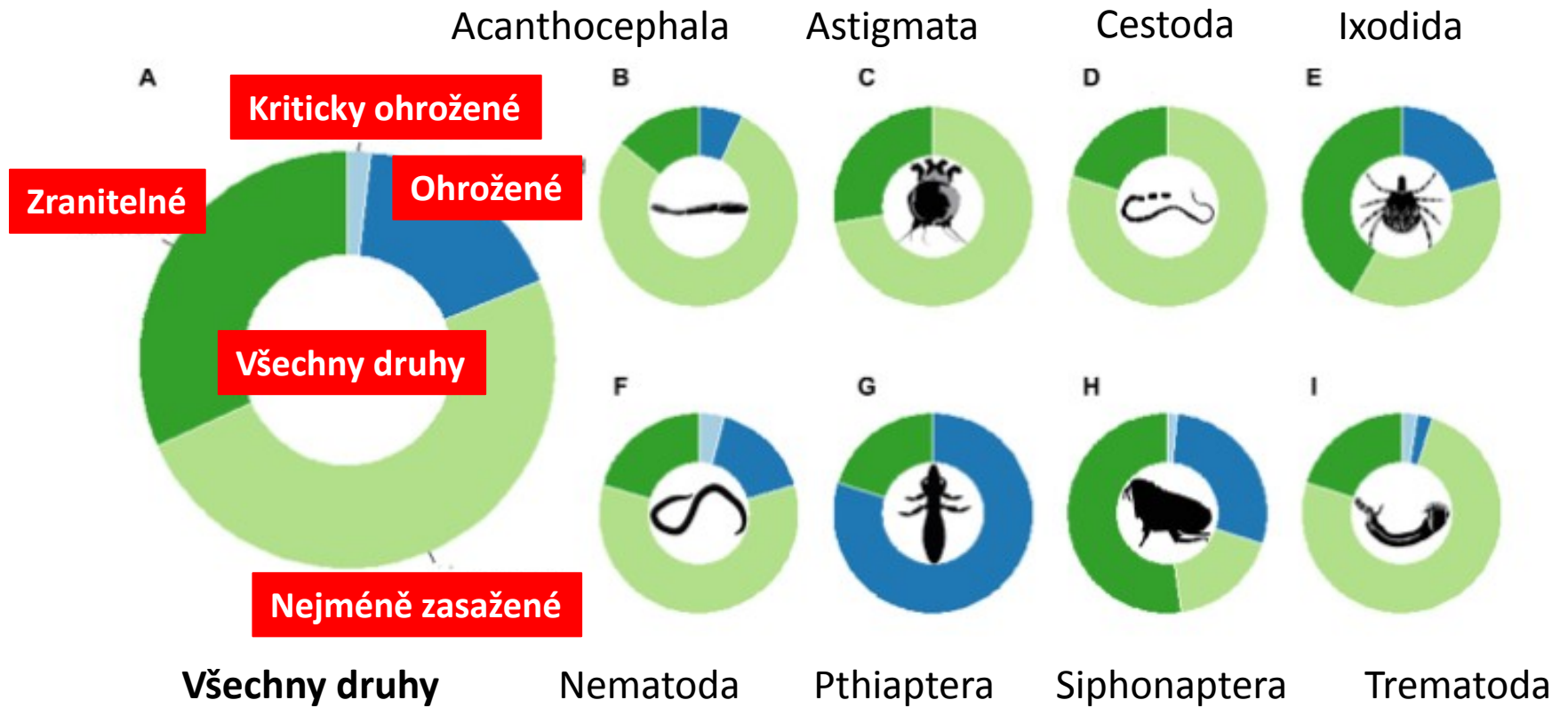
Biomonitoring of Heavy Metal Pollution Using Acanthocephalans Parasite in Ecosystem: An Updated Overview



Biodiverzita parazitů z hlediska jejich extinkce a redistribuce v důsledku změny klimatu

- Climate change is a well-documented driver of both wildlife extinction and disease emergence, but the negative impacts of climate change on parasite diversity are undocumented. We compiled the most comprehensive spatially explicit data set available for parasites, projected range shifts in a changing climate, and estimated extinction rates for eight major parasite clades. On the basis of 53,133 occurrences capturing the geographic ranges of 457 parasite species, conservative model projections suggest that 5 to 10% of these species are committed to extinction by 2070 from climate-driven habitat loss alone. We find no evidence that parasites with zoonotic potential have a significantly higher potential to gain range in a changing climate, but we do find that ectoparasites (especially ticks) fare disproportionately worse than endoparasites. Accounting for host-driven coextinctions, models predict that up to 30% of parasitic worms are committed to extinction, driven by a combination of direct and indirect pressures. Despite high local extinction rates, parasite richness could still increase by an order of magnitude in some places, because species successfully tracking climate change invade temperate ecosystems and replace native species with unpredictable ecological consequences.

Extinční biodiverzity cizopasníků v důsledku jejich redistribuce díky změnám klimatu v rozpětí od 2020 do 2070



Paraziti v ohrožení:

Ohrožený hostitel – ohrožený paraziti

Ectoparasites

Ticks

Ixodes woyliei

I. myrmecobi

I. australiensis

Amblyomma triguttatum

Amblyomma sp.

Fleas

Stephanocircus dasyure

Pygiopsylla tunneyi

P. hilli

Echidnophaga myrmecobii

Echidnophaga perilis

Lice

Paraheterodoxus calcoratus

Mites

Haemolaelaps hattanae

H. quartus

Vačnatec (*Bettongia penicillata*)

Ohrožené druhy - **žlutě**



Woylie

Endoparasites

Protozoa

Blastocystis spp.

Hypotrichomonas sp.

Pentatrichomonas hominis

Entamoeba sp.

***Eimeria* sp.**

Chilomastix sp.

Babesia sp*.

*Theileria penicillata**

Trypanosoma copemani*,

T. vegrandis*, ***T. noyesi****,

T. gilletti*, ***T. spp****.

Toxoplasma gondii

Cestodes

Potorolepis* sp.

Nematodes

Physaloptera* sp.

Filarinema sp. - stomach

Potorostrongylus temperatus

P. woyliei

Paraurostrongylus bettongiae

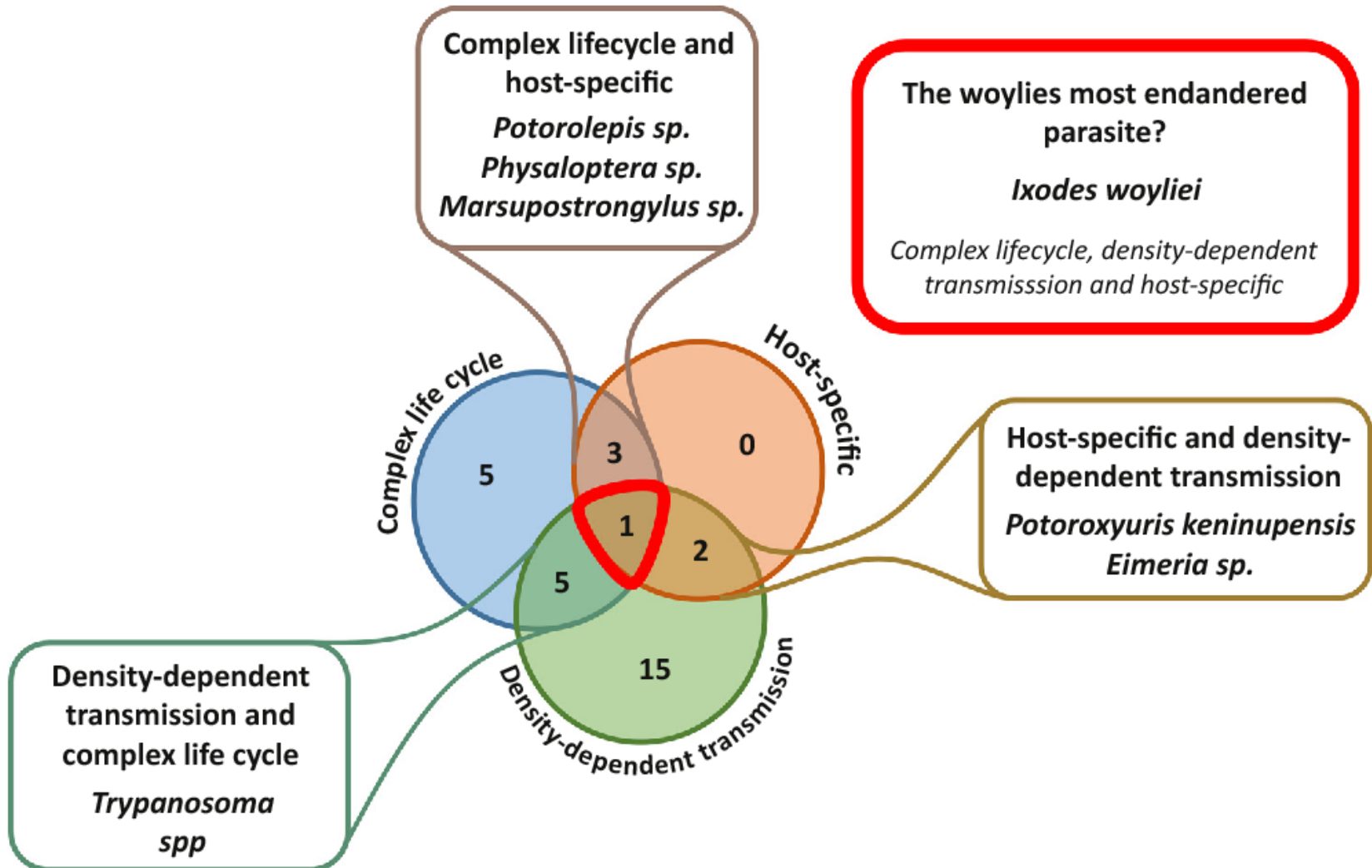
Strongyloides sp.

Potoroxyuris keninupensis

Marsupostrongylus* sp.

Paraziti v ohrožení

Váčnatec (*Bettongia penicillata*)



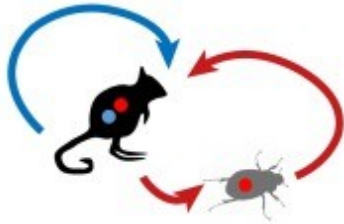
Paraziti v ohrožení – ohrožení vačnatců

Host specificity



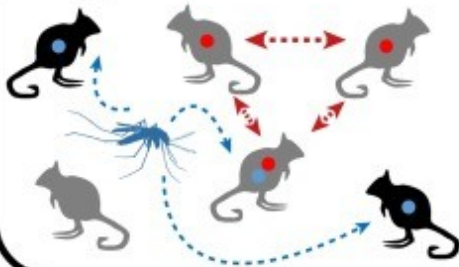
The decline or local extinction of a host will intuitively lead to the loss of parasite species that are **host-specific**, while **host generalists** can be expected to persist in other host species. We expect that as woylie populations diminish, specialist parasites will begin to be lost (e.g. the woylie tick, *Ixodes woyliei*).

Life cycle complexity



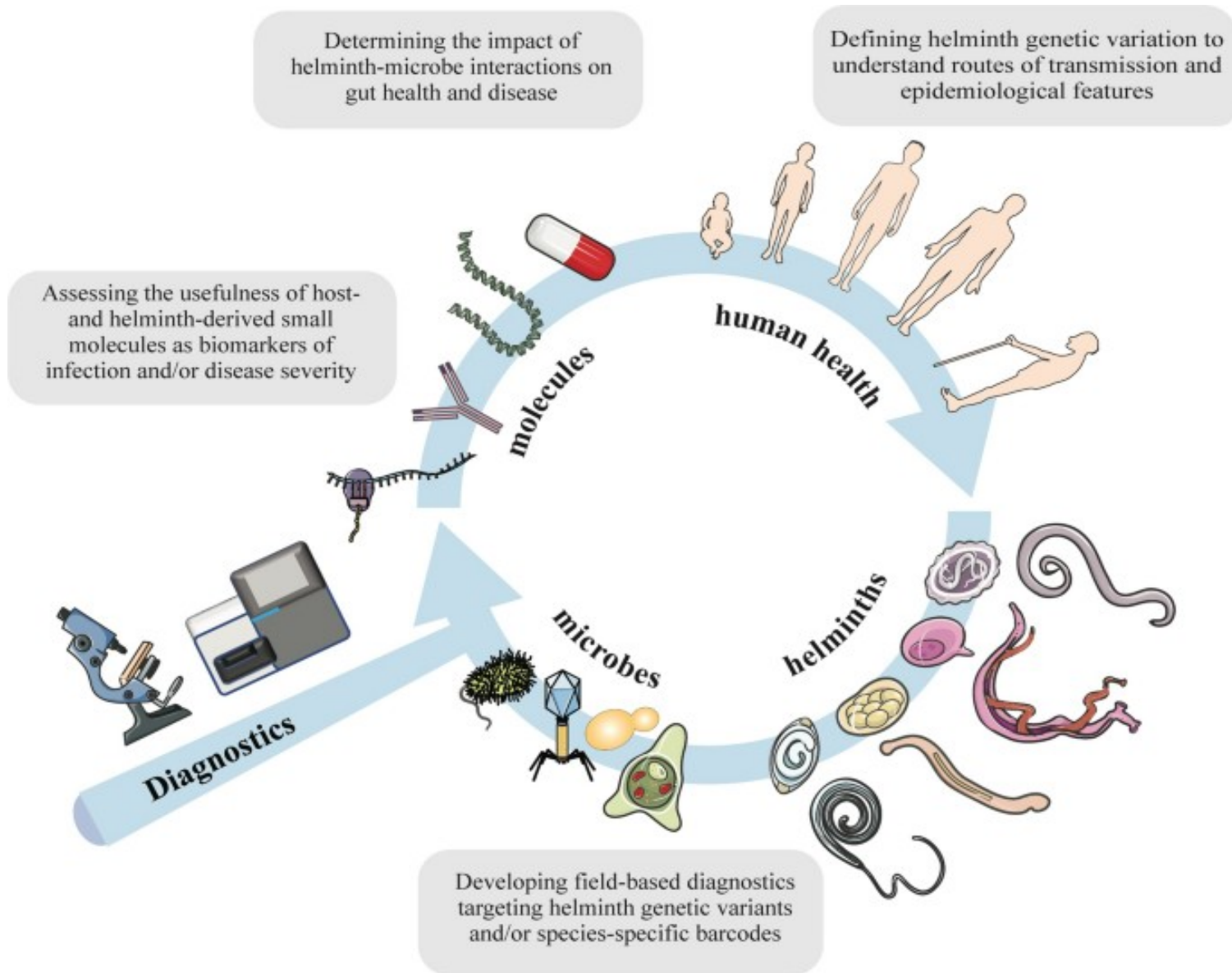
Parasites with more **complex life cycles** may be more vulnerable to extinction, because their transmission relies on more than one species (e.g. *Potorolepis sp.*) or more than one transmission step (e.g. *Ixodes woyliei*). By contrast, parasites with **direct life cycles** may be more resilient to the general erosion of biodiversity.

Type of transmission



Parasites with **density-dependent transmission** (reliant on proximity between hosts) may become rarer as a population declines (e.g. *Eimeria*). By contrast, parasites with **frequency-dependent transmission** (e.g. vector-borne) may be less impacted by reductions in host population size or density.

Molekulární diagnostika



Bez komentáře !



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

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

Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

Ekologie:

1. Abiotické
2. Biotické

Podle periodicity

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

Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

Organismus hostitele

Prostředí hostitele

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

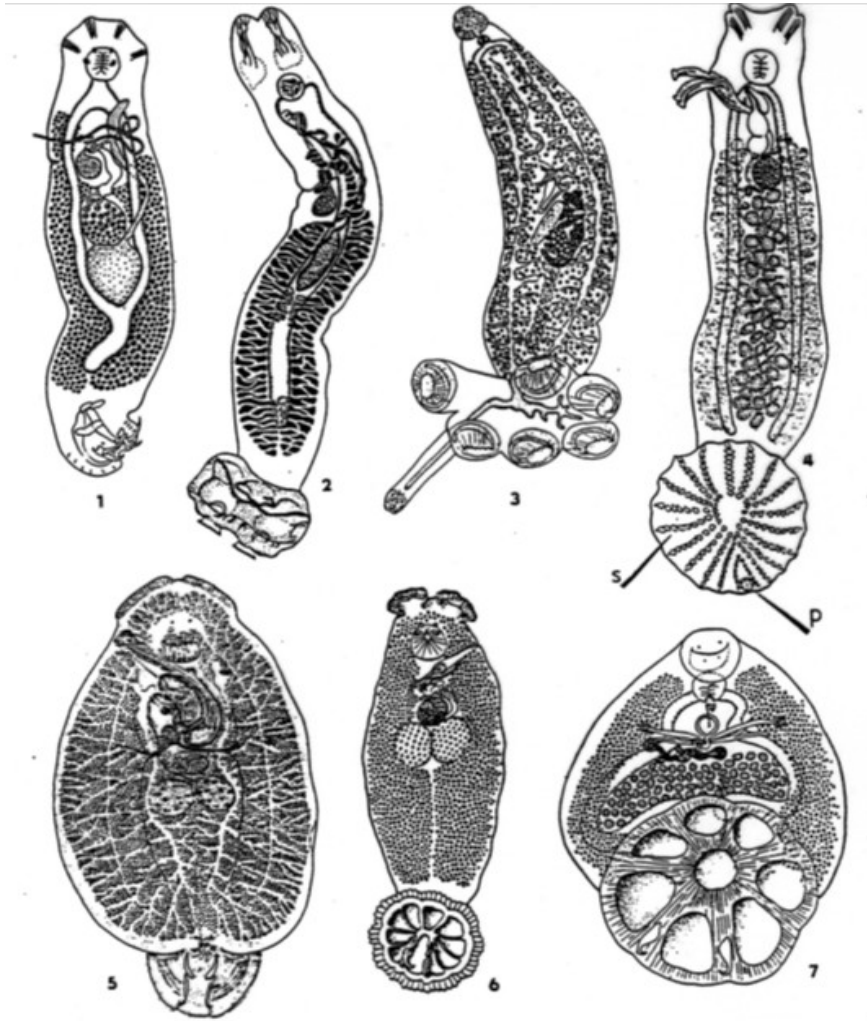


**teplota
světlo
pH
salinita
stanoviště
proudění
znečištění**

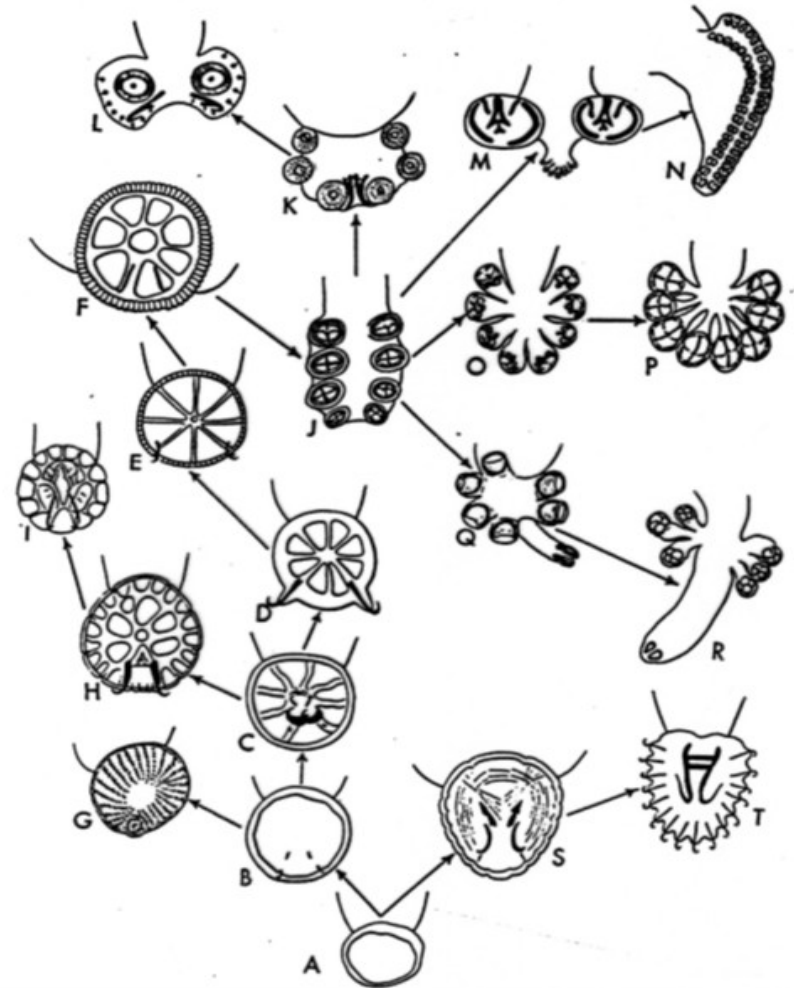
Spolupůsobení faktorů 1. a 2. řádu na životní cyklus cizopasníka !

Morfologická rozmanitost - Monogenea

Typy opisthaptoru



Evoluce opisthaptoru



Evoluční vztahy hlavních skupin Platyhelminthes

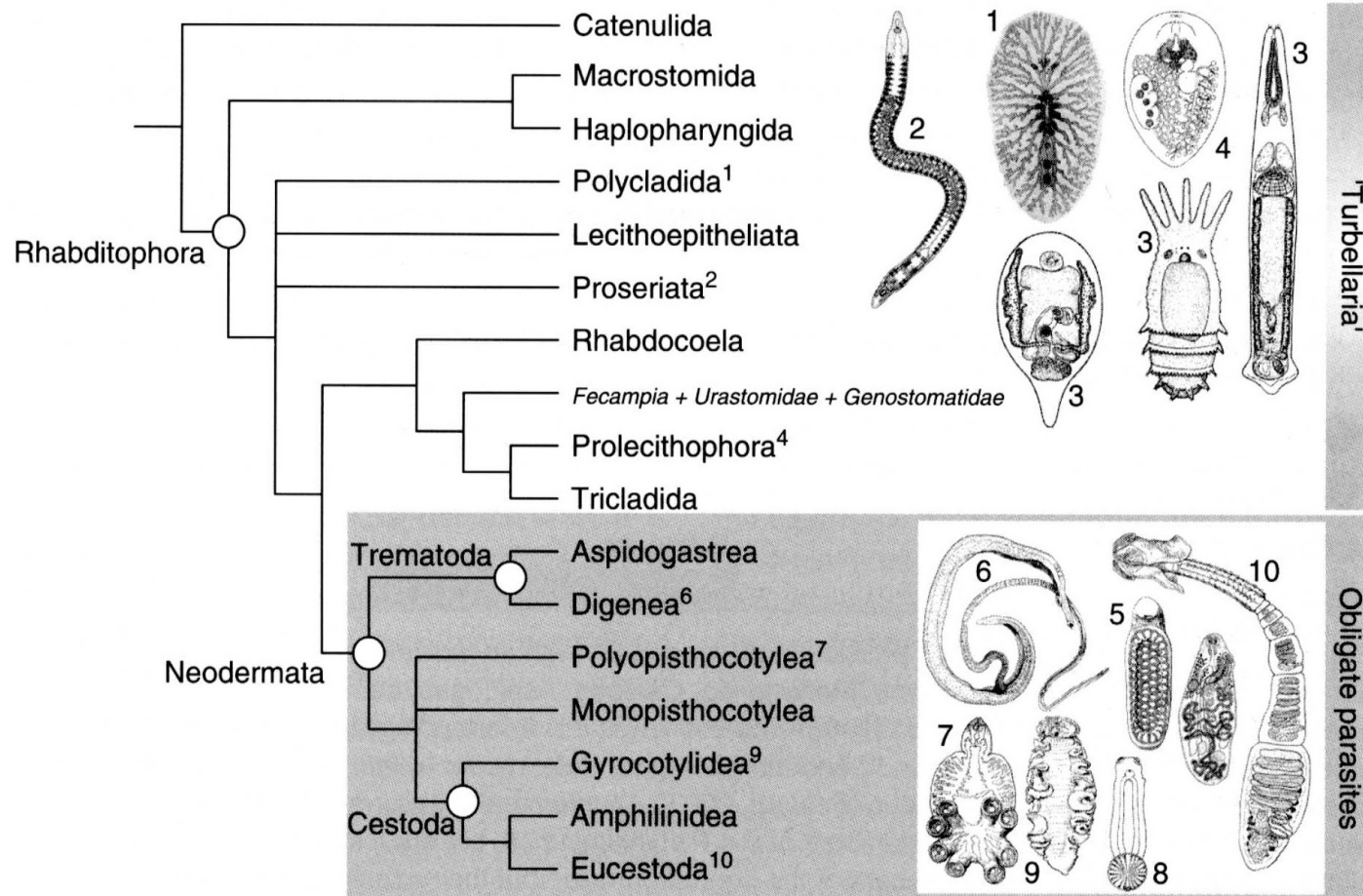


Fig. 1.2. Interrelationships of the major groups of Platyhelminthes based on a consensus of morphological and molecular estimates. Parasitic flatworms, the Neodermata, form a monophyletic group although their interrelationships are estimated differently by different molecular analyses (see Fig. 1.3).

A co ryby, mají si kde hrát ?

RYBY NAŠICH VOD



Vampirismus



Upíři a vampyrismus 😊 – ženy typu vamp 😞



Out of ...



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.

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

Klasifikace parazitů

EKTO-ENDOPARAZITÉ



Klasifikace cizopasníků

Systematika *versus* Ekologie

Zoologický systém parazitů

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

Ekologické klasifikace parazitů

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

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

Ekologické klasifikace parazitů

Podle hostitelů

Podle lokalizace

Podle vazby na hostitele

Podle časového úseku, kdy parazitují

Podle typu životního cyklu

Podle způsobu výživy