

PARAZITISMUS

Parazitismus jako ekologický pojem

Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších typů
ekosystémů

Mezidruhové vztahy

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

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.

Význam parazitů

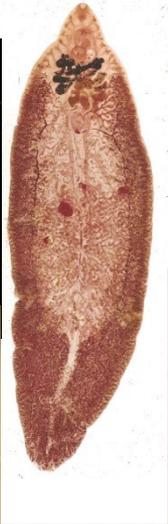
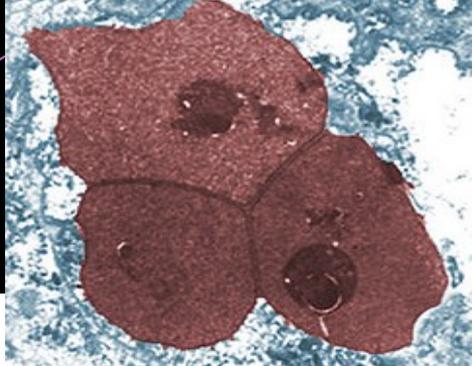
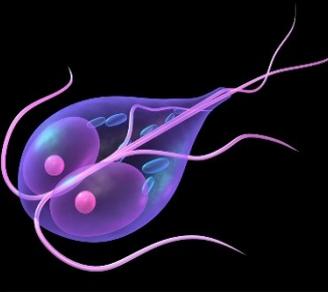
- Volně žijící organismus, který není hostitelem několika parazitických jedinců různých druhů je raritou.
- Více než polovina známých druhů jsou parazité nebo patogeni (a neznáme zdaleka všechny bakteriální a virové parazity).

Diverzita cizopasníků

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

Parazitismus – velmi rozšířený biologický jev
úspěšná životní strategie

Rozmanitost cizopasníků



Současný stav poznání diverzity cizopasníků

>70 evolučních
přeskoků od volně
žijících k parazitickým
životním formám

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

* Taxon also contains free-living species.

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

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

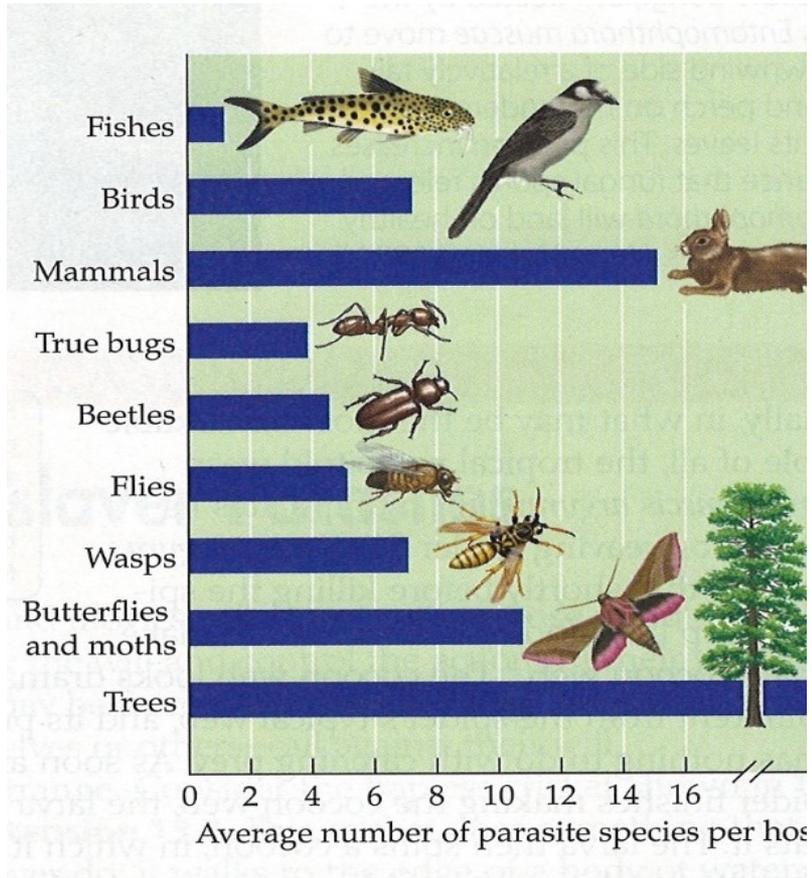
paraziti rostlin R 63 300

parazitoidi živočichů Ž 107 500

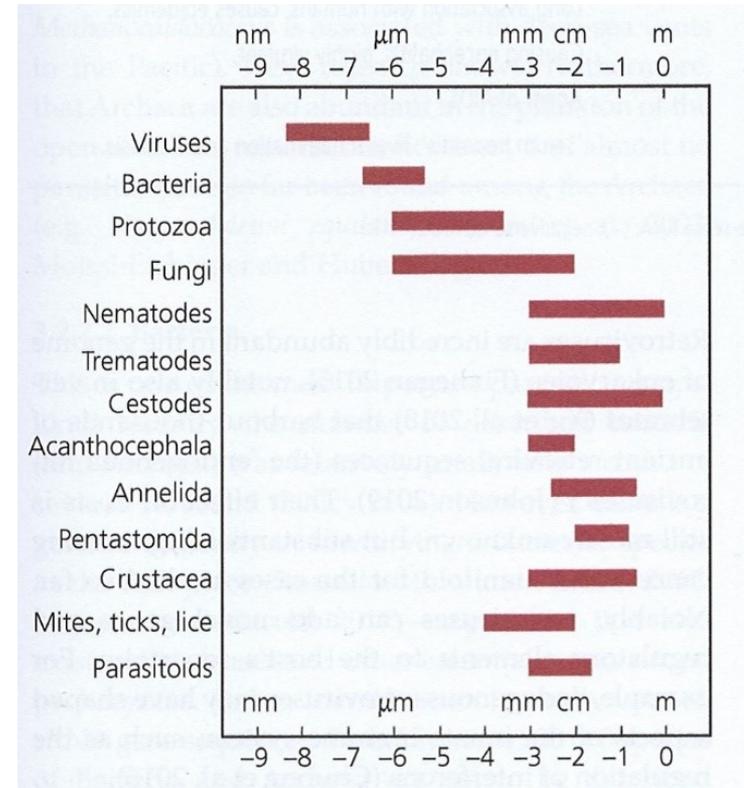
parazitoidi rostlin R 159 000

Chordata Ž 100

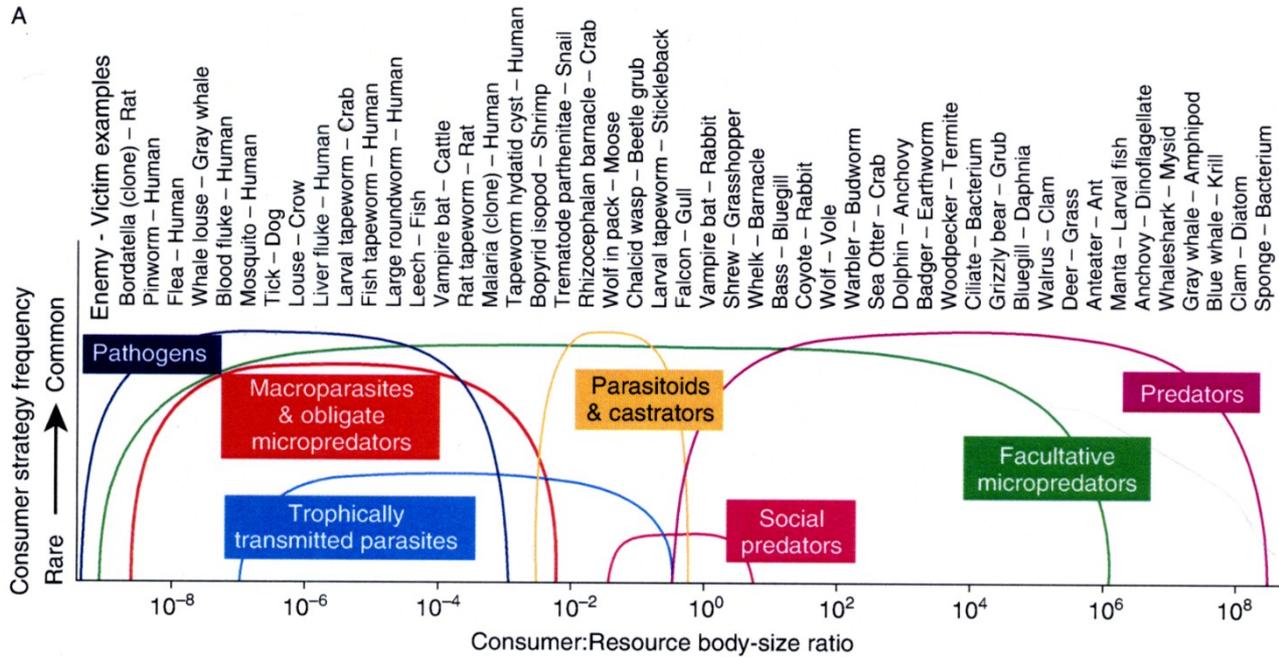
Kolik je na Zemi cizopasníků ?



Jaká je jejich velikost ?



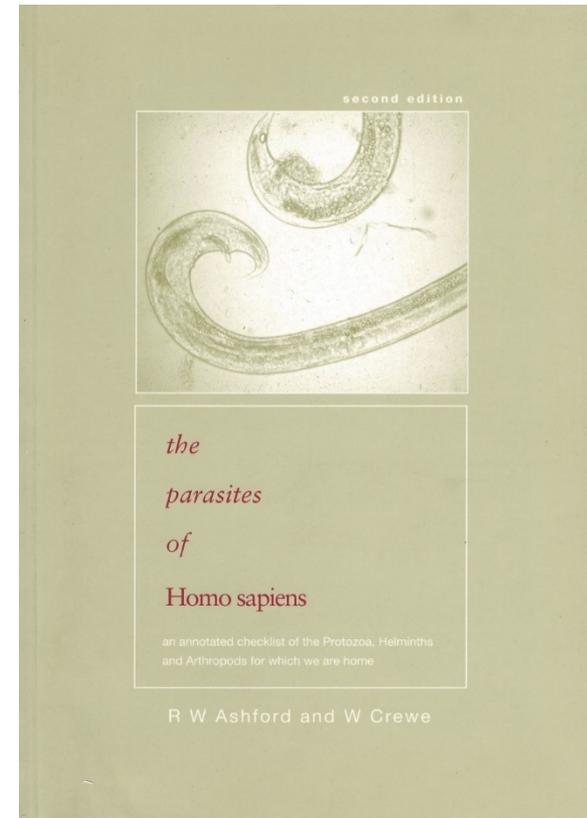
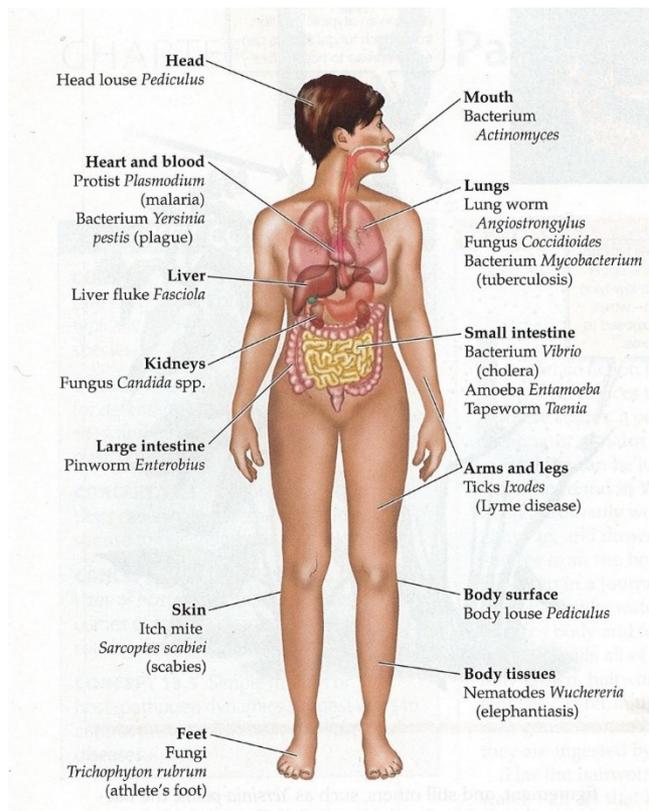
Frekvence poměru relativní velikosti těla konzumenta a hostitele



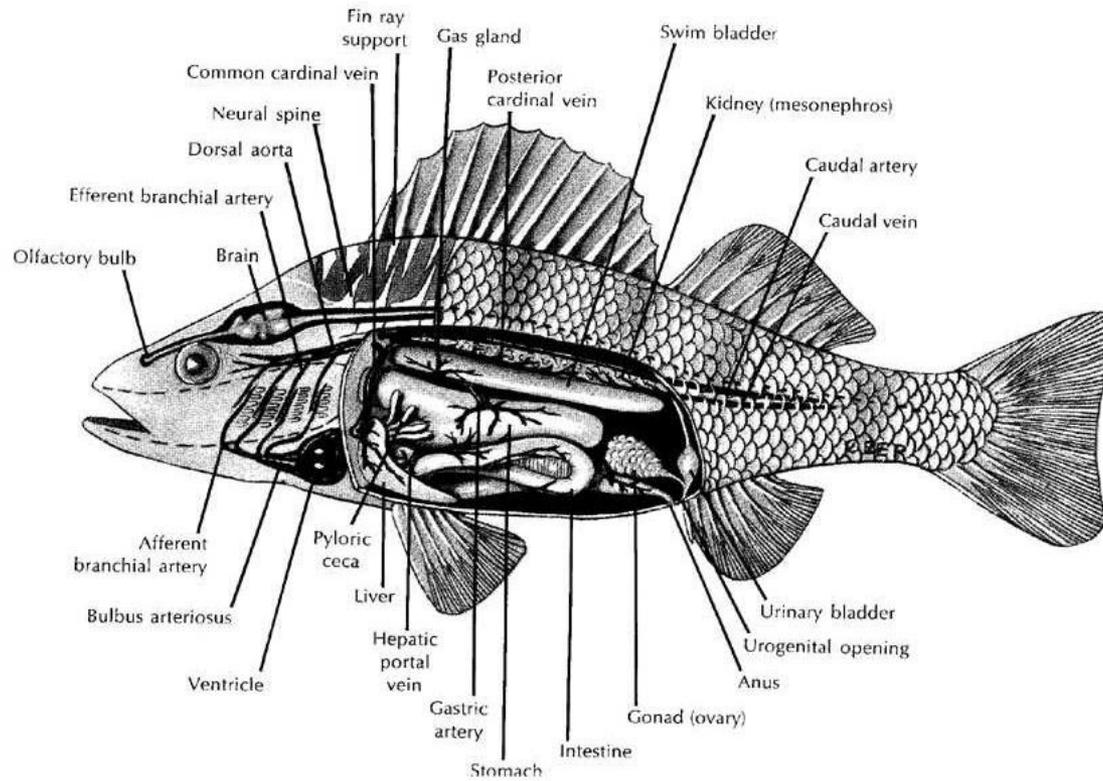
B 33

Lidské tělo jako habitat

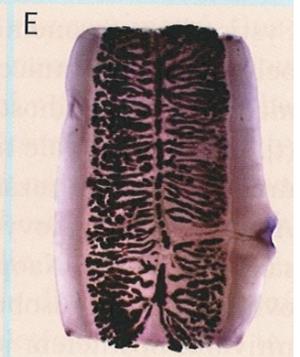
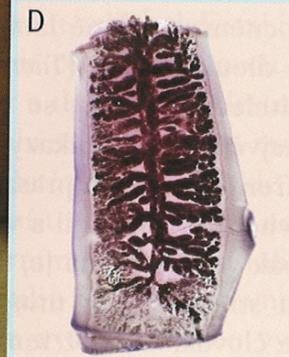
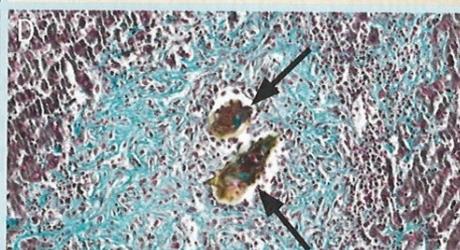
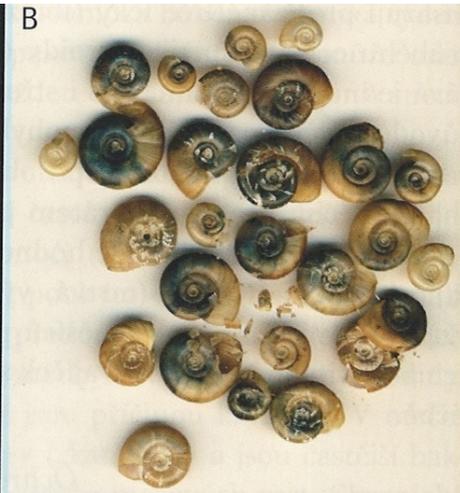
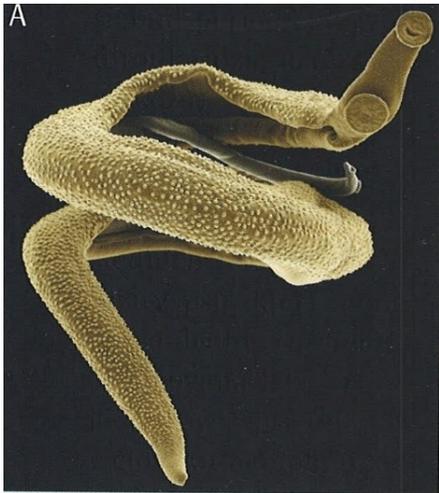
Rozdílné části lidského těla představují vhodné habitaty pro různé druhy cizopasníků



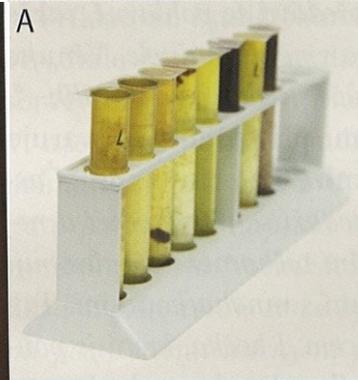
Ryba jako habitat - Ichthyoparazitologie



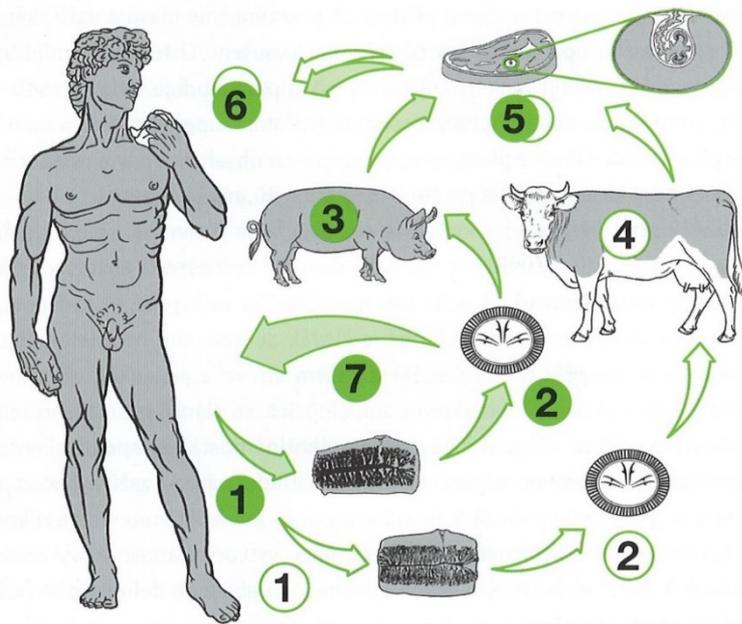
Co je hlavní úkol parazitologů ?



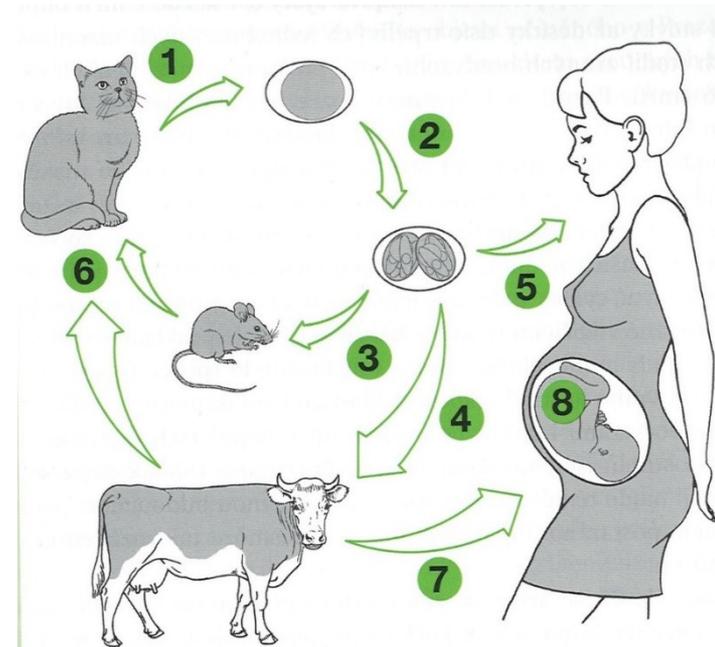
Profesionální diagnostika původců onemocnění



Studium životních cyklů – klíčová znalost

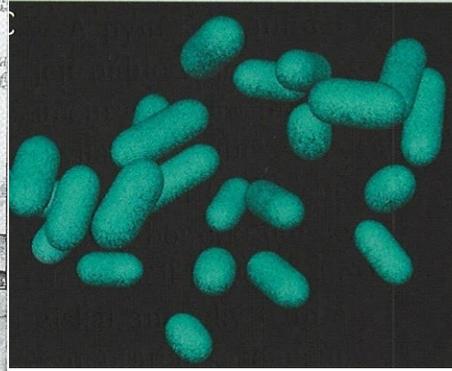
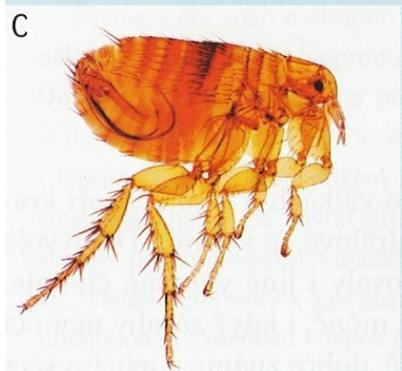
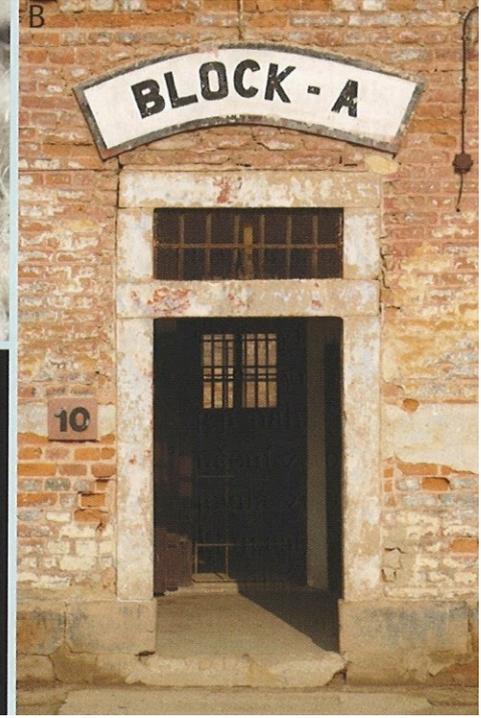
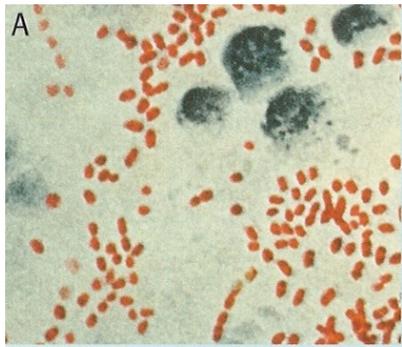


Životní cyklus lidských tasemnic
rodu *Taenia*

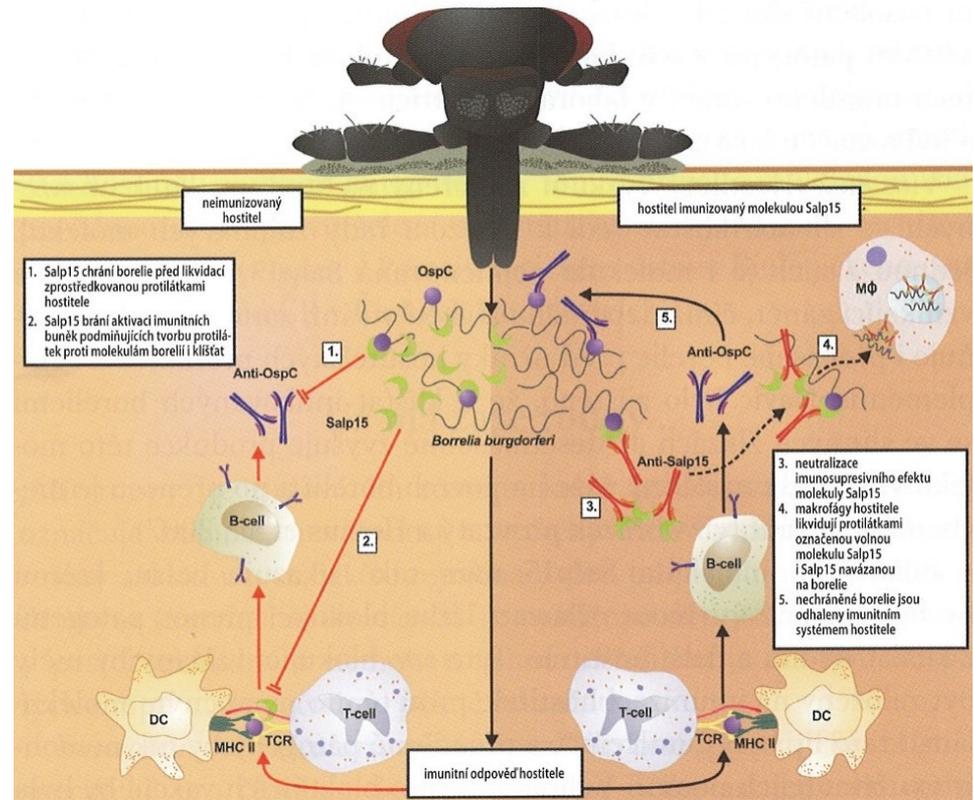
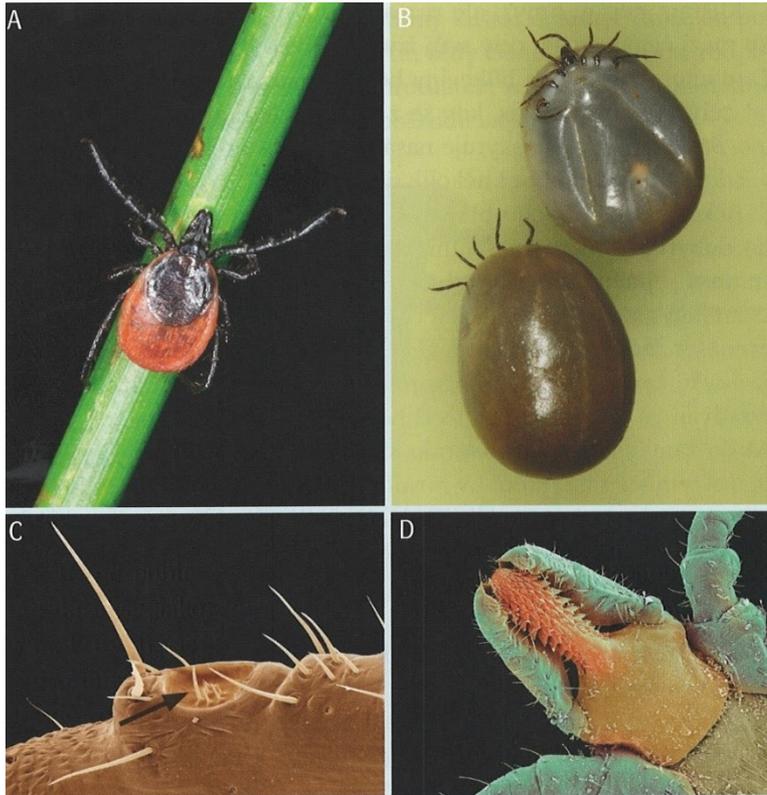


Životní cyklus prvoka
Toxoplasma gondii

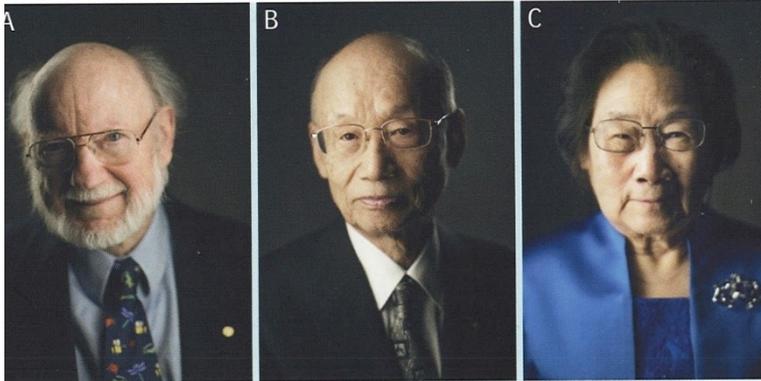
Studium přenosu a šíření patogenů (často smrtících epidemií)



Aplikace ve zdravotnictví – např. příprava vakcín

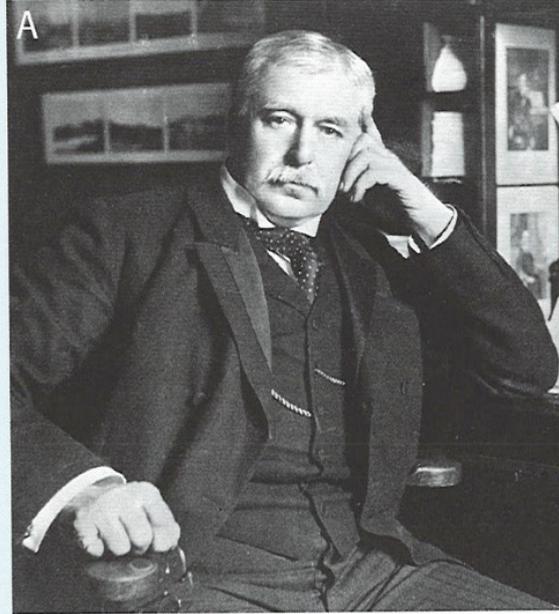


Parazitologické nobelovky



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)

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

Kdo to je parazitolog ?

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

Parazité - definice

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

Co je to parazitismus ?

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

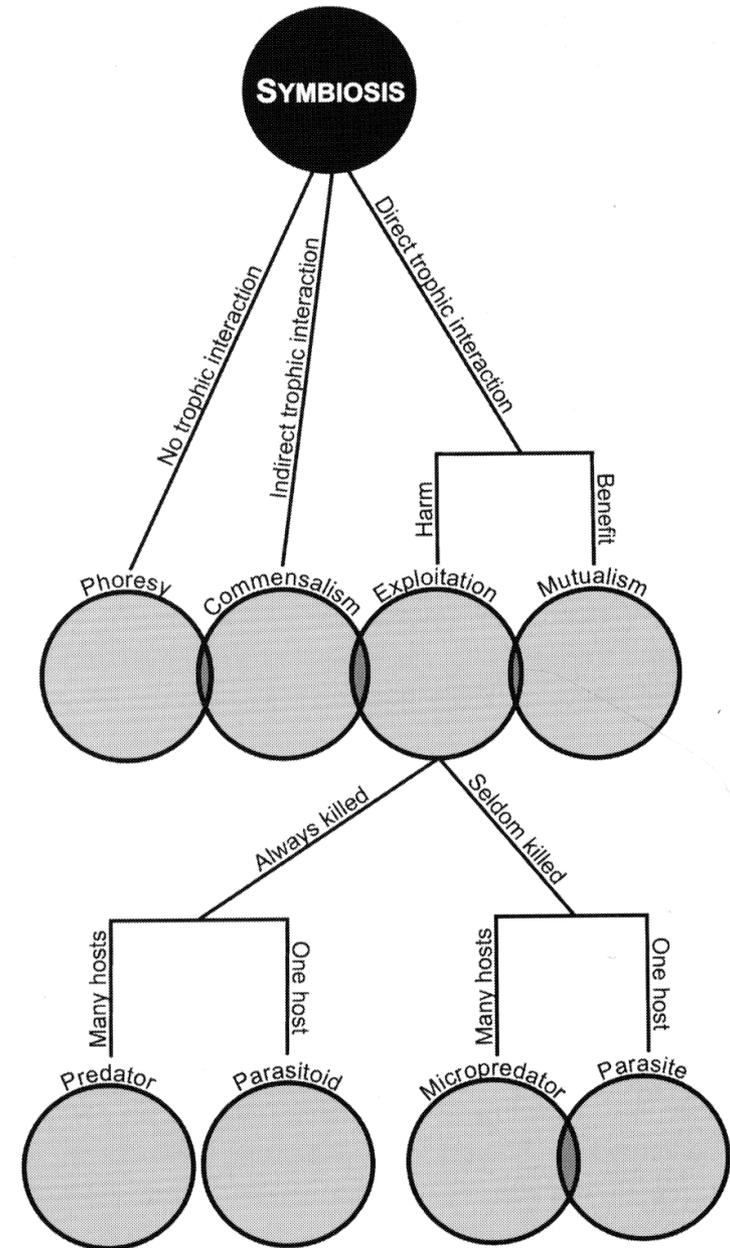
Je parazitismus symbiósa ?

Co je to symbiósa ?

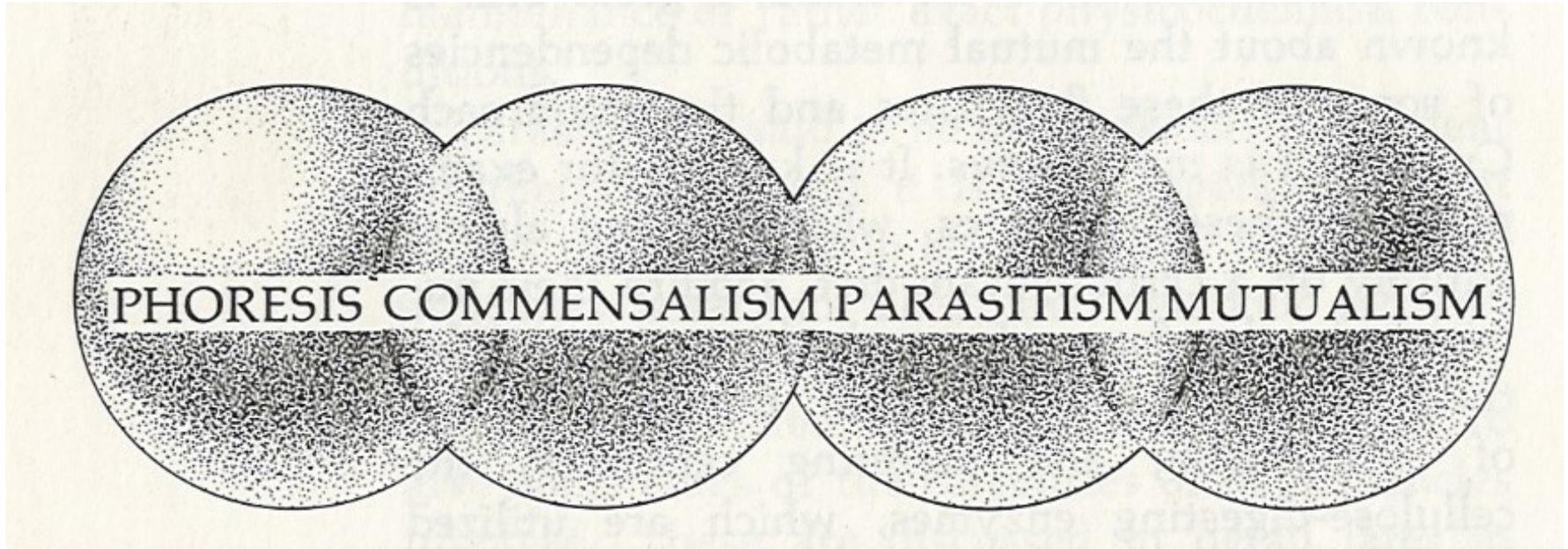
Symbiósa = jakýkoliv vztah nebo soužití dvou nebo více druhů organismů, at' prospěšné nebo neprospěšné.

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

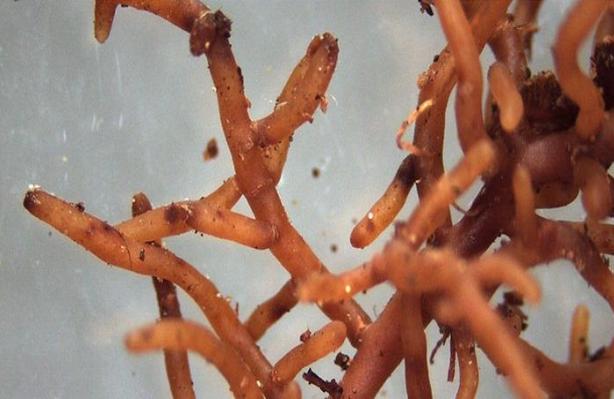


Jaké jsou typy symbiosy !



Je parazitismus typem symbiosy ?

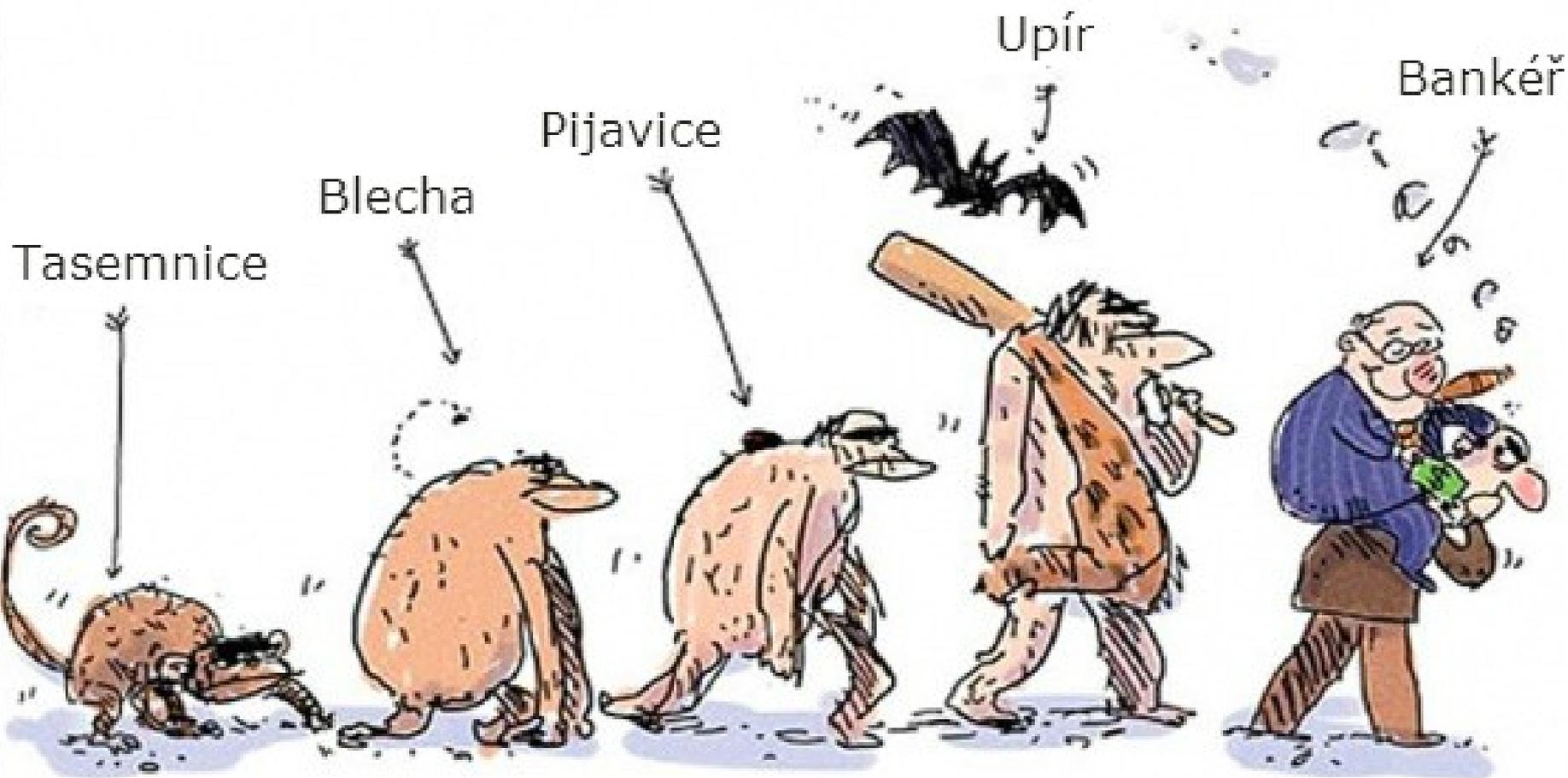
Symbiosa v přírodě



Vztahy mezidruhové – působení druhů dvou nebo více populací

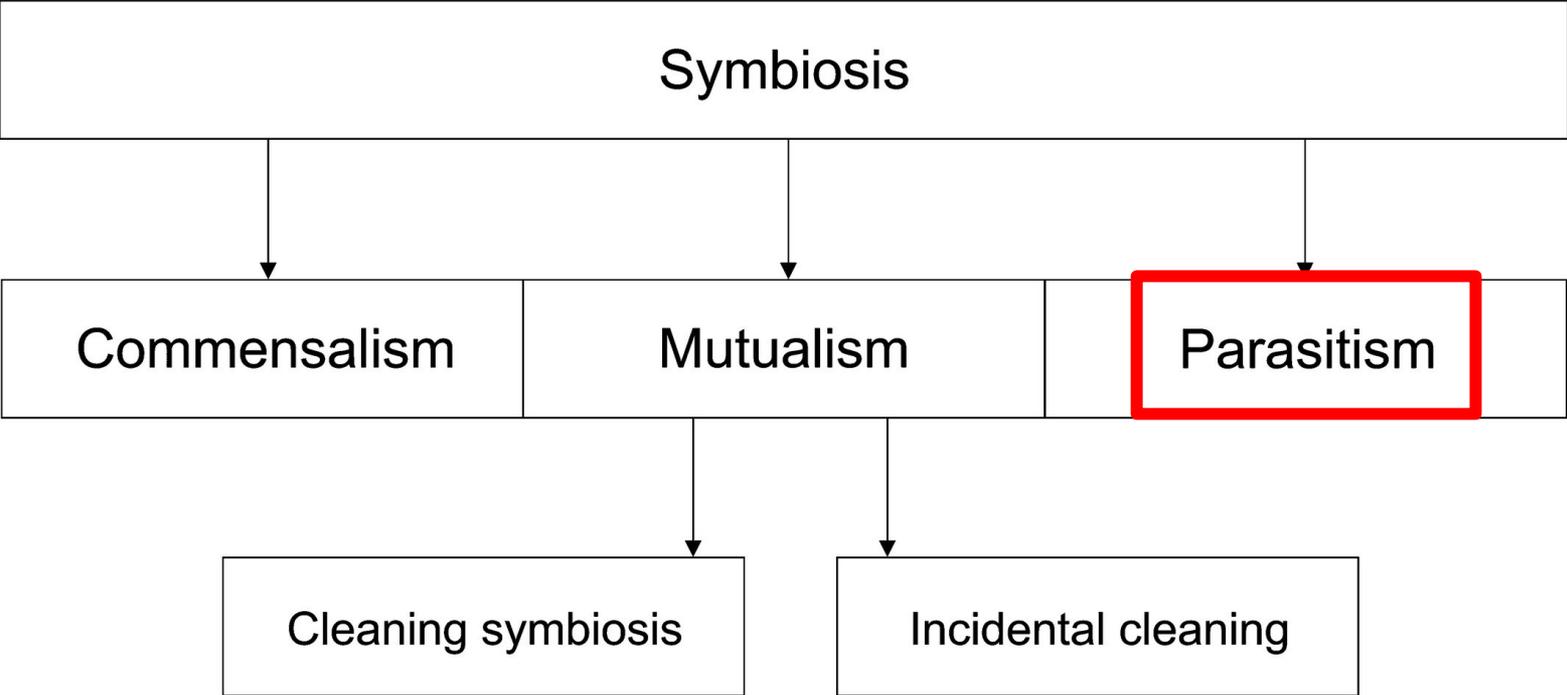
- Ke kladným interakcím patří:
 - - protokooperace, tj. vztah je pro všechny zúčastněné prospěšný – např. smíšené lesy s větší ekologickou stabilitou.
 - - komezalismus, tj. vztah organismů dvou různých druhů z nichž jeden má užitek a druhého jedince nepoškozuje – datel a holub.
 - - mutualismus, tj.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

Evolve parazita



KUDELKA.

Vztahy mezi typy symbiosy



Vznik parazitismu

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

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

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

Vznik parazitismu

Mezistupně:

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

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

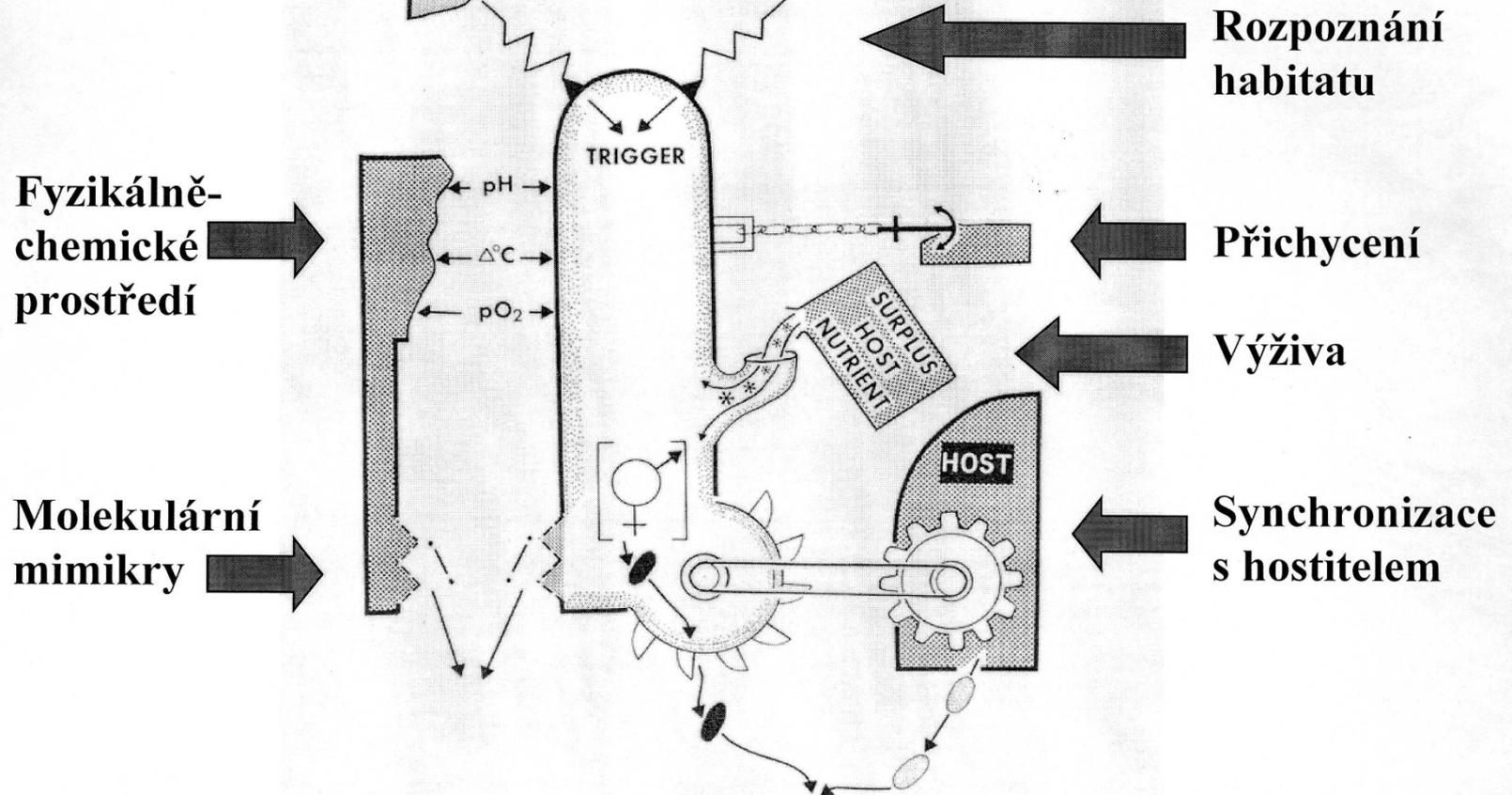
Postupná evoluční adaptace na náhodné pozření budoucím hostitelem.

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

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

Hranice mezi saprophytismem, parazitismem, predací.

Základní problémy parazita



(upraveno podle Smytha 1994)

Hlavní starosti parazita

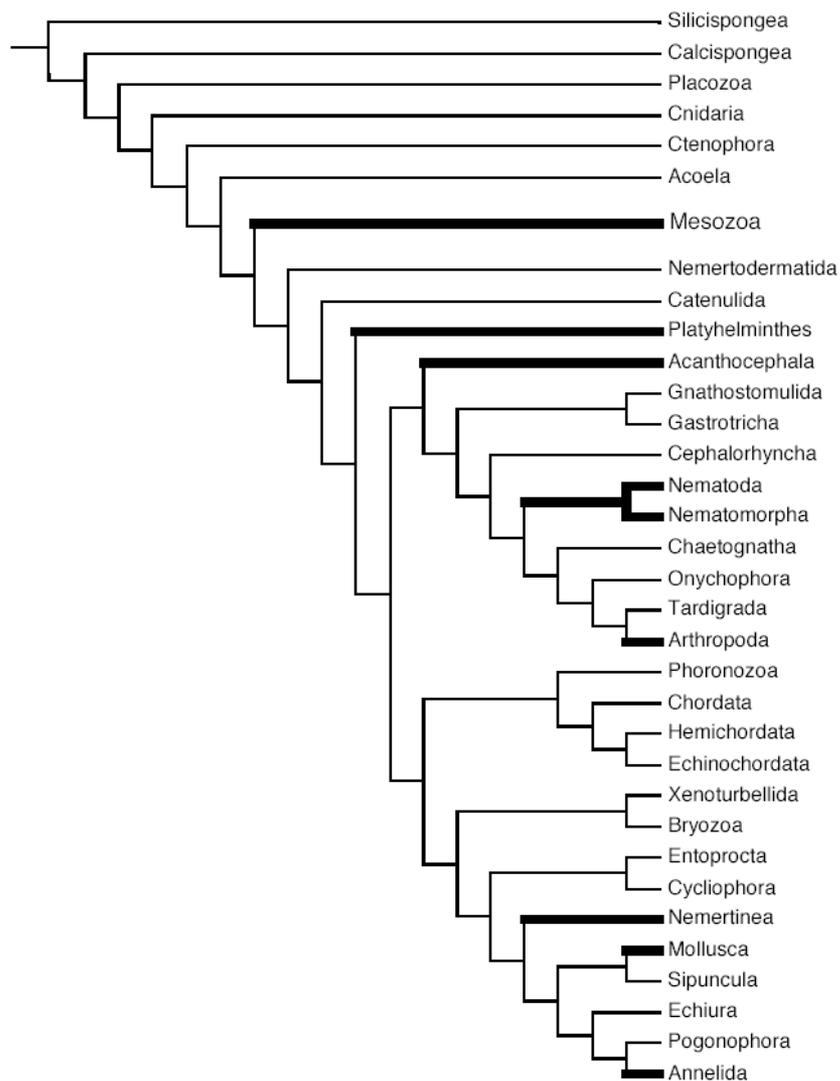
1. Mít strategii úspěšného vyhledávání hostitele
2. Znat způsob jak vniknout do hostitele a zachytit se v něm
3. Adaptovat se vůči fyzikálně-chemickým podmínkám hostitele
4. Být schopen se v těle hostitele uživit
5. Umět se bránit před obranným systémem hostitele
6. Dokázat se v množit a šířit na další hostitele

Být parazitem není jednoduché !

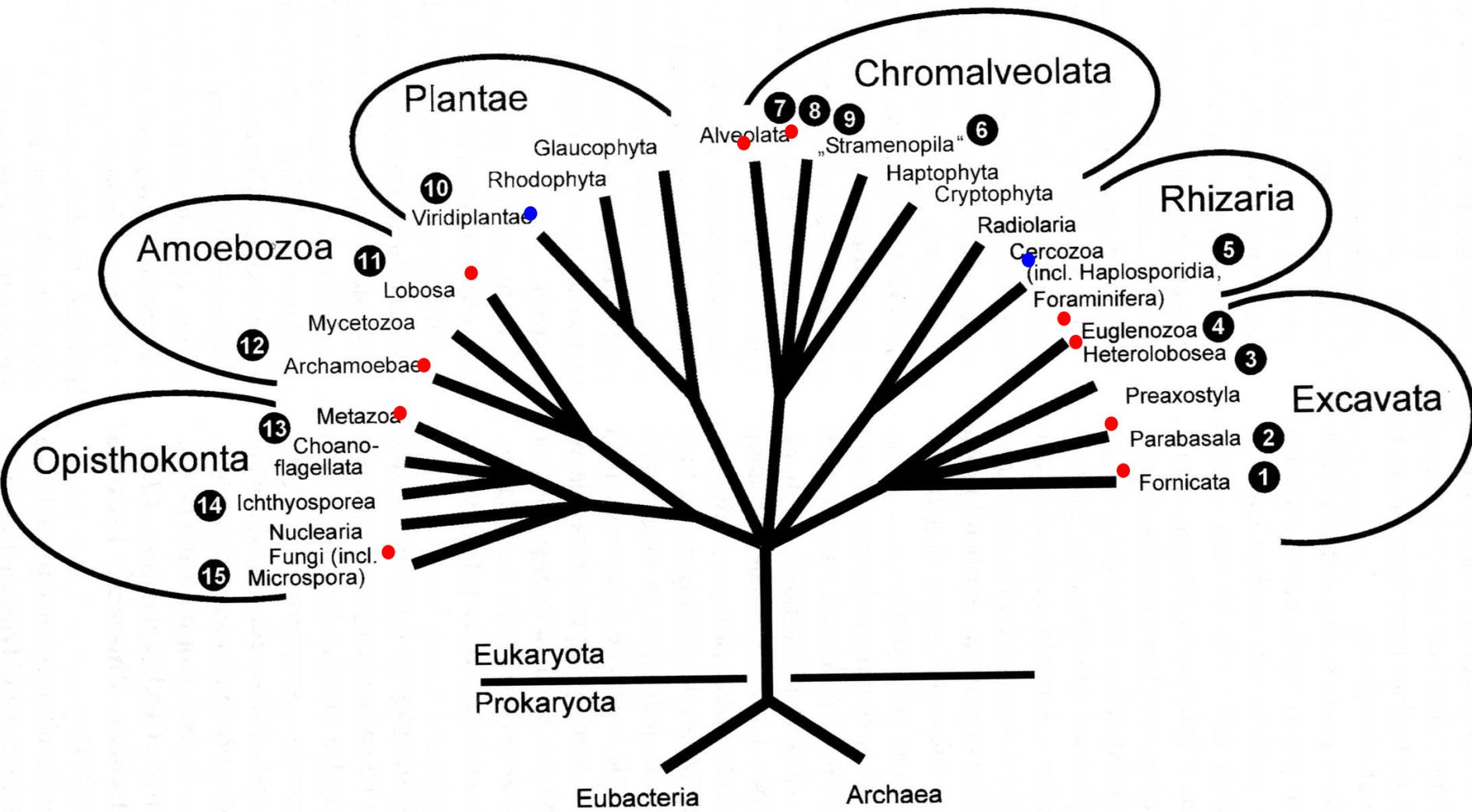
Je to ale terno !

Současné znalosti diverzity parazitů

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



Occurrence of parasitism in Eucaryota



● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

Evolve parazitismu

Pozice zástupců
Platyhelminthes s
parazitickými zástupci

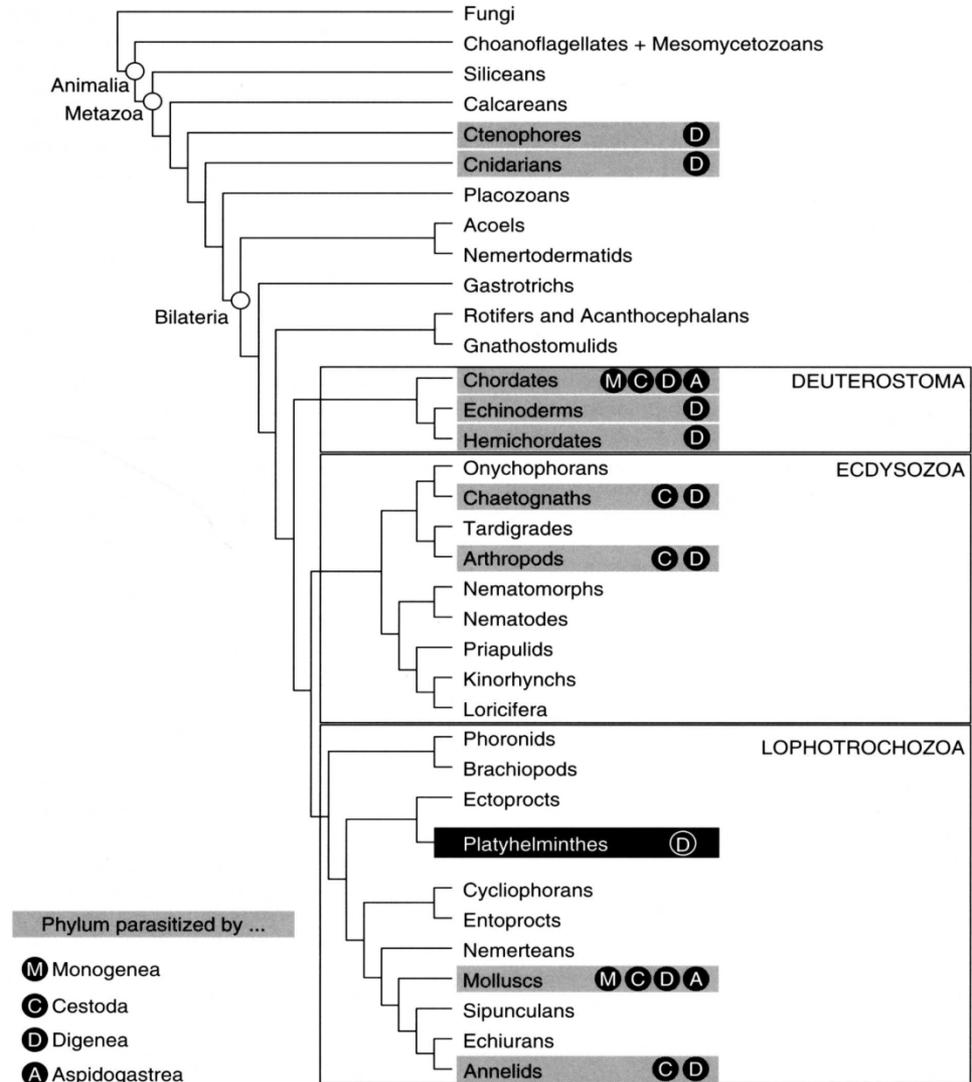
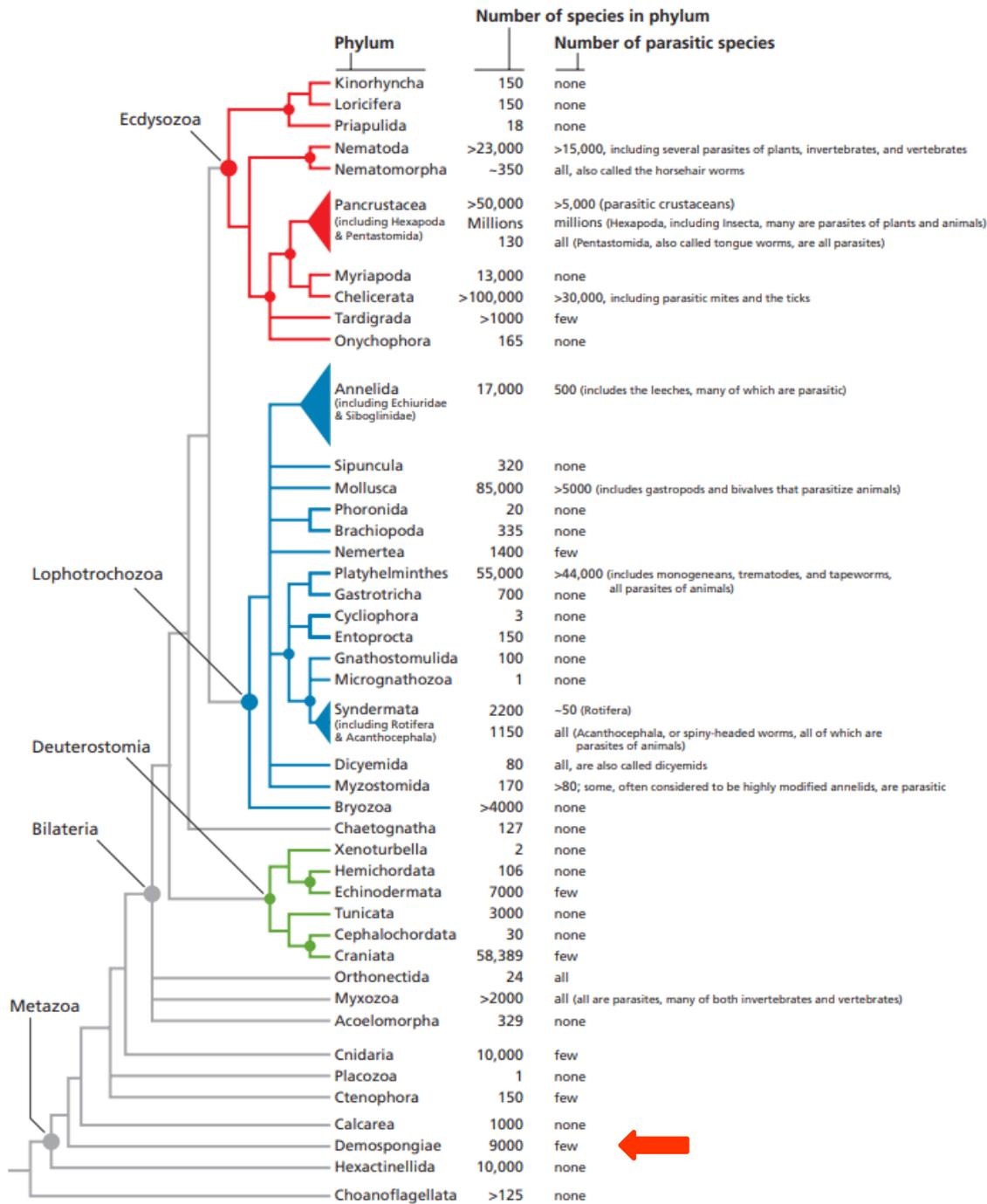


Fig. 1.1. Platyhelminthes and their position in the tree of life with an indication of which phyla are parasitized by neodermatan flatworms (Monogenea, Cestoda, Aspidogastrea, Digenea); basic tree adapted from Eernisse and Peterson (2004) who estimated this tree topology using a combined analysis of molecular (SSU rDNA and myosin II) and morphological data; monophyletic protostomes are shown as this remains the general consensus (Baldauf, 2003). Acoelomorph flatworms (Acoela and Nemertodermatida) are no longer members of the Platyhelminthes, but are instead recognized as basal bilaterians. True flatworms are members of the Lophotrochozoa but their relative position within this clade and the identity of their sister group is still debated. Digenea utilize the greatest diversity of metazoan phyla as hosts, including some free-living flatworms.



➔ Demospongiae (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



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

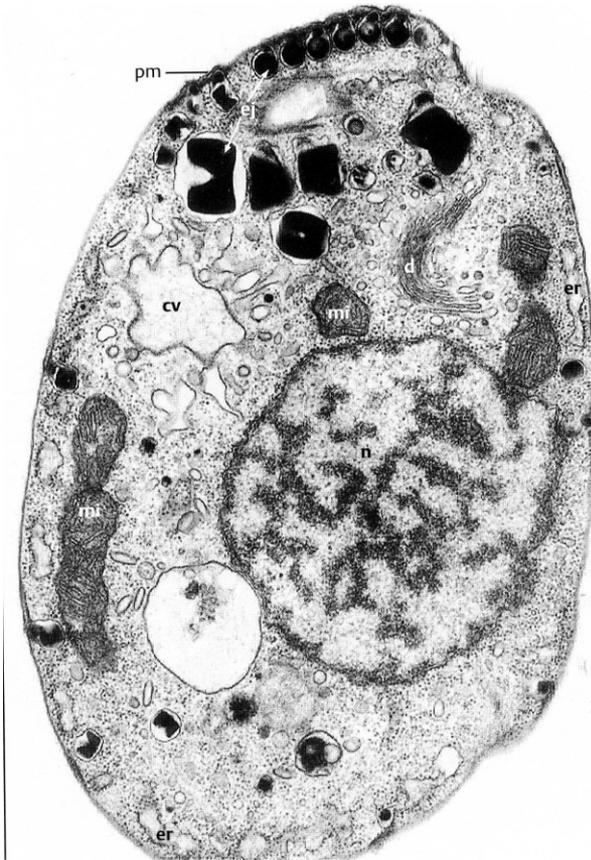
Přírodní katastrofy

Nedostatek účinných léčiv/rezistence cizopasníků

Růst rezistence vektorů/mezihostitelů

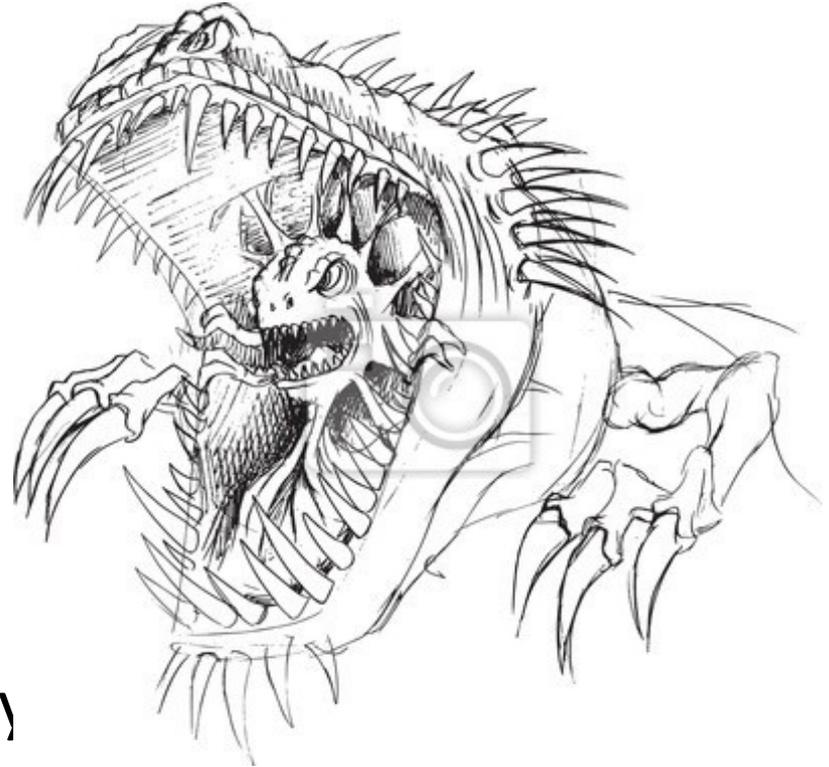
Adaptace prvoků k parazitismu

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



Typy parazitismu

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



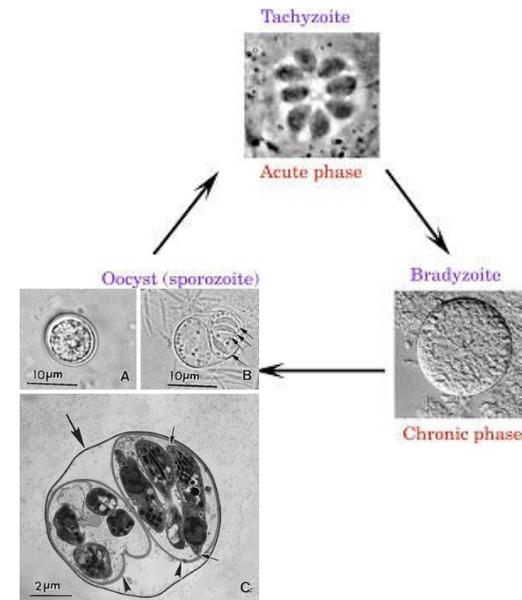
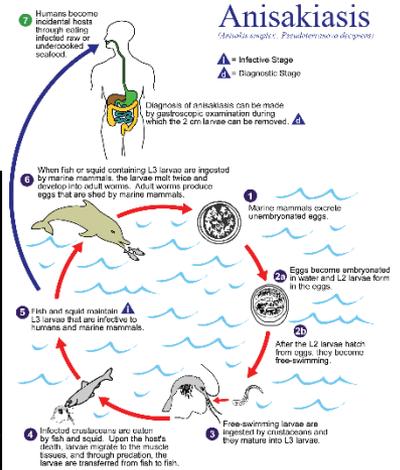
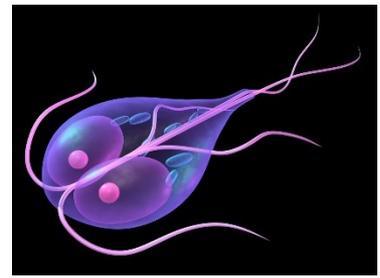
Parazit - typický

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

▶ Hostitel přežívá

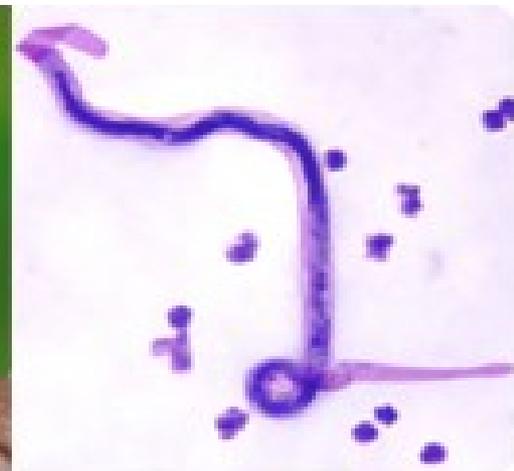
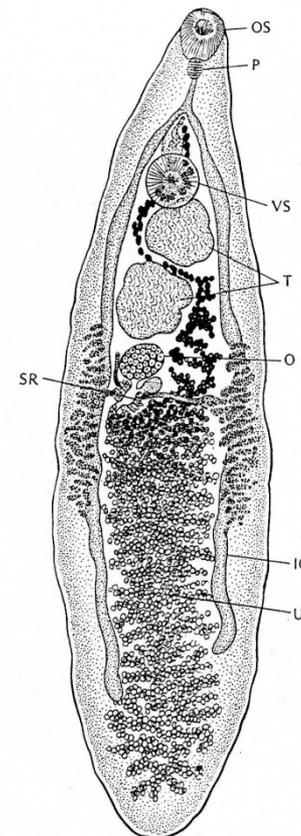
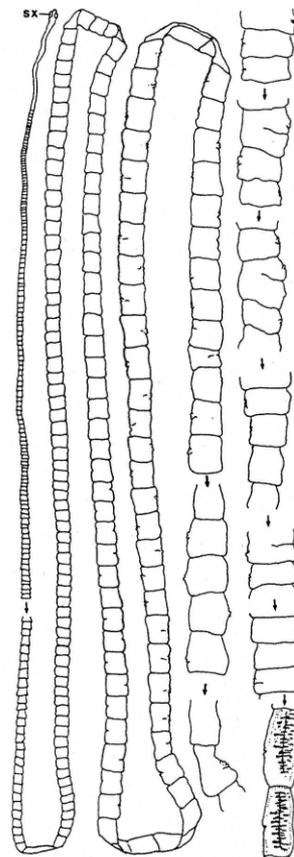
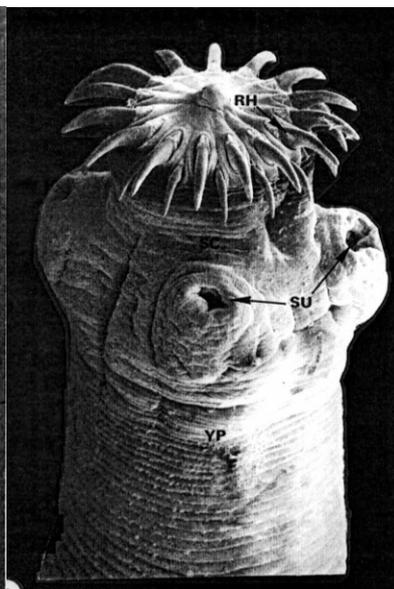
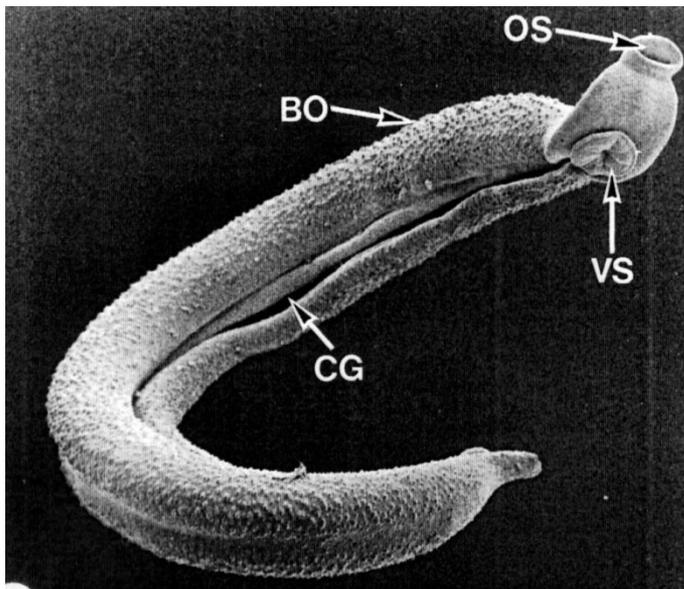
▶ Andreson & May (1979) :
typický parazit – závisí na intenzitě
infekce (**makroparazit**)
patogen – nezávislý na intenzitě infekce
(**mikroparazit**)

!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen
vyžaduje usmrcení hostitele



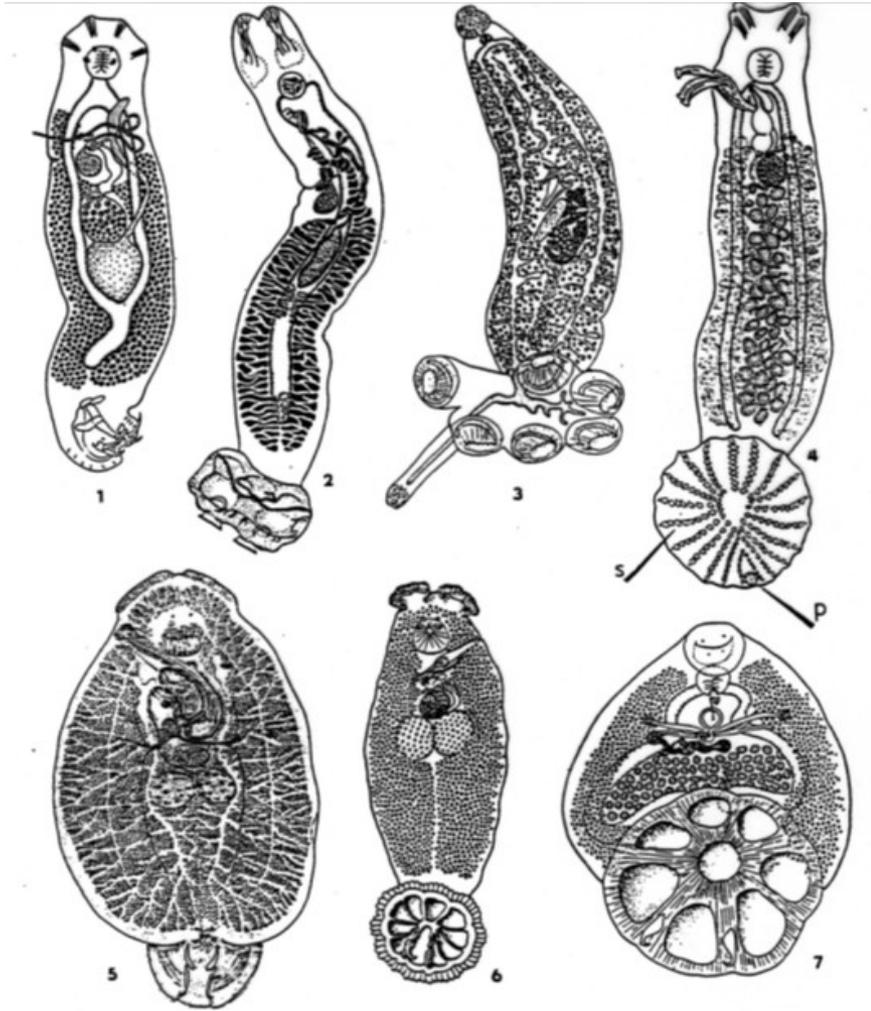
Paraziti – příklady

Obrovská rozmanitost

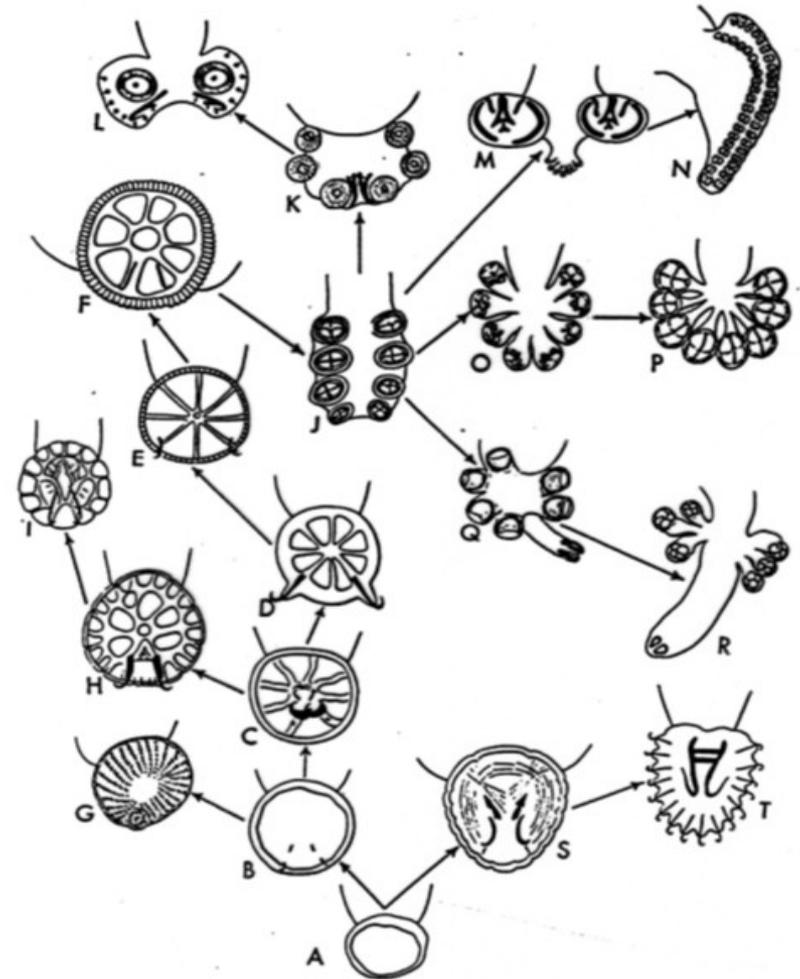


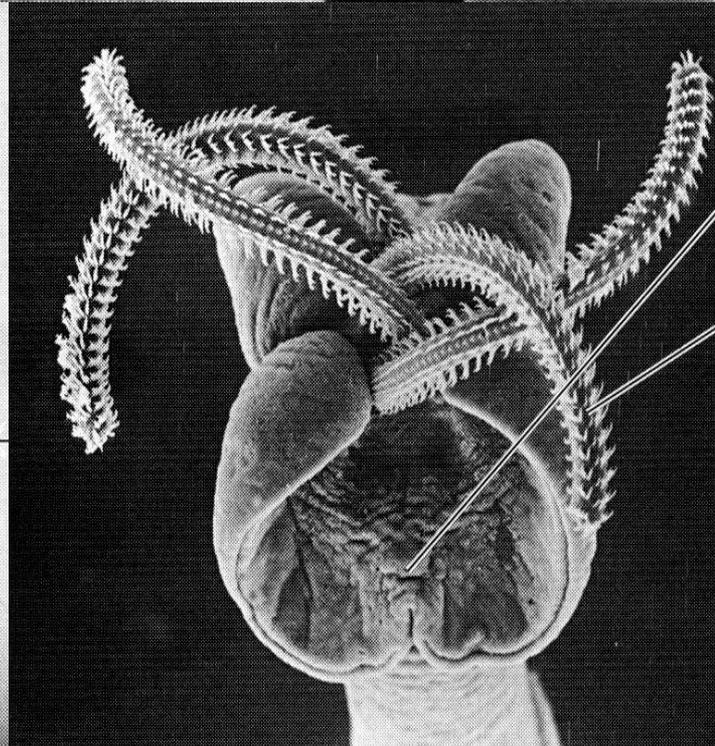
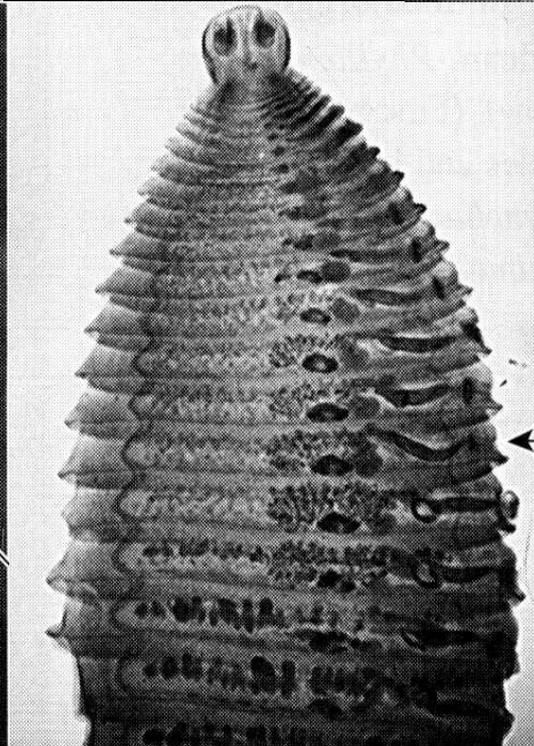
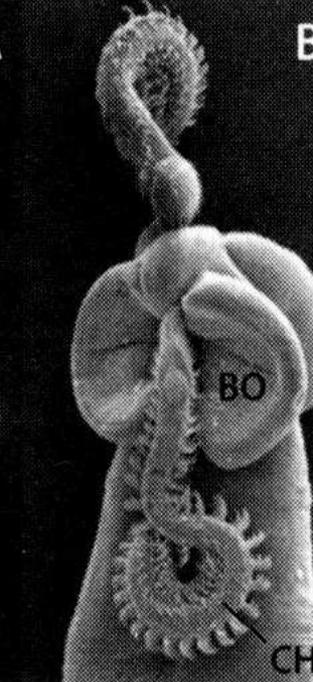
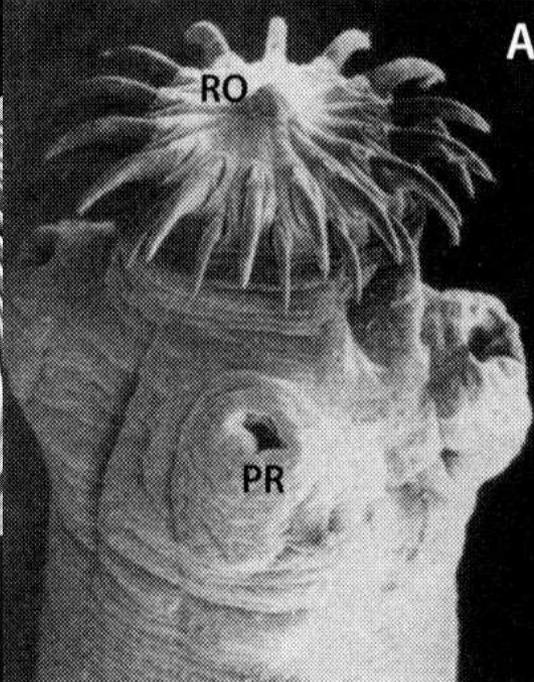
Morfologická rozmanitost - Monogenea

Typy opisthaptoru



Evoluce opisthaptoru





Evoluční vztahy hlavních skupin Platyhelminthes

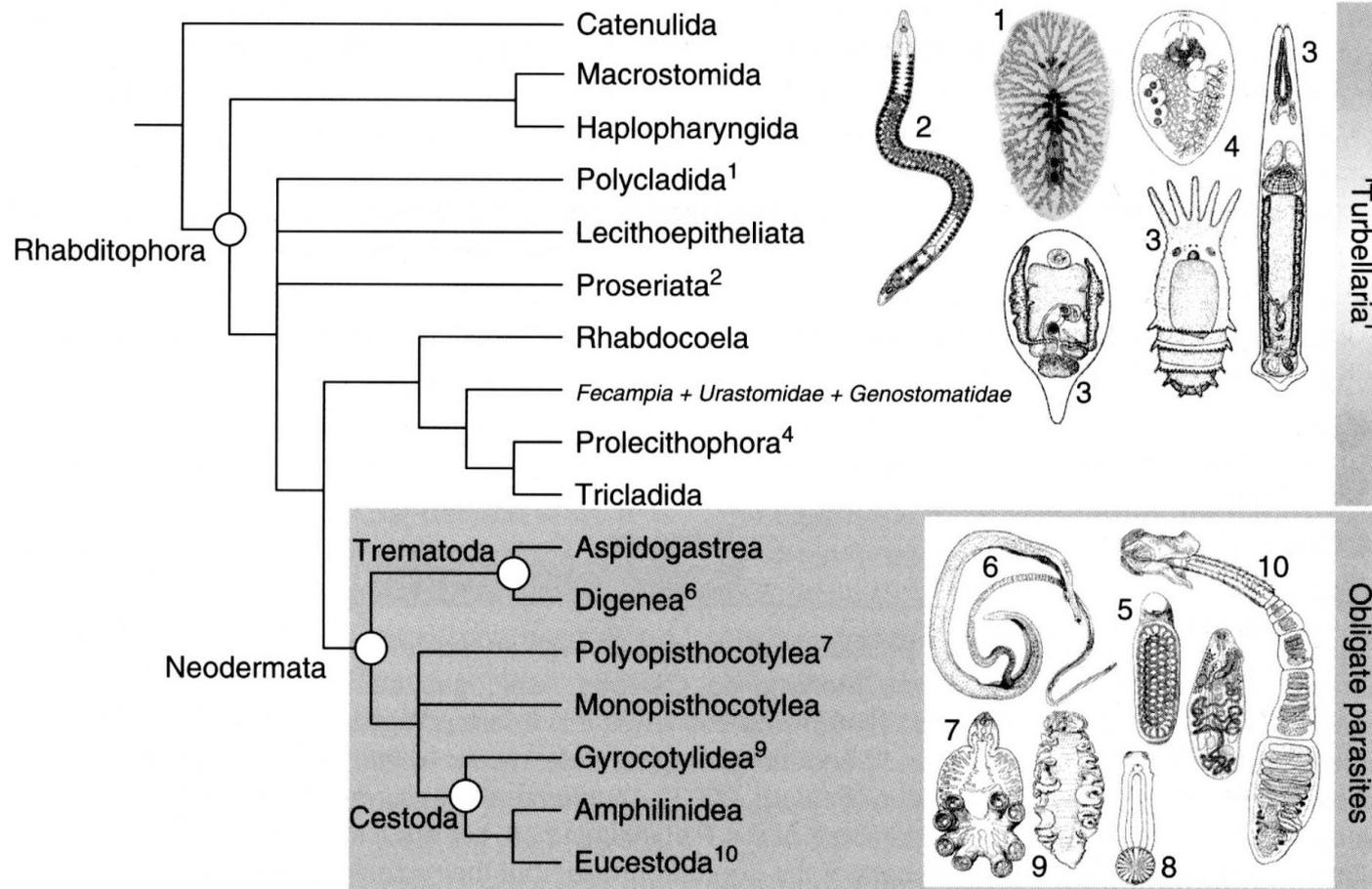


Fig. 1.2. Interrelationships of the major groups of Platyhelminthes based on a consensus of morphological and molecular estimates. Parasitic flatworms, the Neodermata, form a monophyletic group although their interrelationships are estimated differently by different molecular analyses (see Fig. 1.3).

Predace



Parasitoid

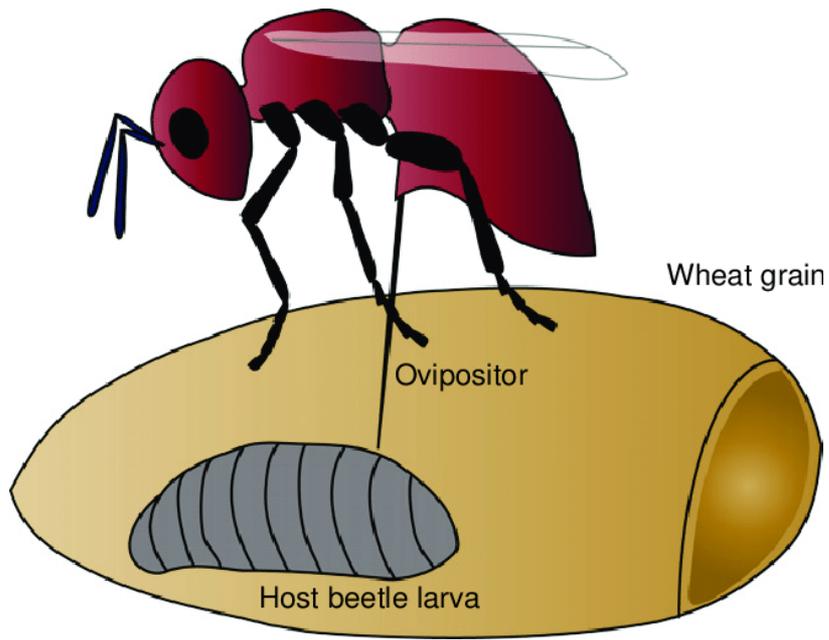


- ▶ Jeden hostitel
- ▶ Hostitel je usmrcován
- ▶ Parasitické larvy o hmyzu Diptera (Tachinidae) a Hymenoptera (Chalcidoidea, Braconidae), fyziologické adaptace (endosymbiotické viry)
- ▶ Samičky kladou vajíčka do hostitele, líhnoucí se larvy jsou parazitické

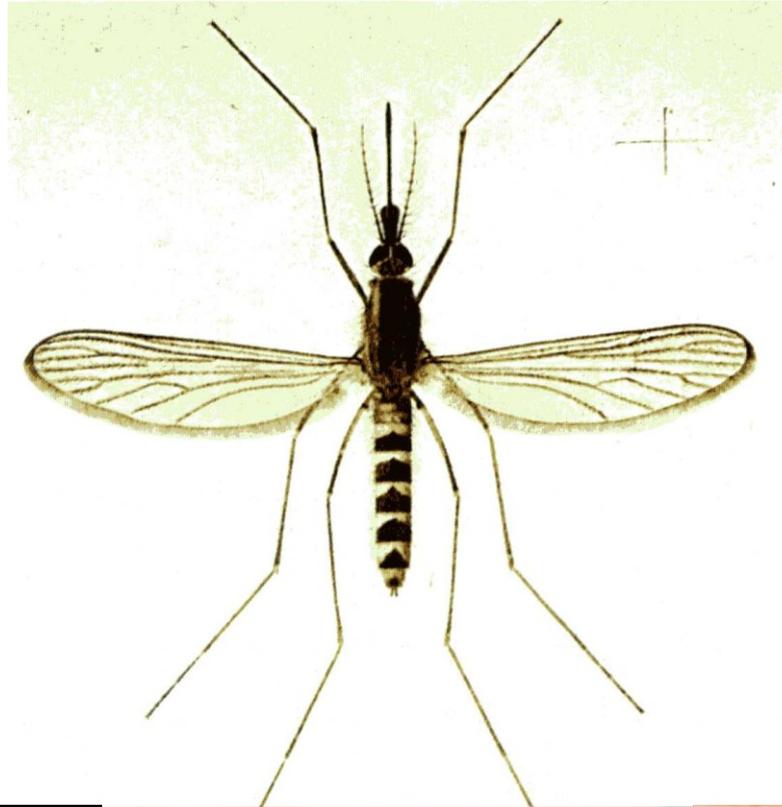


Formy parazitismu - parazitoidi

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



Mikropredátor - krevsající členovci



Rozmanitost členovců - blechy

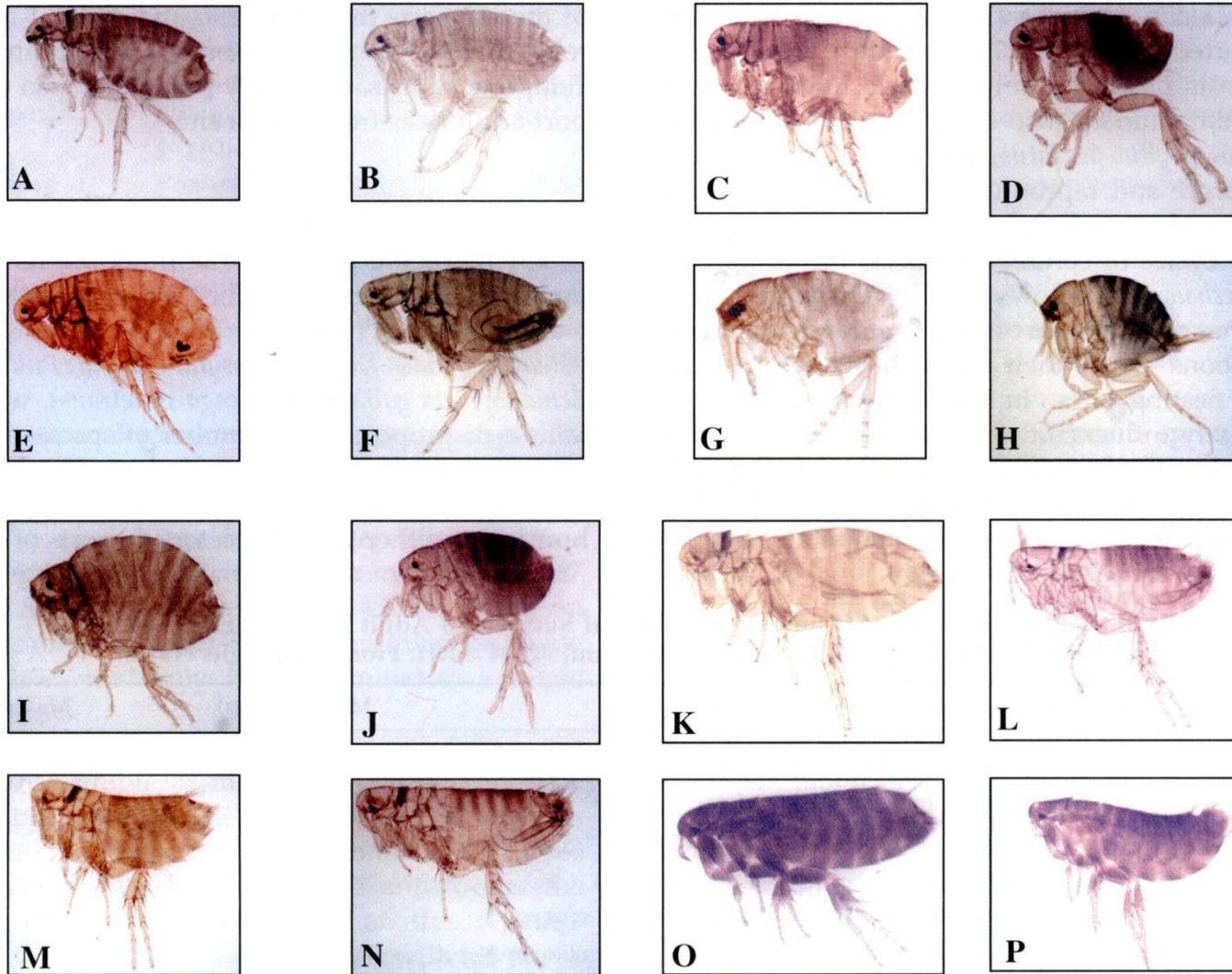
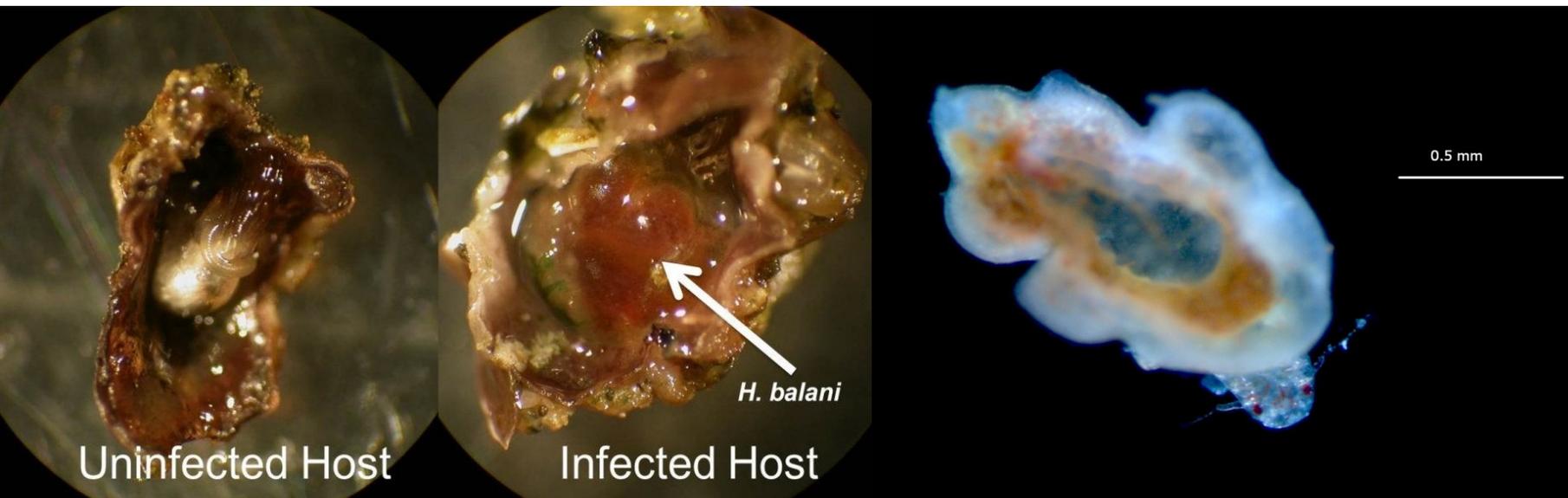


FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L);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

Parazitický kastrátor

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



Parasitismus x predace

Rozdíly:

počet jedinců, kteří jsou během života využíváni:

parazit - často pouze jediný hostitel

predátor - napadá velké množství kořisti

ale

parazitoid – jediný hostitel

míra snížení biologické zdatnosti (fitness) oběti:

vynulování fitness veškeré své kořisti

– predátor (pravý predátor)

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

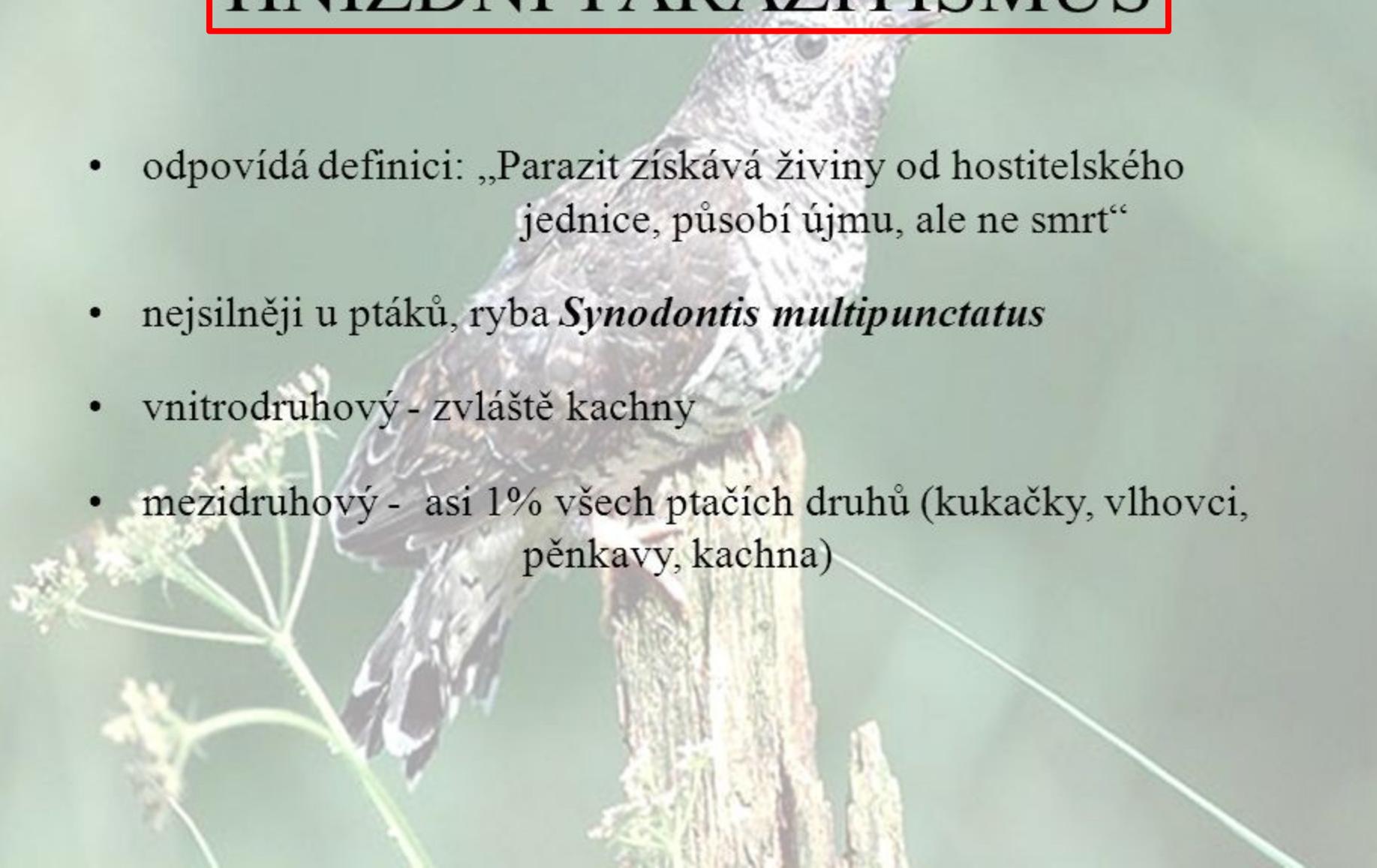
– parazitičtí kastrátoři – ekologicky a evolučně se rovná zabití

nevynulování fitness veškeré své kořisti

– mikropredátoři - svou kořist nezabíjejí (například komáři)

HNÍZDNÍ PARAZITISMUS

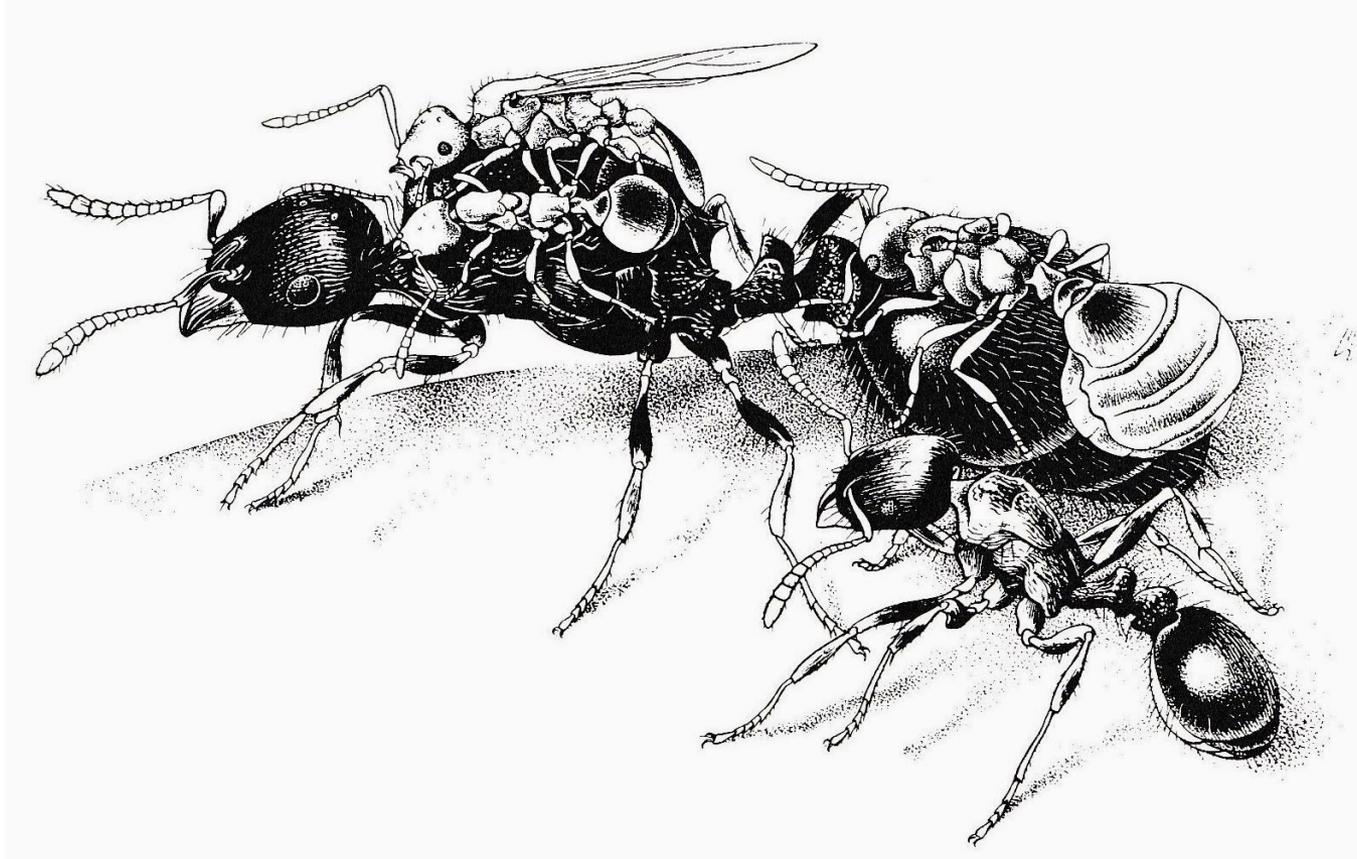
- odpovídá definici: „Parazit získává živiny od hostitelského jednice, působí újmu, ale ne smrt“
- nejsilněji u ptáků, ryba *Synodontis multipunctatus*
- vnitrodruhový - zvláště kachny
- mezidruhový - asi 1% všech ptačích druhů (kukačky, vlhovci, pěnkavy, kachna)



Hnízdní parazitismus – kukačka obecná



Sociální parazitismus



Sociální parazitismus a otrokářství

- Nejčastěji **Hymenoptera**
- **Parazitické druhy** jsou závislé na členech kolonie sociálního hmyzu – Formicidae, Myrmicidae a včely.
- **Sociální parazitismus** vznikl několikrát na sobě nezávisle – různé strategie a sociální organizace jak u parazitoidů tak u hostitelů.
- Dva typy – (1) **složená hnízda** a (2) **smíšené kolonie**
- **(1) složená hnízda** - nepříbuzné druhy – P krade potravu a žere potomstvo H v mraveništi a nebo 2 druhy žijí společně - jeden ovládá druhý a je jím krměn regurgitovanou potravou
- **(2) smíšené kolonie:**
 - dočasný sociální parazitismus (DSP)
 - Otrokářství (dulosis)
 - Stálý parazitismus (inkvilinismus) bez otrokářství
- **DSP** – oplozená královna pronikne do kolonie H – maskuje se - zabije původní královnu – produkuje potomky a nahradí původní druh
- **Otrokářství** – využití pro práci – mravenci – nájezdy do hnízd - kradou larvy a kukly. Otrokáři často nejsou schopni získávat potravu – adaptace – čelisti zabíjející bránící se dělnice.
- **Invilinismus** - nejčastější strategie u mravenců – P královnu nezabíjí, ale využívá celou strukturu a organizaci kolonie pro svůj prospěch. P produkuje pouze sexuální kastu a případně vojáky.
- Smíšení kolonií – fylogenetická příbuznost partnerů – hypotézy vzniku
- Hnízdní parazitismus i u včel – cca 15% druhů – včela naklade vajíčka do hnízda jiného druhu – larva zlikviduje vejce či larvu H. Parazitická včela je často podobná svému H.

Sociální parazitismus u hmyzu

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

Potravní parazitismus

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

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

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

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

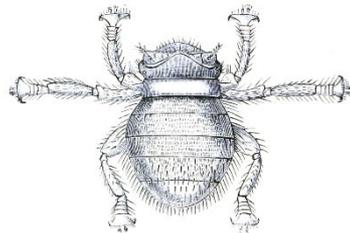
Chrobáci („hovniválové“) kradou navzájem kuličky trusu, které slouží jako potrava jejich larvám.

Kleptoparazitismus - příklady



Kleptoparazitismus a forézie

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

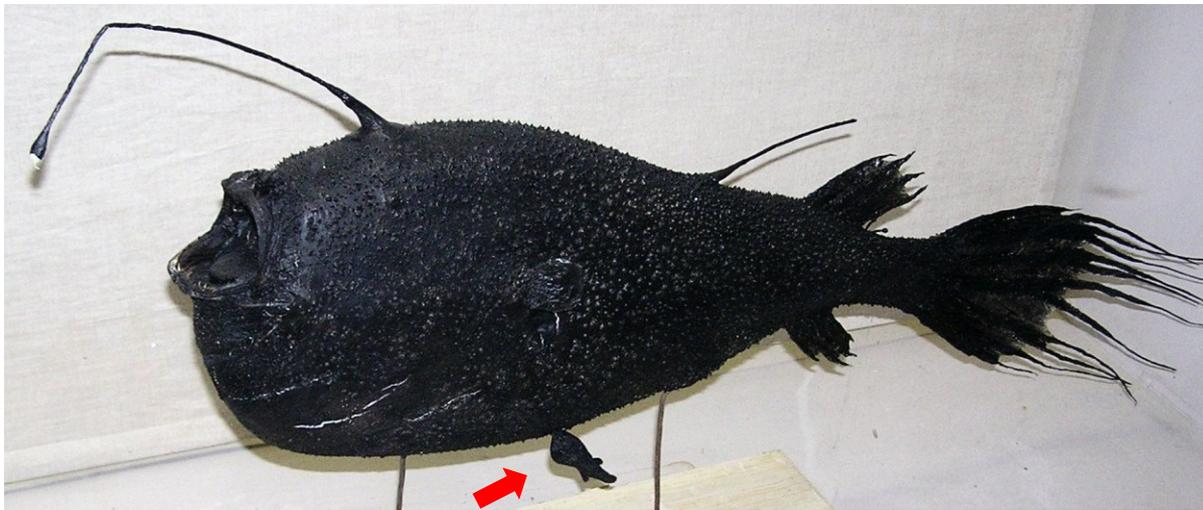


Braula coeca. (After Meinert.)

- **Braula coeca** – kleptomanická a foretická moucha
- okrádá různé hmyzí a pavoučí predátory
- Drobní kleptoparaziti – často malí roztoči – tiplíci – vykrádají pavoučí sítě
- Okrádání jsou často např. listorozí brouci – hovniválové – parazitují jim na kuličkách larvy much (Sphaeroceridae) – kulička jim slouží jako místo vývoje potomstva

Sexuální parasitismus

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 jí toto ničím neopětuje. Jediné co jí 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.

Parazitičtí obratlovci

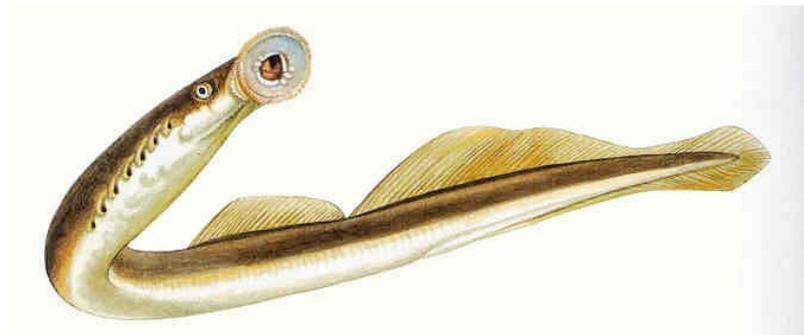
- Ačkoli je parazitismus jako životní strategie velice rozšířen, v rámci obratlovců se s jinými jeho formami než se sociálním parazitismem setkáváme poměrně málo. Ektoparaziticky žijí některé druhy mihulí. Jejich způsob získávání potravy je přechodem mezi predací a parazitismem. Vzhledem k tomu, že jejich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

A co ryby, mají si kde hrát ?

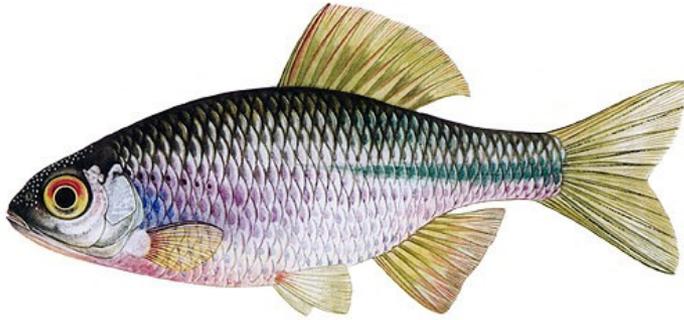
RYBY NAŠICH VOD



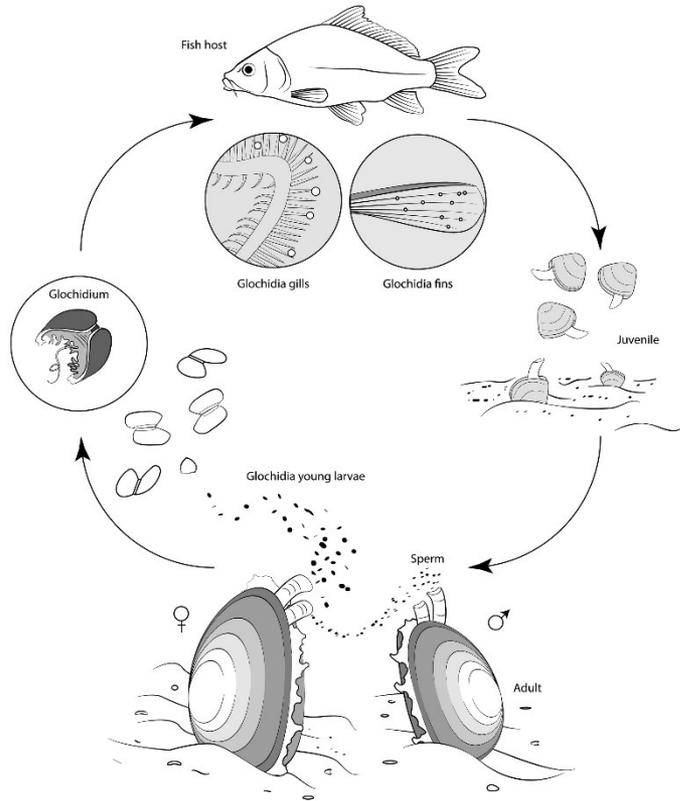
Ryby jako (ekto)paraziti - mihule



Ryby jako (endo)paraziti – hořavka duhová



Mussel life cycle



Škeble rybníčná



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

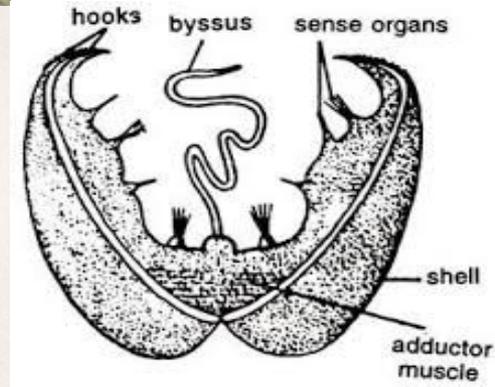


Fig. 26.10. Glochidium larva

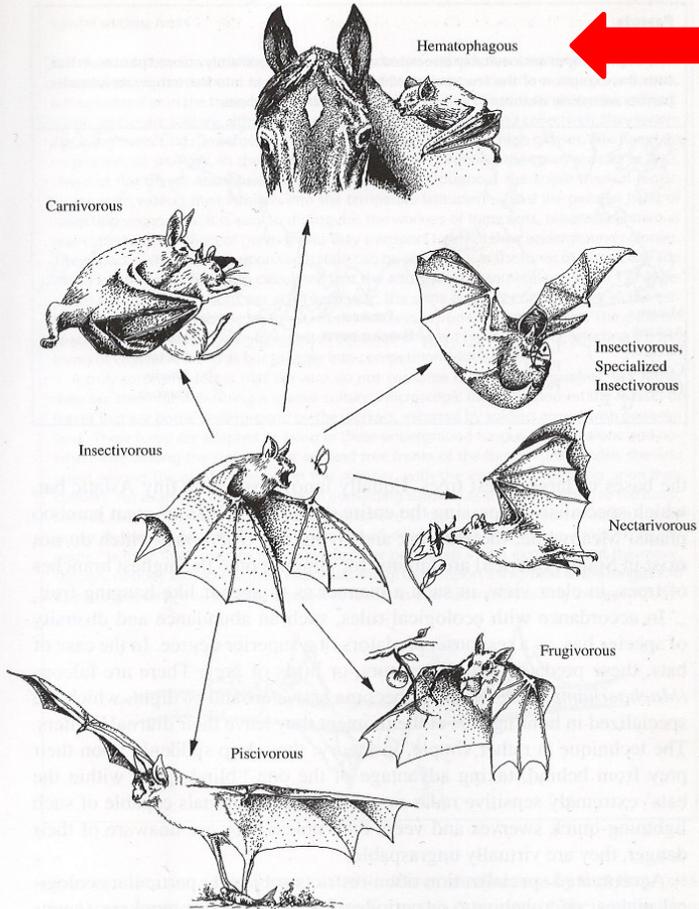


Krev sající netopýři – rodu **Desmodus spp**
(Vampyrismus)



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 trypanosomózy, která je pro své hostitele patogenní a může být i letální.

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.





Upíři a vampyrismus 😊 – ženy typu vamp ☹️



Out of ...





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)

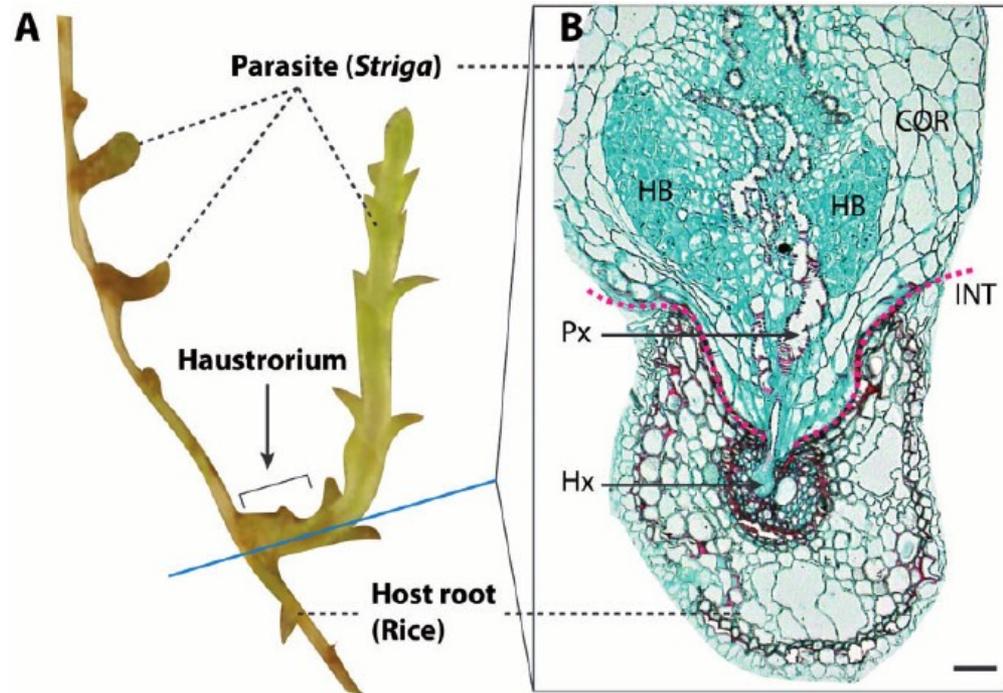
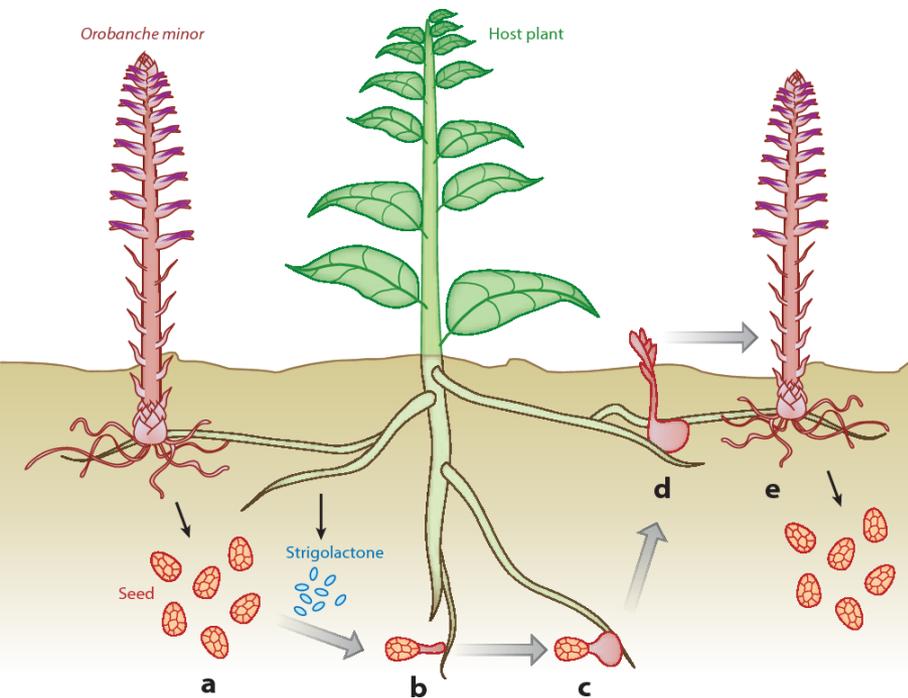
- Organické i anorganické látky
- Nemají chlorofyl
- Zcela závislí na hostiteli
- Na povrchu hostitele
- Listy i kořeny redukovány
- Haustoria do floému a i do xylému
- Příklady:
 - Záraza (kořeny lučních rostlin)
 - Podbílek (kořeny listnatých dřevin)
 - Kokotice (na jeteli aj.)

HEMIPARAZITI

(polo/fakultativní paraziti)

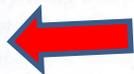
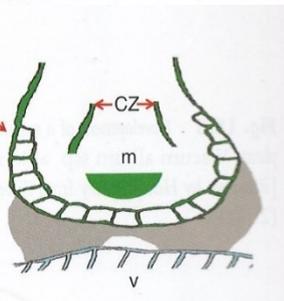
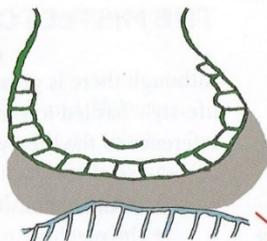
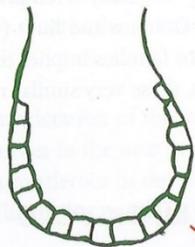
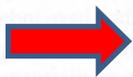
- Voda a minerální látky
- Zelené, částečně schopné fotosyntézy
- Místa s dostatkem světla
- Haustoria buď jen do xylému nebo jen do floému a pak kořeny v půdě
- Příklady:
 - Jmelí, Ochmet (do xylému)
 - Světlík, černýš, všivec (do floému)

Napojení parazita na hostitele

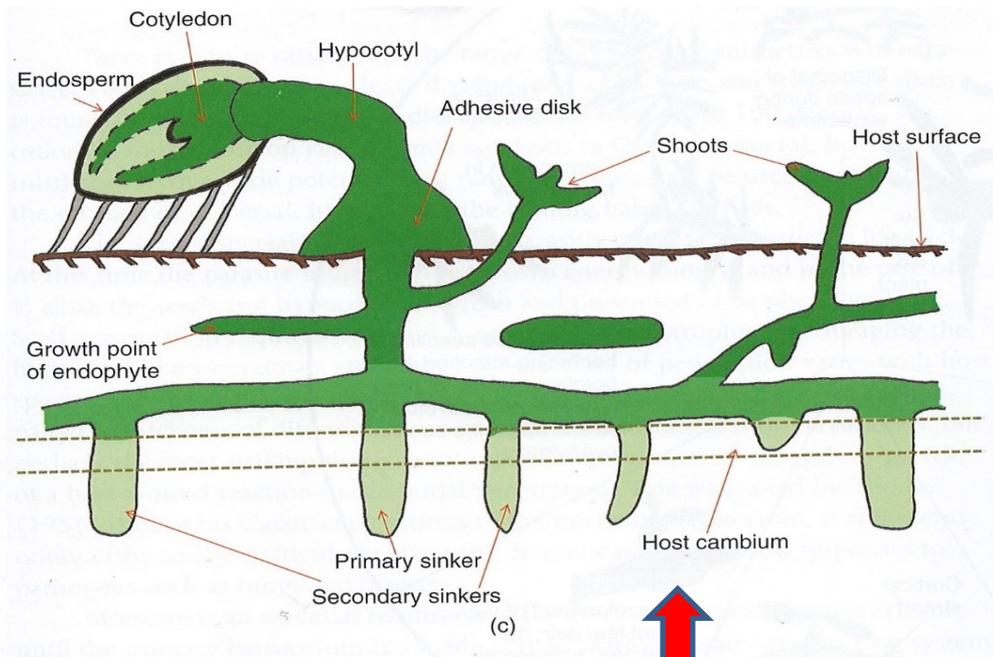


Haustorium jmelí pronikající do hostitele

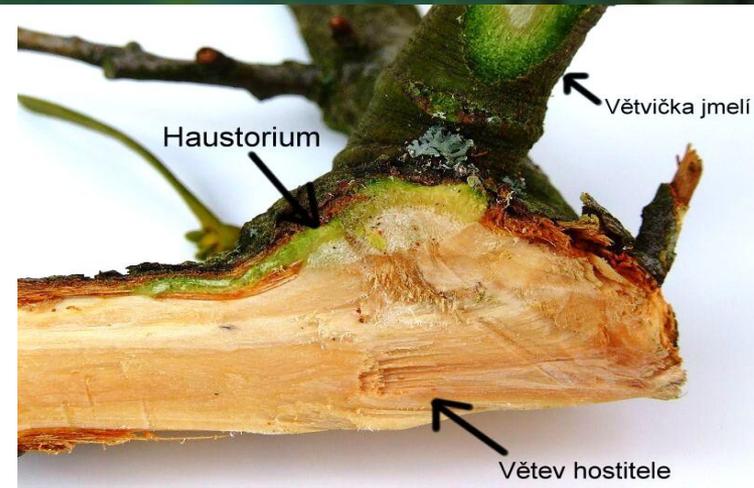
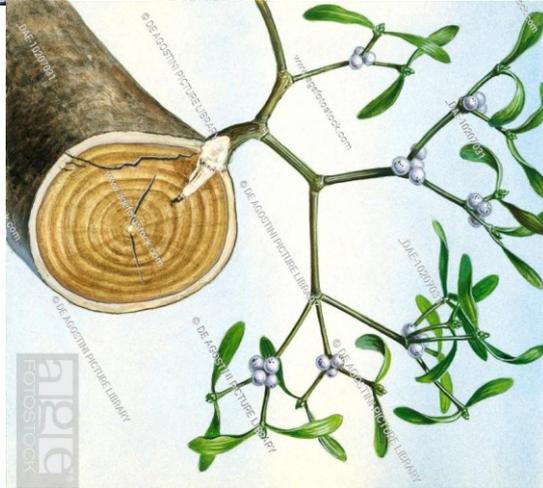
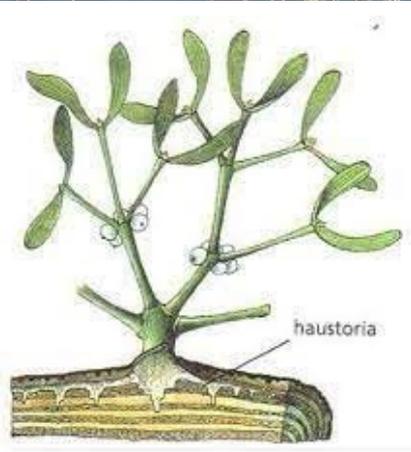
Podélný řez dokumentující vývoj přichycovacího (adhesivního) disku na konci hypocotylu Jmelí bílého (m - oblast meristému, ze kterého vyrůstá haustorium; v - hostitelská rostlina)



Dvě embrya z plodu jmelí bílého.

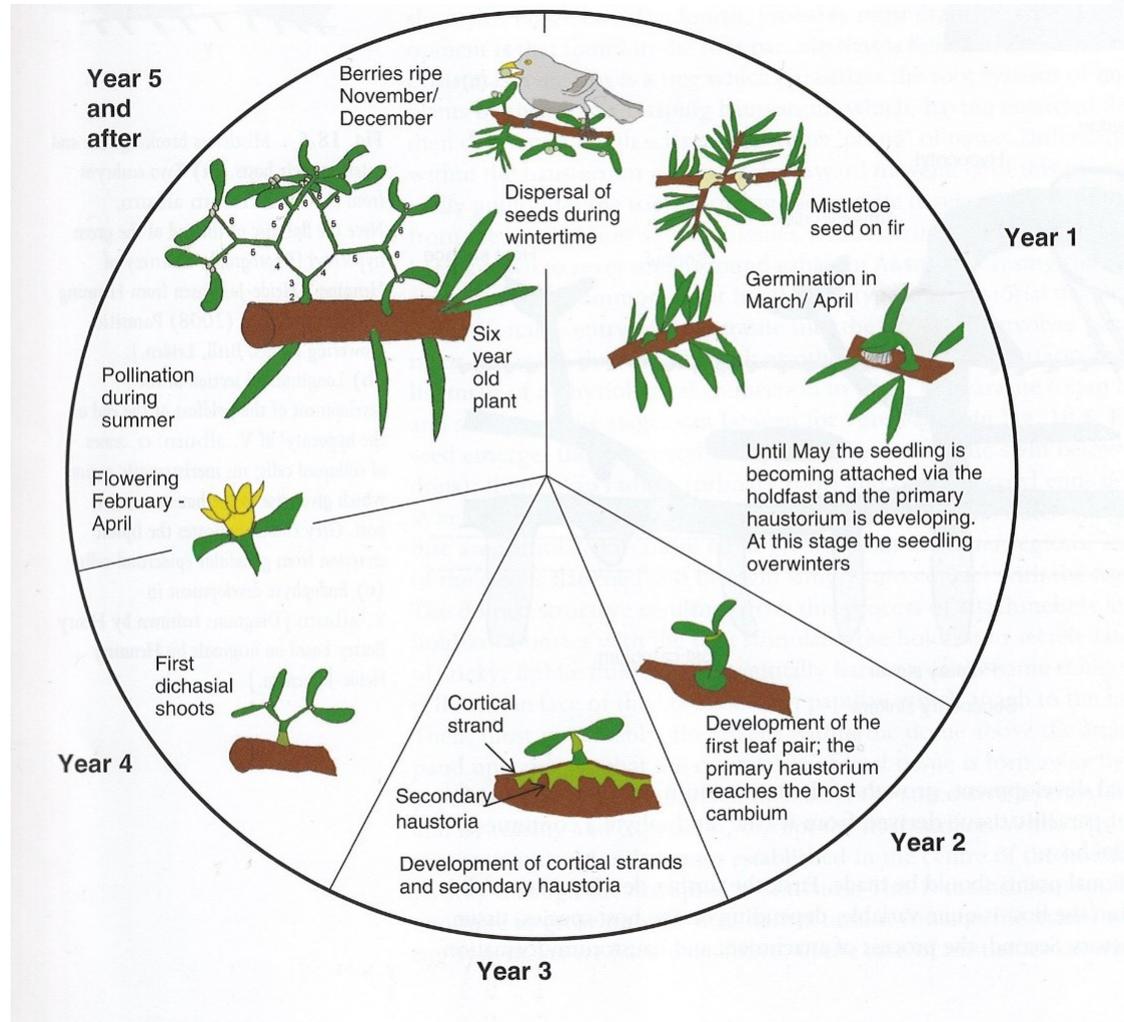


Vývoj endofytu jmelí bílého





Vývoj jmelí bílého (*Viscum album*)



Kriticky ohrožené druhy

Zárza ožanková



Zárza sivá



Zárza namodralá



Zárza šupinatá

Zárza písečná

Zárza hořčiková

Zárza 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.

HOSTITEL

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

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

Typy hostitelů:

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

Klasifikace typů hostitelů

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

Příklady vektorů



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



Butterfly vampire



Gadfly

Typy hostitelů

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

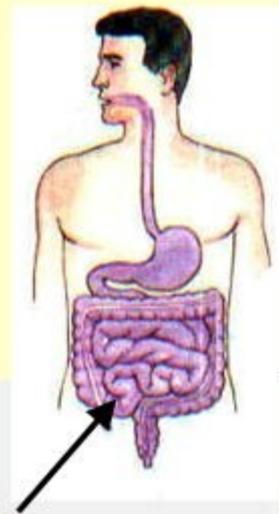
1. Definitivní hostitel (definitive, final host) = hostitel, v němž parazit **POHLAVNĚ DOSPÍVÁ** a produkuje vajíčka nebo larvy

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



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*



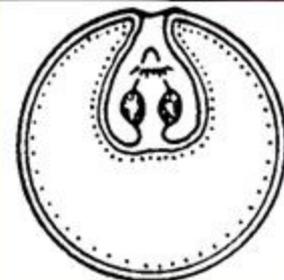
Echinokokóza, hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



hydatida



cysticercus



cysticercus

Cysticerkóza
(*Taenia solium*)

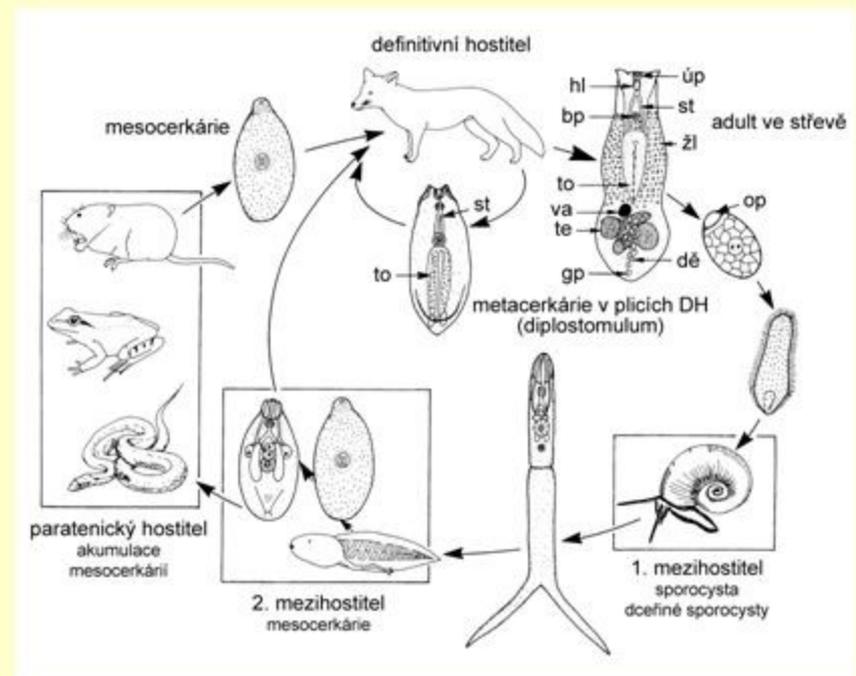
Typy hostitelů

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

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

Př. Motolice č. Strigeidae

Alaria canis

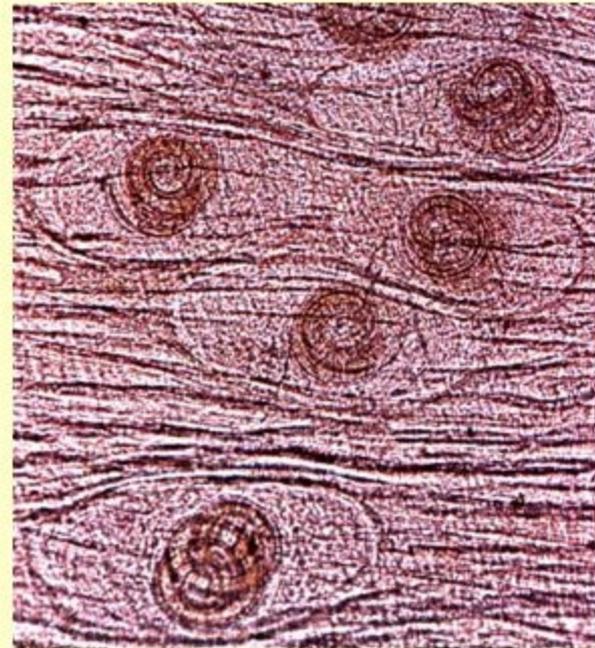
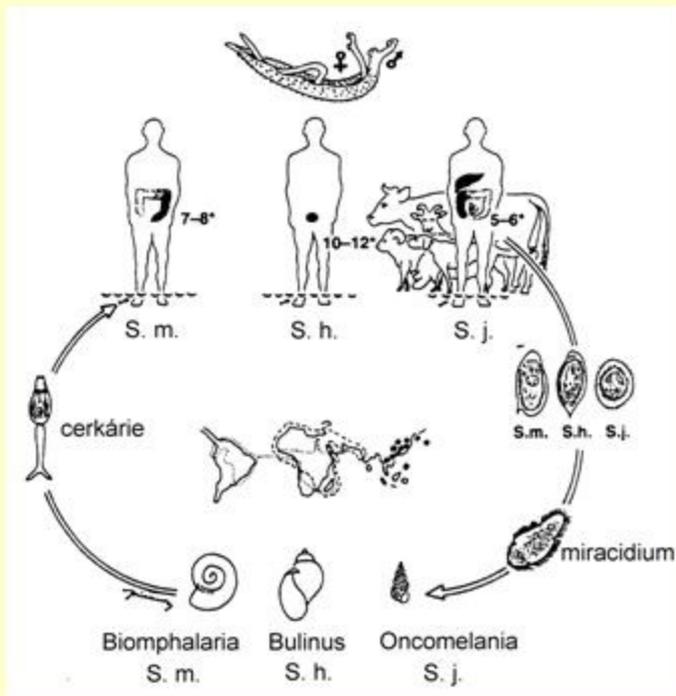


Typy hostitelů

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

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

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



Trichinella spiralis ve svalovině (!DH = MH)

Typy hostitelů

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

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

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



Patogen, vektor

Patogen, resp. **patogenní agens**:

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

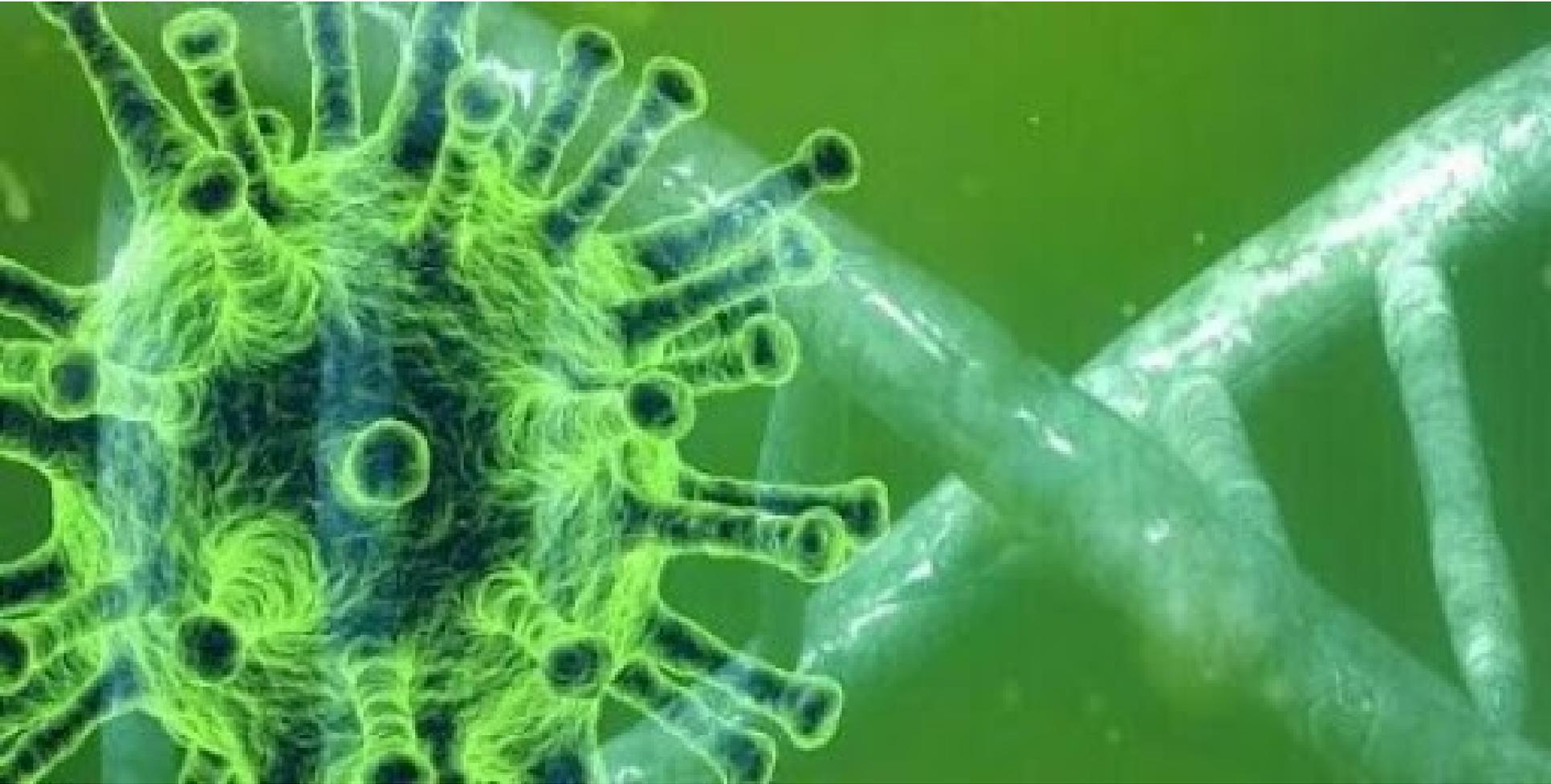
Tento pojem se často používá ve zúženém rozsahu zahrnujícím organismy, které mohou narušit normální fyziologické procesy mnohobuněčných organismů, nicméně v plném významu zahrnuje

veškeré biologické faktory infikující jakoukoliv součást biologické říše

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

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

Bez komentáře !



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

Parazitární vektor – definice

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



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



Butterfly vampire



Gadfly

Příklady vektorů cizopasníků

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

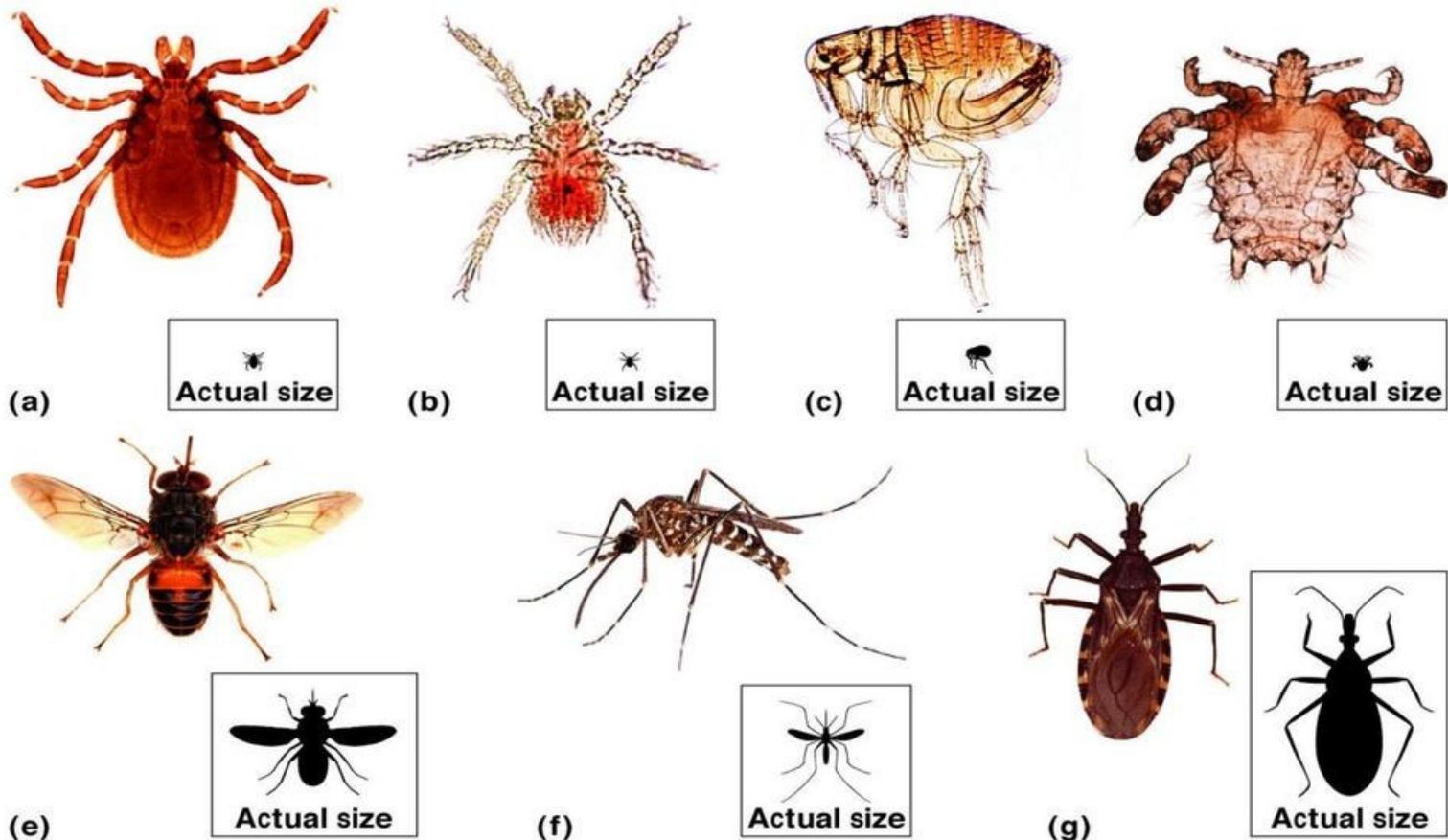


Figure 23.24

Vzájemné vztahy: Parazit - Hostitel - Vektor

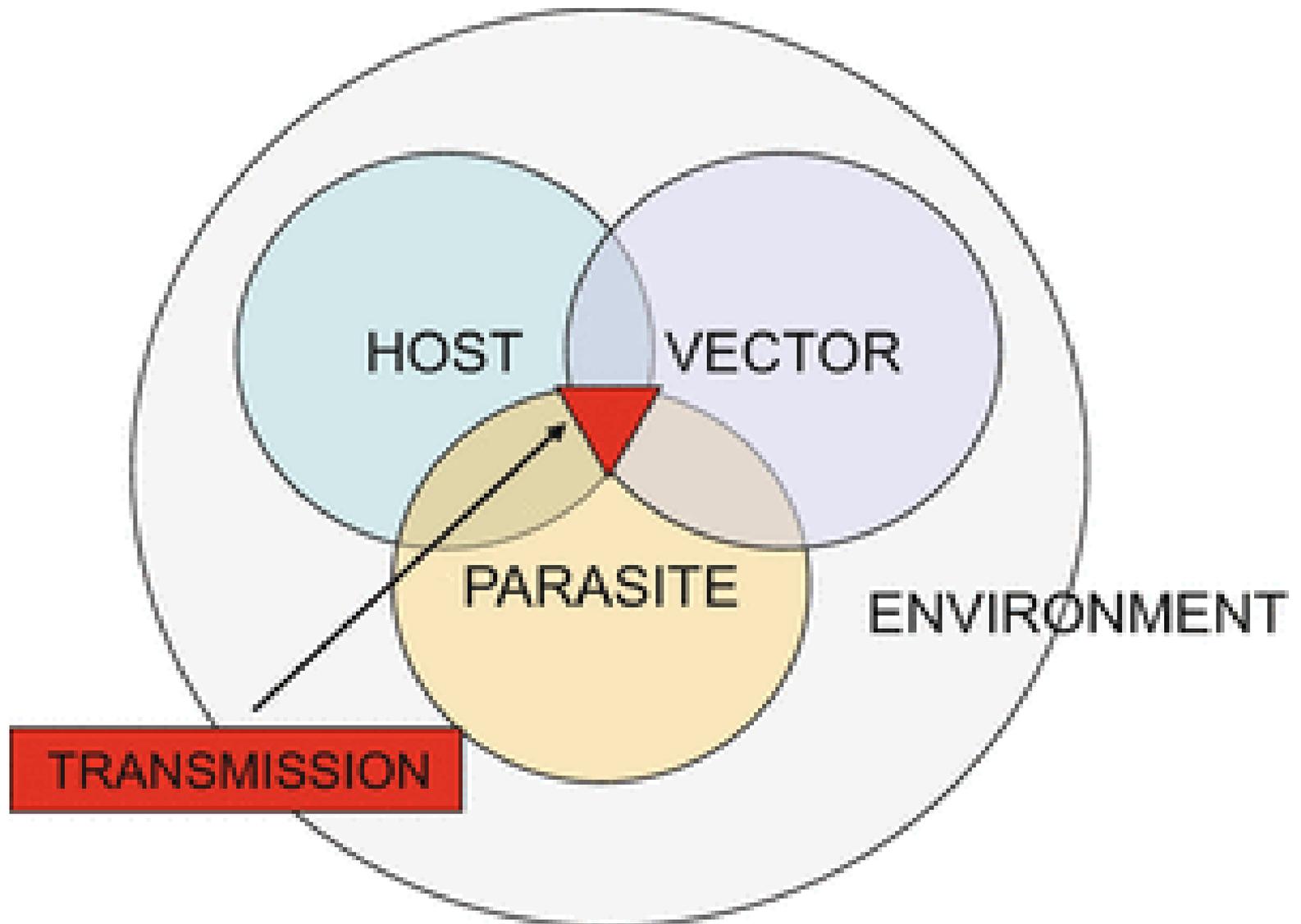
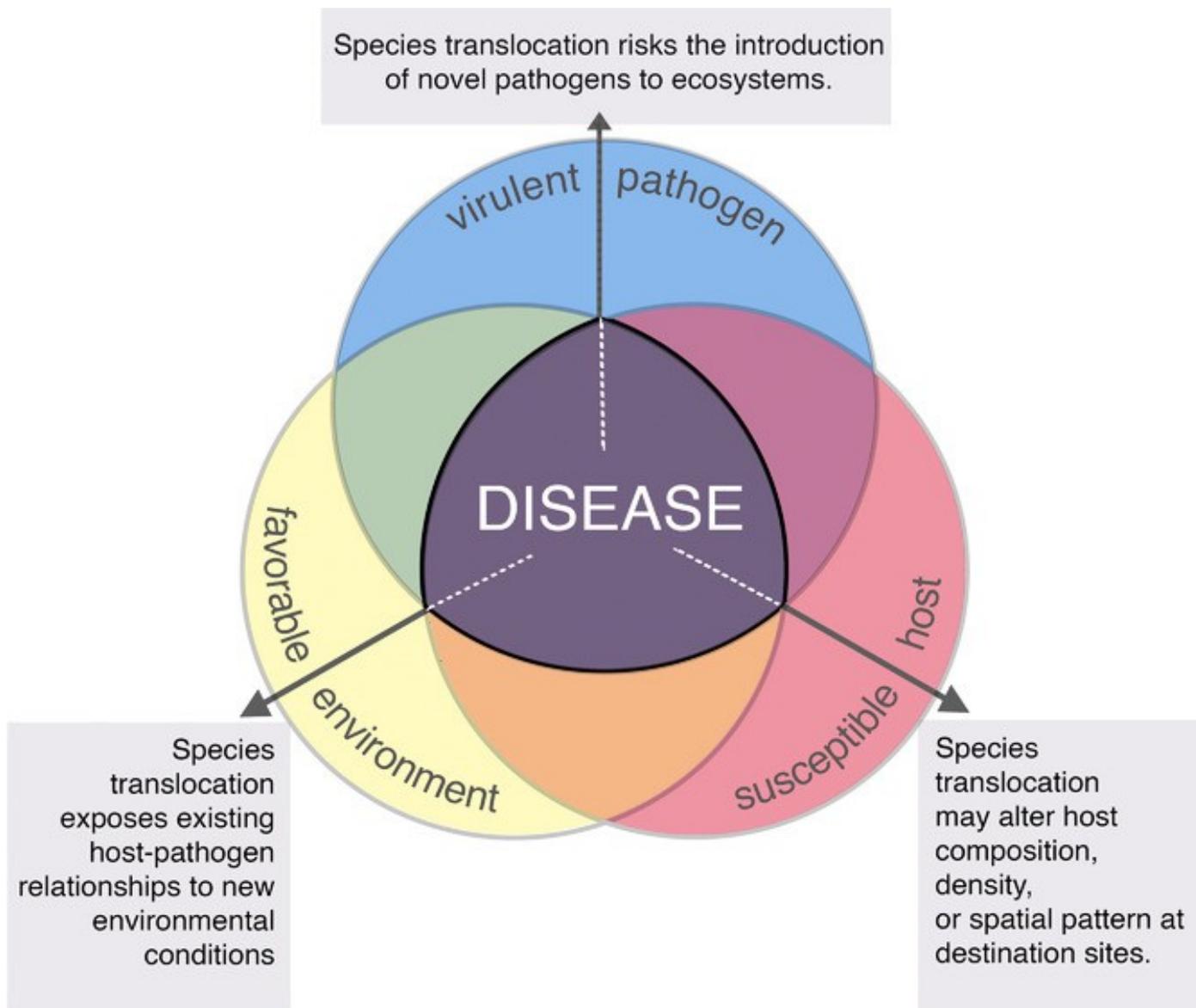


Schéma vzniku parazitárního onemocnění



EKTO-ENDOPARAZITÉ



Klasifikace parazitů

Klasifikace cizopasníků

Systematika *versus* Ekologie

Zoologický systém parazitů

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

Ekologické klasifikace parazitů

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

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

Ekologické klasifikace parazitů

Podle hostitelů

Podle lokalizace

Podle vazby na hostitele

Podle časového úseku, kdy parazitují

Podle typu životního cyklu

Podle způsobu výživy

Podle hostitelů

Zooparaziti – paraziti živočichů a člověka

Fytoparaziti – paraziti rostlin

Podle lokalizace

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

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

Endoparaziti

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

Ektopická lokalizace – Paragonimus westermani

Podle vazby na hostitele

Obligatorní – celý svůj život parazitují (motolice, tasemnice)

Fakultativní – parazitují pouze příležitostně (pijavka lékařská)

Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují

Permanentní – celý ŽC parazitují (Plasmodium)

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

Periodický parazitismus

Periodický parazitismus

1) Parazitismus stádijní

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

b) imaginální – (komáři, muchničky)

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

Podle typu životního cyklu

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

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

Dixenní

Trixenní

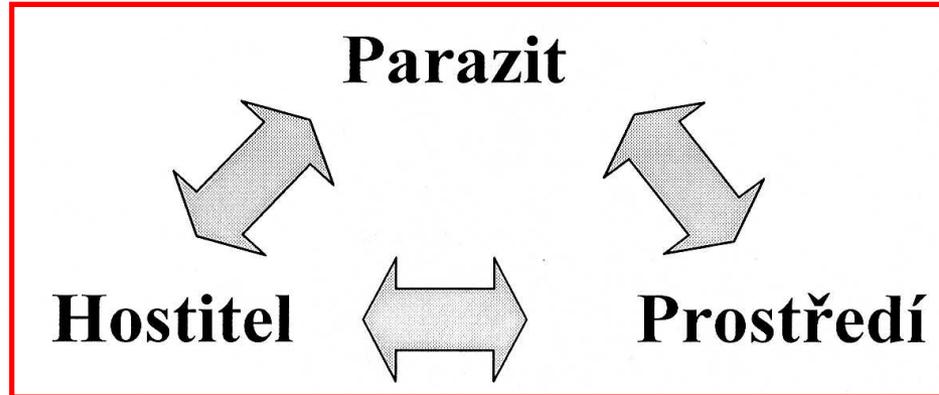
Tetraxenní

Podle způsobu výživy

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

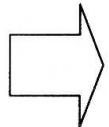
Euryfágní (polyfágní) – živí se více druzích hostitelů – generalista

Specifičnost cizopasníka



Vzájemné působení:

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



Ekologická podstata parazitologie

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

Životní cyklus parazita

Pojem cyklus v parazitologii:

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

- sezónní cyklus**

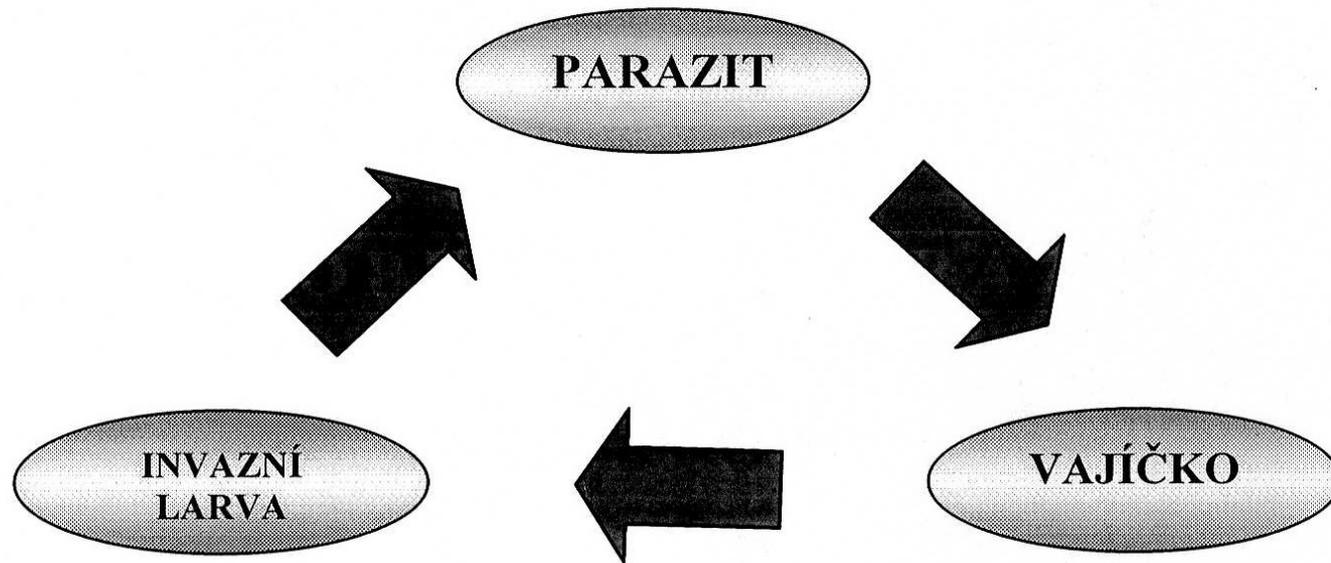
DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:

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

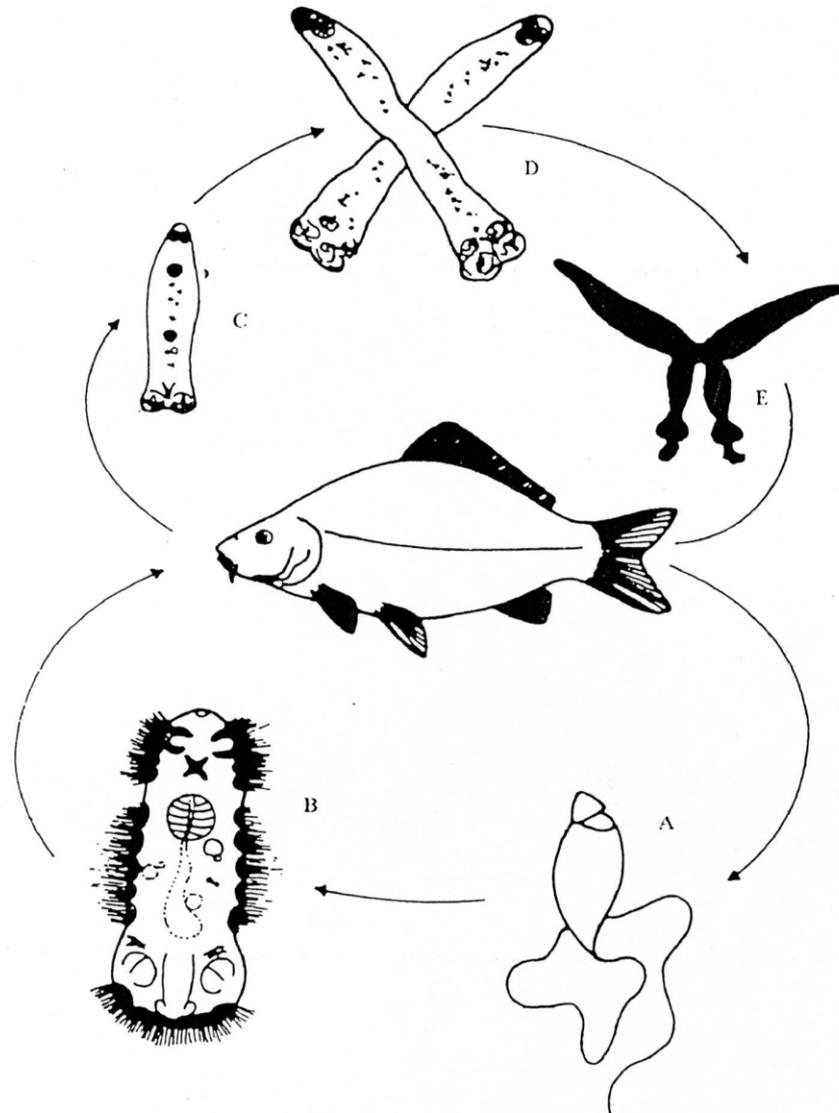
Typy životních cyklů parazitů:

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

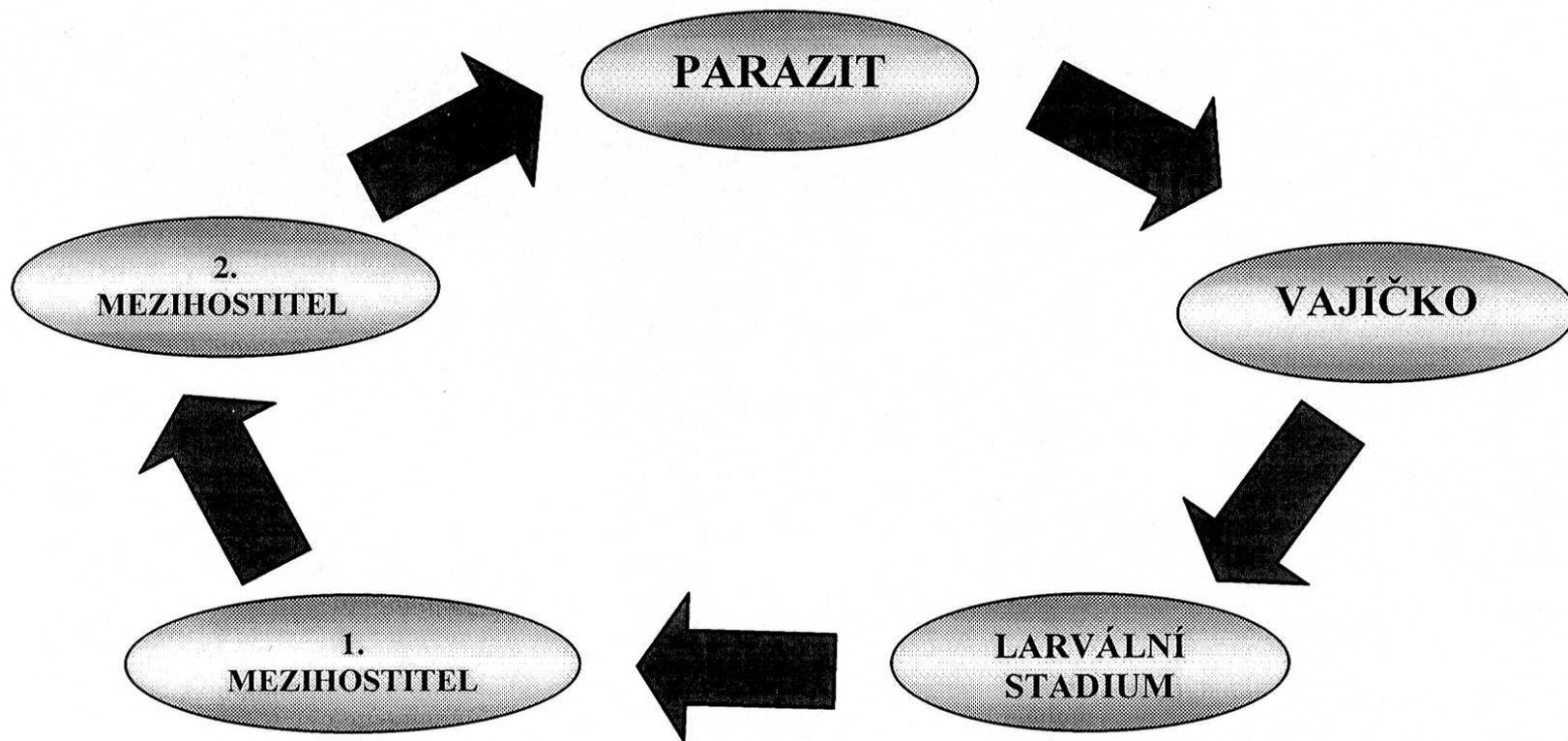
PŘÍMÝ VÝVOJ



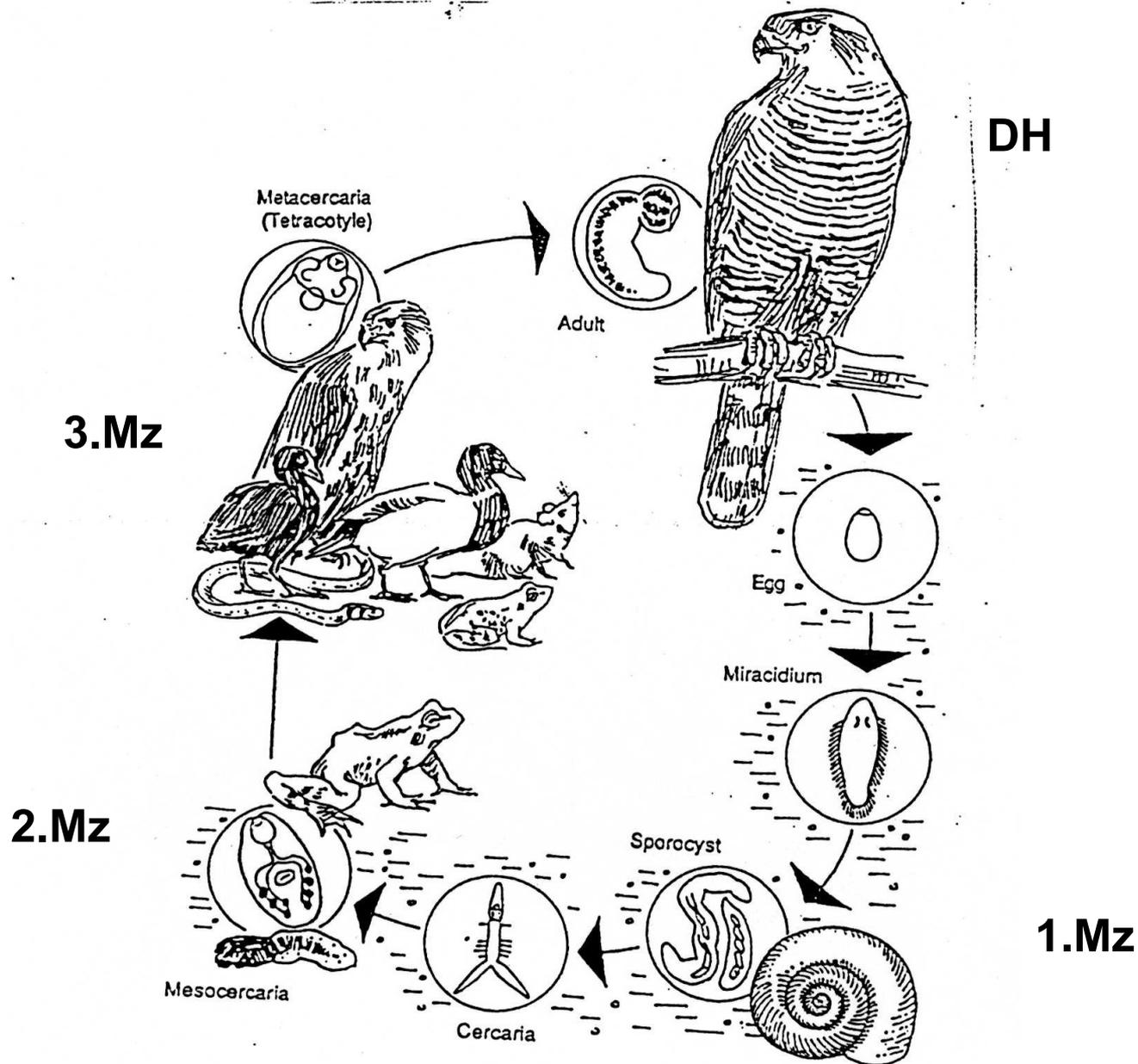
Životní cyklus přímý



NEPŘÍMÝ VÝVOJ



Životní cyklus nepřímý



Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

Ekologie:

1. Abiotické
2. Biotické

Podle periodicity

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

Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

Parazitologie:

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

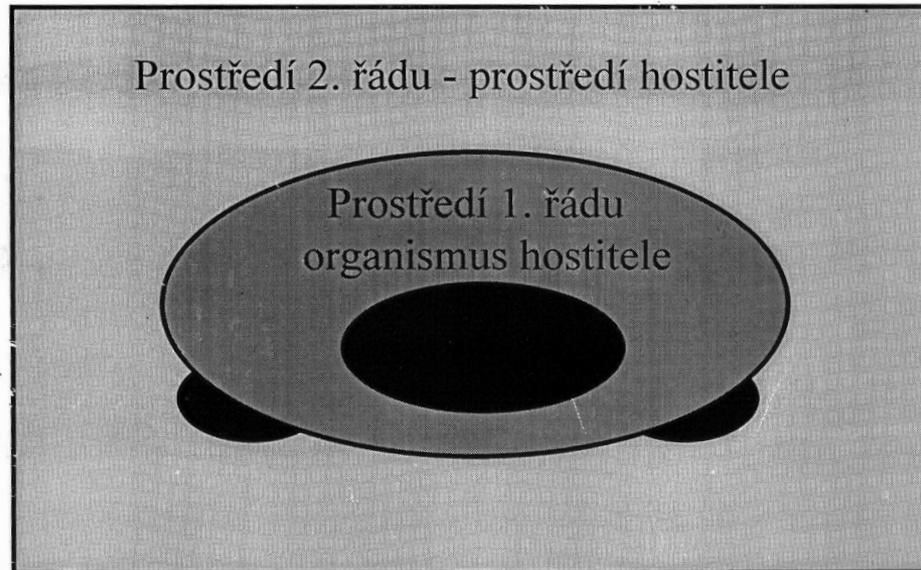
Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

Organismus hostitele

Prostředí hostitele

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



**teplota
světlo
pH
salinita
stanoviště
proudění
znečištění**

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

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Faktory prostředí 1. řádu

- druhová příslušnost hostitele
- stáří a velikost hostitele
- pohlaví a hormonální aktivita
- fyziologický (výživný) stav
- imunitní odpověď hostitele
- stres hostitele
- geneticky fixovaná vnímavost (rezistence)

Faktory prostředí 2. řádu

- teplota prostředí
- fotoperioda (vliv světla)
- koncentrace plynů (O^2 , CO_2)
- salinita (voda)
- reakce (pH vody, půdy)
- proudění (pohyby vody, vítr)
- velikost a typ stanoviště (hloubka a tvar nádrže)
- znečištění prostředí

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

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Organismus jako habitat:

- **Zažívací soustava obratlovců (*duodenum, tenké střevo, tlusté střevo a konečník*)**
- **Krev (*plasma, krvinky*)**
- **Tkáně (*svaly, játra, tělní dutina, cerebrospinální mok*)**

STŘEVO: Funkce střeva a fyziologie trávení.

Fyzikálně chemické charakteristiky zažívacího traktu:

- **pH:** ústní dutina = 6.7 (5.6 – 7.6) člověk
žaludek = 1.49 – 8.38 člověk
duodenum = 6.7 (5.1 – 7.8)
- **oxidačně-redukční potenciál** (důležité pro transport elektronů)
- **kyslík** (umožňuje aerobní metabolismus)
- **další plyny** (hlavně CO₂)
- **žluč** (významný “trigger“ = exystování cyst protozoí a motolic)

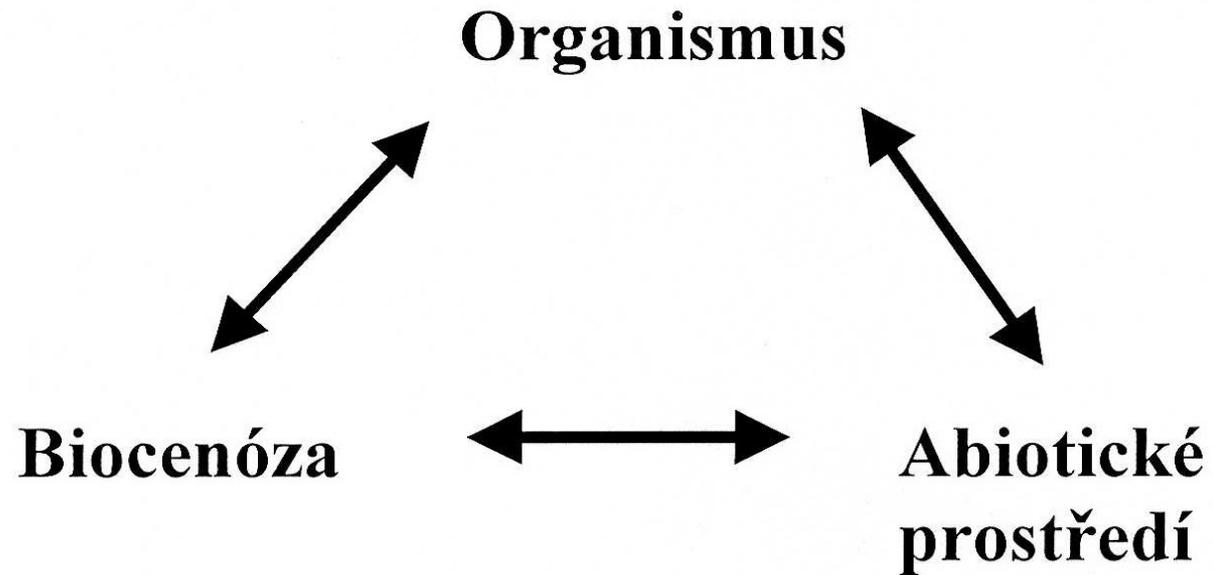
KREV: relativně chudé prostředí na živiny, hematofágové
(schistosomy)

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

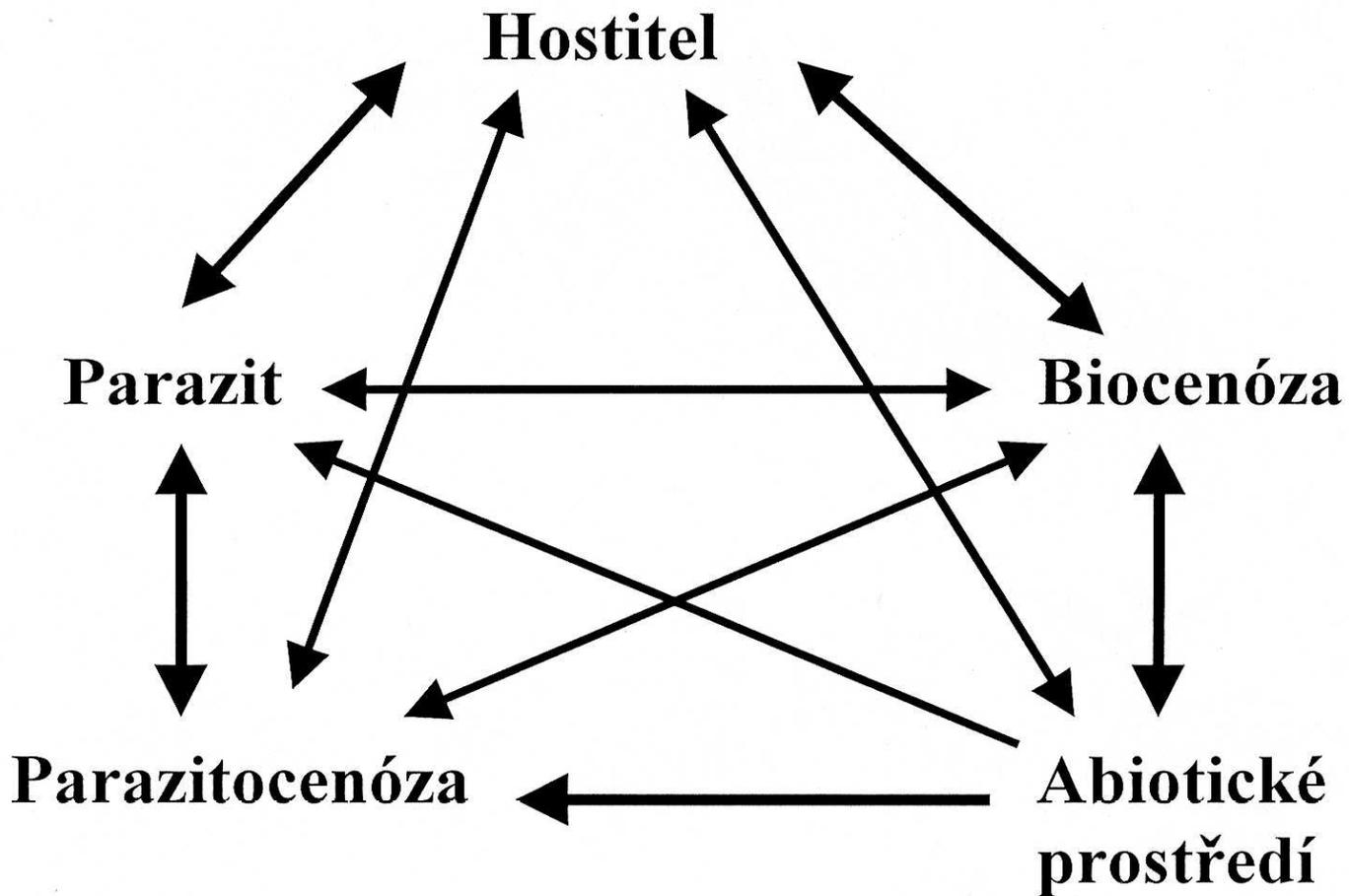
játra: (*kokcidie*)

cerebrospinální mok: složení podobné krevní plasmě

Ekologie:



Parazitologie:



Děkuji za pozornost