

Děkuji za pozornost

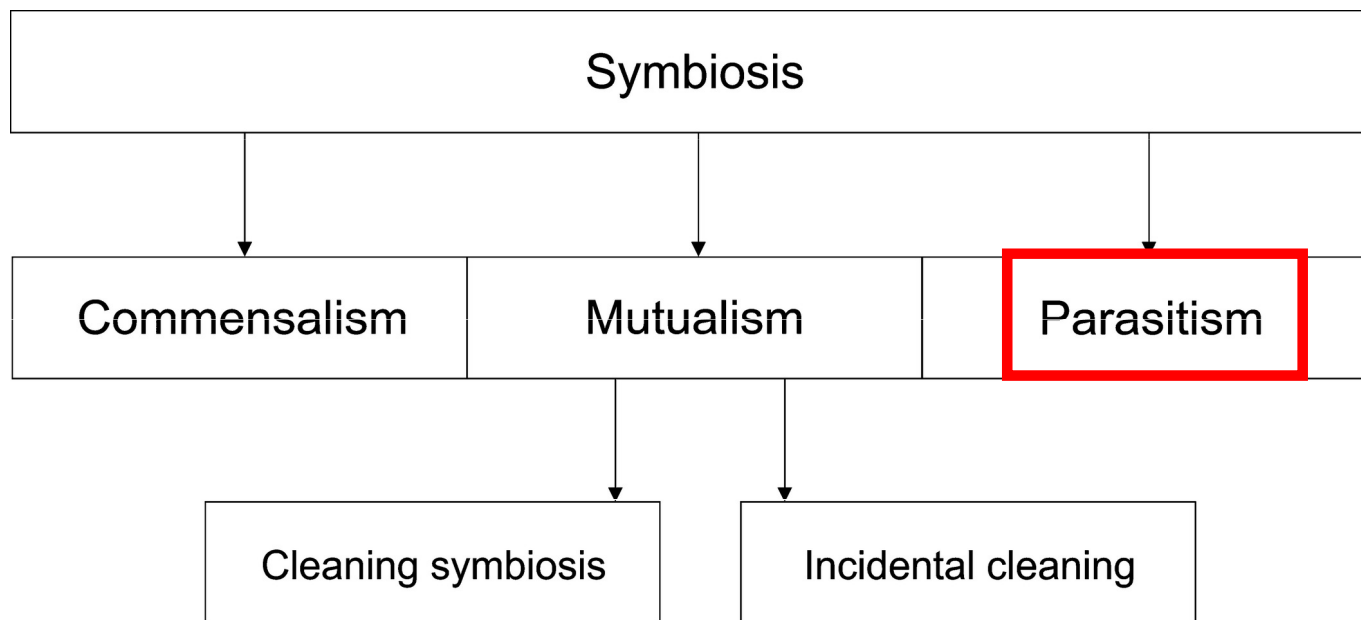
Pokračování – ÚVOD část 2

PARAZITISMUS – ÚVOD část 2

Parazitismus jako ekologický pojem

**Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších
typů ekosystémů**

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.

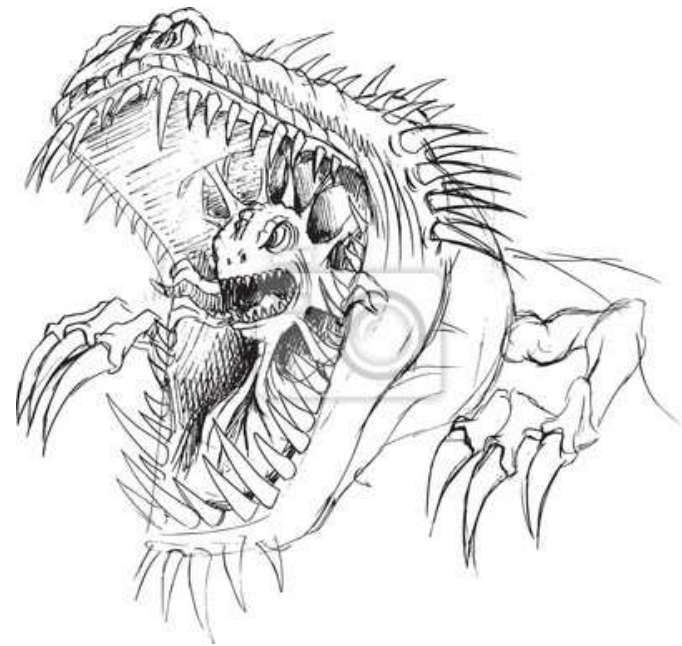
Zpočátku si potenciální parazit pouze vytvoří adaptace, které mu usnadní přestát průchod trávicí soustavou jiného organismu, později se navíc naučí získávat zdroje ze svého hostitele.

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

Hranice mezi saprophytismem, parazitismem, predací.

Typy parazitismu

- Parazit (typický)
- Predátor
- Parazitoidismus
- Mikropredátor
- Parazitický kastrátor
- Pseudoparazitismus
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus u hmyzu
- Kleptoparazitismus
- Parazitické rostliny



Hlavní strategie parasitismu

- Paraziti přenosní přímo (kontaktem)
- Paraziti přenosní troficky
- Paraziti přenosní vektorem
- Parasitoidismus
- Parazitičtí kastrátoři
- Mikropredace

Parazit - typický

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

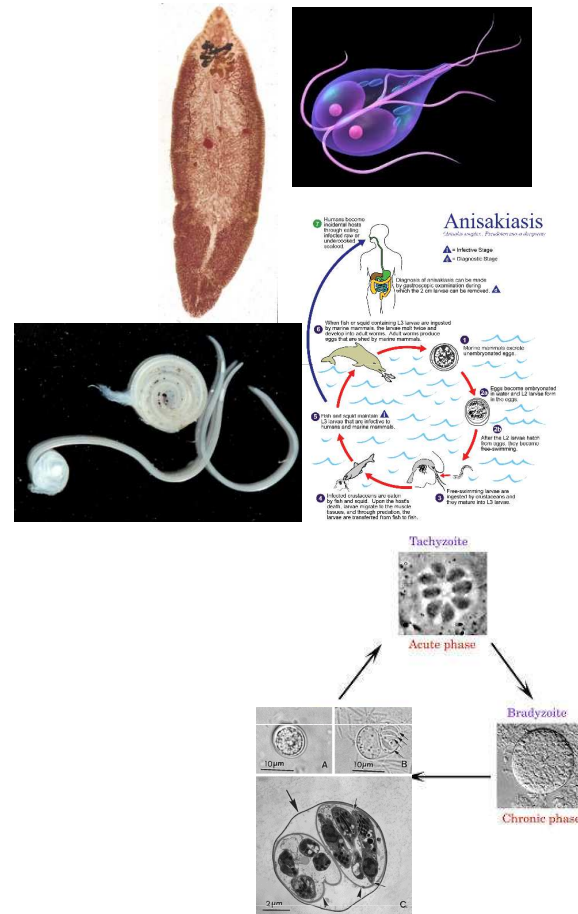
▶ Hostitel přežívá

▶ Anderson & May (1979):

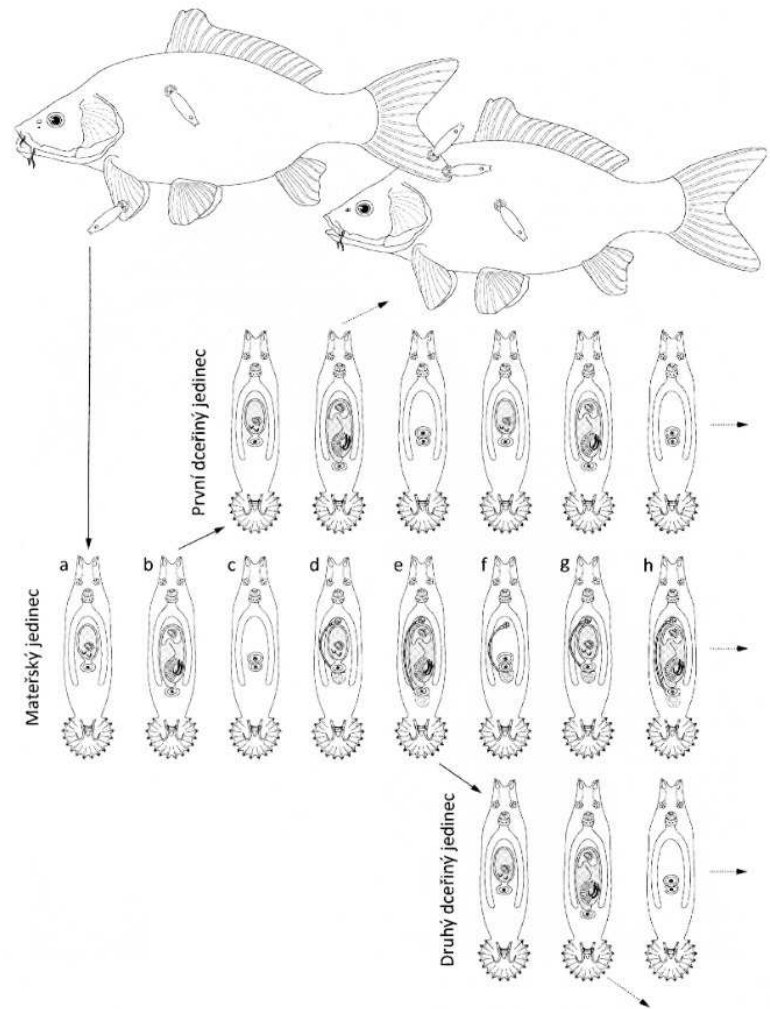
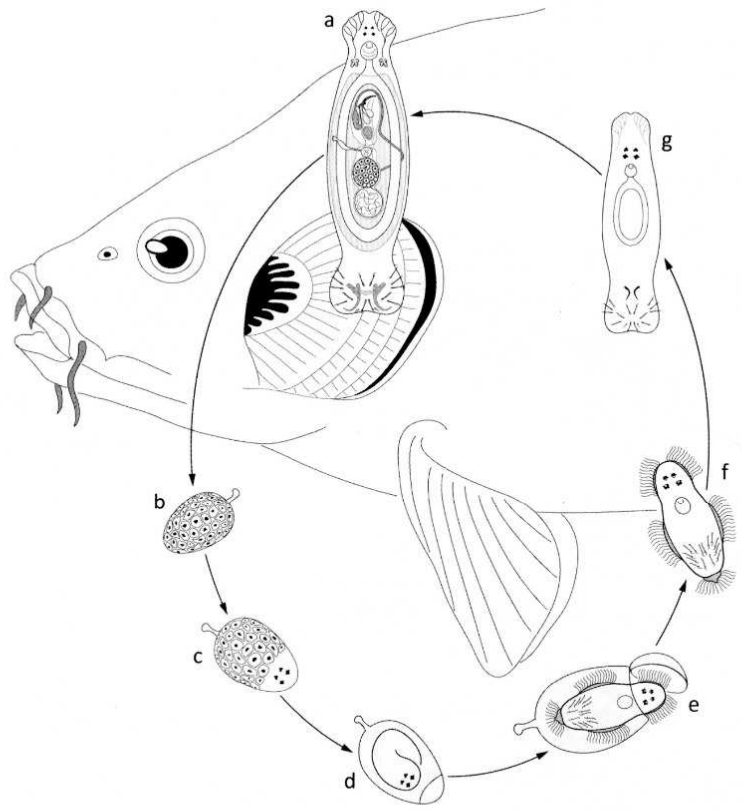
typický parazit – závisí na intenzitě
infekce (**makroparazit**)

patogen – nezávislý na intenzitě infekce
(**mikroparazit**)

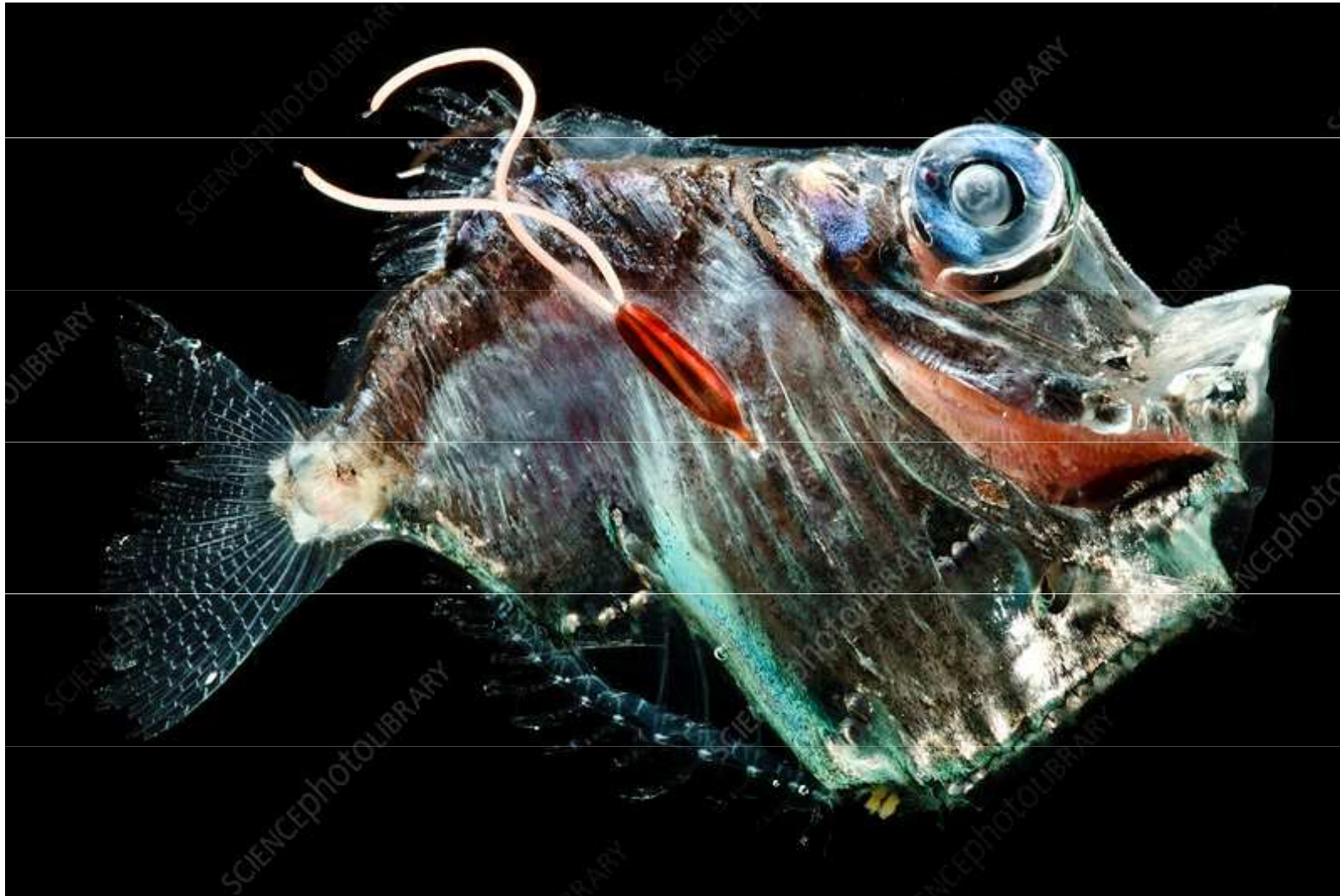
!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen
vyžaduje usmrcení hostitele



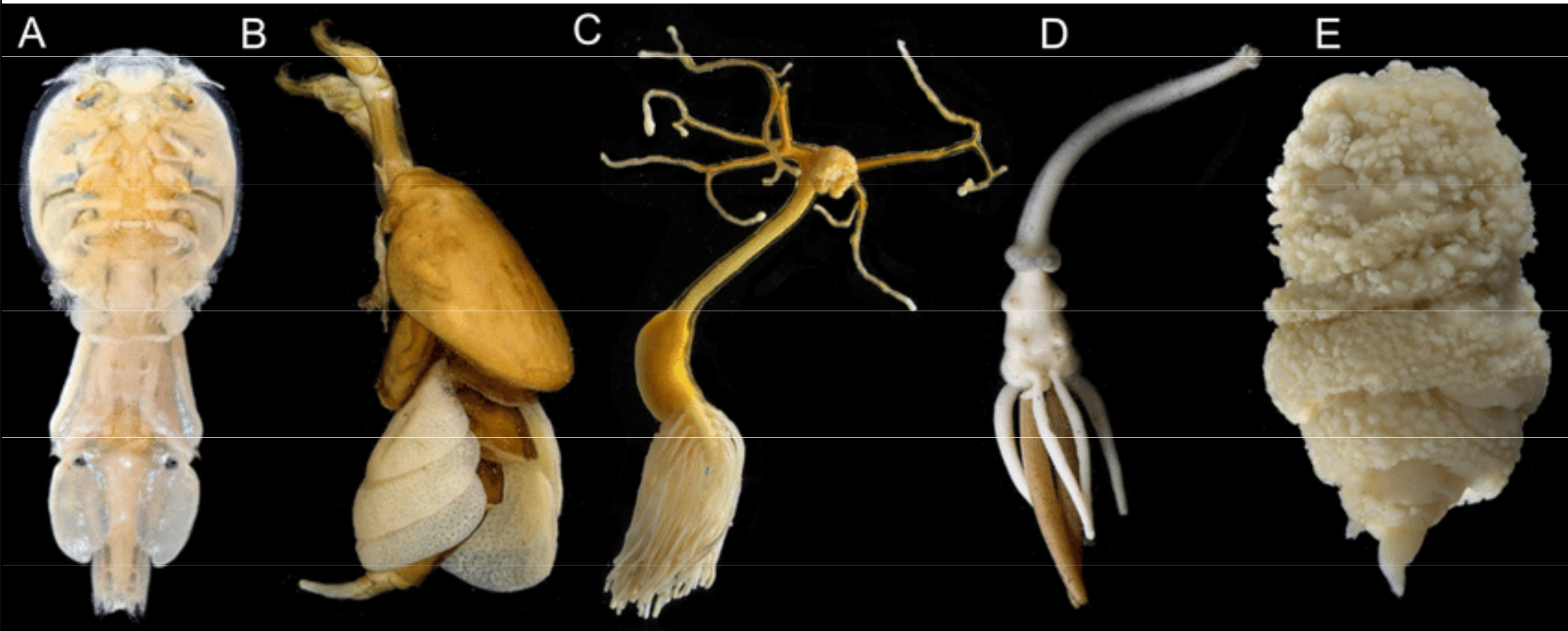
Paraziti přenosní přímo - Monogena



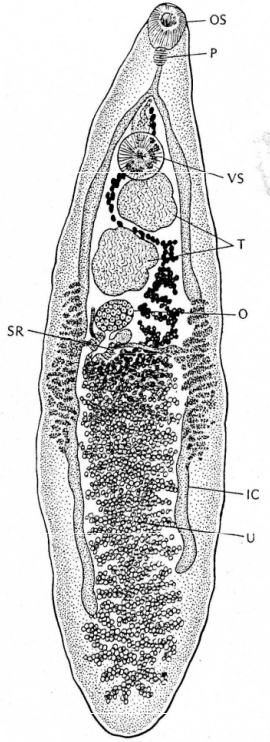
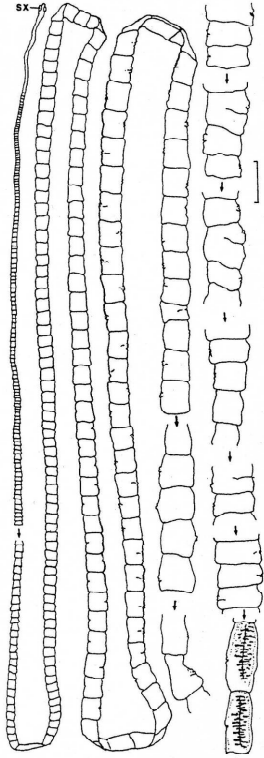
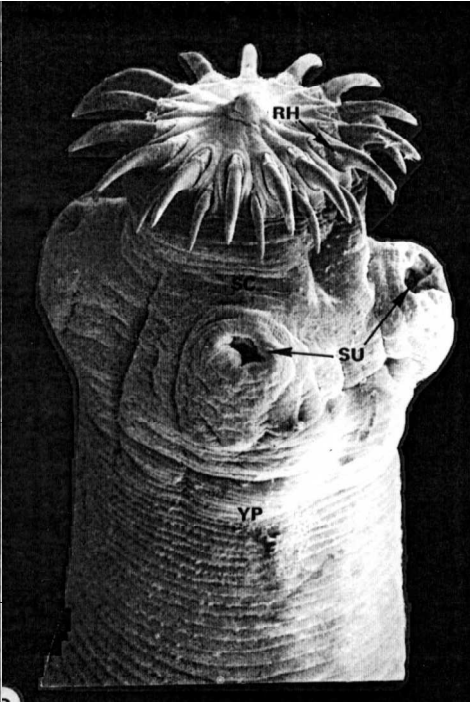
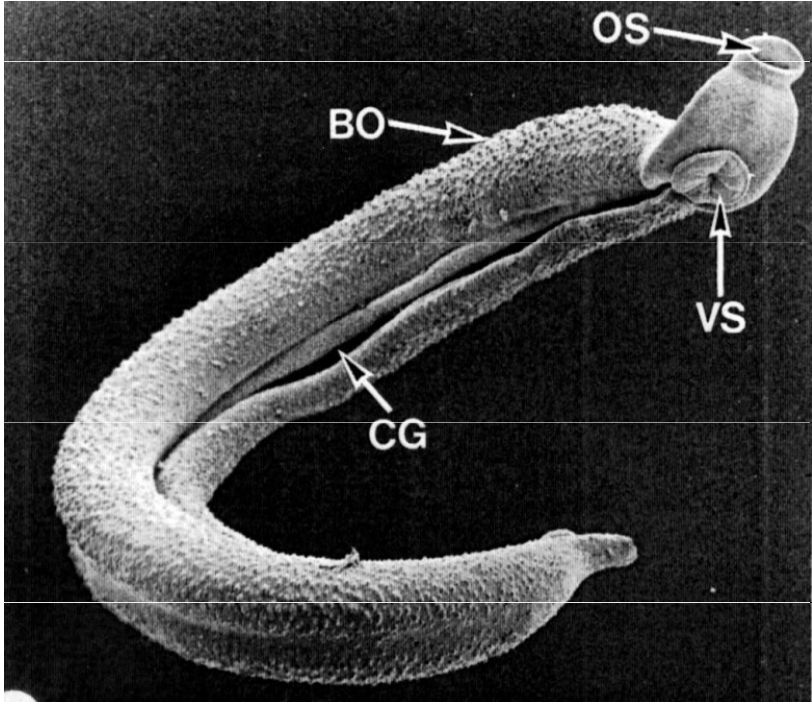
Parazitická copepoda – přímý přenos/napadení

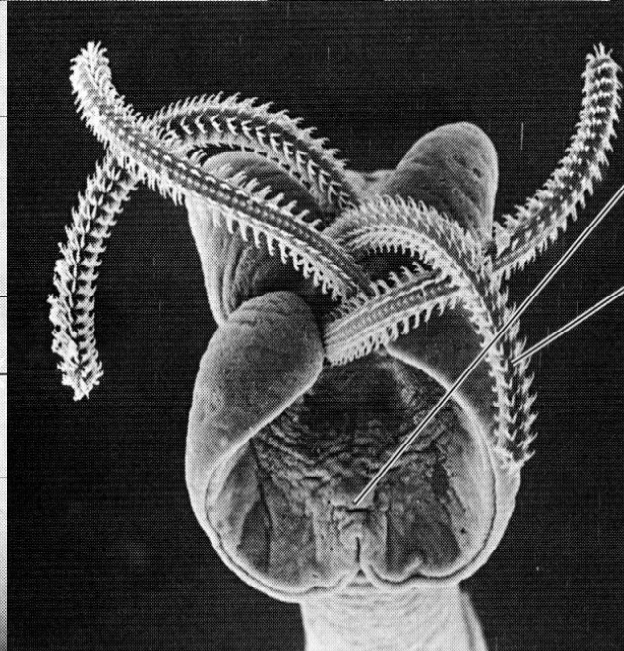
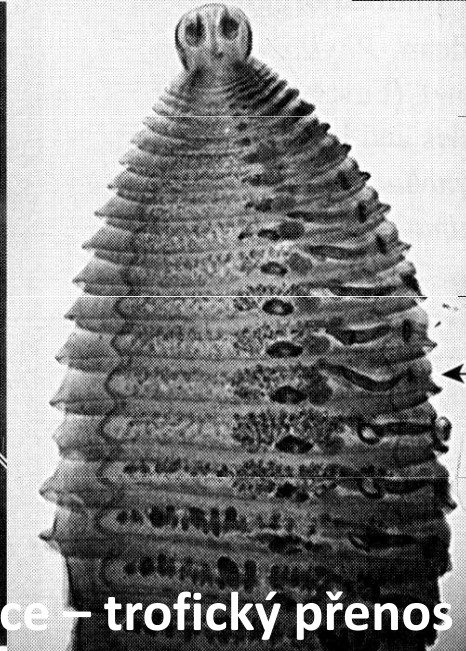
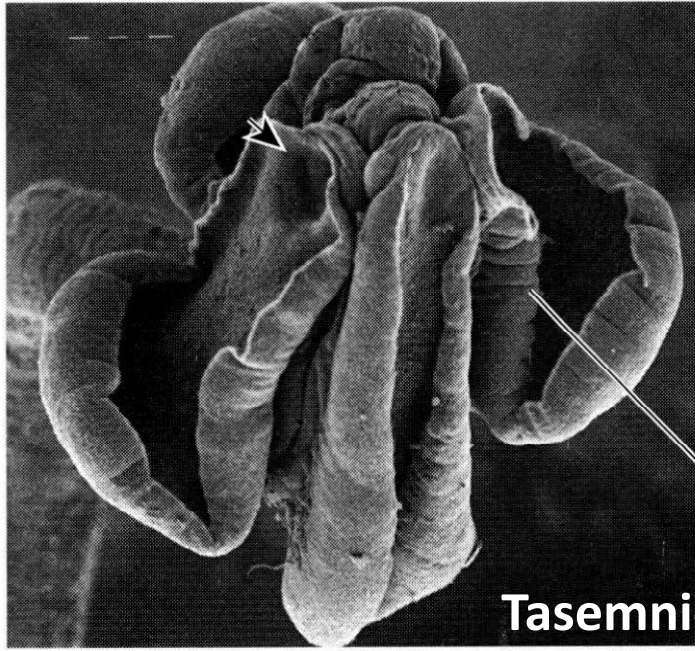
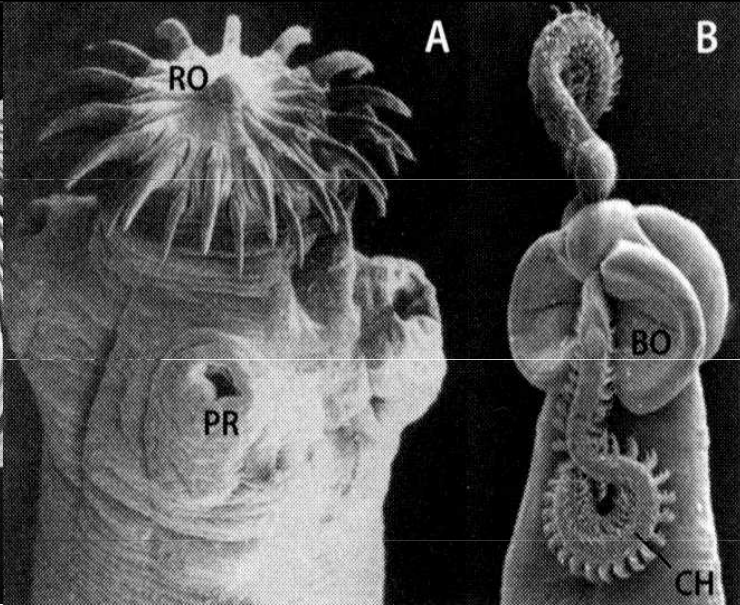
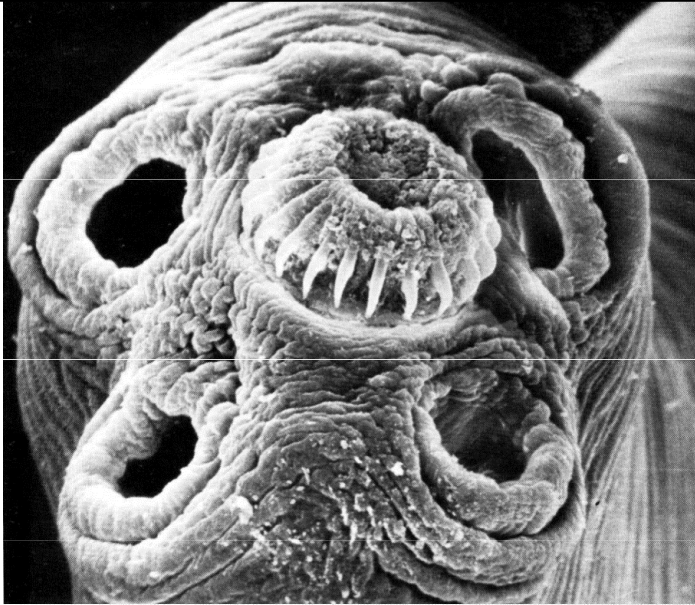


Parazitická copepoda



Trofický přenos – motolice, tasemnice





Tasemnice – trofický přenos

Přenos vektorem - Filárie



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

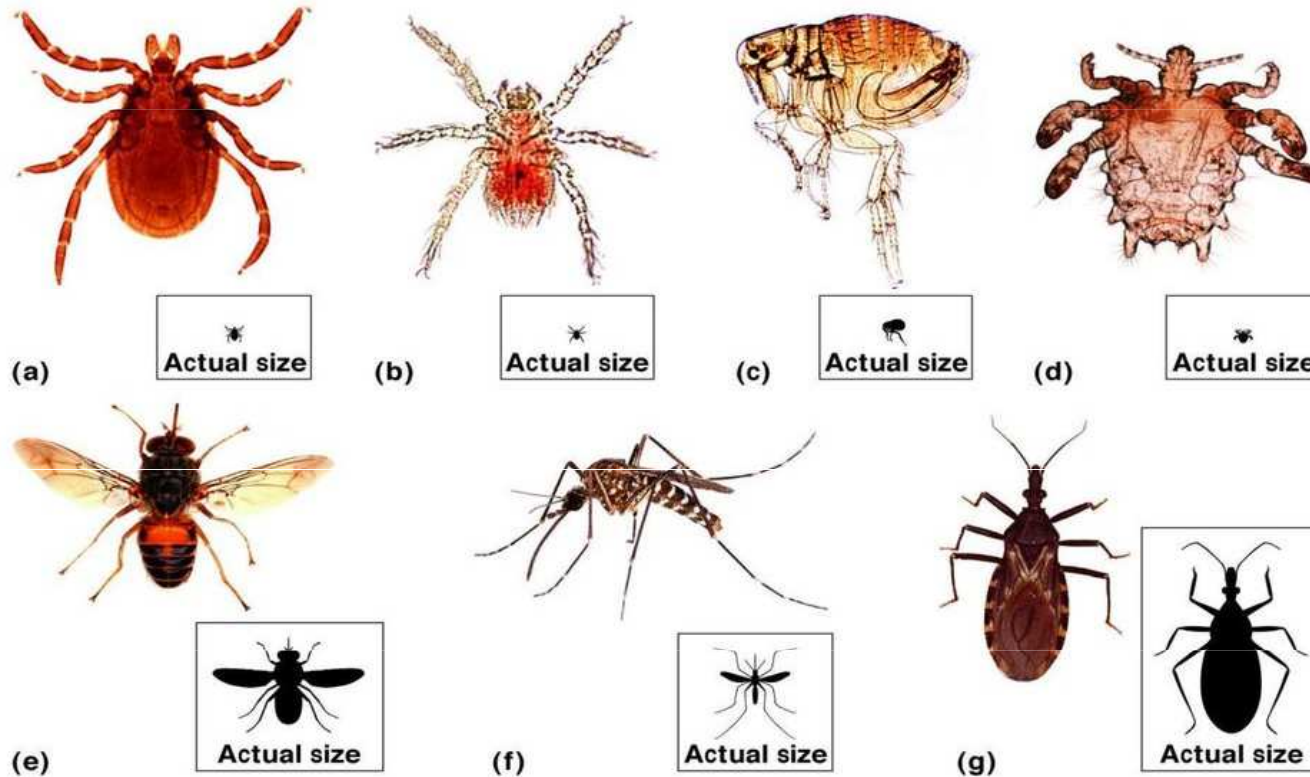
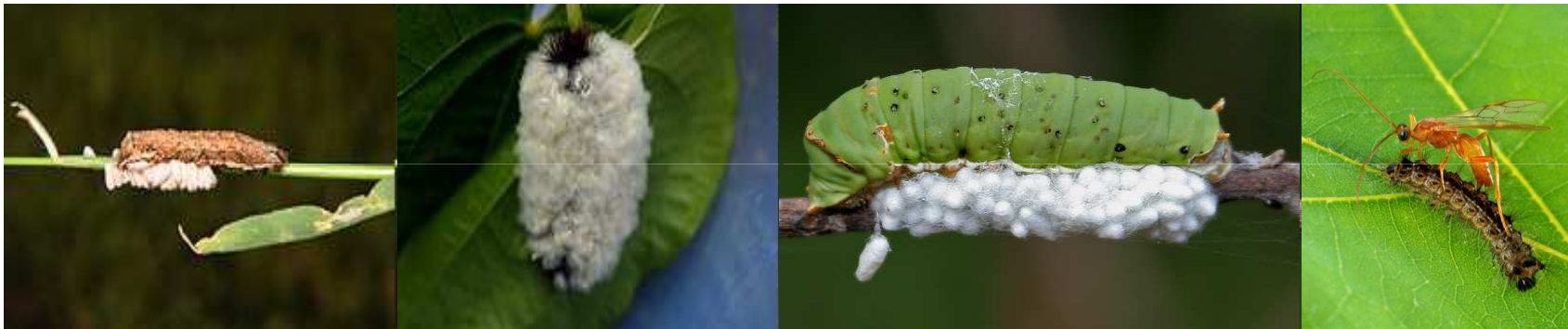


Figure 23.24

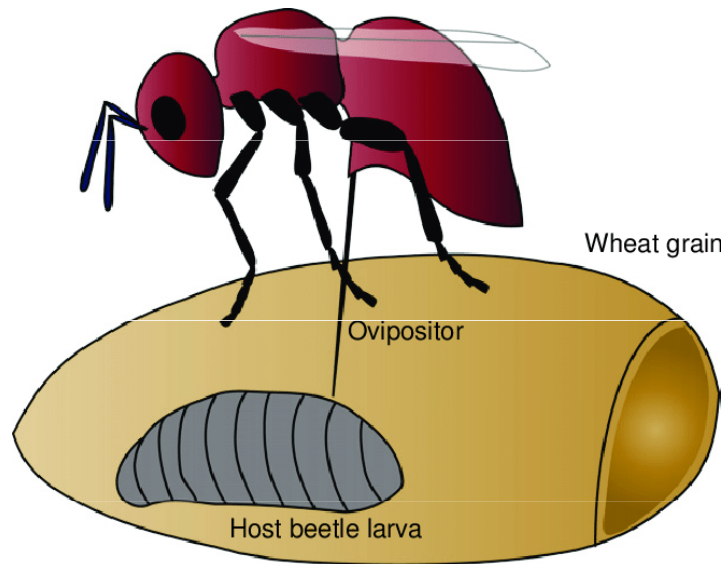
Parasitoidismus

- ▶ 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



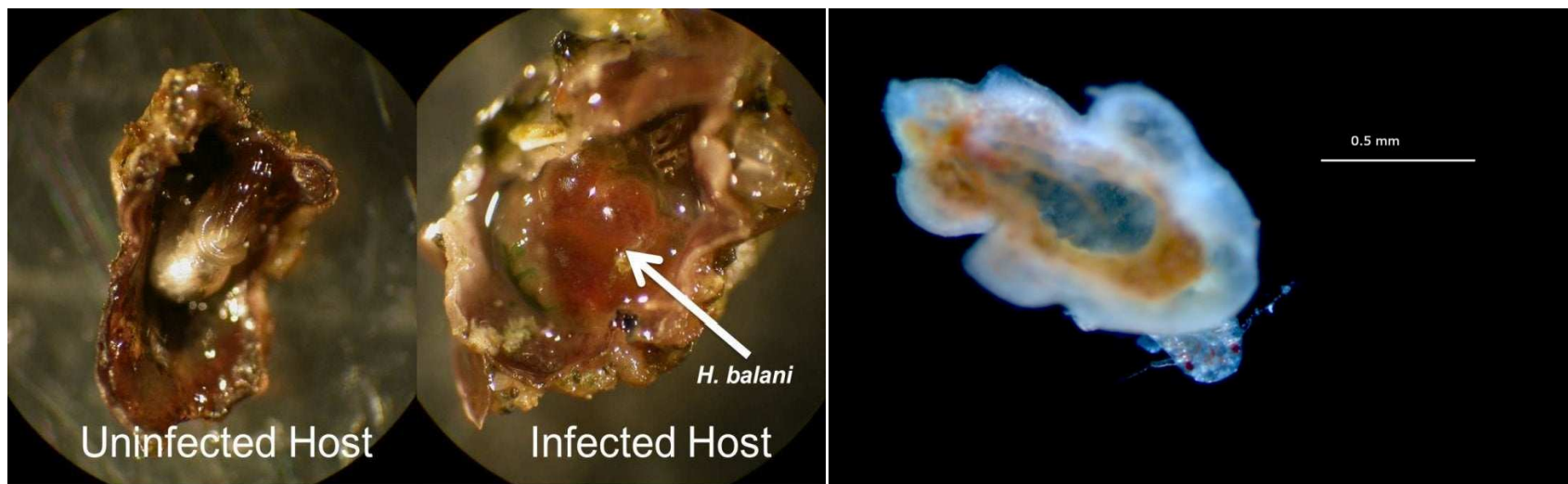
Příklady - Parazitoidismus

- **Parazitoidismus** – strategie blízká predaci – zabíjí svého hostitele na konci vývoje – vyžírá orgány a tkáň – 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, síťokřídli – 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,

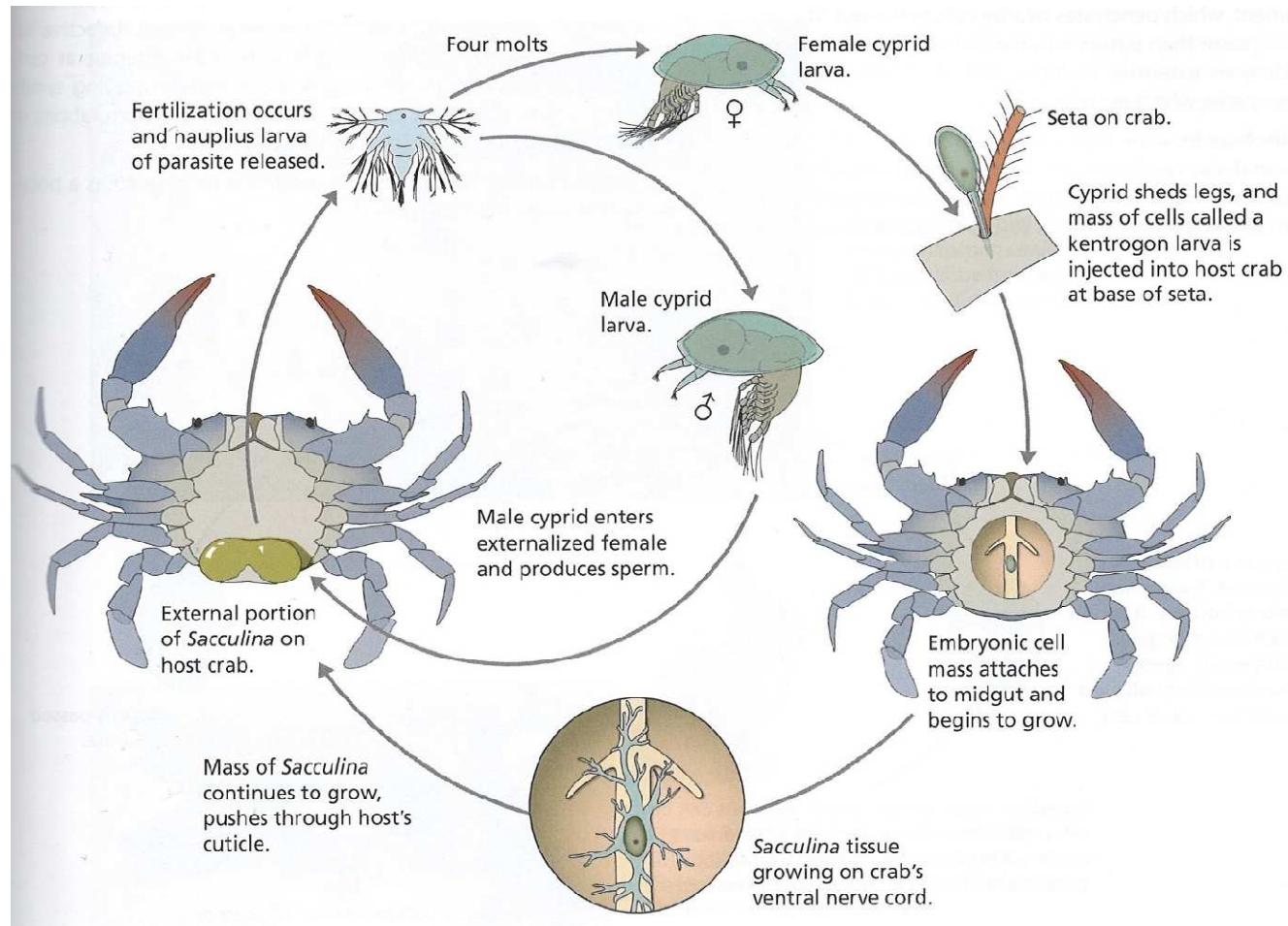


Parazitický kastrátor

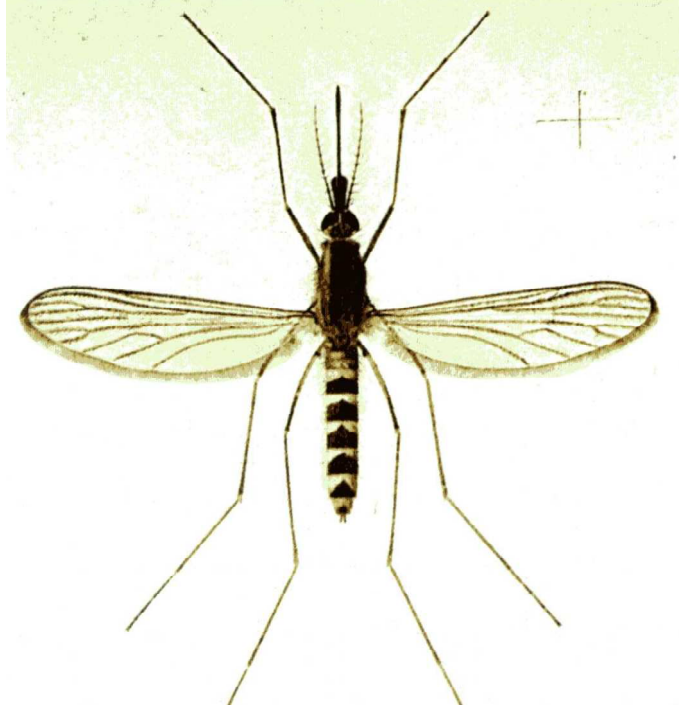
- ▶ Energie sloužící hostiteli k reprodukci je využívána parazitem
- ▶ **Parazitický kastrátor** - zabíjí hostitele v evolučním slova smyslu
- ▶ **Částečný kastrátor** – přechod mezi typickým parazitem a parazitickým kastrátorem



Parazitický kastrátor - Sacculina



Mikropredátor - krevsající členovci



Rozmanitost členovců - blechv

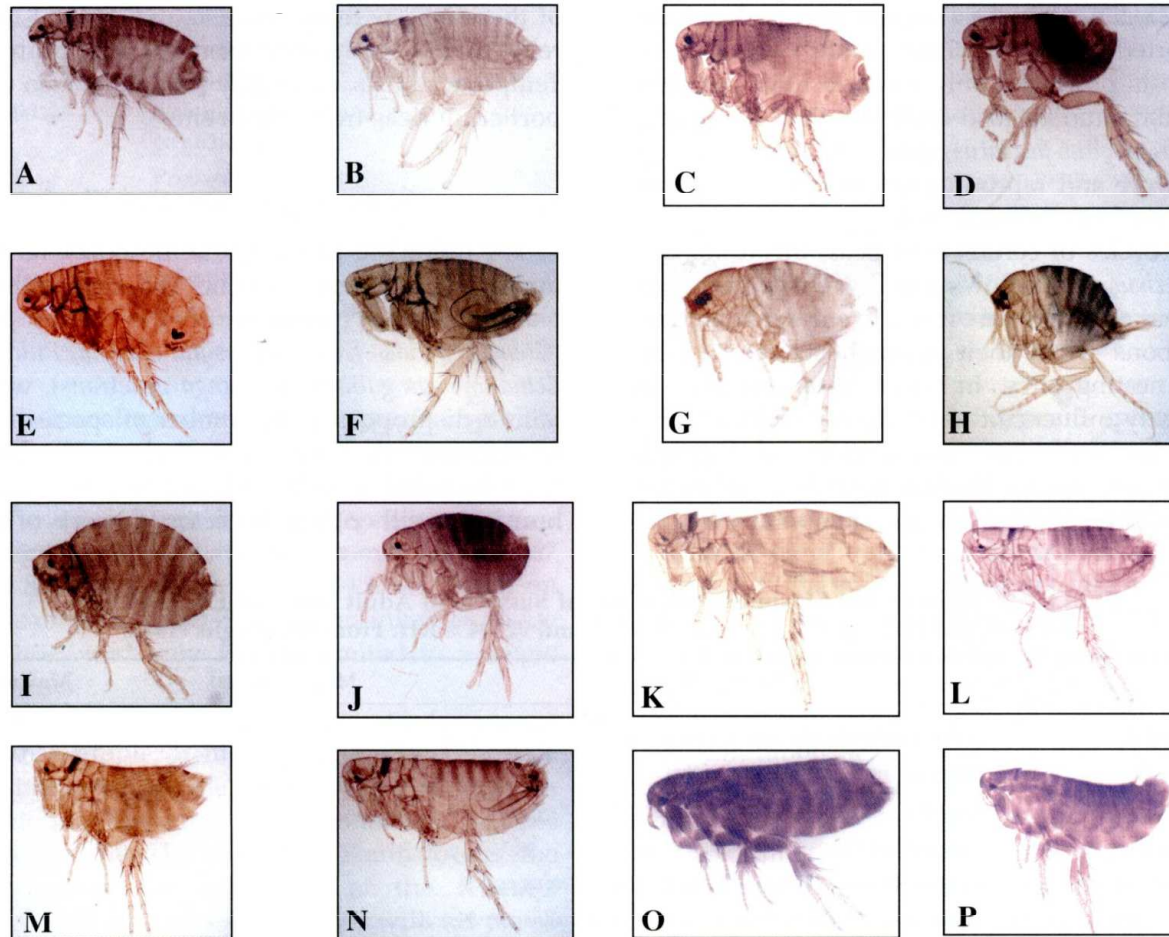


FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L);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

Predace



Ekologické vymezení parazita

Effect on fitness	Number of hosts/prey attacked		
	1 host		> 1 host/prey
	Death of host not required	Death of host required	
< 100%	Typical parasite	Tropically transmitted typical parasite	Micropredator
100% (prey has 0 fitness)	Parasitic castrator	Parasitoid	Predator

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

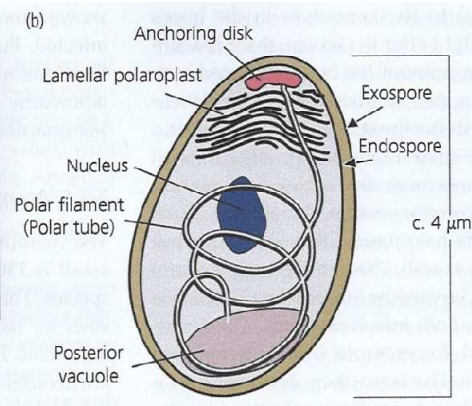
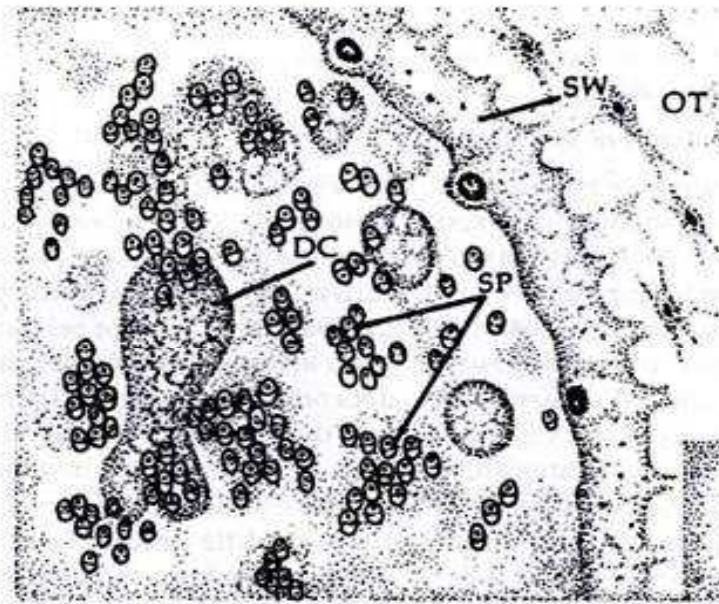
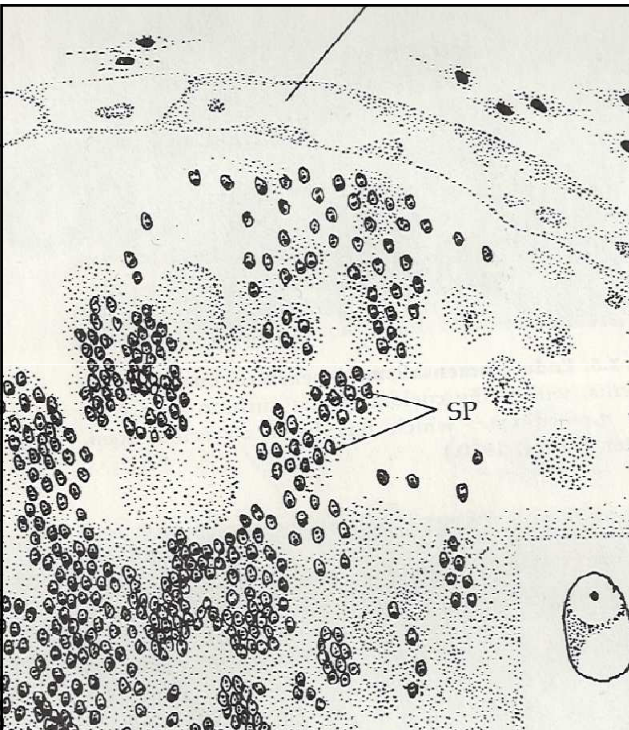
– parazitičtí kastrátoři – ekologicky a evolučně se rovná zabití

nevynulování fitness veškeré své kořisti

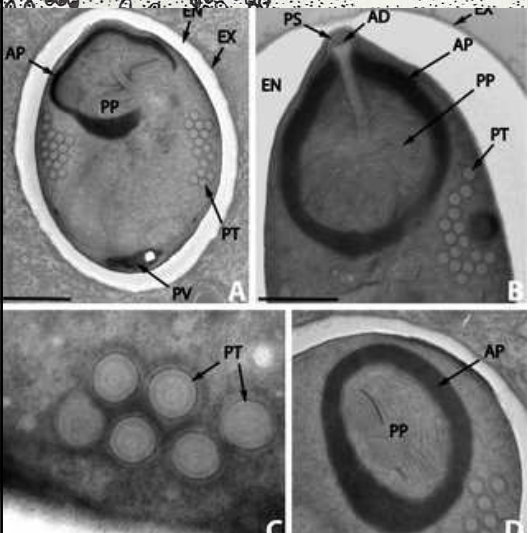
– mikropredátoři - svou kořist nezabíjejí (například komáři)

Variace evolučních strategií parazitismu

- Hyperparazitismus
- Kleptoparazitismus
- Sexuální parazitismus
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus
- Adelfoparazitismus
- Pseudoparazitismus
- Vampirismus
- Parazitické rostliny



Drawing exhibiting hyperparasitism of a portion of a sporocyst of the tematode *Bucephalus* sp. showing brood chamber filled with *Nosema dollfusi* spores and cellular debris containing spores. *Bucephalus*, in turn, is a parasite of the American oyster, *Crassostrea virginica*. Inset showing a single spore (DC, developing cercaria of *Bucephalus*; OT, oyster tissue; SP, spores of *N. dollfusi*; SW, sporocyst wall of *Bucephalus*)



Hyperparazitismus

Sporocysta motolice *Bucephalus* sp. napadená sporami microsporidie druhu *Nosema dollfusi*, což je jinak parazit americké ústřice *Crassostrea virginica*

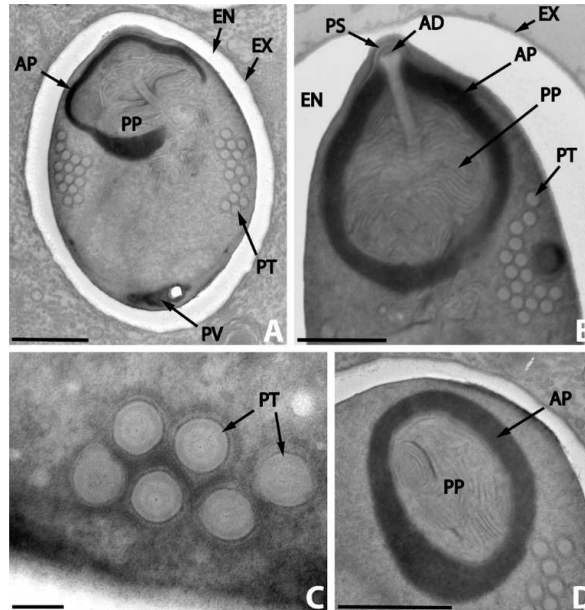


Hyperparasitism

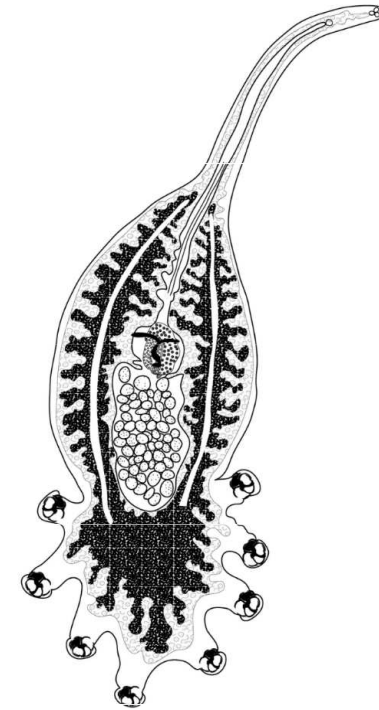
US



A hyperparasitoid wasp ([Pteromalidae](#)) on the cocoons of its host, a [braconid wasp](#) (subfamily [Microgastrinae](#)), itself a [koinobiont](#) parasitoid of [Lepidoptera](#)



A hyperparasitic [microsporidian](#), *Nosema podocotyloides*, a parasite of a [digenean](#), *Podocotyloides magnatestis*, itself a parasite of the fish *Parapristipoma octolineatum*¹



The hyperparasitic [monogenean](#) *Cyclocotyla bellones* is found on *Ceratothoa parallela*, a cymothoid isopod parasite of the sparid fish *Boops boops*

Hyperparasitismu

S

Hyperparaziti se živí na úkor jiných parazitů, svých hostitelů, např. protozoa žijící uvnitř těl helmintů nebo fakultativní nebo obligátní parasitoidi, jejichž hostitelé jsou buď praví paraziti nebo parasitoidi.



Hyperparaziti mohou kontrolovat populace svých hostitelů a jsou často využíváni v biologickém boji v agrikulturách a v určitém smyslu i v medicíně. Kontrolní efekt můžeme vidět např. ve způsobu, kdy CHV1 virus pomáhá kontrolovat poškozování amerického ořešáku bakterií *Cryphonectria parasitica* a kdy tento bakteriofág může být pro uvedenou bakteriální infekci limitující. Je pravděpodobné, že i přes malý stupeň poznání, můžeme předpokládat, že většina patogenních mikroparazitů bude mít svoje hyperparazity, kteří budou mít v agrikultuře a medicíně uplatnění.

Kleptoparazitismus - 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 bělohlavých se až třetina jedinců živí na úkor ostatních.

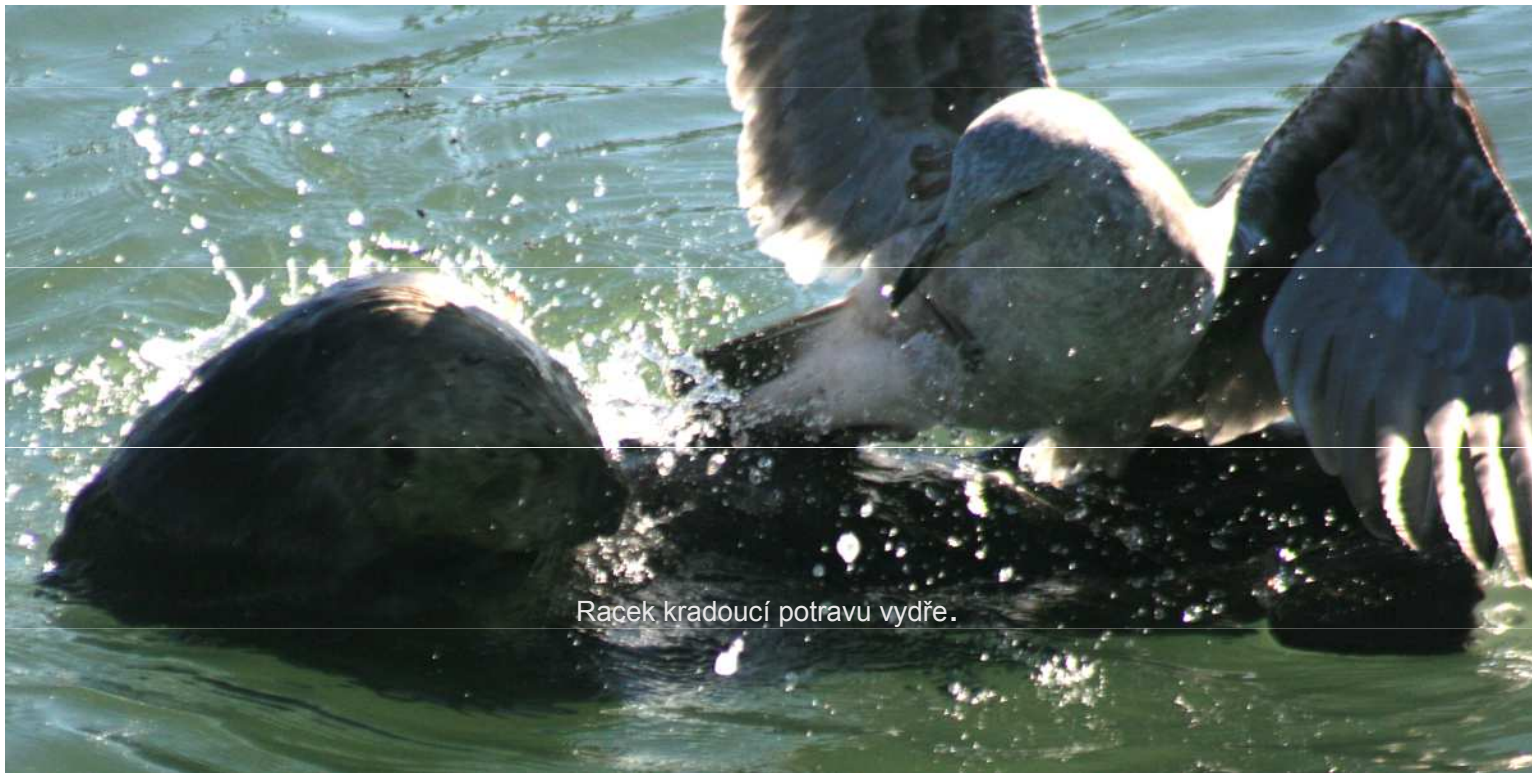
Potravní parazitismus je častý také u savců – například lvi často kradou kořist levhartům, hyeny zase lvům a šakali gepardům.

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

Kleptoparazitismus

V případě kleptoparazitismu (pochází z řeckého κλέπτης (*kleptēs*), „zloděj“), paraziti kradou potravu svým hostitelům. Tento typ parazitismu se často týká blízce příbuzných ať už ve smyslu stejného druhu nebo mezi druhy v rámci stejného rodu nebo čeledi. Například mnoho linií včel „cuckoo bees“ kladou vajíčka do hnízd jiných druhů včel stejné čeledi.

Kleptoparazitismus je relativně čtený i u ptáků, kde některé fregatky jsou specializované na pirátské získávání potravy od jiných mořských ptáků ihned poté co ji tyto ptáci uloví.

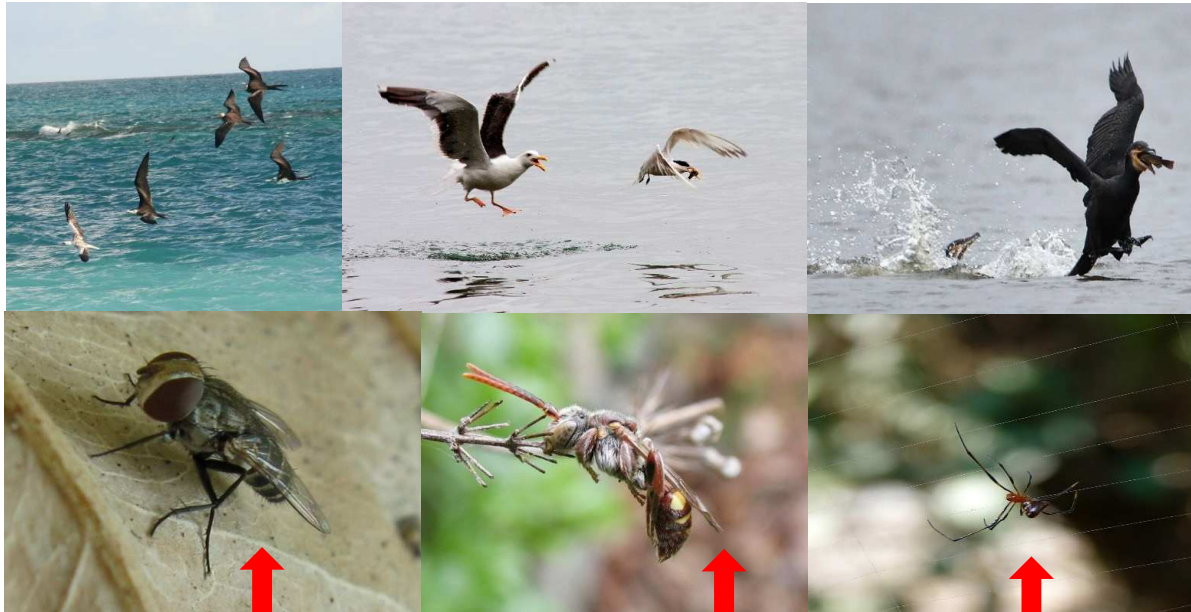


Racek kradoucí potravu vydře.

Kleptoparazitismus - příklady



Kleptoparasitismus - příklady



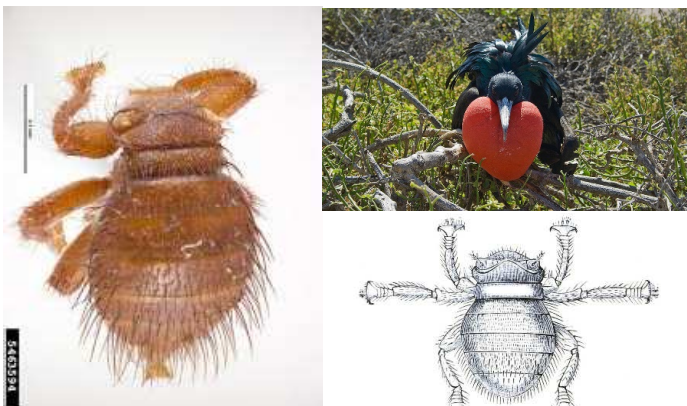
Craticulina species. Tento druh je Cuckoo bee kleptoparasitem *Philanthus* v jižní Africe.

Argerodes flavescens
na pavučině *Argiope pulchella*.



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

Kleptoparasitismus – příklady - lidé

Lidský intraspecifický kleptoparasitismus (člověk krade potravu člověku) je běžné v dobách hladomoru.

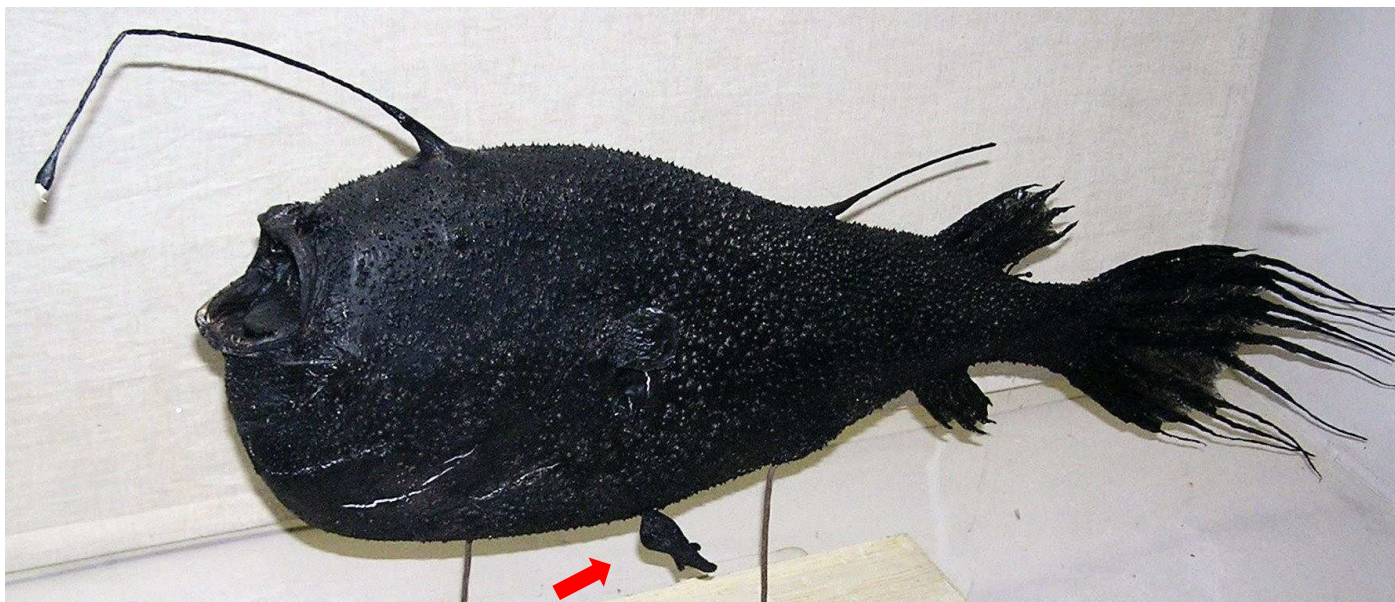
Sokolnictví – člověk využívá dravé ptáky pro lov a nebo kormorány pro lov ryb.

V národní parku Waza v Kamerunu (2006) bylo pozorováno pronásledování lvů, což vede k poklesu jejich populací.



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 ji 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.

Sexuální parazitismus - intracelulární bakterie Wolbachia

Wolbachie jsou primárně reprodukční parazité, kteří mají několik různých účinků na hostitele, včetně feminizace, indukované partenogeneze, zabíjení samců a nekompatibility spermií a vajíček, která je známá jako cytoplazmatická inkompatibilita.

Wolbachia dokáže účinně manipulovat s biologií hostitelských buněk a vyvinula vzájemný vztah se svými hostiteli. Tyto a další účinky Wolbachie jsou diskutovány, stejně jako nedávné pokroky v pochopení cytologických interakcí mezi bakteriemi a jejich hostitelem.



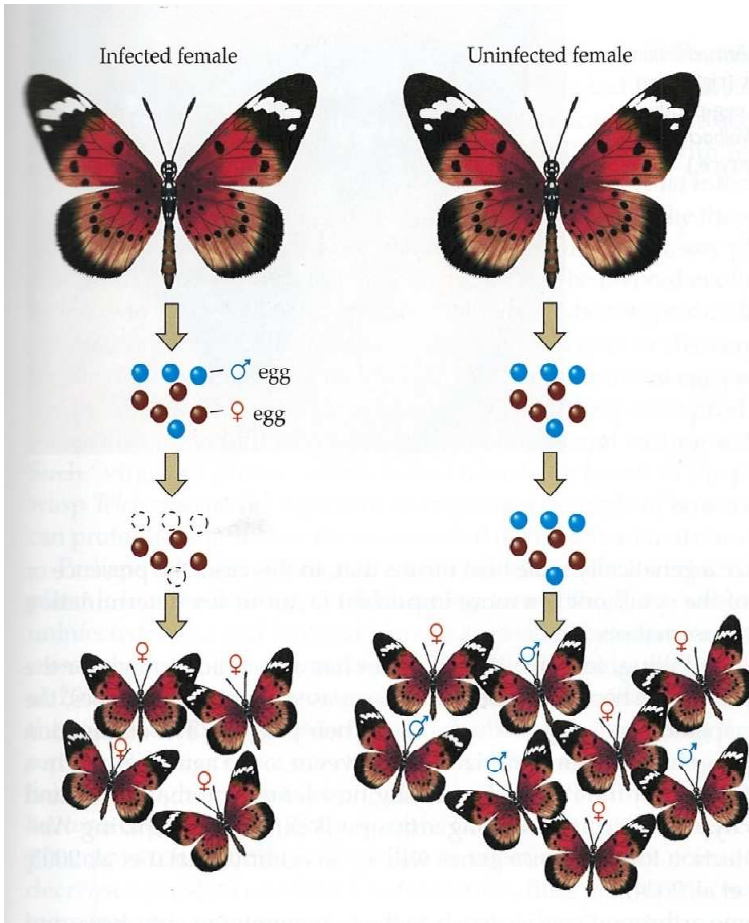
Diskutuje se o zachování globální pandemie Wolbachie, včetně faktorů, které ovlivňují šíření Wolbachie, přenos mezi hostitelskými druhy a přetrvávání v hostitelské linii. Je také zdůrazněna užitečnost typizace multilokusových kmenů pro charakterizaci pohybu a rozmanitosti těchto bakterií.

Působení symbiotické bakterie Wolbachia na fitness jejího hostitele



- Mnoho parazitů využívá svého hostitele jen jako zdroj potravy (např. krevsající členovci – fakultativní parazitismus)
- Naproti tomu jiní paraziti jsou těsně spojeni s hostitelem po celý svůj život (např. tasemnice, motolice - obligátní parazitismus)
- Symbiotická bakterie rodu Wolbachia napadající buňky řady představitelů hmyzu a jiných bezobratlých je příkladem obligátního vztahu.
- V těle hostitele napadá Wolbachia řadu různých typů jeho buněk, pokud je přítomna v ovariích nebo v testes, zásadně modifikuje sexuální chování svého hostitele
- Např. napadení samci jsou buď usmrcováni, nebo vyvíjejí se jako samice, nebo nejsou schopni se množit se samicemi, pokud tyto ještě nejsou Wolbachii napadeny.
- U některých hostitelů se infekce hostitelů projeví tím, že se samice začnou množit partenogeneticky, aniž se před tím potkaly se samci.

Vliv intracelulárních bakterií rodu *Wolbachia* na potomstvo motýlů druhu *Acaea encedana*.

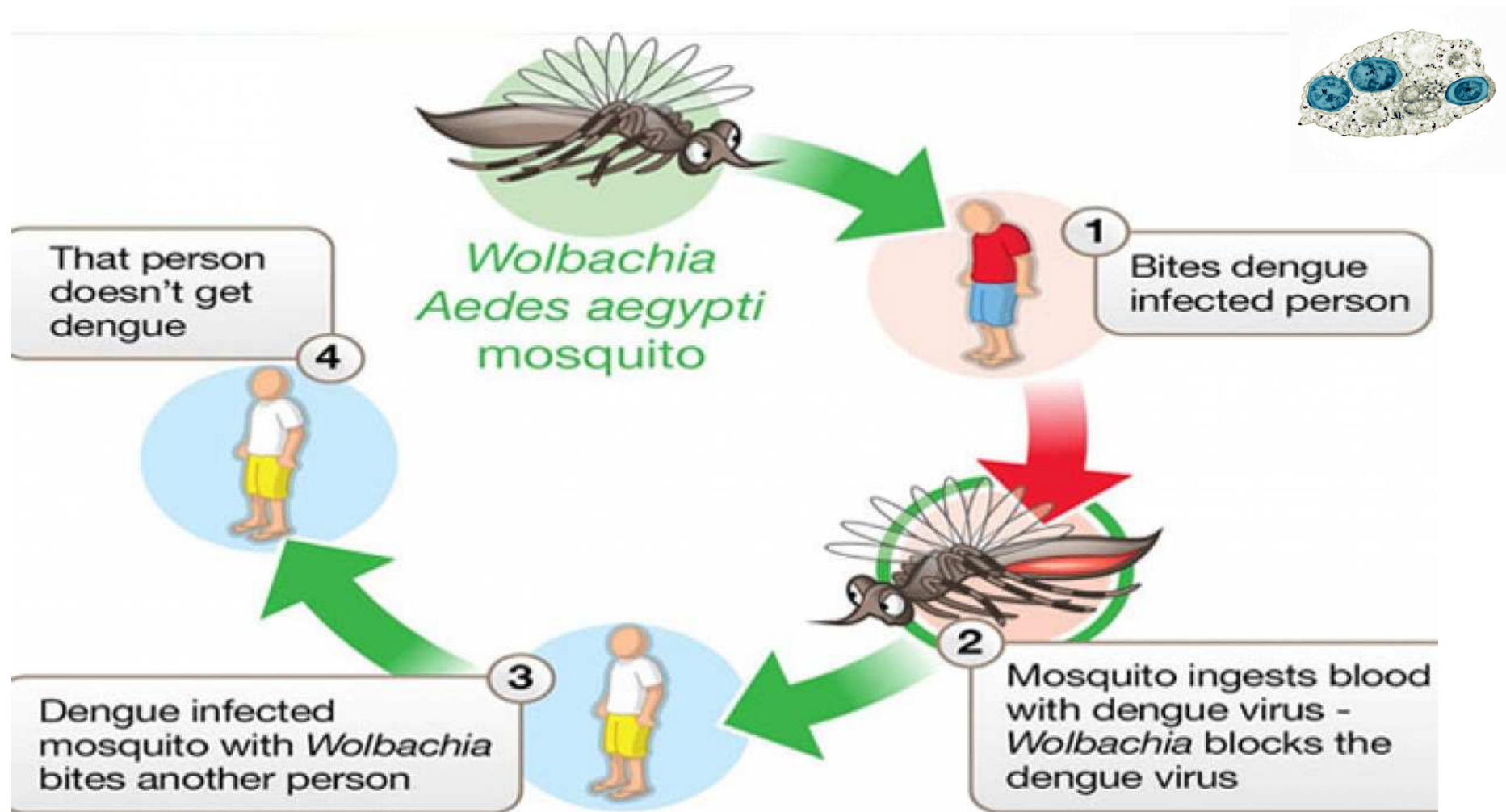


U motýlů *Acaea encedana* infikovaných bakteriemi *Wolbachia*, zárodky samců během vývoje umírají (vlevo). Protože všechny vajíčka nenapadených samicích zárodků se normálně líhnou (vpravo), napadené samice produkují pouze polovinu svých zárodků jako nenapadené samice. Tyto samičky tak mají lepší přístup ke zdrojům.

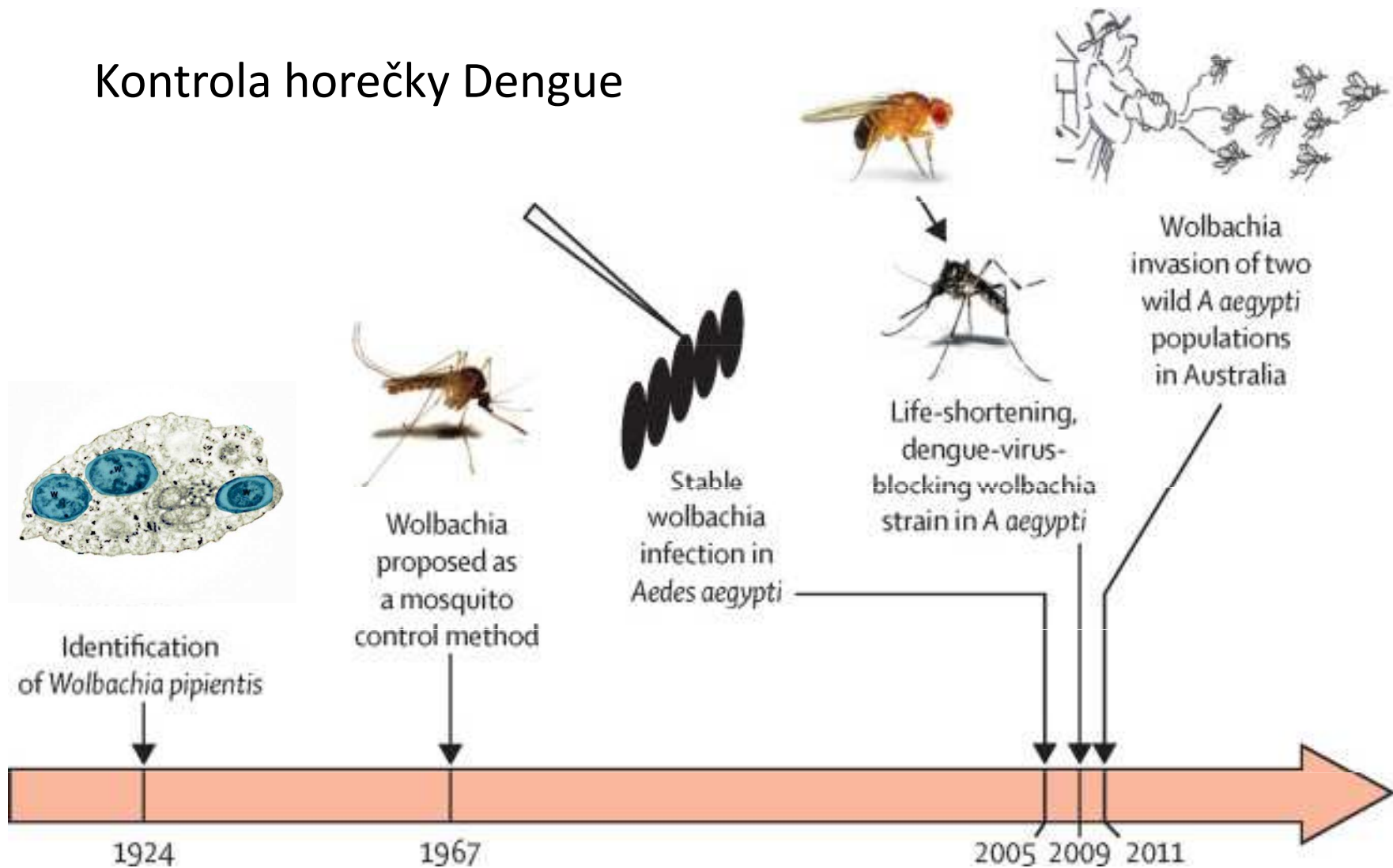


Wolbachia jsou běžné intracelulární bakterie, které se vyskytují u členovců a nematodů. Tyto endosymbionty alfa-proteobakterií se přenášejí vertikálně prostřednictvím hostitelských vajíček a mění biologii hostitele různými způsoby, včetně indukce reprodukčních manipulací, jako je feminizace, partenogeneze, zabíjení samců a nekompatibilita spermií a vajíček. Mohou se také pohybovat horizontálně přes hranice druhů, což má za následek rozšířenou a globální distribuci v různých bezobratlých hostitelích.

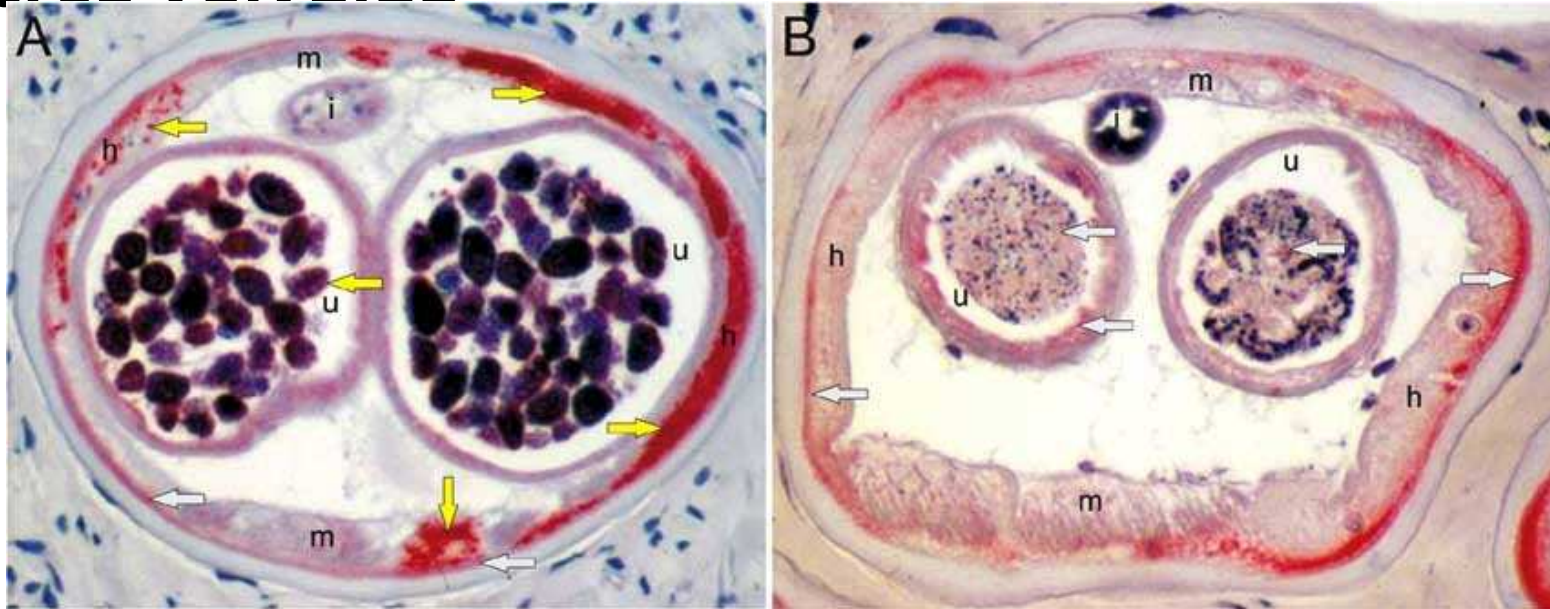
Wolbachia kontroluje přenos horečky Dengue



Kontrola horečky Dengue

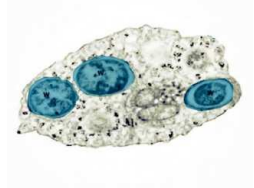


Endosymbionti *Wolbachia* filariálních nematodů *Onchocerca volvulus*



Endosymbionti *Wolbachia* filariálních nematodů se nacházejí v odlišných místech červa a mohou být vyčerpáni terapií doxycyklinem. A) U neléčených pacientek je wolbachie pozorována jako zrnité barvení v podkoží a embryích v děložních vejcích (žluté šipky), ale nejsou vidět ve svalech tělesné stěny, vejcovodech ani ve střevě. B) Léčba doxycyklinem vyčerpá Wolbachii z háďátek a jejich embryí. Světlé negranulární barvení (šedé šipky) vnější zóny podkoží (viz 1A), svalů (1B, stěna dělohy) a embryí představuje barvení mitochondrií hlístic. Řezy jsou samice *O. volvulus* z extirpovaných nodulů obarvených antisérem proti Yersinia Hsp60 jako v [45]. h, hypodermis; i, střevo; m, svaly stěny těla; u, vejcovod. Obrázky jsou laskavým darem prof. Dr. D. Büttnera, Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine, Hamburg, Německo.

Souhrn působení Wolbachie na hostitele



1. **Zabíjení samců**: tím snižuje kompetici o zdroje, příbuzenský výběr
2. **Feminizace**: napadení samci se vyvíjejí jako samice, nebo neplodné pseudosamice
3. **Partenogeneze**: *Wolbachie* pomáhají samicím se množit partenogeneticky (vosy *Trichogramma*)
4. **Cytoplazmatická inkompatibilita**: neschopnost samců s wolbachii rozmnožit se se samicemi, které je nemají, nebo mají wolbachie jiného kmene (reprodukční bariéra, speciace).

Hnízdní parazitismus – kukačka obecná



HNÍZDNÍ PARAZITISMUS

- odpovídá definici: „Parazit získává živiny od hostitelského jedince, 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



HOST

HONEYGUIDE



African Hoopoe
Upupa epops



Greater Scimitarbill
Rhinopomastus cyanomelas



Green Woodhoopoe
Phoeniculus purpureus



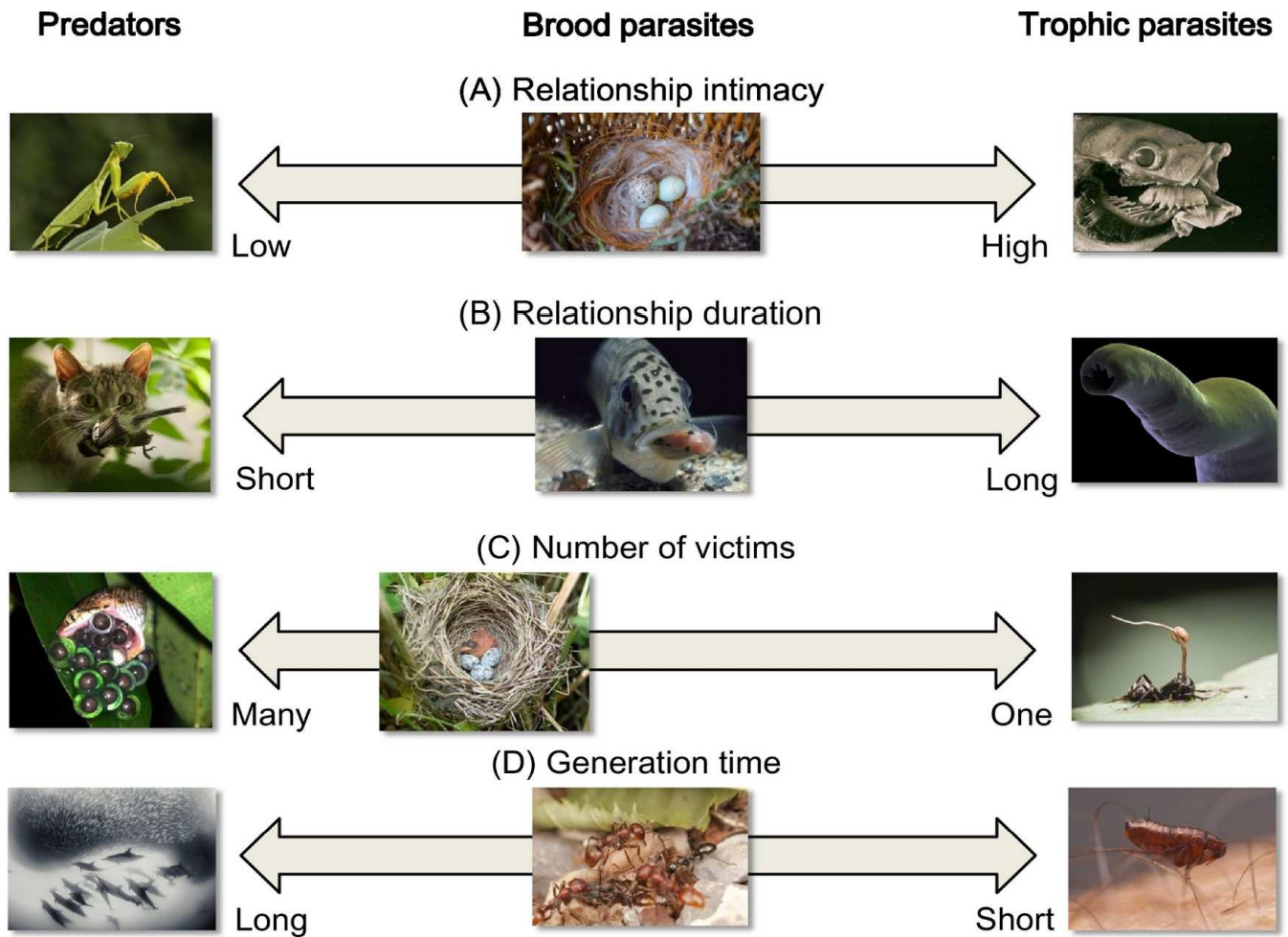
Little Bee-eater
Merops pusillus



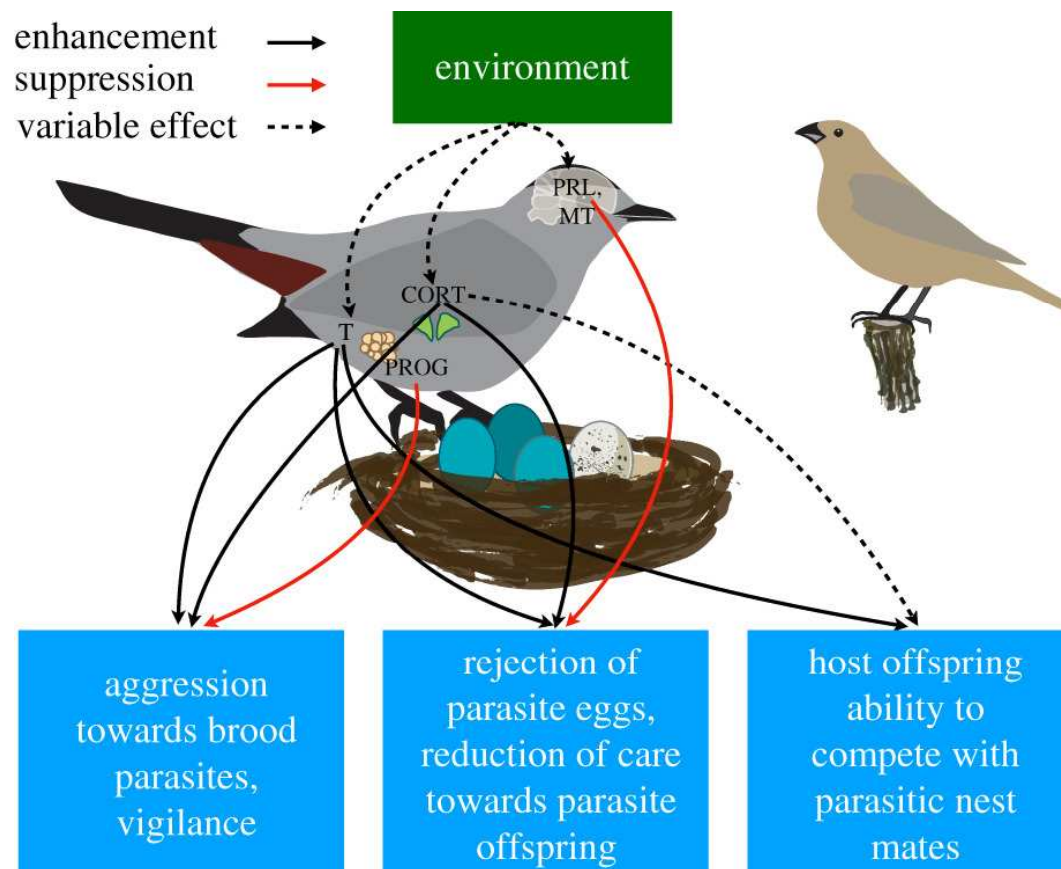
Striped Kingfisher
Halcyon chelicuti



Predátor – hnízdni parazit – pravý (trofický) parazit



Obranné mechanismy vůči vetřelci



Přelet nad kukaččím hnízdem



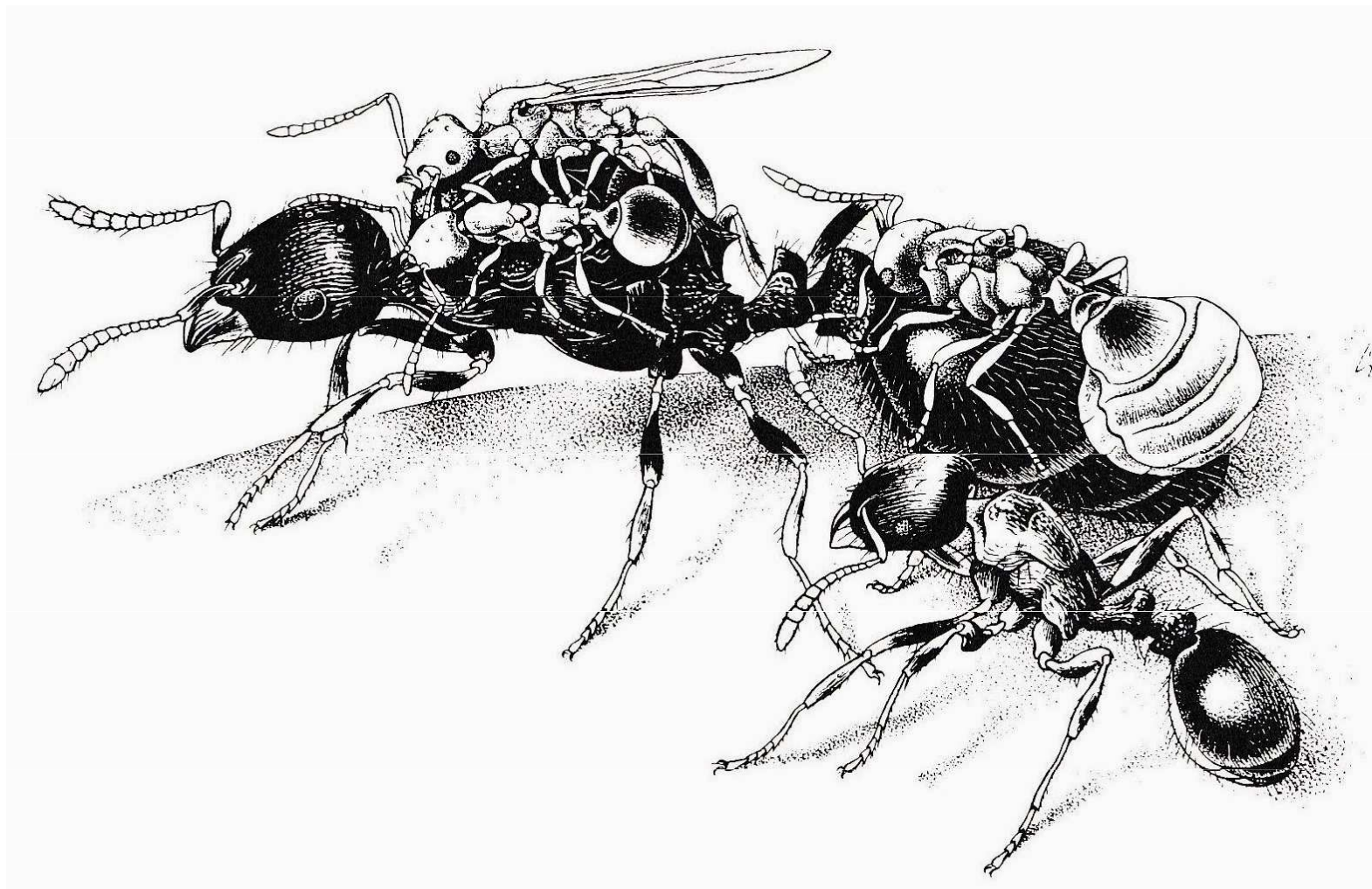
Synodontis multipunctatus – Peřovec kukaččí



Hnízdní parazitismus

Synodontis petricola

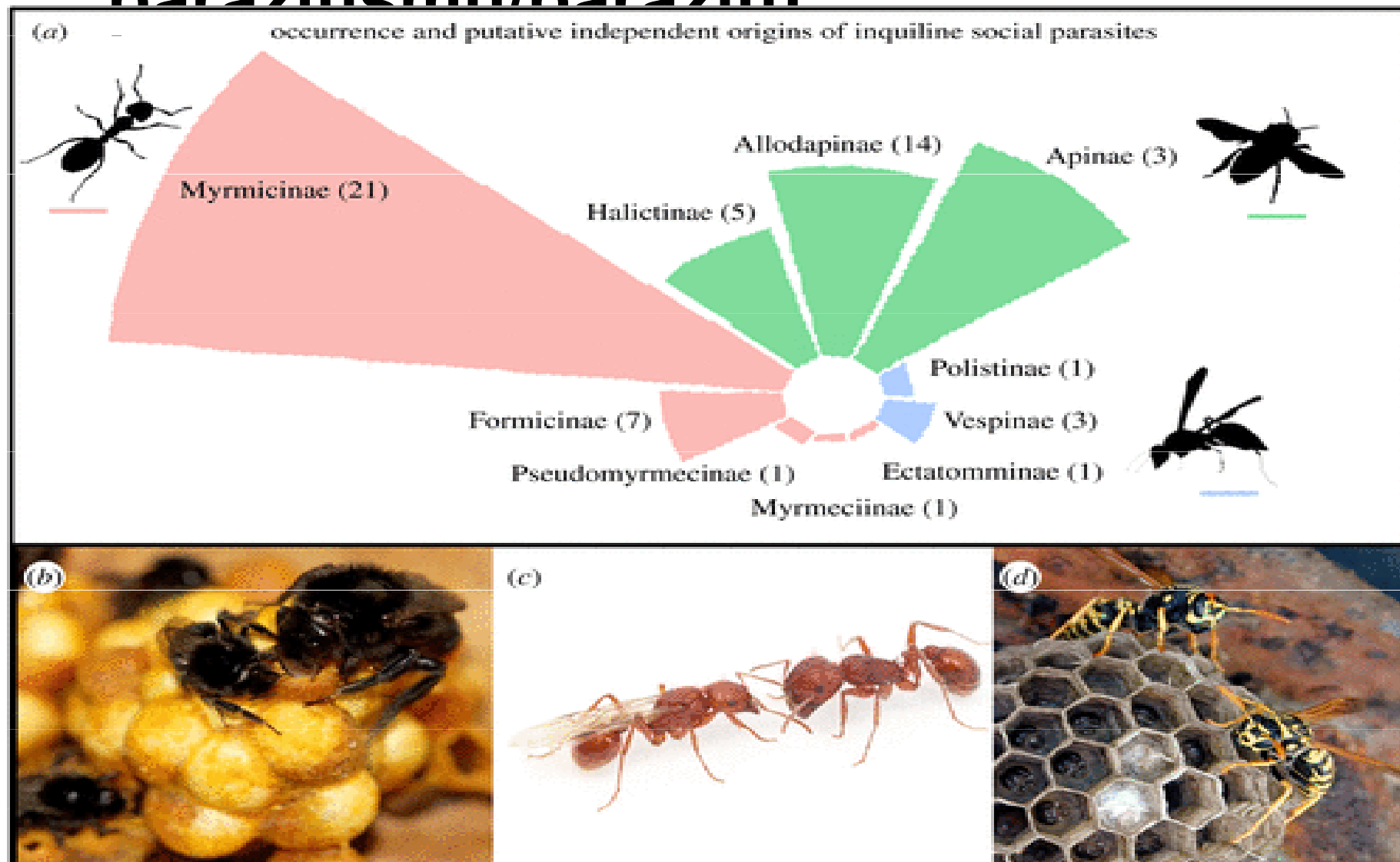
Sociální parazitismus



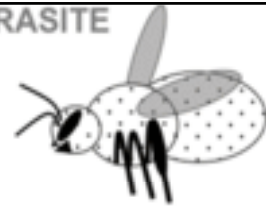
Sociální parazitismus a otrokářství

- 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.
- **Inkvilinismus** - 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.
- Smíšené 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.

Původ sociálního parazitismu/parazitů



SOCIAL PARASITE



1. Host nest location

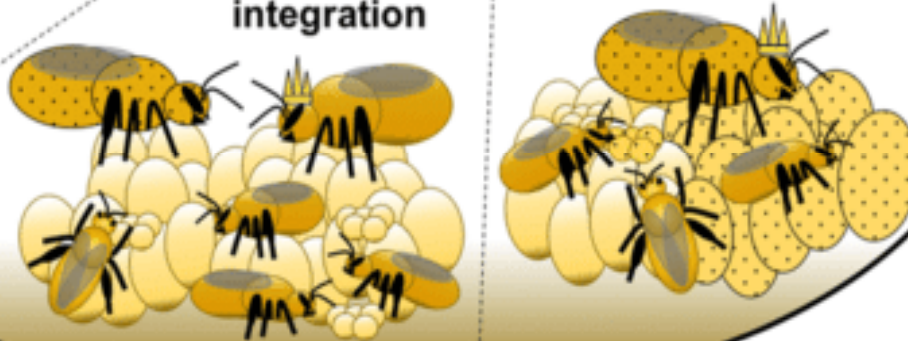
- PARASITE ADAPTATIONS**
- Detection of host odor

2. Host nest infiltration

HOST

3. Social integration

4. Reproductive control



- PARASITE ADAPTATIONS**
- Mimicry of queen fertility signals
 - Absence of fertility signalling*
 - Physical dominance
 - Manipulation of worker brood care
 - Control of host offspring production
 - Egg chemical mimicry
 - Host queen tolerance/intolerance

- COUNTER-ADAPTATIONS**
- Faster reproduction
 - Parasite egg destruction
 - Diversification of fertility signals*

- PARASITE ADAPTATIONS**
- Chemical insignificance
 - Chemical camouflage
 - Chemical mimicry
- COUNTER-ADAPTATIONS**
- More diverse discrimination cues

PARASITE ADAPTATIONS

- High aggression
- Stealthy behavior
- Chemical weaponry
- Increased armor

COUNTER-ADAPTATIONS

- Increased aggression
- Increased armor



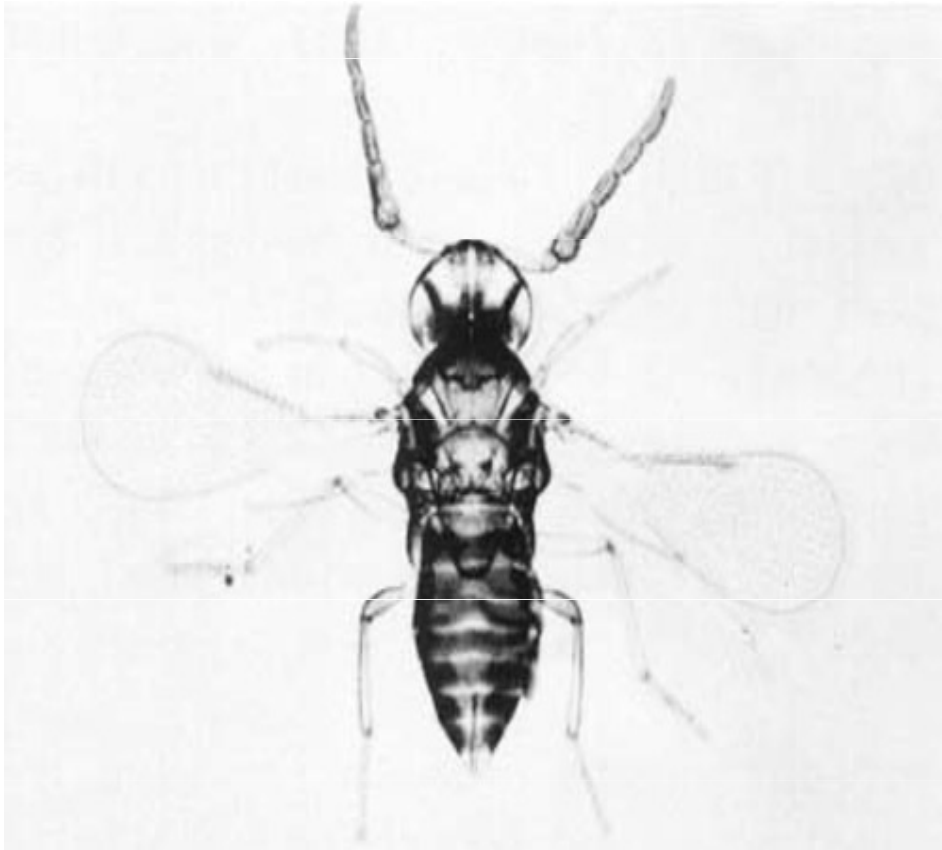
Adelfoparasitismus – sourozenecký parazitismus

Adelfoparasitismus, (z řeckého ἀδελφός (adelphós), bratr), také známý jako sourozenecký parazitismus, se vyskytuje tam, kde je hostitelský druh blízce příbuzný parazitovi, často ve stejné rodině nebo rodu.

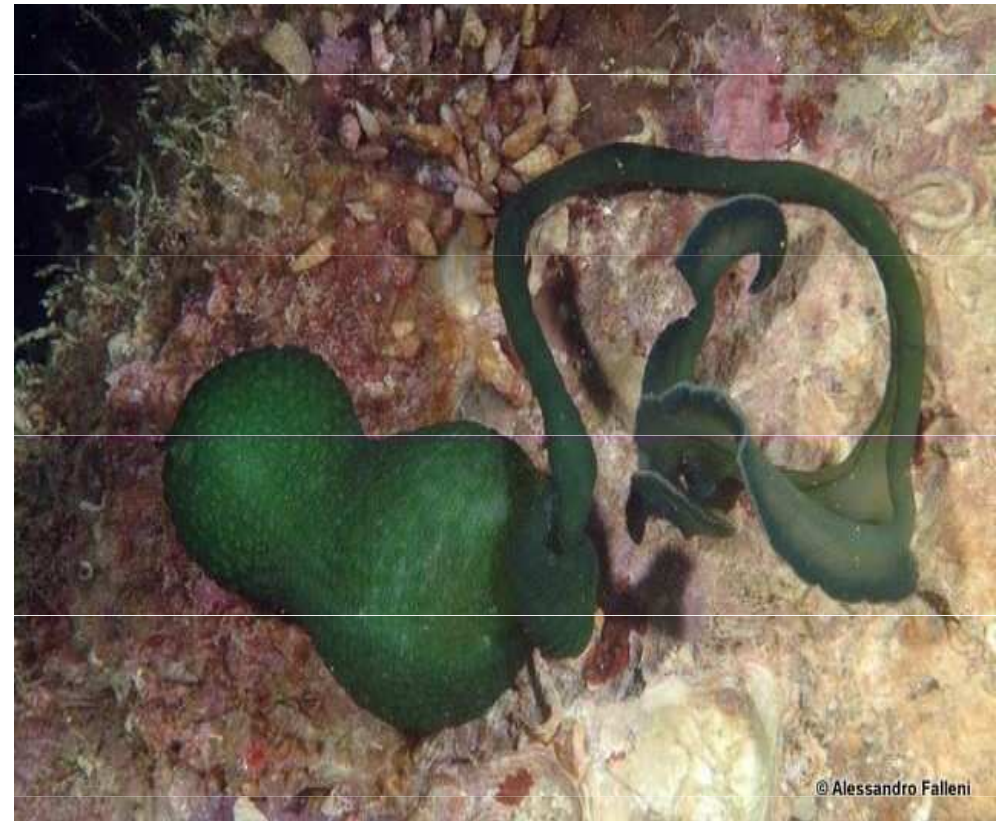
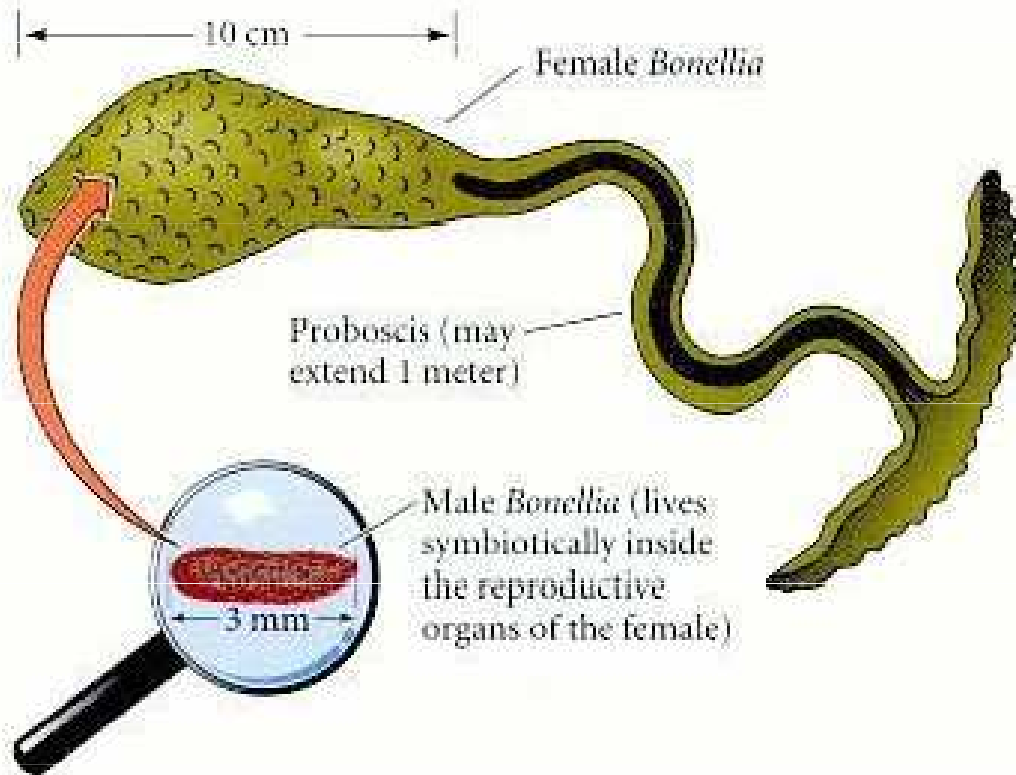
- Citrusového parazitoida, *Encarsia perplexa*, jehož nespářené samice mohou klást haploidní vajíčka do plně vyvinutých larev svého vlastního druhu a produkovat samčí potomstvo.
- Mořský červ *Bonellia viridis* má podobnou reprodukční strategii, ačkoli larvy jsou planktonní.



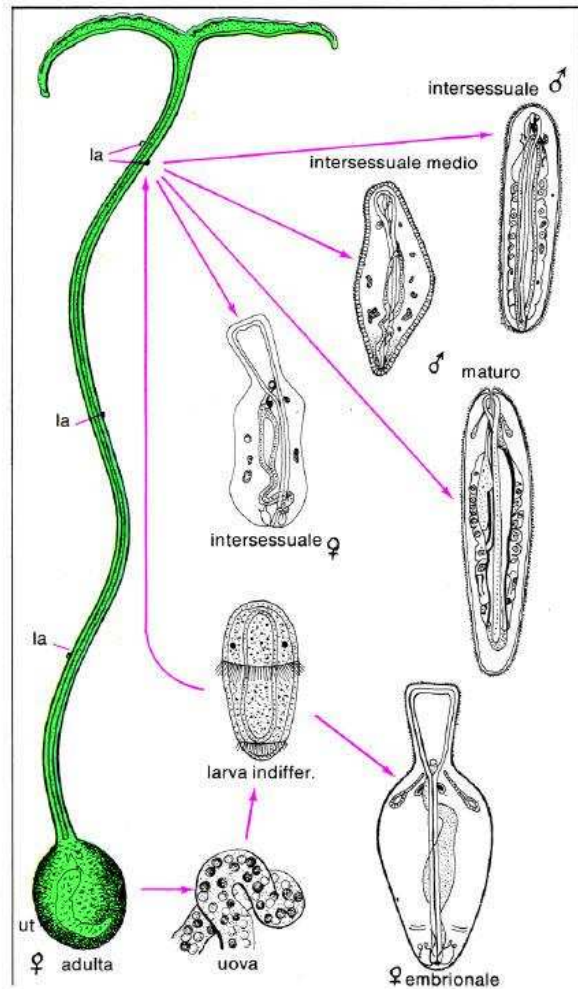
Příklad parazitoid - *Encarsia perplexa*



Bonellia viridis - Rypohlavec dvojhlavý



Bonellia viridis

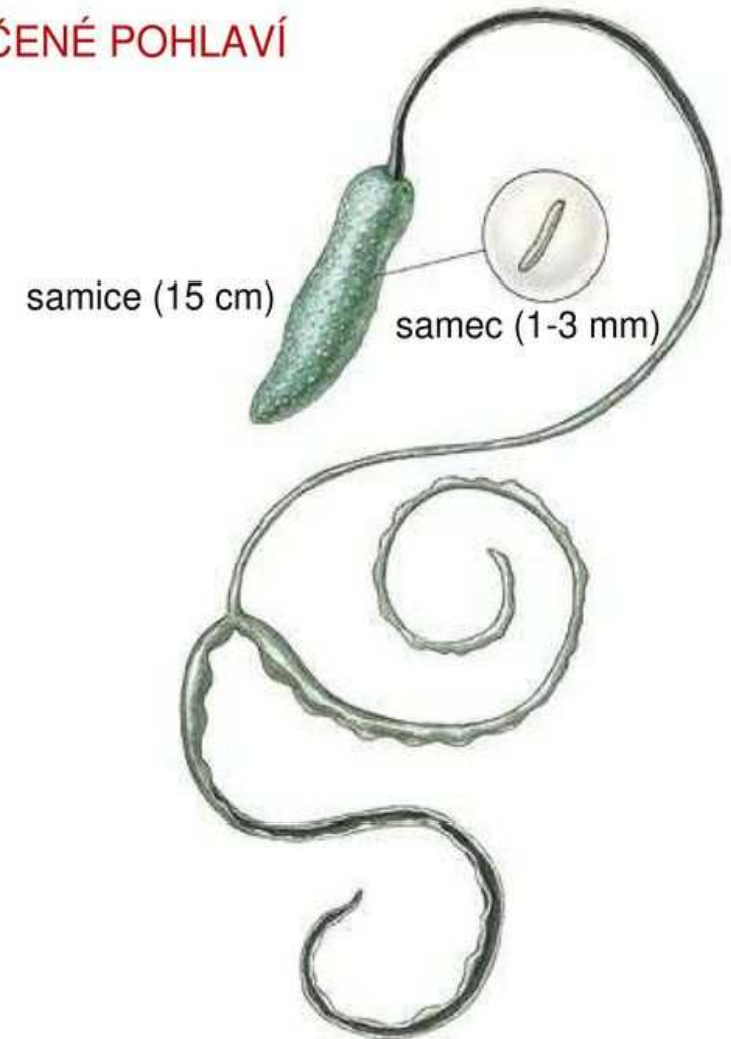


SOCIÁLNĚ URČENÉ POHLAVÍ

Určení pohlaví u *Bonellia viridis*

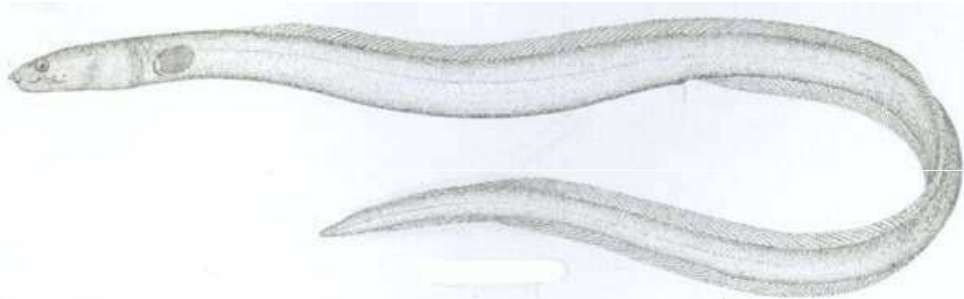
Samice žije přichycena na mořském dně. Samec miniaturní (jeho tělo sestává v podstatě jen z reprodukčních orgánů), žije přichycen na těle samice či uvnitř těla samice.

Larvy planktonní. Pokud larva nalezne příhodné místo na přichycení se na mořském dně, stane se z ní samice. Pokud narazí na samici, je ovlivněna látkami, které samice produkuje (bonellin) a stane se z ní samec.



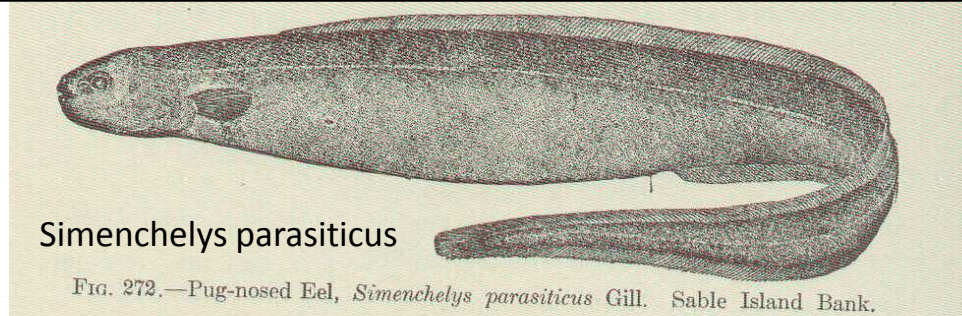
Bonellia viridis (čeled' rypohlavci)

~~Pseudoparasitismus~~ úhořů



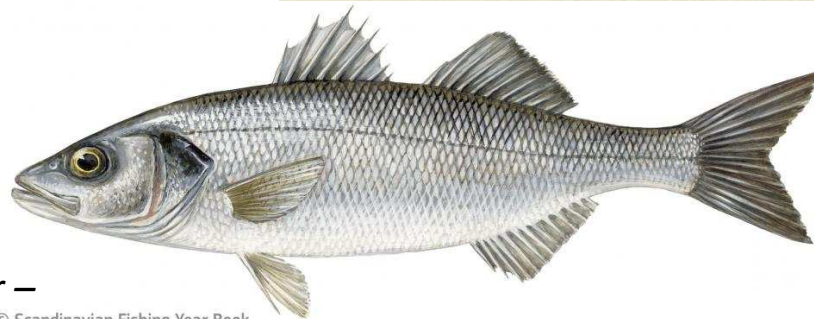
Pisododonophis cruentifer –
parazituje u sea bass

Myrichthys acuminatus –
parazituje v coelomatické dutině jew fish



Simenchelys parasiticus

FIG. 272.—Pug-nosed Eel, *Simenchelys parasiticus* Gill. Sable Island Bank.



© Scandinavian Fishing Year Book

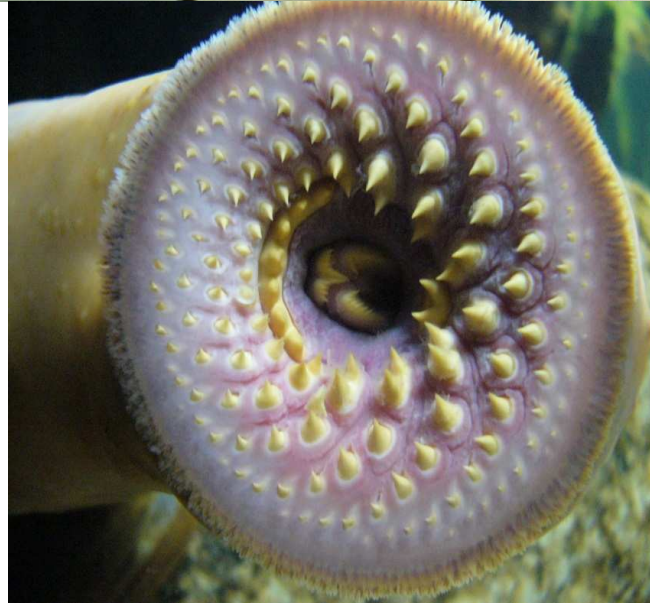
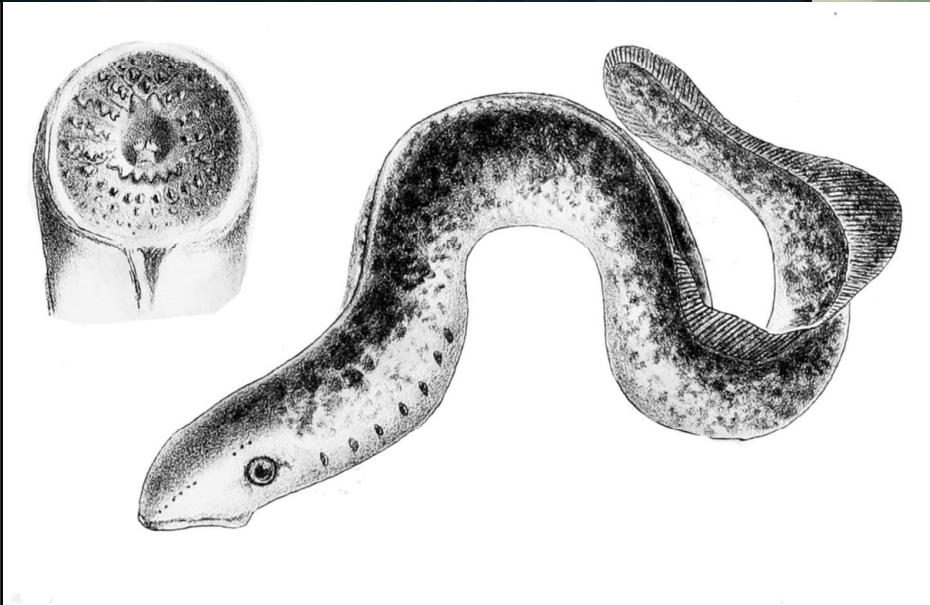
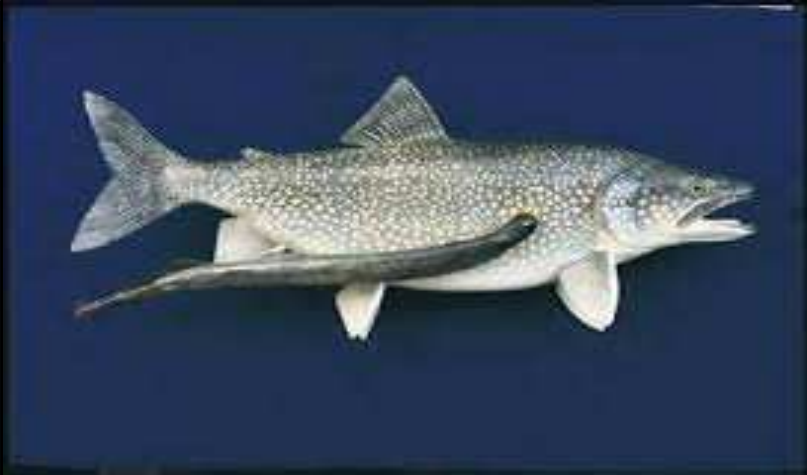


Ophichthus apicalis –
parazituje v tělní dutině
percoidních ryb

Parazitičtí obratlovci

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

Petromyzon marinus – mihule mořská

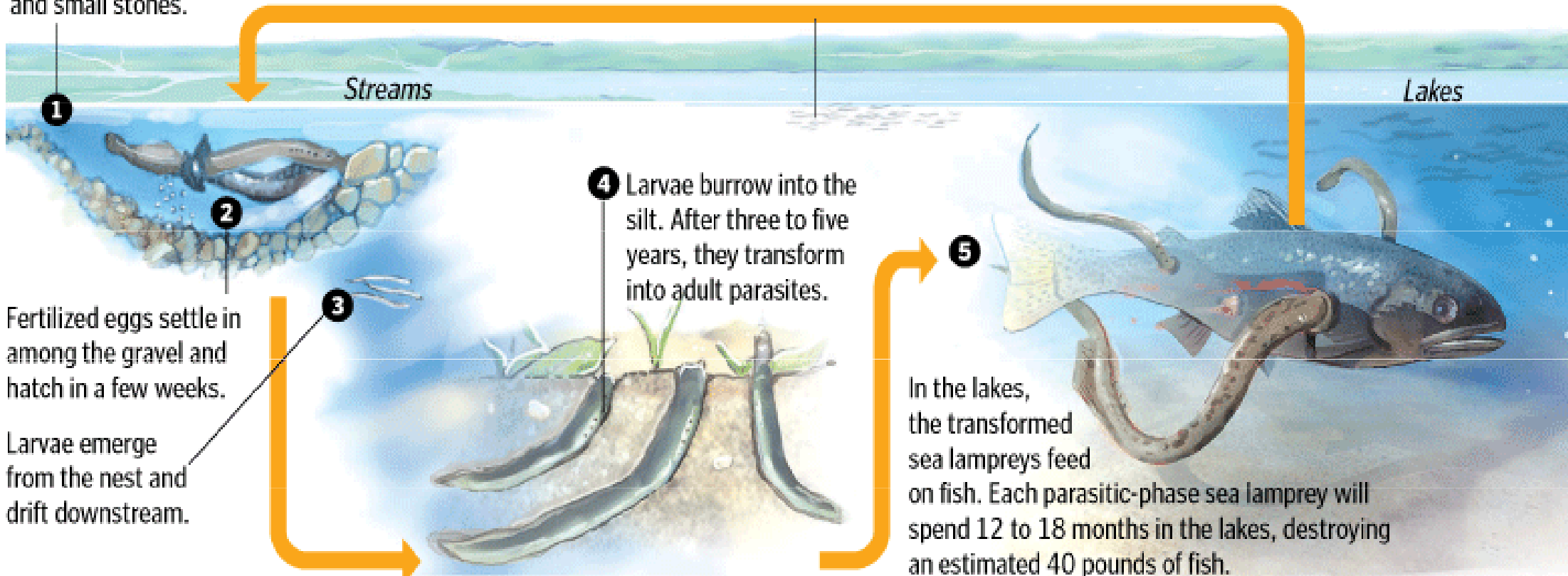


Životní cyklus mihule mořské

SEA LAMPREY LIFE CYCLE

Male and female lampreys seek out riffle areas and construct crescent-shaped nests with gravel and small stones.

6 During spring, adult sea lampreys ascend streams and rivers to spawn.



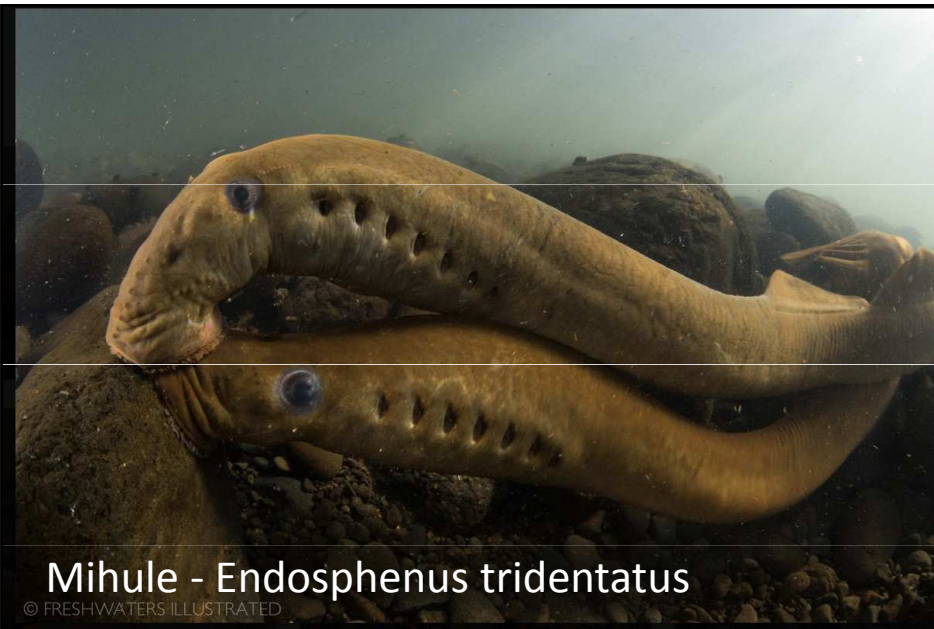
Fertilized eggs settle in among the gravel and hatch in a few weeks.

Larvae emerge from the nest and drift downstream.

In the lakes, the transformed sea lampreys feed on fish. Each parasitic-phase sea lamprey will spend 12 to 18 months in the lakes, destroying an estimated 40 pounds of fish.

SOURCE: US Fish and Wildlife Service

JAVIER ZARRACINA/GLOBE STAFF



Mihule - *Endosphenus tridentatus*

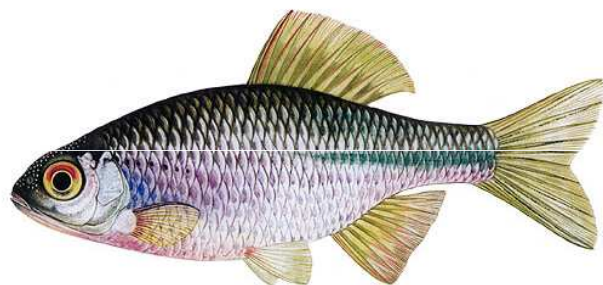
© FRESHWATERS ILLUSTRATED



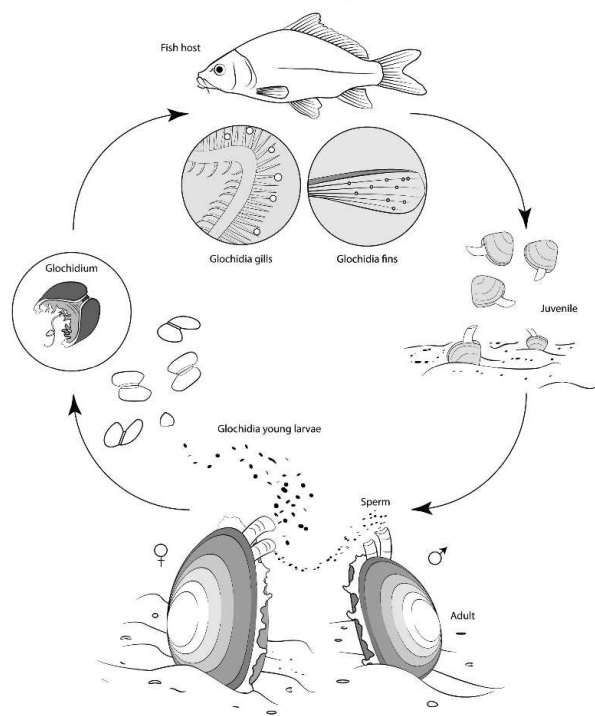
AD.org

Jeremy Monroe © FI

Ryby jako (endo)paraziti – hořavka duhová



Mussel life cycle



Škeble rybníčná



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

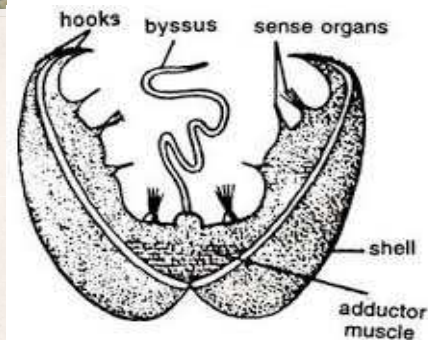


Fig. 26.10. Glochidium larva

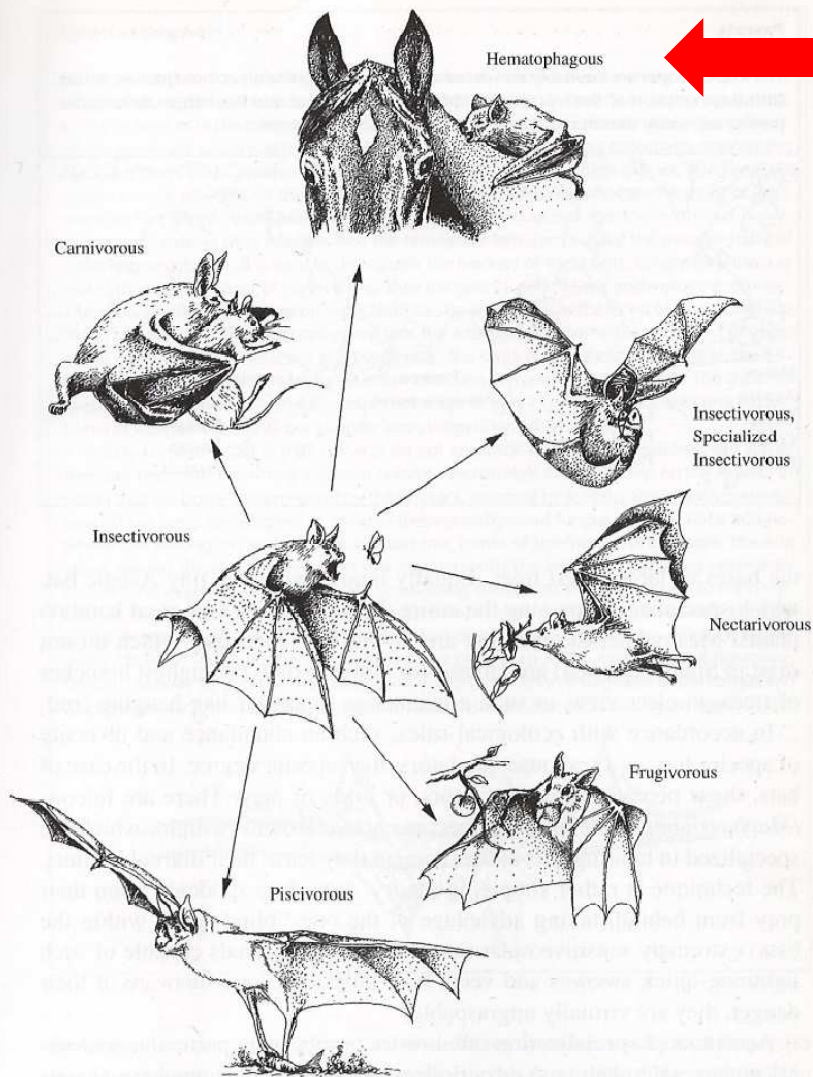


Krev sající netopýři – rodu *Desmodus* spp. (Vampirismus)



Žijí v amerických tropech a mohou sát krev na teplotně citlivých 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

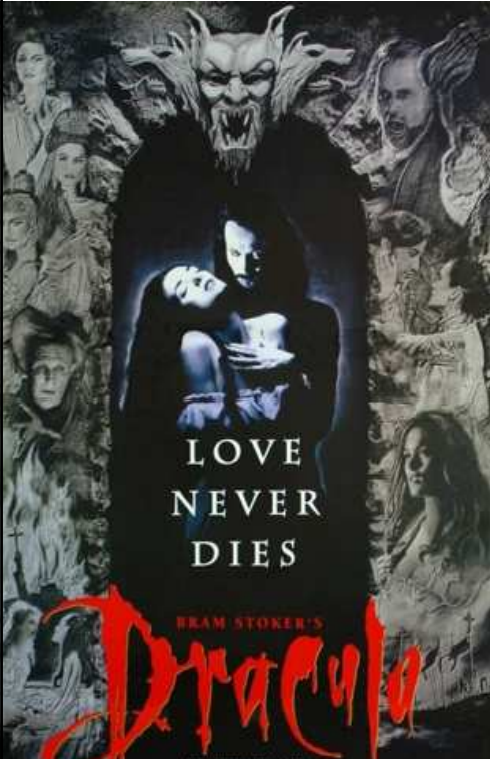


South American bats have evolved from their common insectivorous progenitors into various species, resorting to multiple strategies and specialized behavior adaptations in order to take best advantage of the available resources and avoid alimentary competition among themselves.



Upíři a vampyrismus ☺ – ženy typu vamp ☹



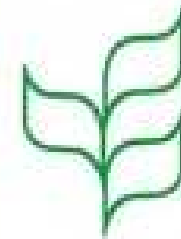




Parazitické rostliny - fytopatologie



Obrovská rozmanitosť rastlín



Convention on
Biological Diversity



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)

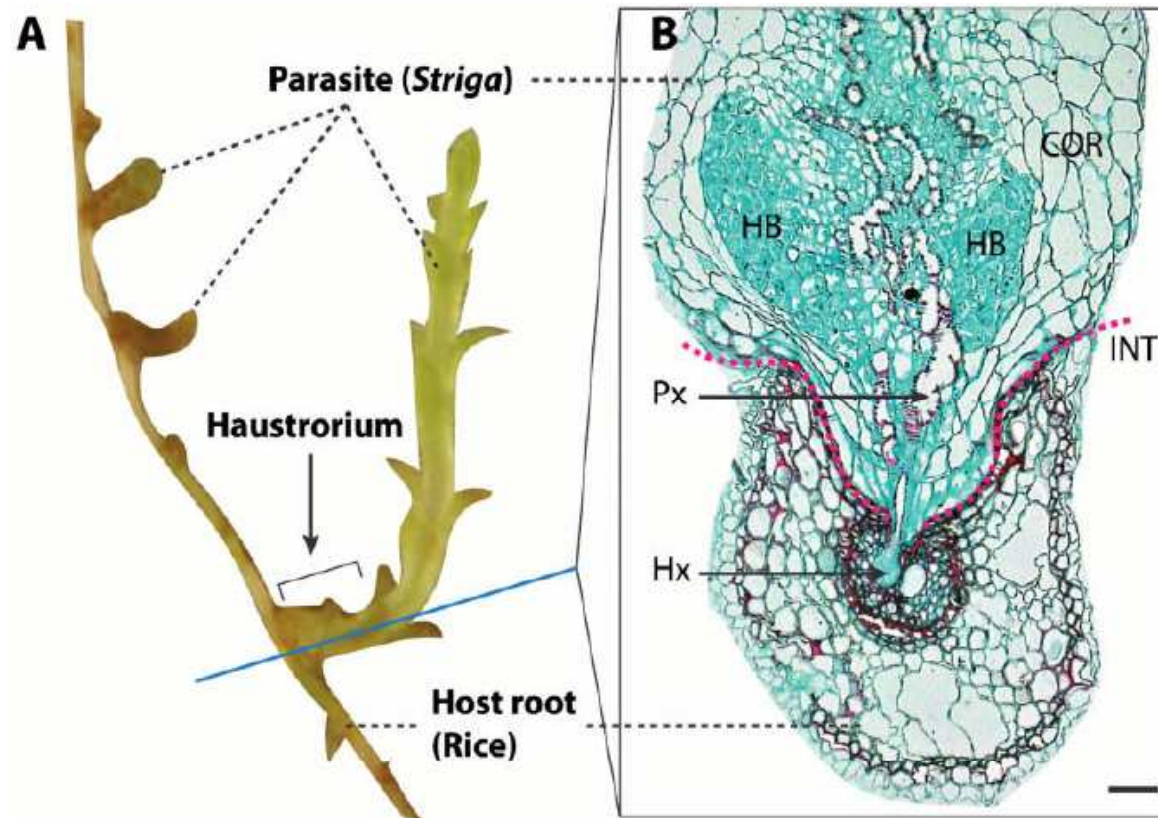
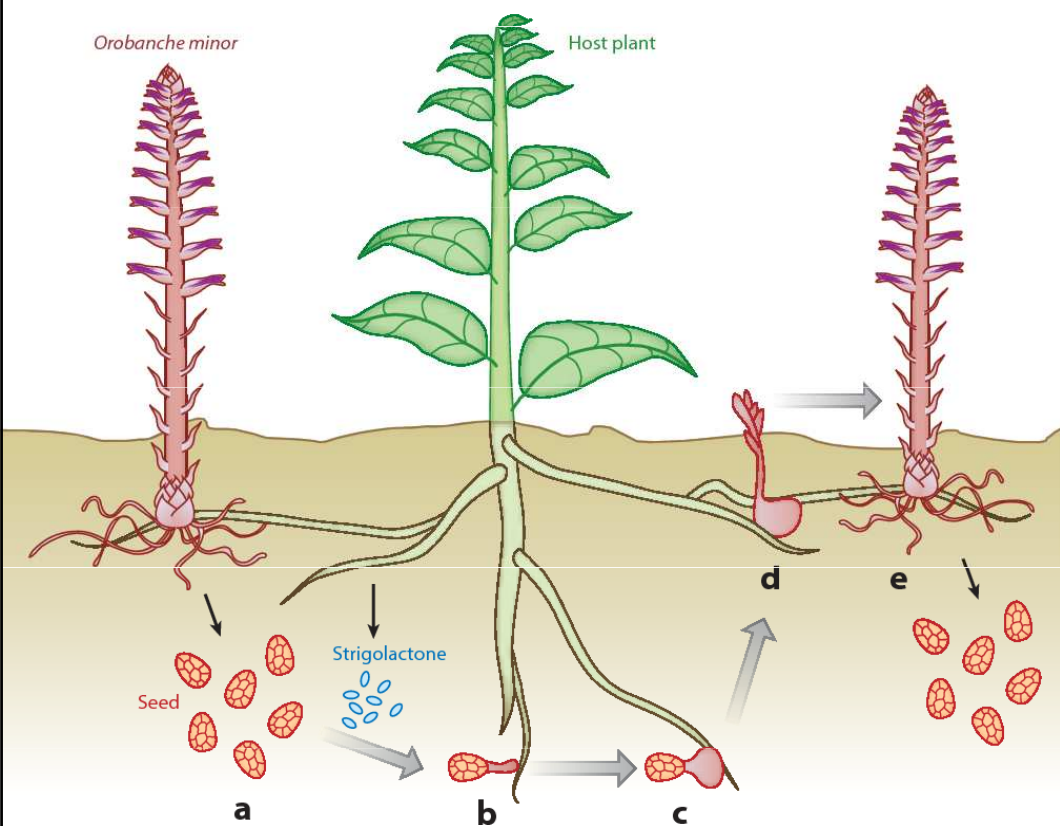
- Organické i anorganické látky
- Nemají chlorofyl
- Zcela závislí na hostiteli
- Na povrchu hostitele
- Listy i kořeny redukovány
- Haustoria do floému a i do xylému
- Příklady:
 - Záraza (kořeny lučních rostlin)
 - Podbílek (kořeny listnatých dřevin)
 - Kokotice (na jeteli aj.)

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

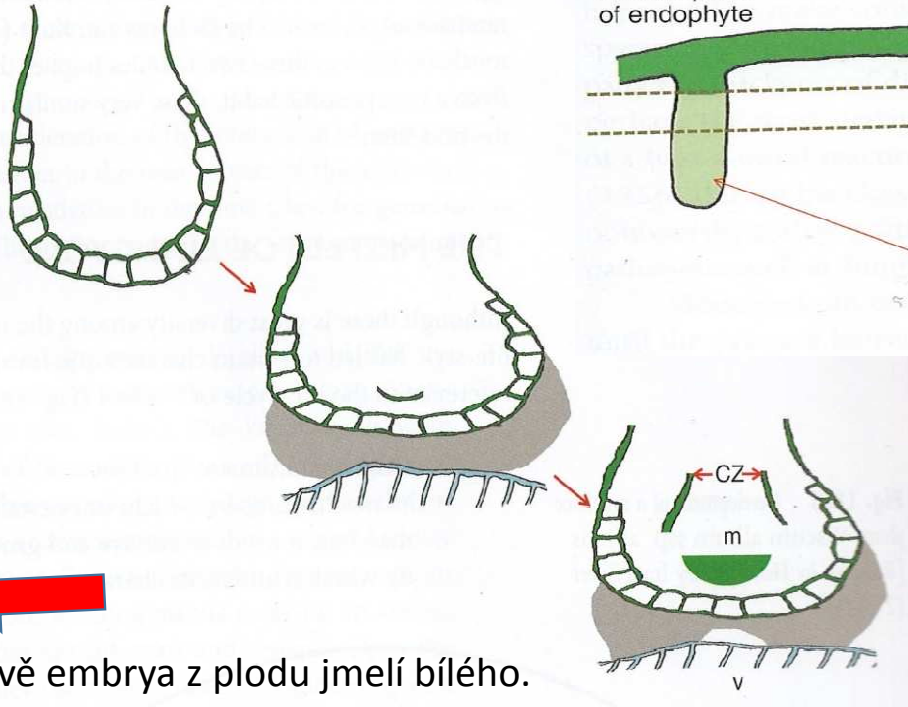


Okamžik infekce

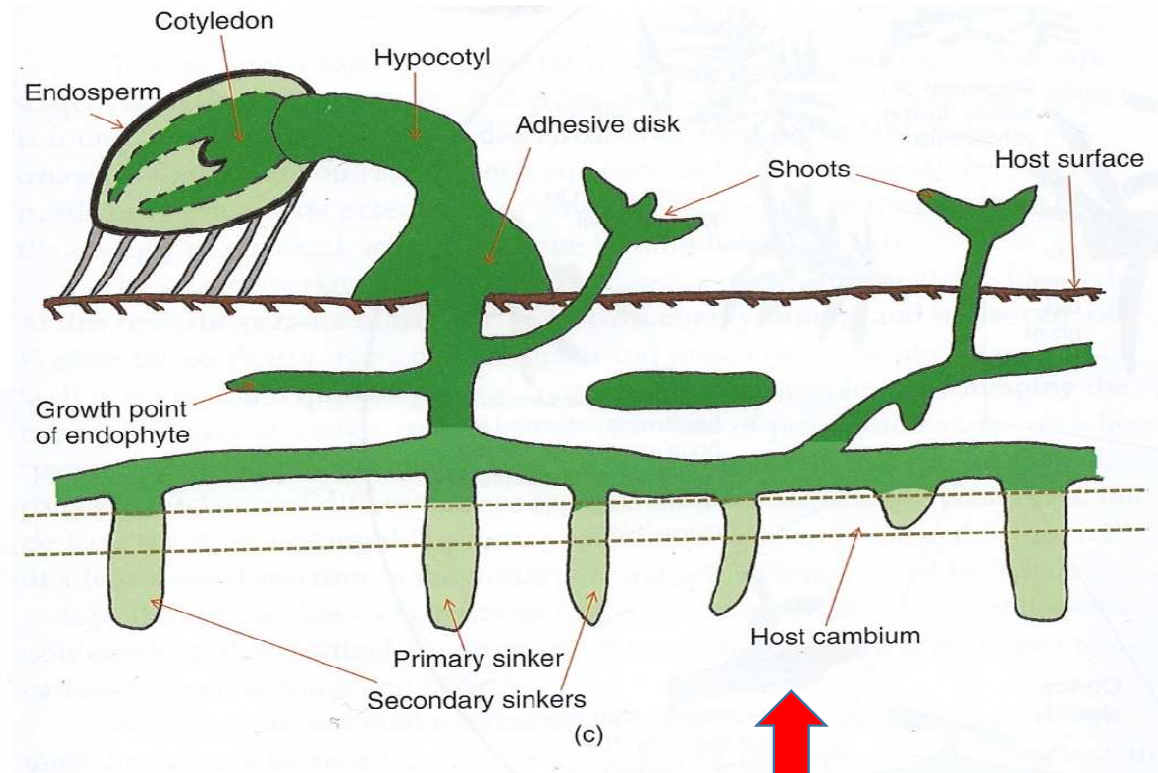
- Penetrace do pletiv (mechanicky, enzymaticky přes zdravé či poškozené buňky, průduchy či lenticelami , oděrkami atd.
- Parazit proniká pletivy (rozkladem protoplastu získává potřebné nutriční látky, případně se napojí na cévní svazky hostitele)
- Parazit identifikován jako patogenní agens
 - Specificky (poznáním komponentů patogenu – interakce receptorů v buněčných membránách a specifických látek patogena)
 - Nespecificky (reakcí na penetraci a poškození)

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)



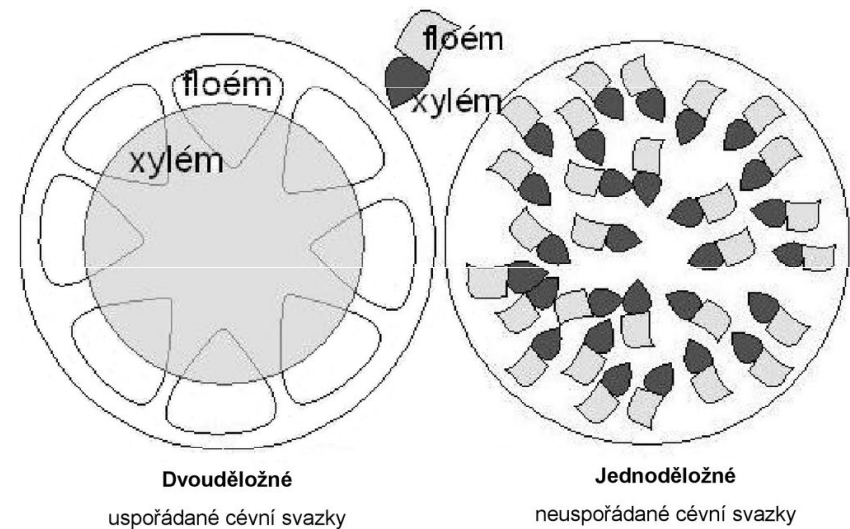
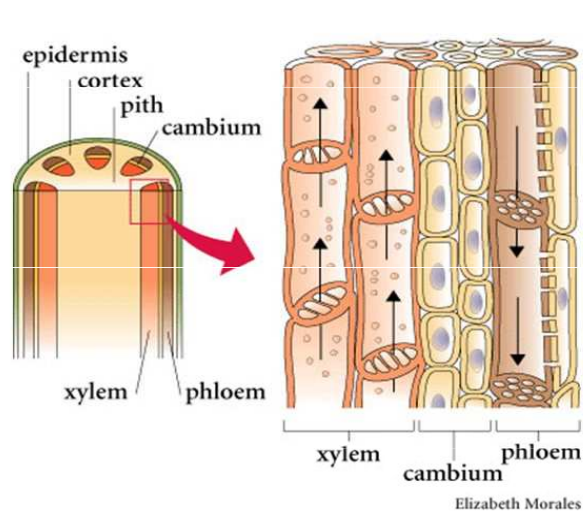
Dvě embrya z plodu jmelí bílého.

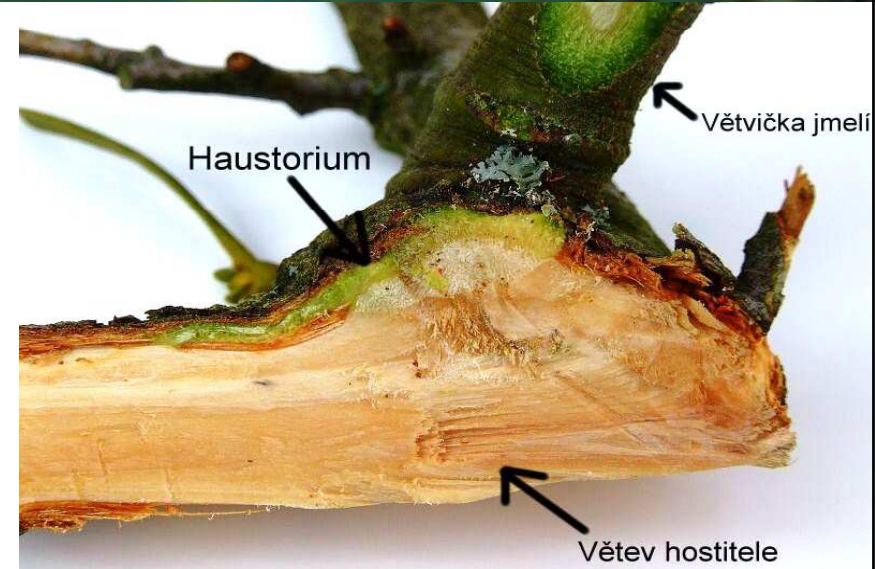
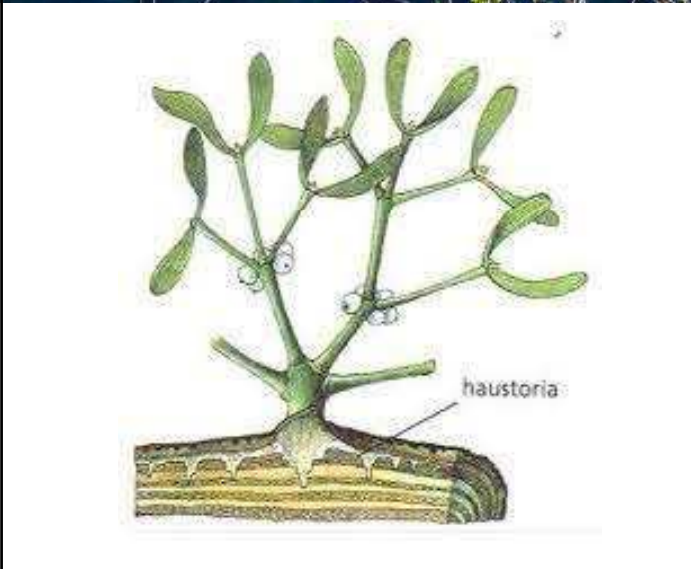


Vývoj endofytu jmelí bílého

Haustorium – základní adaptace k parazitismu

napojení na xylém: pasivní (přes buněčnou stěnu)
aktivní (transferové parenchymatické buňky)
napojení na floém: přes kontaktní buňku (objímající sítkovici)
pomocí sítka (vznikne, v boční stěně sítkovice vlivem působení parazita)





Parazitické rostliny – průběh infekce

Nadzemní část rostlin:

- Vytváření apresoria (orgán sloužící k porušení buněčných stěn)
- Růst haustorií (tenká vlákna), která mohou vyvíjet značný tlak na buněčnou stěnu
- Průnik přes buněčnou stěnu až k membráně
- Rozvětlování bez porušení membrány

Podzemní část rostlin:

- Značně usnadněné pronikání
- Selektivní rhizosférický efekt – vznik obranných pásem
- Infekce je pak možná jen poraněním a oděrkami

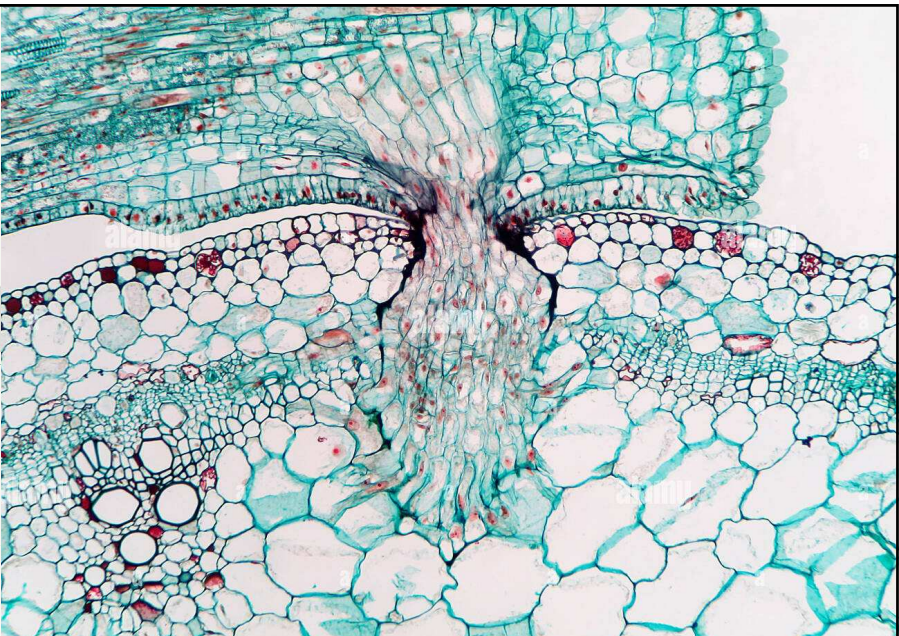
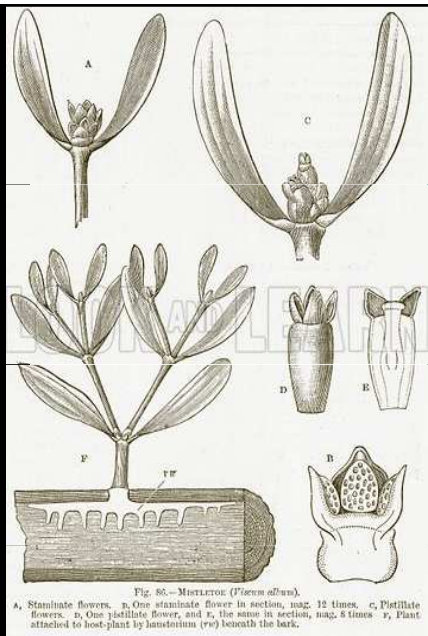
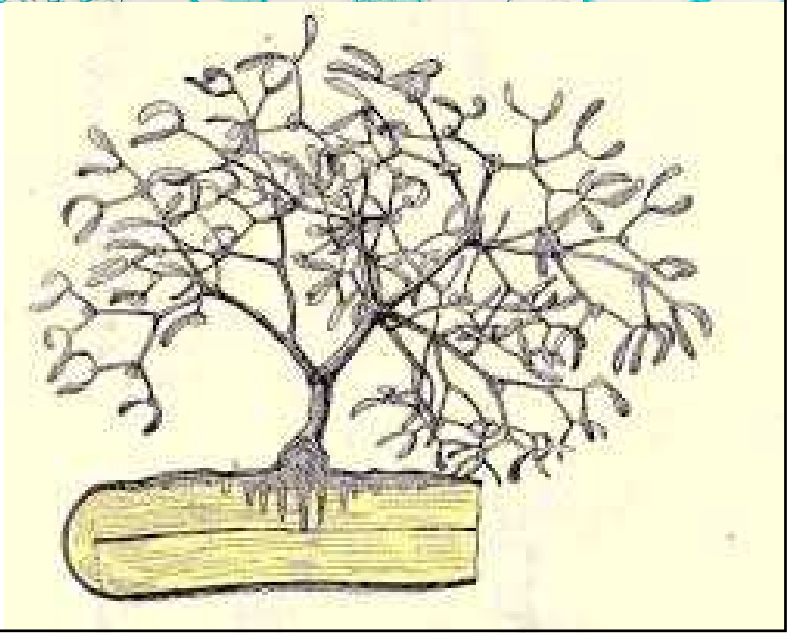
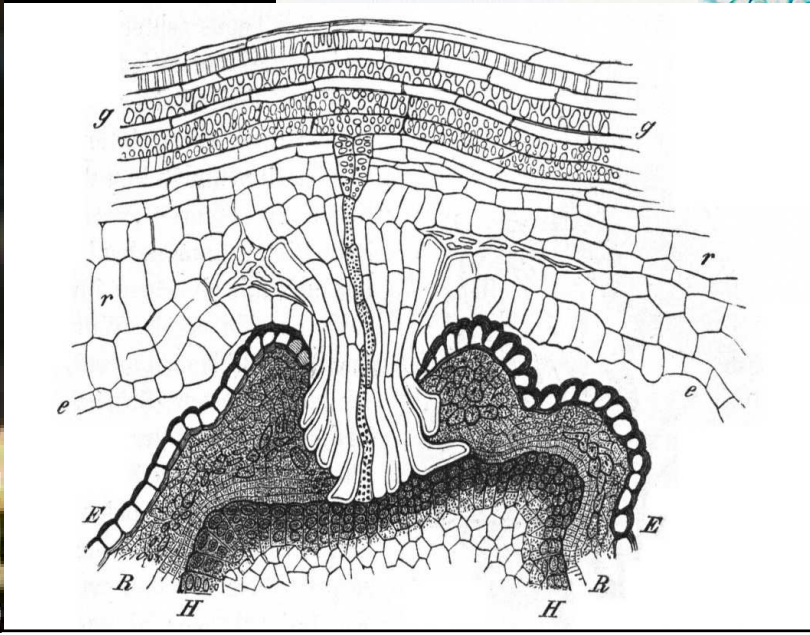
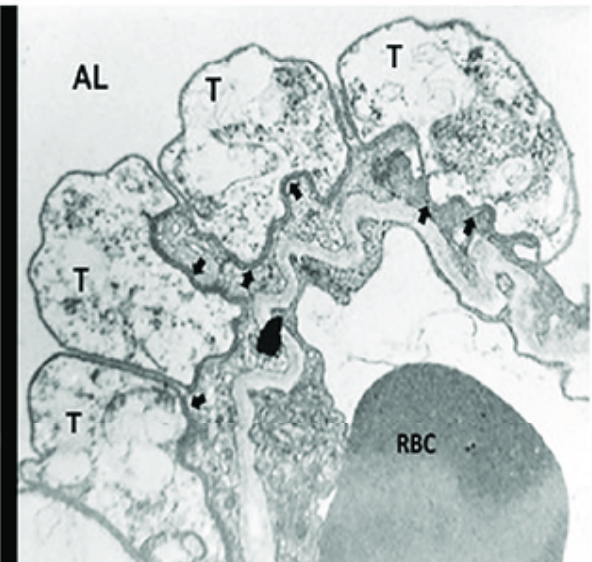
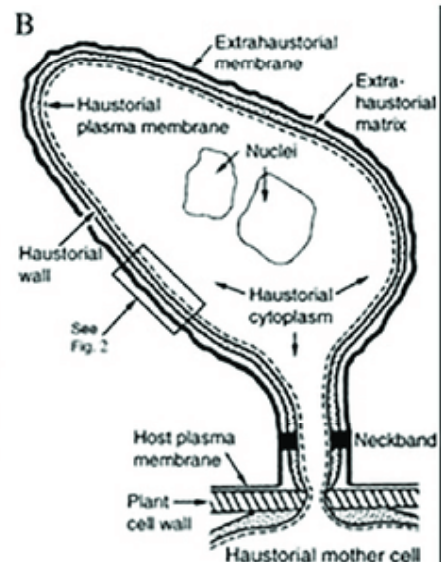
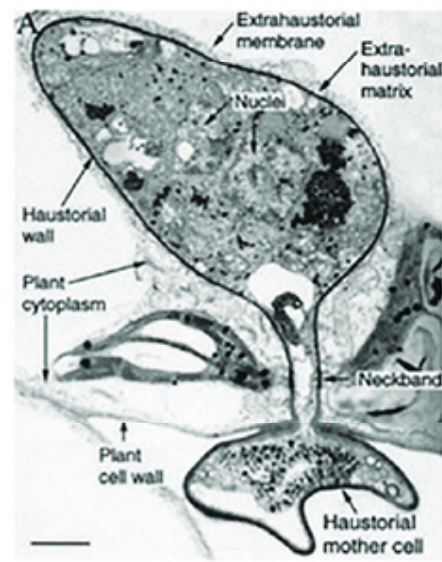
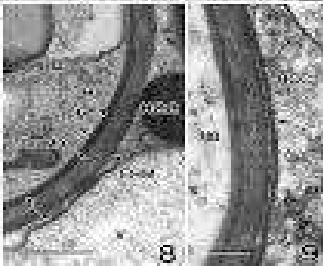
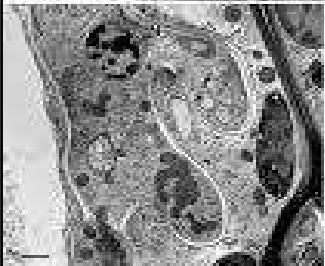
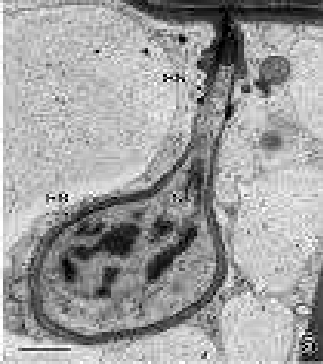
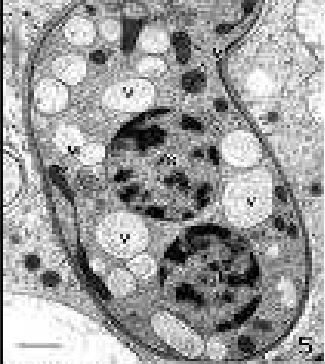
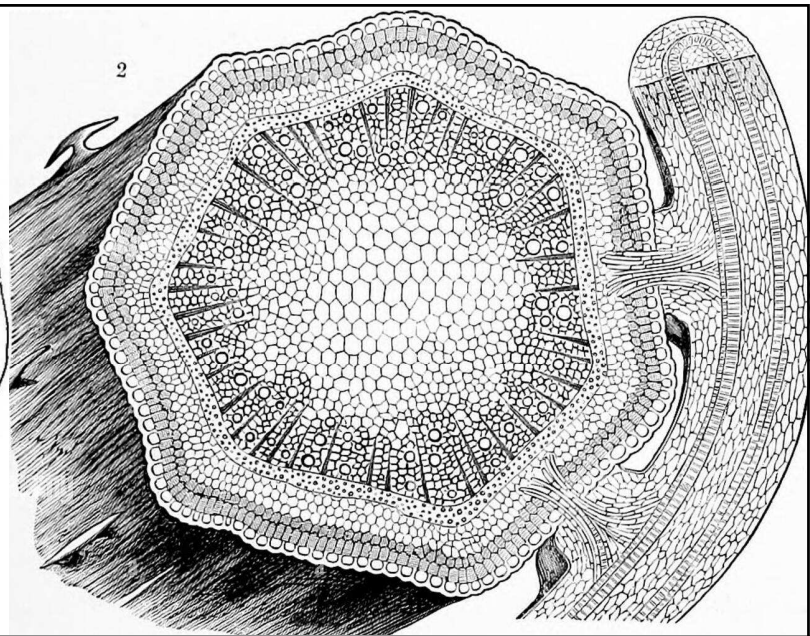
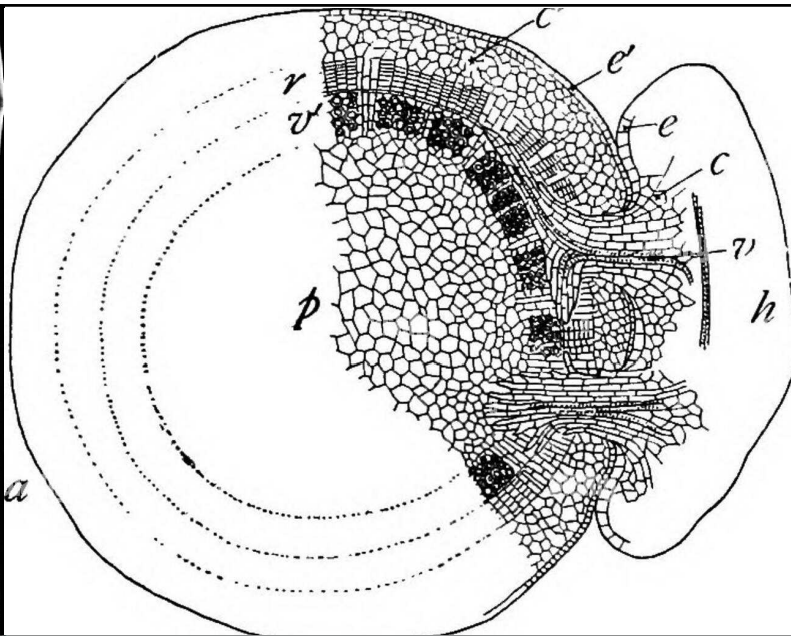
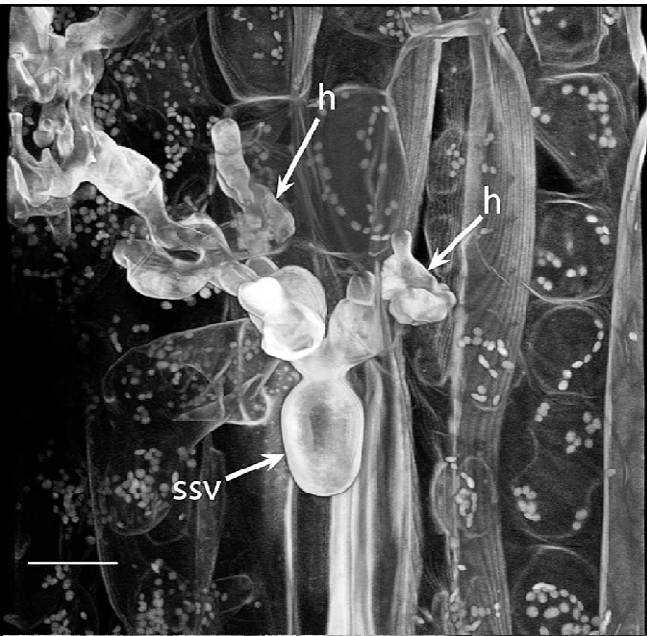


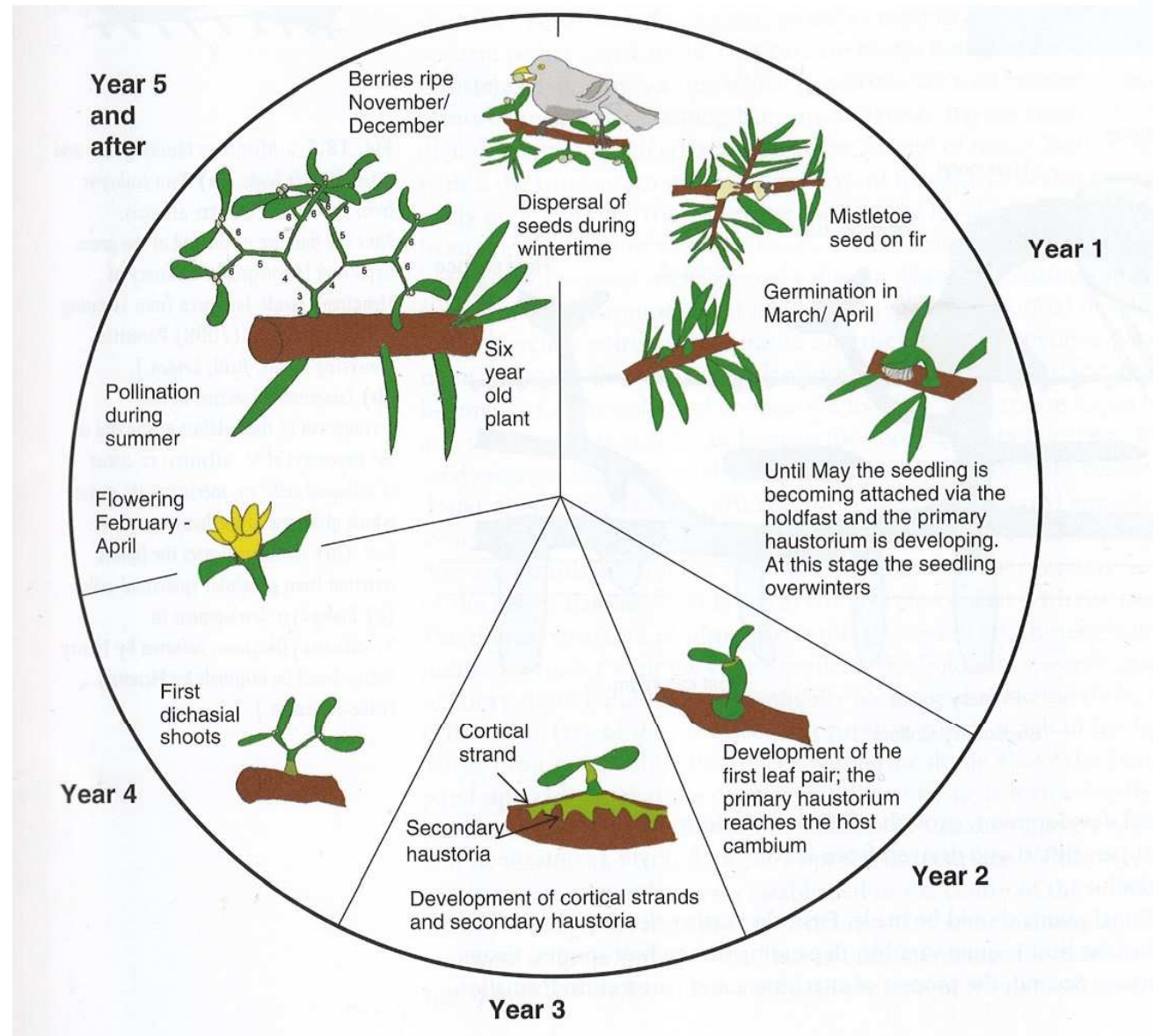
Fig. 86. - *Mimosa pudica* (*Pisum sativum*).
 A, Staminate flower. B, One staminate flower in section, mag. 12 times. C, Pistillate flower. D, One pistillate flower, and E, the same in section, mag. 5 times. F, Plant attached to host-plant by haustorium (hw) beneath the bark.



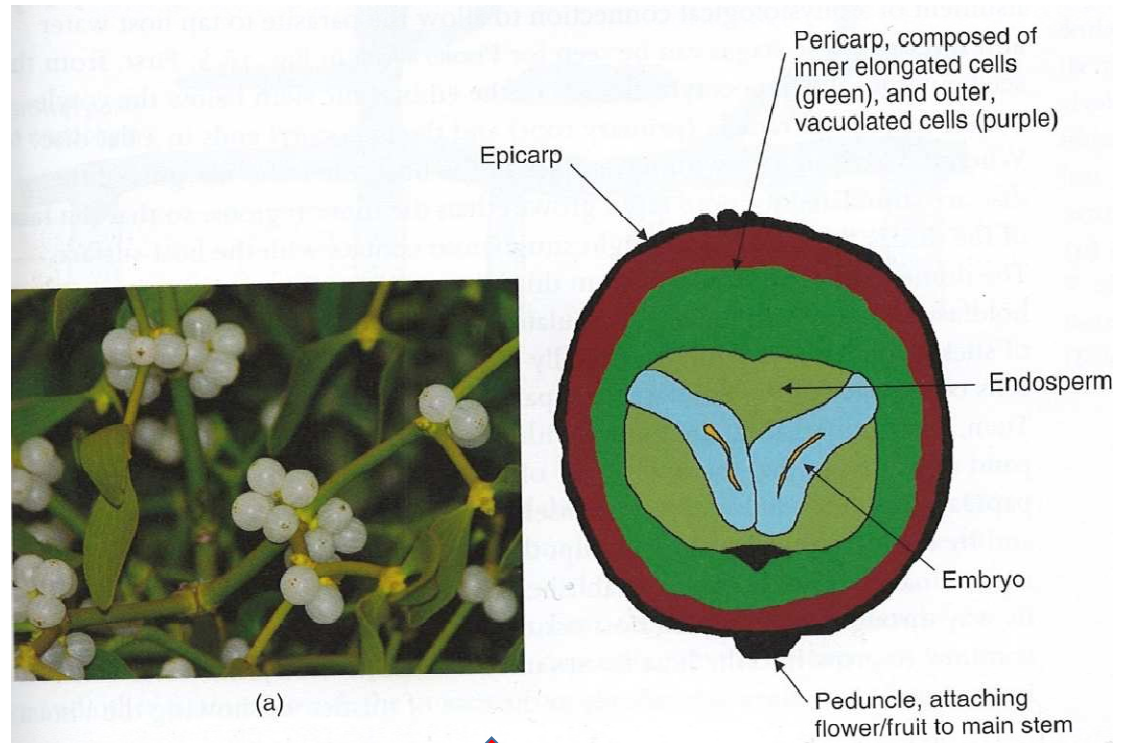
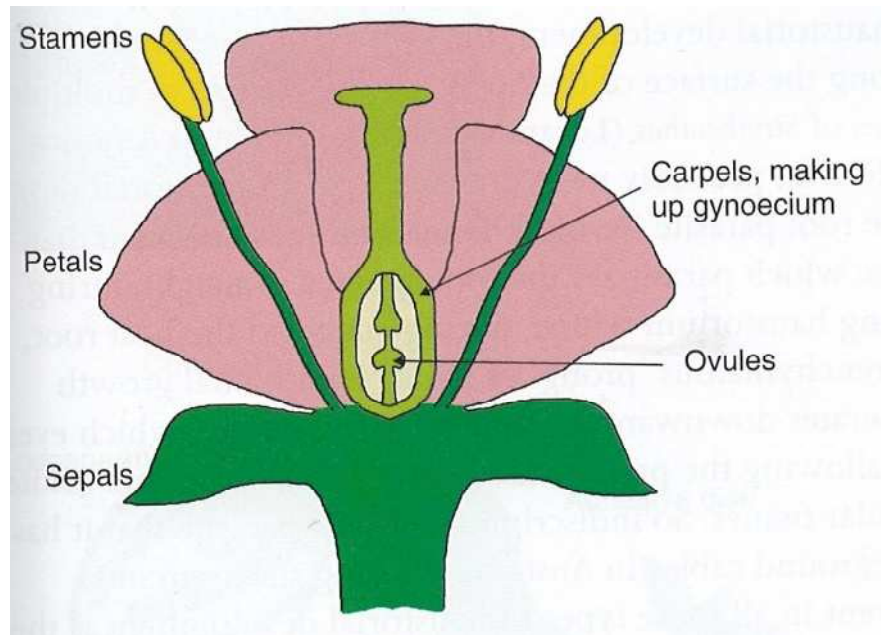




Vývoj jmelí bílého (*Viscum album*)

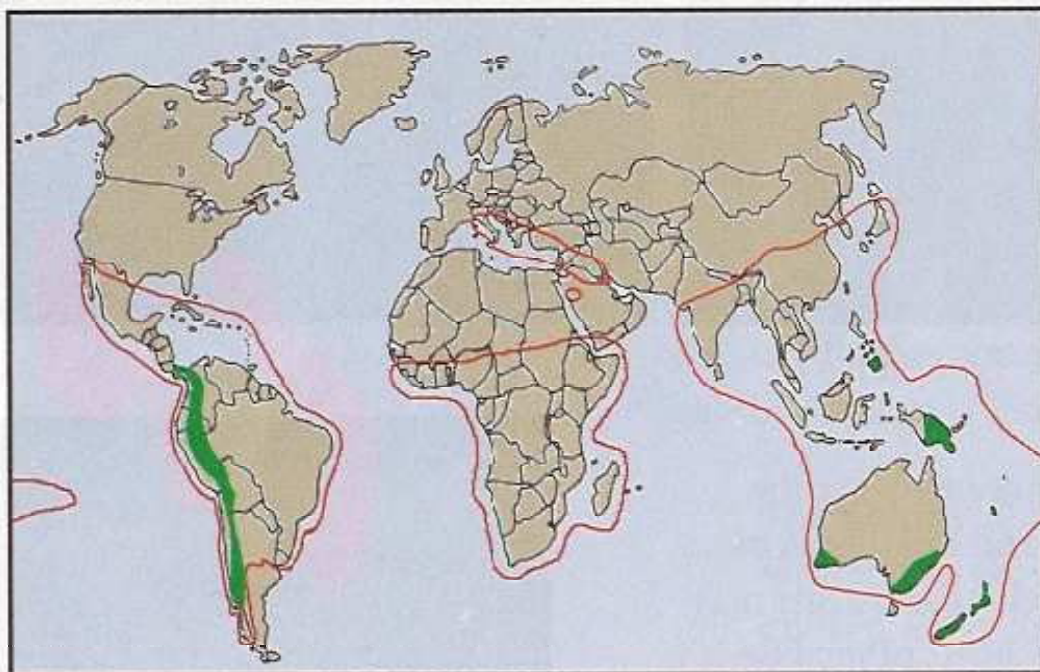


Typický květ angiospermních rostlin

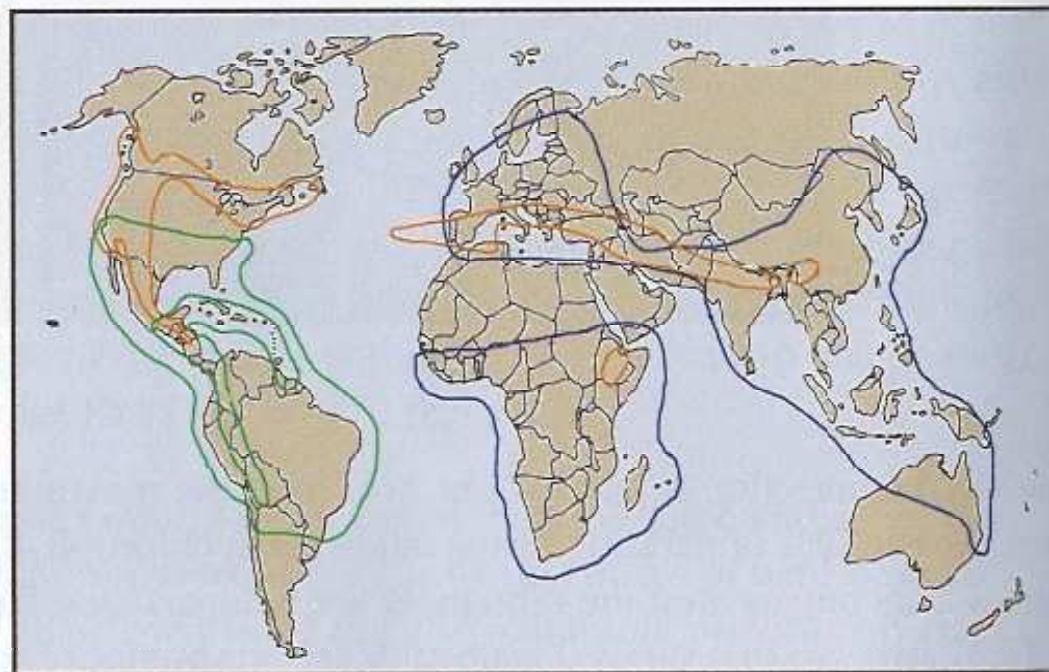


Bobule jmelí (a), podélný řez zralou bobulí jmelí (b)

(a) Světové rozšíření *Loranthaceae* (červená linie, zelené plochy, (b) rody *Viscum* (modrá linie), *Arceuthobium* (oranžová linie, *Phoradendron* (zelená linie)



(a)



(b)

Kriticky ohrožené druhy

Záraza ožanková



Záraza sivá



Záraza namodralá



Záraza šupinatá

Záraza písečná

Záraza hořčiková

Záraza nachová

Další druhy Kokrhel

Kokrhel luštinec



Kokrhel větší



Kokrhel sličný



Rafflesia arnoldii





Děkuji za pozornost !



PARAZITISMUS – ÚVOD část 3

Parazitismus jako biologický fenomén

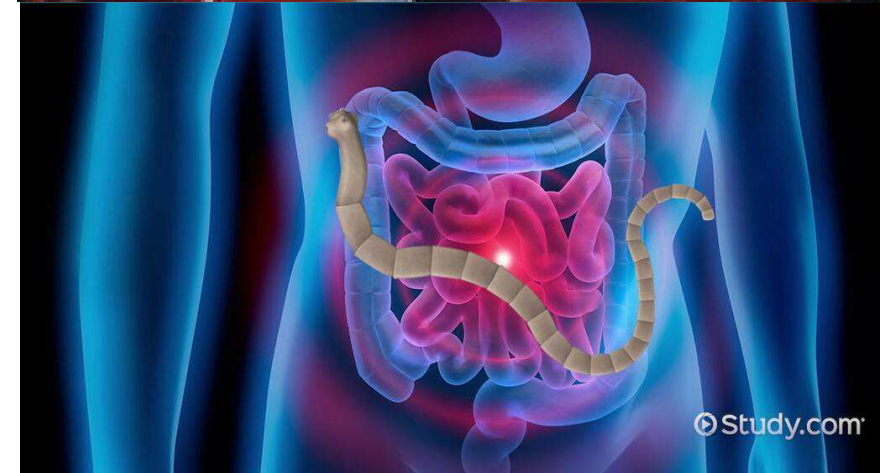
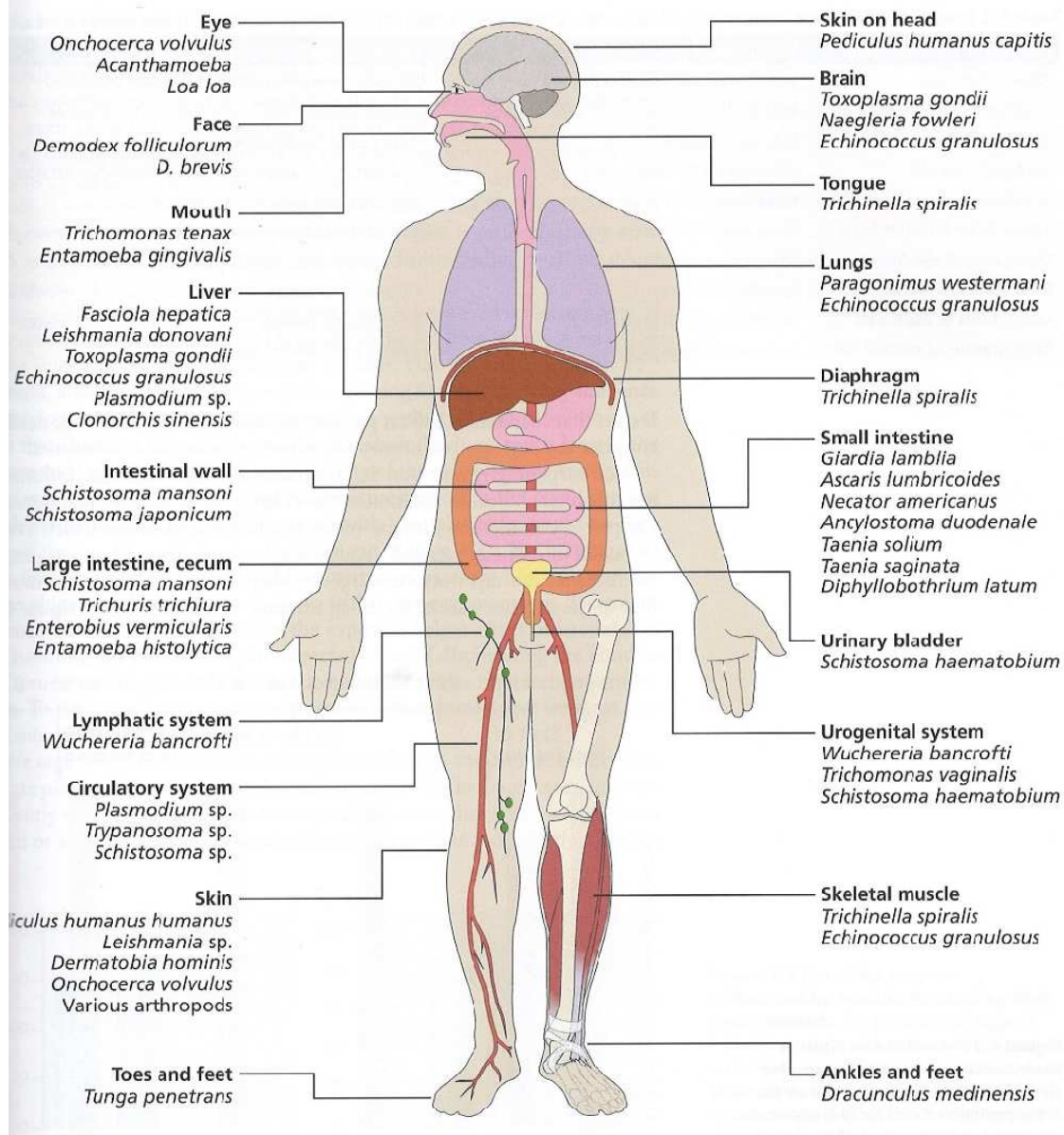
Jsou paraziti biologicky unikátní ?

- **Parazitismus** – představuje nesporně jednu z **nejúspěšnějších životních strategií** na Zemi
- Existuje velmi **mnoho forem a typů** parazitismu
- Parazitismus **vznikl mnohokrát nezávisle** na sobě, není tedy monofyletického původu
- **Nenapadený** hostitelský organismus je **spíše výjimkou**

Proč jsou paraziti biologicky unikátní ?

- Paraziti (parazitismus) obsadili **velice neobvyklou ekologickou niku – těla živých organismů !**
- Při bližším pohledu jsou však (především pro **endoparazity**) je to naprosto **extrémní prostředí** pro svou nehostinnost !
- Analogií u volně žijících organismů jsou podmínky **v solných pramenech** nebo **v hlubinách oceánů**
- Podmínky např. tenkého střeva (žijí zde např. tasemnice) charakterizuje:
 - **deficit kyslíku**
 - **vysoká koncentrace agresivních trávicích enzymů**
 - **vysoká osmolarita**
 - **imunitní reakce hostitele**

Přehled specifických habitatů využívaných cizopasníky člověka



Paraziti nepochybně jsou biologicky unikátní ?

- Tyto nepříznivé podmínky jsou **kompenzovány nadbytkem potravy !**
- Aby těchto podmínek parazit dokázal využít, musí mít řadu **adaptací: morfologických, fyziologických, biochemických**
- Tyto adaptace – přesněji **preadaptace** – musely existovat už volně žijícího **předka daného cizopasníka** a nebo musely rychle **vzniknout po jeho průniku** do hostitele díky intenzivnímu přírodnímu výběru !

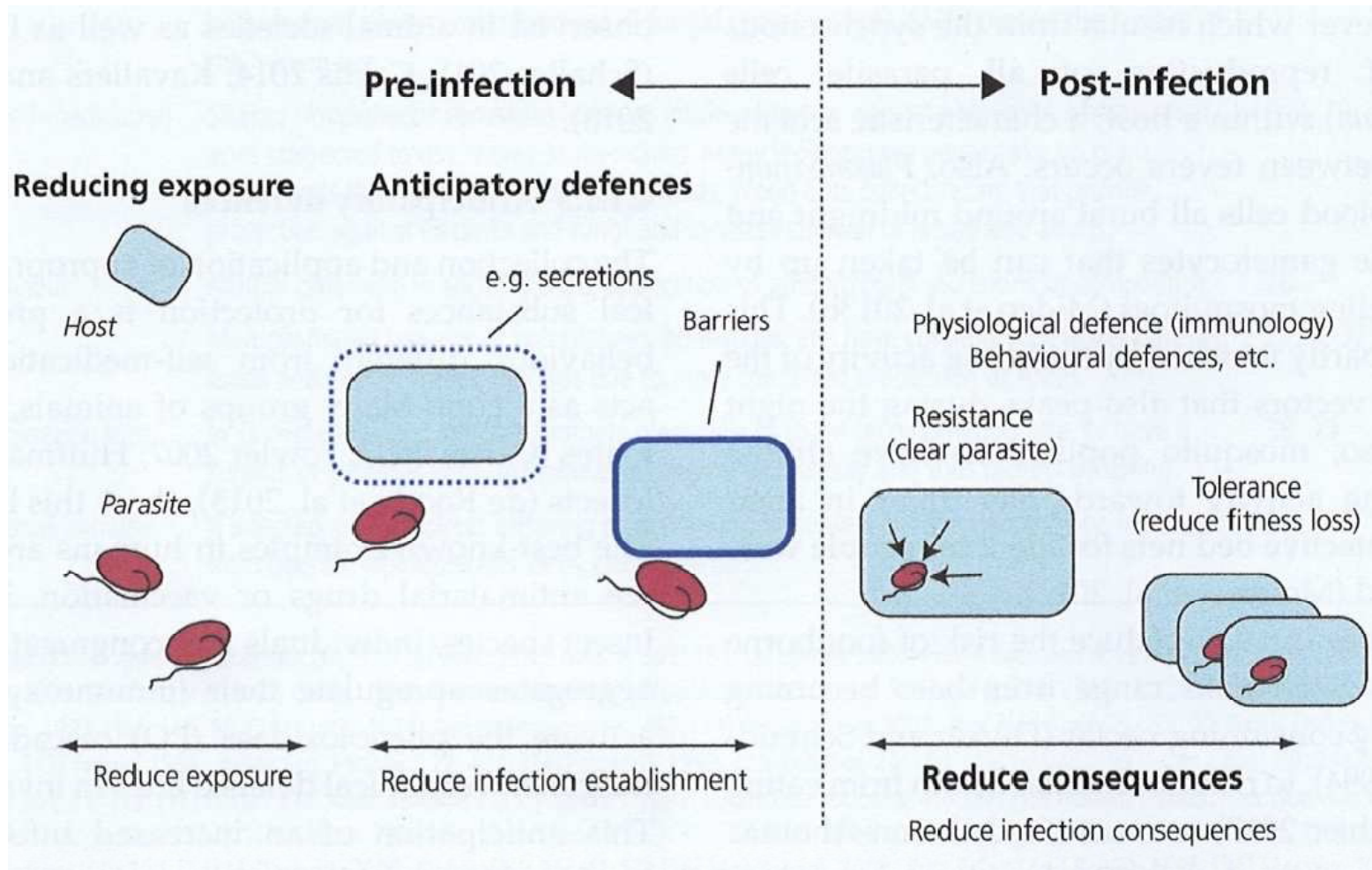
Co to jsou preadaptace ?

- Morfologické struktury **dovolující přichycení** ve střevě hostitele
- **Tuhá kutikula** odolávající útoku imunitního systému hostitele
- Schopnost **metabolismu** fungovat v prostředí s velice **nízkou koncentrací kyslíku**
- Další evoluce tedy musela jít cestou silných a **specializovaných přizpůsobení – adaptací** – k parazitismu v hostiteli
- Evoluce parazita (parazitismu) tedy **úzce souvisí** s evolucí hostitele – hovoříme o tzv. **ko-evoluci** !

Jak reaguje hostitel ?

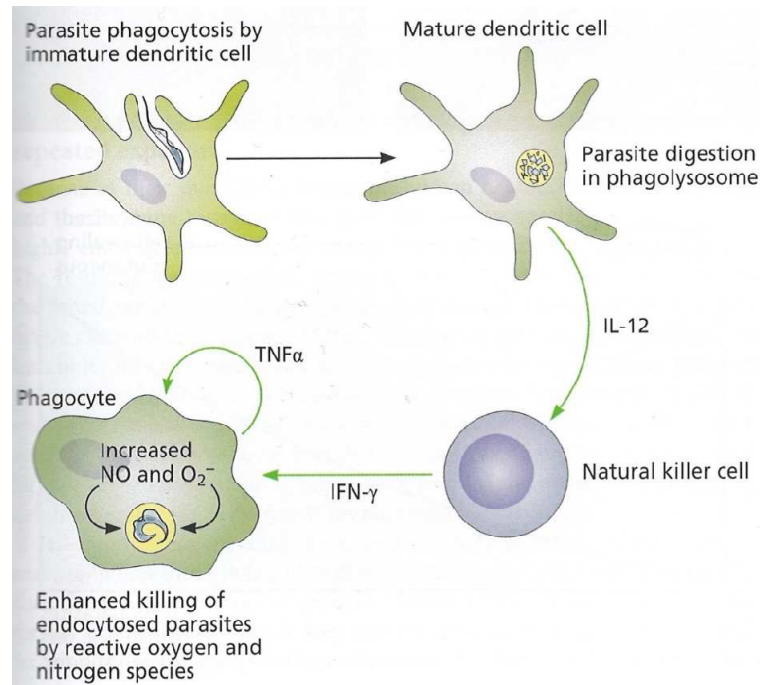
- Rozdílné zájmy (charakteristiky) parazita a hostitele vedou k **jejich koevoluci**, kde hostitel reaguje na přítomnost cizopasníka !
- Důsledkem bude **vývoj obraných mechanismů** na straně hostitele !
- **Parazit** se tedy nejen musí **přizpůsobovat organismu** z hlediska svého přizpůsobení tomuto prostředí (např. vlivům fyzikálním nebo fyziologickým), ale musí rovněž **rozvíjet svoje obranné mechanismy**.
- Paraziti tedy jsou pod **extrémním evolučním tlakem** !
- Typickým **rysem vzájemného působení** parazita a hostitele je tedy jejich **antagonismus** !

Obrana hostitele proti infekci

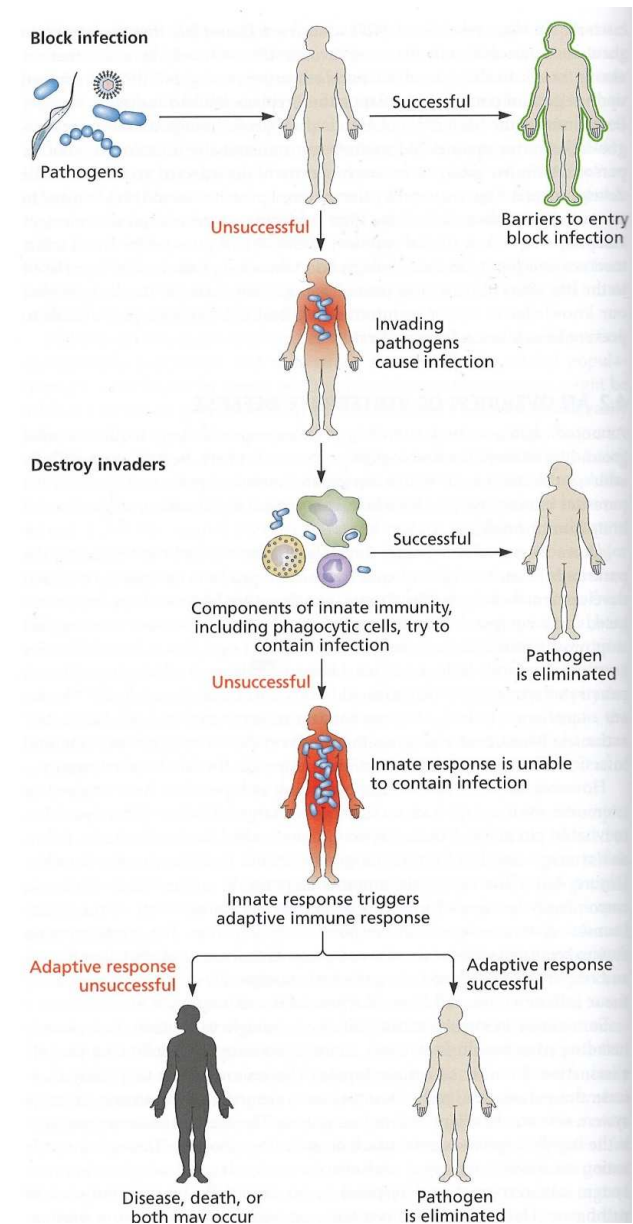


- Hostitelská obrana zahrnuje procesy, které minimalizují ztráty fitness v důsledku infekce.
- Začínají obvykle vyhýbáním se infekci a pokračují nastartováním mechanismů, které redukují negativní působení pokud se infekce stane nezvratitelnou.
- Z toho tedy plyne, že obrana není dána jen imunitou, ale zahrnuje širokou škálu změn v chování, life history a dokonce v morfologii.
- Obrana má svoje náklady, což se projevuje na různých stránkách fitness hostitele, například na reprodukci nebo aktivitách spojených s příjmem potravy.

Strategie imunitní ochrany



Aktivace fagocytární buňky přirozenou zabíjející buňkou.



Obranné mechanismy

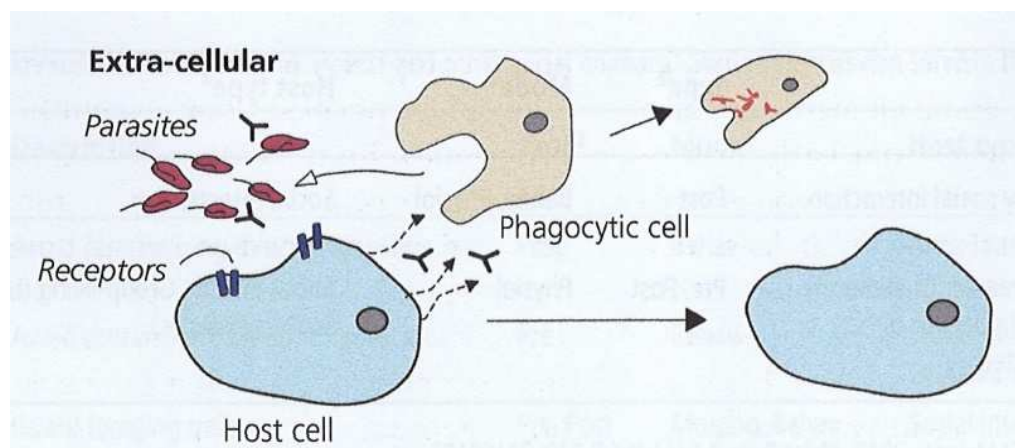
Preinfekční obrana

- Vyhýbání se nebezpečným místům (infikovaná hnízda))
- Migrace pryč od parazita
- Posun aktivit v čase
- Vyhýbání se nebezpečné potravě
- Vyhýbání se nebezpečné skupině organismů; připojení k malé, ale bezpečné skupině
- Odhánění parazitů, kamufláž
- Hygiena (defekace na izolovaných místech)
- Výběr zdravého partnera
- Odmítavá reakce imunitního systému
- Ochranné povrchy těla
- Profylaxe a self medikace
- Hygienické chování (aplikace antimikrob. sekretů)
- Polyandrie
- Transgenerační imunitní ochrana

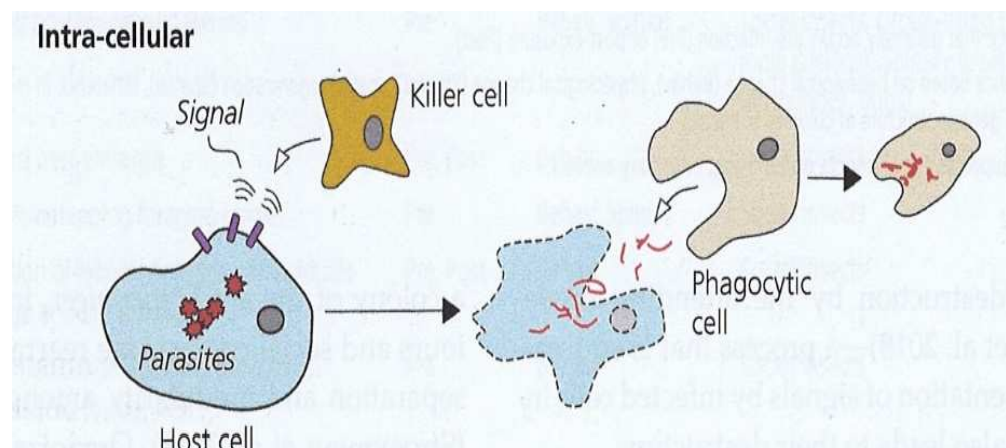
Postinfekční obrana

- Změna místa a aktivity
- Redukce příjmu potravy (anorexie)
- Self-medikace a kin-medikace
- Zvýšení tělesné teploty (vyhřívání se); preference nižších teplot
- Čištění doupat a hnízd, defekace na speciálních místech
- Změny v life-history, např. urychlení reprodukce
- „Adaptivní sebevražda-obětování se“ – hypotéza silně napadený jedinec se obětuje (isoluje)
- U endotermních živočichů zvýšení teploty
- Zmenšení příjmu potravy
- Genetická diverzifikace buněk

Dva základní typy parazitů a odpovídající reakce



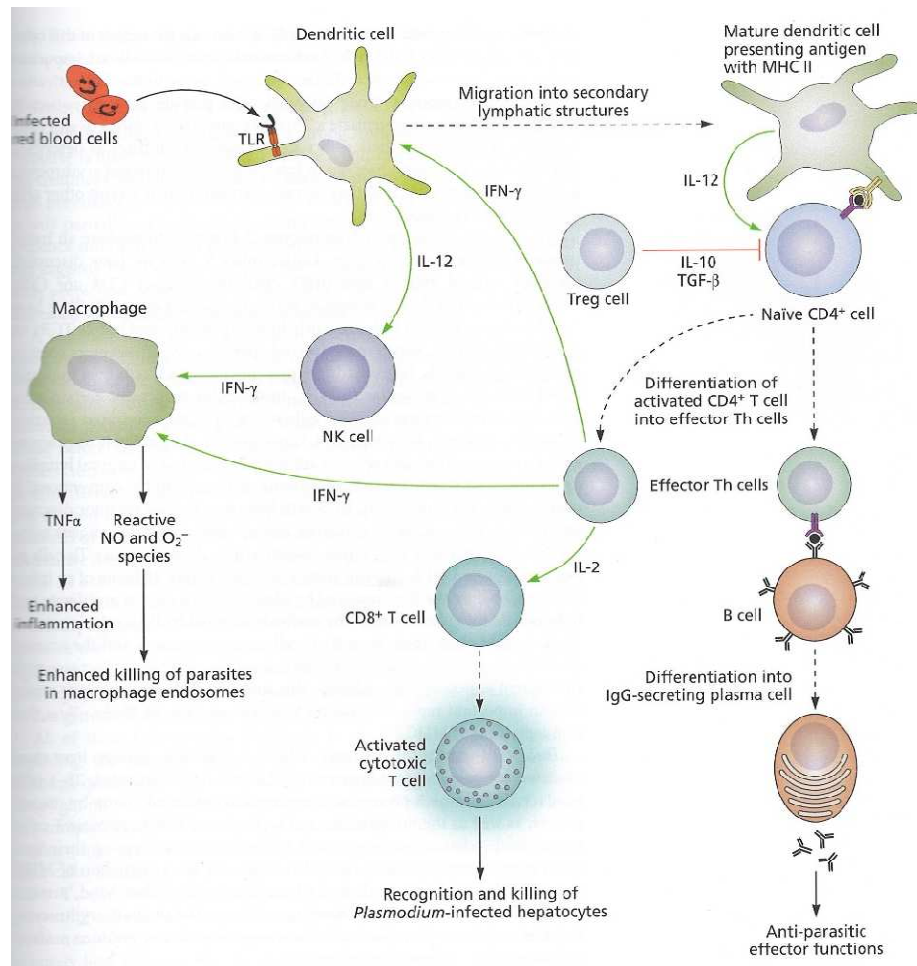
Extracelulární parazit je rozpoznán povrchovými receptory hostitelské buňky. B-buňky vyměšují protilátky (Y), které se váží na parazity. Případně jsou signálem aktivovány fagocyty, které parazita pohltní a tím zneškodní.



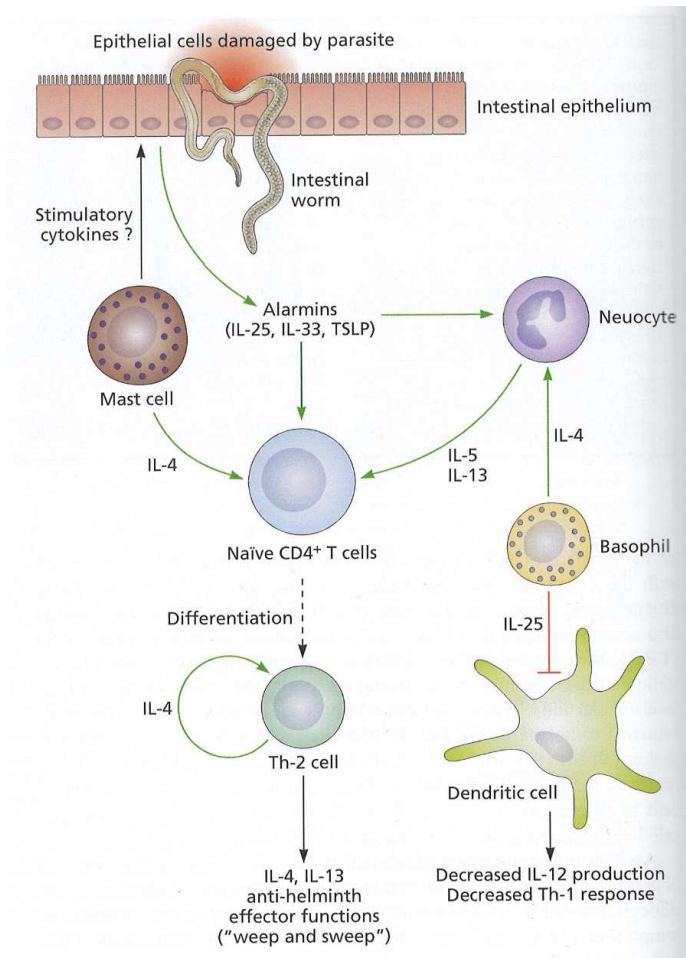
Intracelulární parazit je vnitřními procesy v buňce rozpoznán a signál tuto informaci přeneše na povrch buňky. To aktivuje tzv. „killer cells“ které zneškodní napadenou hostitelskou buňku a její nebezpečný obsah. Případně jsou aktivovány fagocyty, které na místě dočistí zbytky po napadené buňce. V obou případech byla zahrnuta jak látková tak buněčná imunita.

Imunitní reakce vůči eukaryotním parazitům

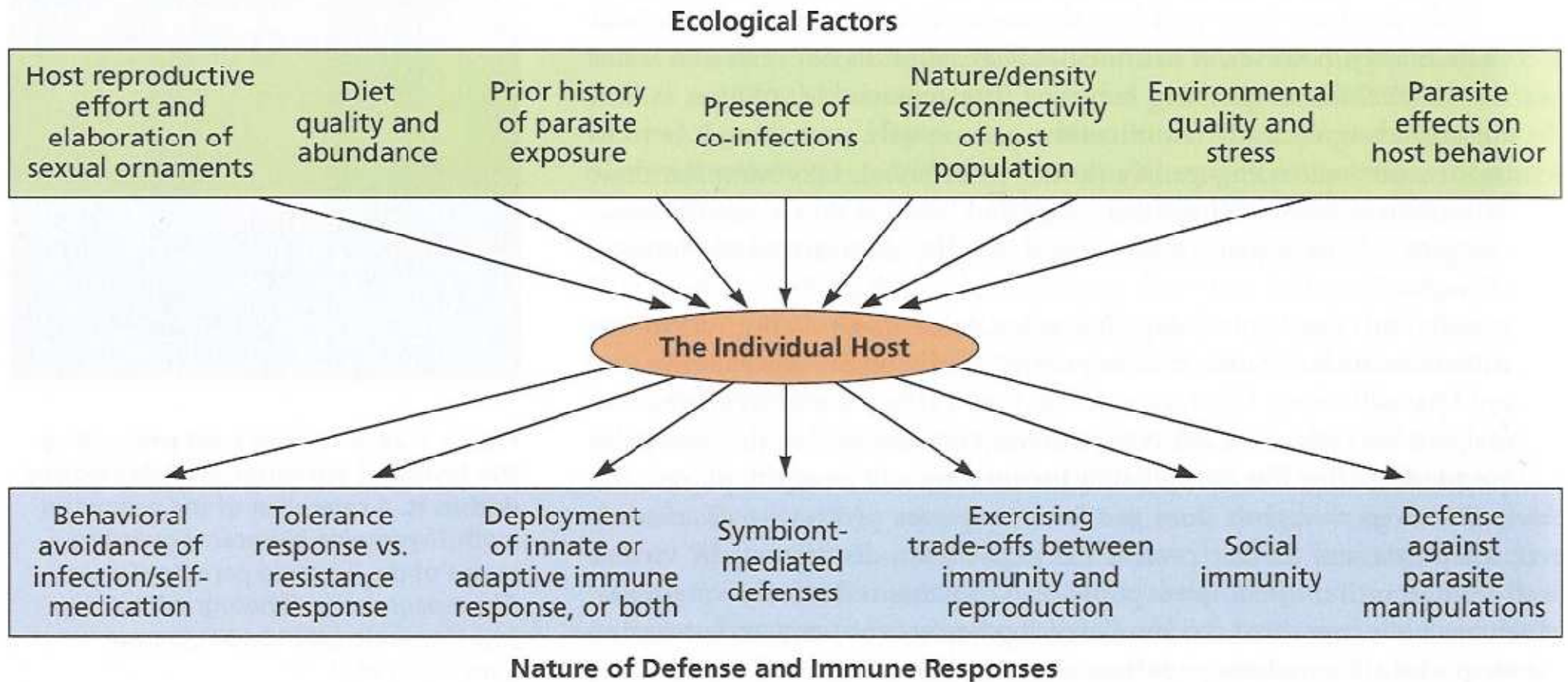
Imunitní reakce vůči malárii



Imunitní reakce vůči střevním helmintům



Koncept současné ekologické imunologie



Působení parazita na hostitele !

Paraziti snižují geneticky danou fitness hostitele nejčastěji těmito způsoby:

- Jsou mu **konkurenty o potravu**
- Působí jako **patogenní agens** – tj. poškozují jej

Patogenní působení má nejčastěji podobu:

- **Lézí** různých tkání a orgánů
- **Zánětů**
- **Toxického působení**
- **Mechanicky** – zajímají určitý prostor

Působení parazita na hostitele - patogenita

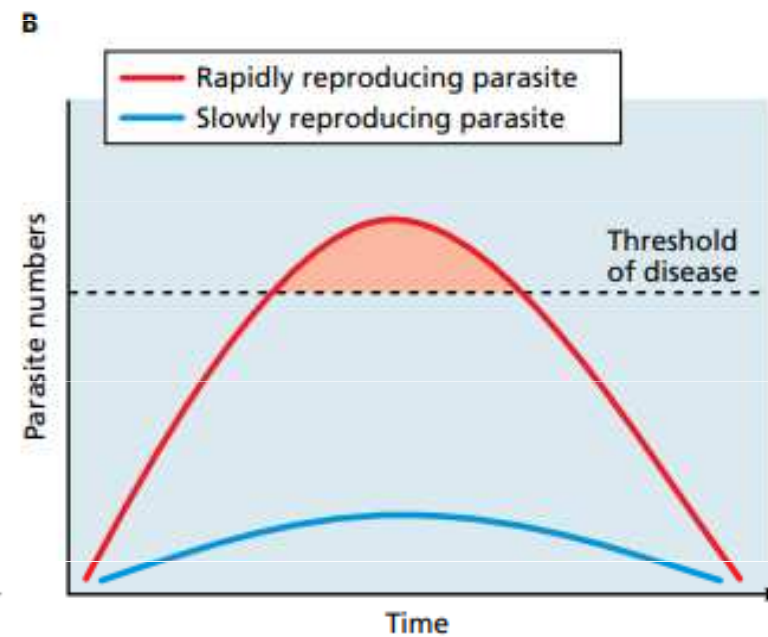
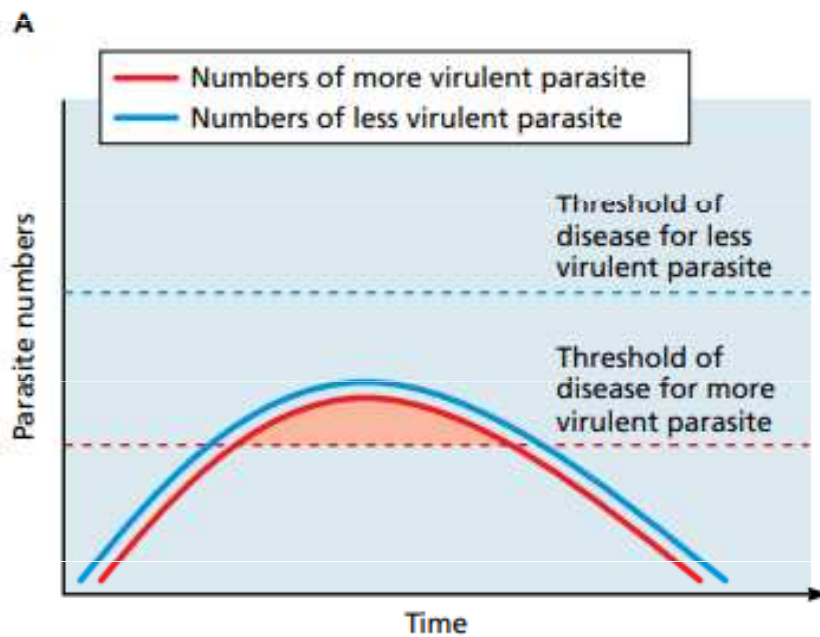
Ne každá parazitární infekce vede ke vzniku onemocnění hostitele !
Při lehké infekci, nebo při nízké virulenci parazita je infekce subklinická !

Když parazit napadne hostitele pravděpodobnost vzniku onemocnění závisí na těchto třech faktorech:

- Status obrany hostitele
- Počet přítomných parazitů (infekční dávka)
- Patogenicita těchto cizopasníků

Parazit může působit přímé poškození (trauma) hostitelských buněk, tkání a orgánů

Pravděpodobnost vzniku onemocnění



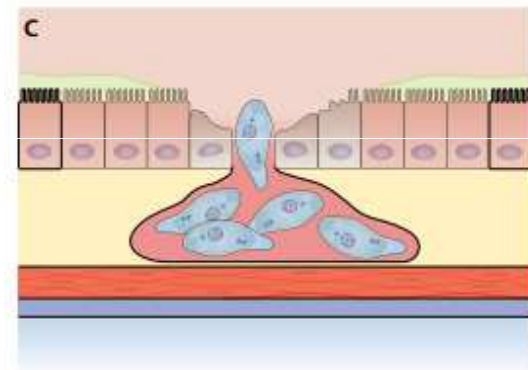
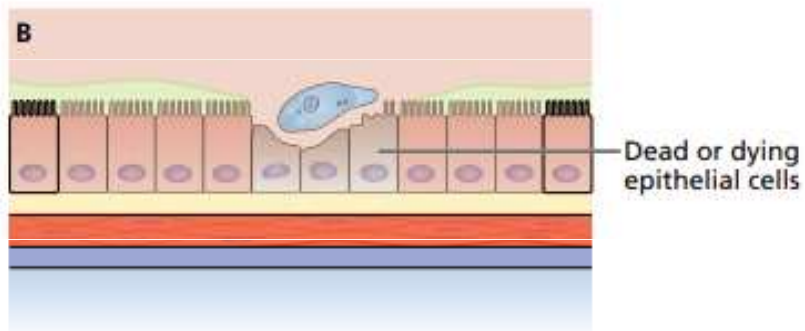
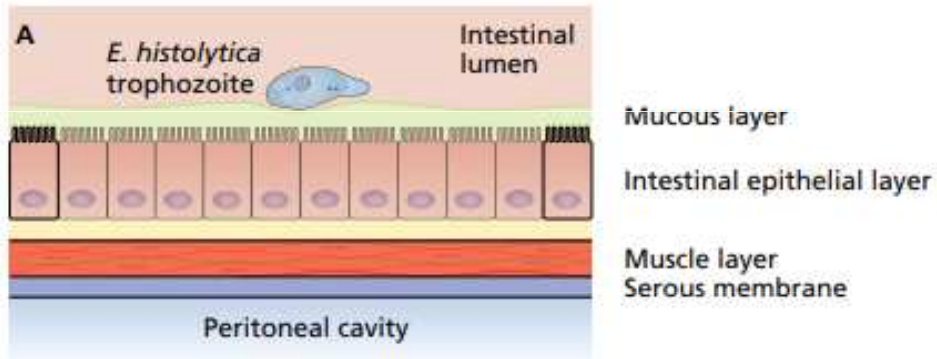
Rozlišujeme několik typů patologie

- Parazit vyvolává trauma na úrovni buněk, tkání a orgánů
- Změny na úrovni buněčného růstu
- Interference s přijímáním potřeby hostitelem
- Uvolňování toxinů parazitem
- Imunitní reakce hostitele vůči infekci

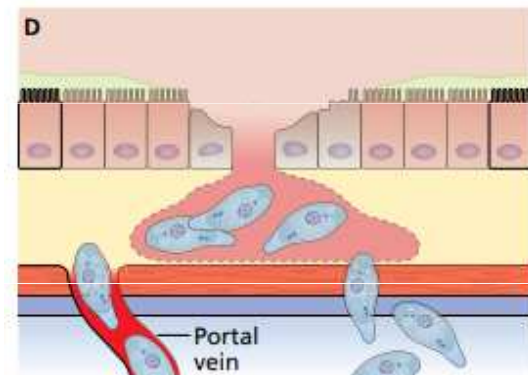


Hydatidové cysty v játrech ovce (bílé oblasti). Cysty rostou a poškozují jaterní tkáň, což ovlivňuje činnost tohoto orgánu.

Invazivnost *Entamoeba histolytica*



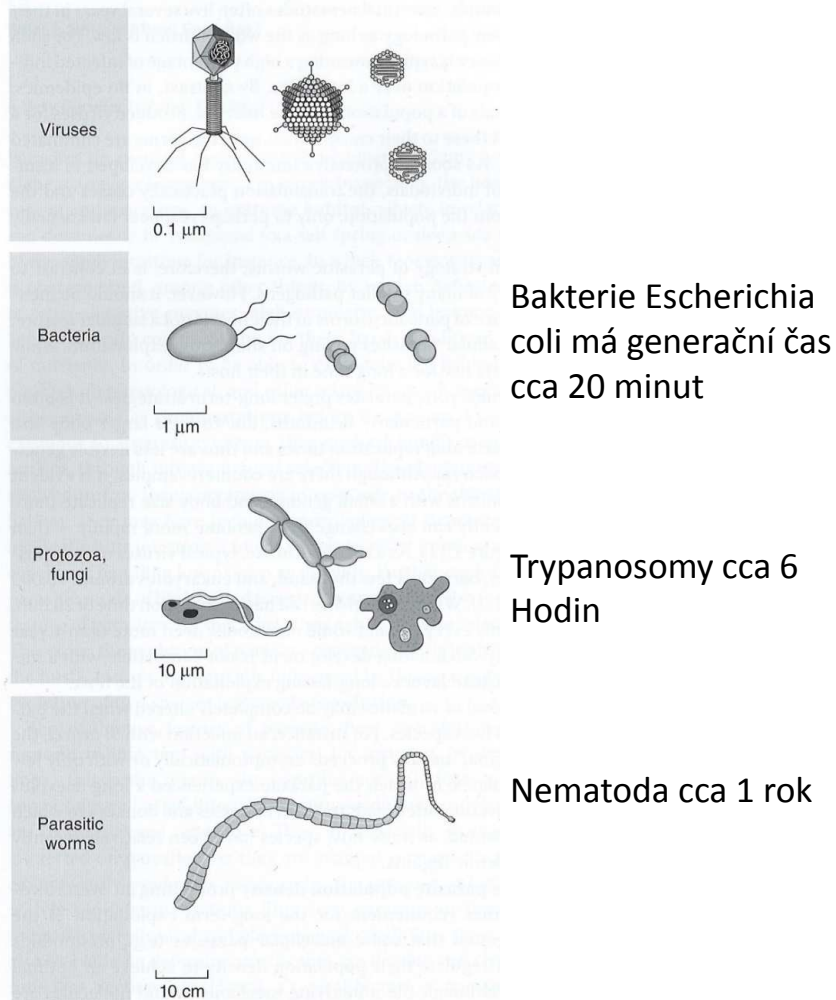
Formation of flask-shaped lesion as trophozoites cross damaged epithelium and enter submucosa



Časové aspekty vzájemného působení

- **Viry a bakterie** atakující organismus působí obvykle relativně **krátkodobě/dočasně**
- **Paraziti**, především eukaryotičtí, působí naopak **dlouhodobě** tím, že perzistují v tělech hostitelů po velmi dlouhou dobu (až desítky let)
- Pro tyto parazity je rovněž typická **vysoká prevalence** výskytu, tedy je napadeno vysoké procento hostitelů
- Např. při epidemii chřipky vnímaví a napadení jedinci produkují virus, předají do dalším jedincům a stávají se posléze imunní. Jak se vyvíjí imunita tak infekce slábne až zaniká (**hit-and-run strategie**)

Proč typičtí paraziti preferují dlouhodobé působení/interakce ?



- Příčina spočívá v generační čase patogenu.
- Čím menší velikost, tím menší velikost genomu a tím je generační čas kratší.
- Organismy s komplexnějším genomem potřebují ke své replikaci delší generační čas.

Velikost genomu a počet proteinů kódujících geny u některých virů, bakterií a eukaryot

Organism	Number of protein coding genes	Genome size
<i>Hantavirus</i>	3	12.2 kb
<i>Herpes simplex</i>	74	152 kb
<i>Smallpox</i>	187	186 kb
<i>Escherichia coli (K12)</i>	4 377	4.6 Mb
<i>Bacillus subtilis</i>	4 221	4.2 Mb
<i>Helicobacter pylori</i>	1 589	1.6 Mb
<i>Encephalitozoon cuniculi</i>	1 997	2.9 Mb
<i>Giardia lamblia</i>	5 012	11.7 Mb
<i>Entamoeba histolytica</i>	9 938	24 Mb
<i>Trypanosoma brucei</i>	9 068	36 Mb
<i>Leishmania major</i>	8 311	32.8 Mb
<i>Cryptosporidium parvum</i>	3 807	9.1 Mb
<i>Plasmodium falciparum</i>	5 268	22.8 Mb
<i>Babesia bovis</i>	3 671	8.2 Mb
<i>Theileria parva</i>	4 035	8.3 Mb
<i>Schistosoma mansoni</i>	>11 809	363 Mb
<i>Caenorhabditis elegans</i>	21 733	100 Mb
<i>Haemonchus contortus</i>	23 610	320 Mb
<i>Brugia malayi</i>	~11 500	90 Mb
<i>Anopheles gambiae</i>	13 683	278 Mb
<i>Mus musculus</i>	24 174	2.8 Gb
<i>Homo sapiens</i>	~24 000	3.3 Gb

Udaje o délce života různých druhů helmintů

	Developmental stage	Prepatent period	Lifespan in man (extreme values)	
Nematodes				
<i>Trichuris trichiura</i>	Egg	60–90 days	Several years	
<i>Enterobius vermicularis</i>	Egg	37–101 days	ca. 100 days	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Egg	50–80 days	1–1.5 years	
<i>Ancylostoma duodenale</i>	Egg	35–42 days	5–12 years	
<i>Necator americanus</i>	Egg	35–42 days	5–8 years	
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Larva	17–28 days	20 years	
<i>Trichostrongylus orientalis</i>	Egg	25–30 days		
<i>Wuchereria bancrofti</i>	} Microfilariae	Blood	ca. 1 year	
<i>Brugia malayi</i>		Blood	50–60 days	
<i>B. timori</i>		Blood	90 days	
<i>Loa loa</i>		Blood	ca. 1 year	
<i>Onchocerca volvulus</i>		Skin	12–15 months	
<i>Mansonella ozzardi</i>		Blood	?	
<i>Dipetalonema perstans</i>		Blood	8–12 months	
<i>D. streptocerca</i>		Skin	3–4 months?	
Cestodes				
<i>Taenia saginata</i>		Proglottid	77–84 days	up to 20 years
<i>Taenia solium</i>	Proglottid	35–74 days	up to 25 years	
<i>Hymenolepis nana</i>	Egg	14–28 days	2 weeks to months	
<i>Diphyllobothrium latum</i>	Egg	18–21 days	15–20 years	
<i>Dipylidium caninum</i>	Proglottid	20 days		
Trematodes				
<i>Fasciolopsis buski</i>	Egg	ca. 30–90 days	6 months	
<i>Echinostoma ilocanum</i>	Egg			
<i>Metagonimus yokogawai</i>	Egg	10–14 days	2 years	
<i>Heterophyes heterophyes</i>	Egg	7–8 days	2–4 months (?)	
<i>Schistosoma mansoni</i>	Egg (lateral spine)	49 days	up to 30 years	
<i>Schistosoma intercalatum</i>	Egg (terminal spine)	50–55 days	up to 25 years	
<i>Schistosoma japonicum</i>	Egg Small lateral	20–26 days		
<i>Schistosoma mekongi</i>	Egg knob	35 days		

Jaká je normální míra virulence ?

- **Virulence souvisí s mírou koevoluce** patogena/parazita a jeho hostitele.
- V případě kontaktu s novým hostitelem **infekce často vede k úhynu** napadených zvířat, přesto, že za normálních okolností probíhá téměř asymptomaticky (Trypanosoma cruzi původce Nagany)

Regulace hustoty populace parazita

- Existují samovolné **mechanismy regulace**, které jsou důsledkem dlouhodobé interakce eukaryotního parazita s hostitelem.
- Tuto regulaci mají také někteří protozoární paraziti, např. malarická plasmodia a trypanosomy – samo regulace vedoucí k **optimálnímu využití hostitele**.
- U tasemnic je znám tzv. **crowding effect** – střevo omezený prostor, vliv na počet, velikost a plodnost.
- **Preimunice** (concomitant immunity) – chrání parazity před přemnožením v hostiteli a tedy tlumí jejich vnitrodruhovou kompetici.

Hostitel má za cíl se zbavit parazita

- Hostitelé si vyvinuli **komplexní obranný mechanismus** např. vrozenou imunitní reakci nebo adaptivní imunitní reakci.
- **Malé množství** cizopasníků obvykle **nesnižuje fitness** hostitele.
- Naproti tomu **paraziti jsou zcela závislí** na svém hostiteli a musí být schopni reagovat na jeho imunitní systém.
- Nastavuje se proto tzv. **asymetrický „arm race“**, který je obvykle nastaven ve prospěch parazita.
- **Komplexnost** a speciálnost adaptací parazita na svého hostitelem **brání jeho zpětnému přechodu** k volně žijícímu způsobu života. **Parazit je tak zcela odkázán** na svého hostitele a sdílí s ním vše dobré i zlé.

Nastavení rovnováhy mezi parazitem a hostitelem

- **Dlouho trvající infekce** vyžadují **dokonalý balanc** mezi využíváním hostitele ze strany cizopasníka na jedné straně a růstem a rozmnožováním parazita v hostiteli na straně druhé.
- **Příliš agresivní/virulentní/patogenní** paraziti své hostitele rychle **zabíjejí a nemají** tak možnost je využívat delší dobu.
- **Evoluce virulence** tak směřuje k nastavení určité **rovnováhy mezi patogenitou parazita a rezistencí hostitele** s tím, že přírodní výběr selektuje kombinace s největším průměrnou mírou přenosu parazita.

Hlavní zdroje infekce helminty

Source of infection	Species of parasite
Oral infection	
1. Drinking water Ingestion of cyclops and larvae	<i>Dracunculus</i> <i>Sparganum</i>
Salad and vegetables contaminated by human faeces Lettuce, radish, all kinds of fruit Cress Water nuts	<i>Ascaris, Trichuris</i> <i>Cysticercus cellulosae</i> <i>Fasciola</i> <i>Fasciolopsis</i>
2. Uncooked food	
Meat Pork Cattle	<i>Taenia solium, Trichinella spiralis</i> <i>Taenia saginata</i>
Fish Several species Crabs and crayfish	<i>Diphyllobothrium latum</i> <i>Opisthorchis</i> <i>Paragonimus</i>
3. Dirt	
Earth Anus–finger–mouth	<i>Ascaris, Trichuris, Cysticercus cellulosae, Echinococcus</i> <i>Enterobius, Hymenolepis nana</i> <i>Cysticercus cellulosae</i>
House dust Contact with dogs	<i>Enterobius</i> <i>Echinococcus</i>
Percutaneous infection	
1. Soil	<i>Ancylostoma, Necator Strongyloides</i>
2. Water	<i>Schistosoma</i>
3. Insect bite	Various species causing Cercaria dermatitis Species of Filaria

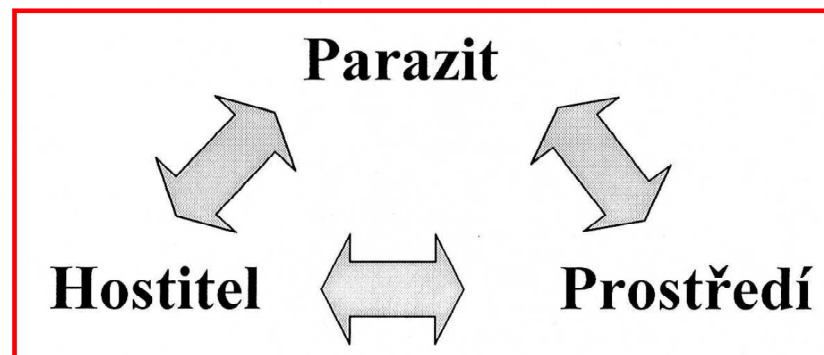
Parazitismus jako ekologický pojem

- ▶ Reciproká interakce, výhoda pro parazita, poškození pro hostitele
- ▶ Velmi rozšířený biologický fenomén, vysoká diverzita cizopasníků, vysoká diverzita ekologických nik → velmi úspěšná životní strategie



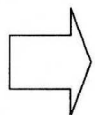
Parazit-Hostitel-Prostředí

- Jak můžeme parazity ještě členit ?
- Jak chápeme jejich vztahy k hostiteli ?
- Jaký je vztah parazitů k prostředí ?
- Jak rozumíme systému: Parazit-Hostitel-Prostředí ?



Vzájemné působení:

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



Ekologická podstata parazitologie

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

Klasifikace parazitů

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

Podle hostitelů

Zooparaziti – paraziti živočichů a člověka

Fytoparaziti – paraziti rostlin

Podle lokalizace

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

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

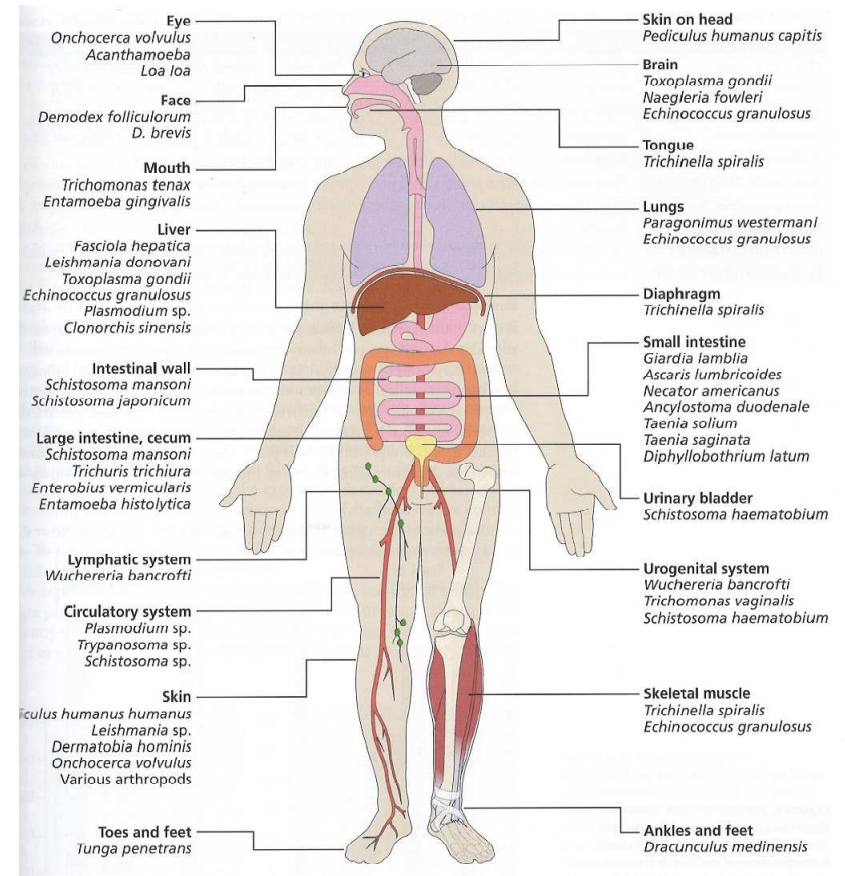
EKTO-ENDOPARAZITÉ



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 způsobu výživy

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

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

Specifičnost cizopasníka

Podle typu životního cyklu

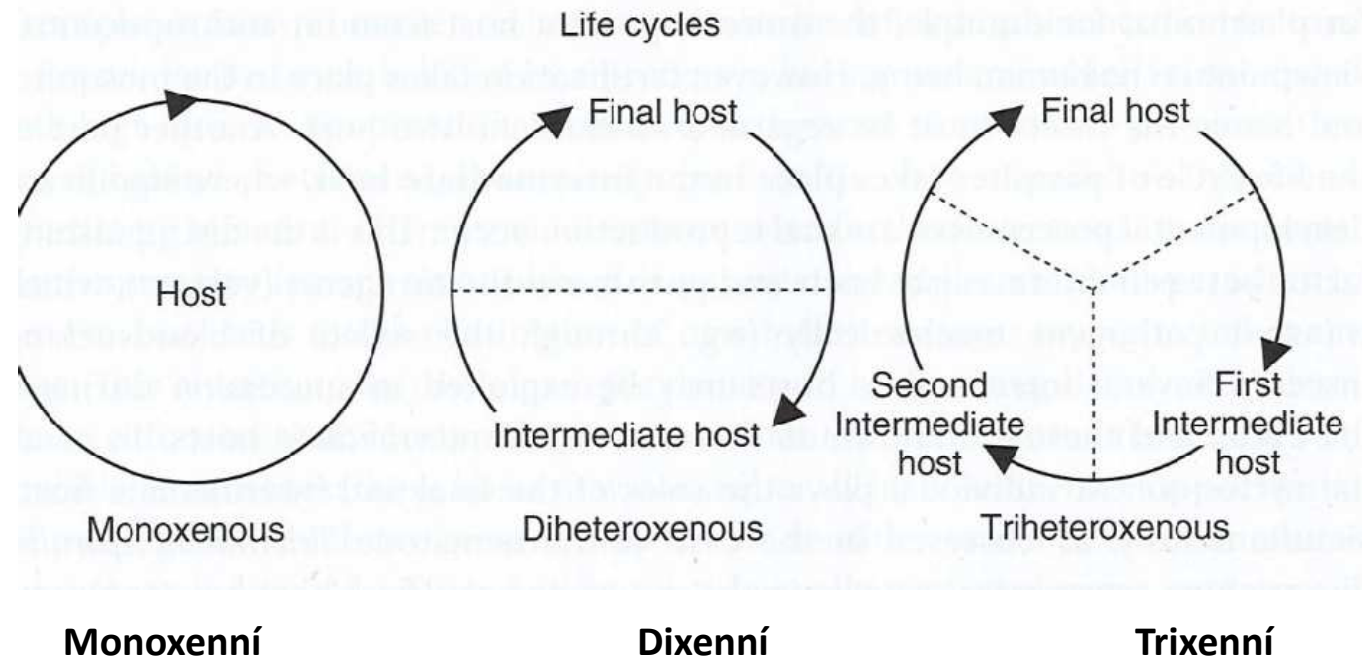
Monoxenní – (*Eimeria tenella*, *Enterobius vermicularis*)

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

Dixenní

Trixenní

Tetraxenní

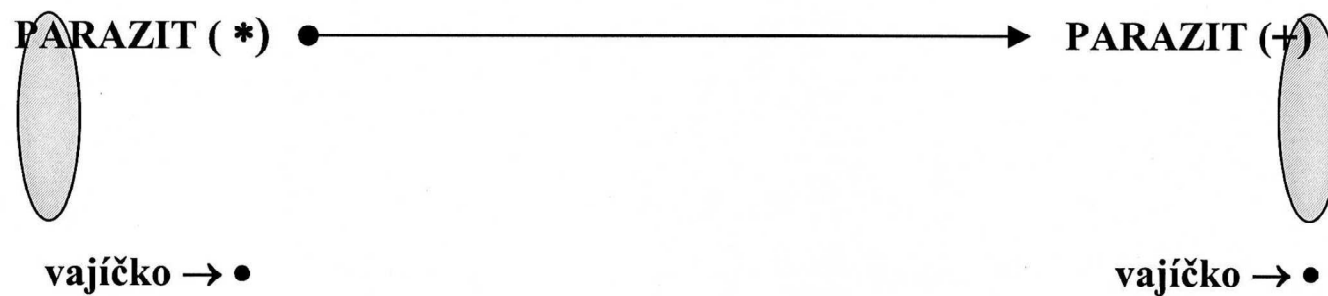


Životní cyklus parazita

Pojem cyklus v parazitologii: životní cyklus
vývojový cyklus
pohlavní cyklus

sezónní cyklus

Co to je životní cyklus parazita ?



ŽIVOTNÍ CYKLUS PARAZITA

Vajíčko ⇒ Invazní larva ⇒ Juvenilní jedinec ⇒ Pohlavně zralý jedinec

VÝVOJOVÝ CYKLUS

POHLAVNÍ CYKLUS



Ž I V O T N Í C Y K L U S P A R A Z I T A



DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:

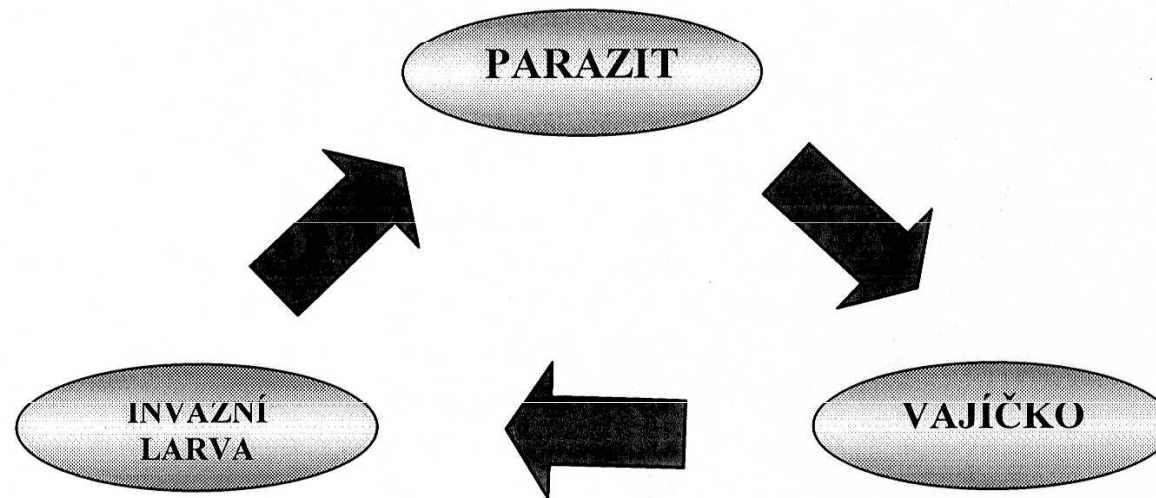
„Životní cyklus zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stádií dceřinných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.“

Typy životních cyklů parazitů:

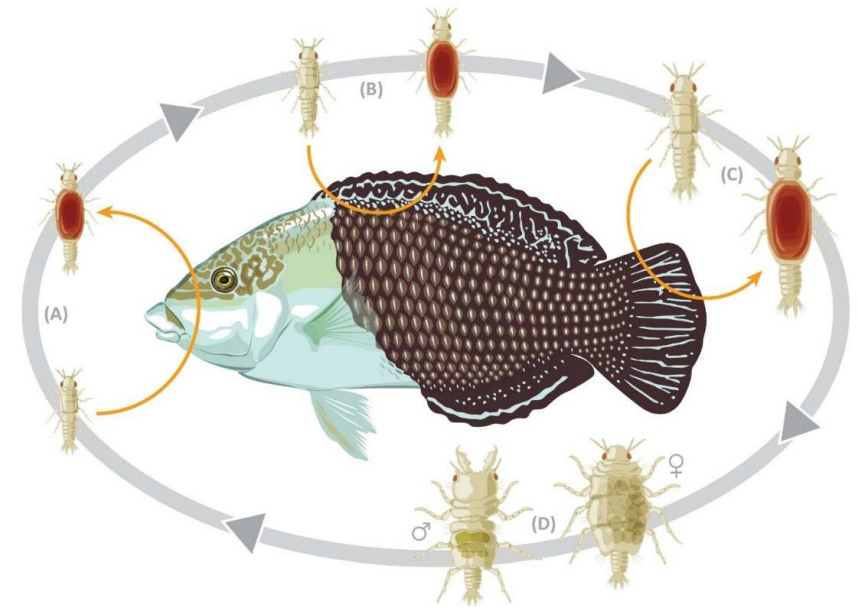
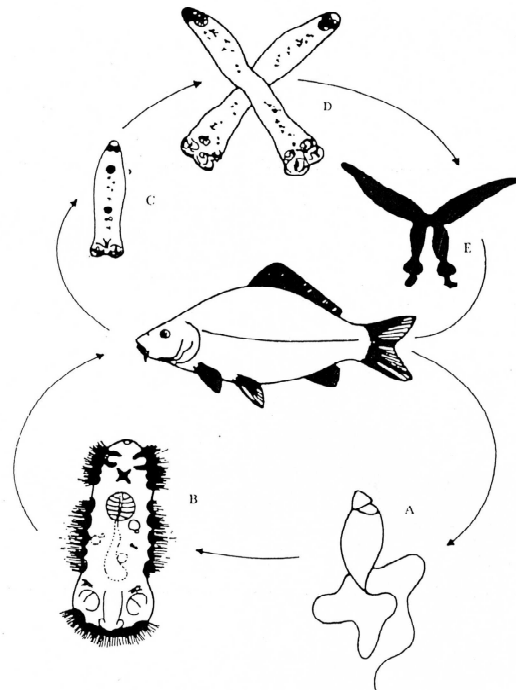
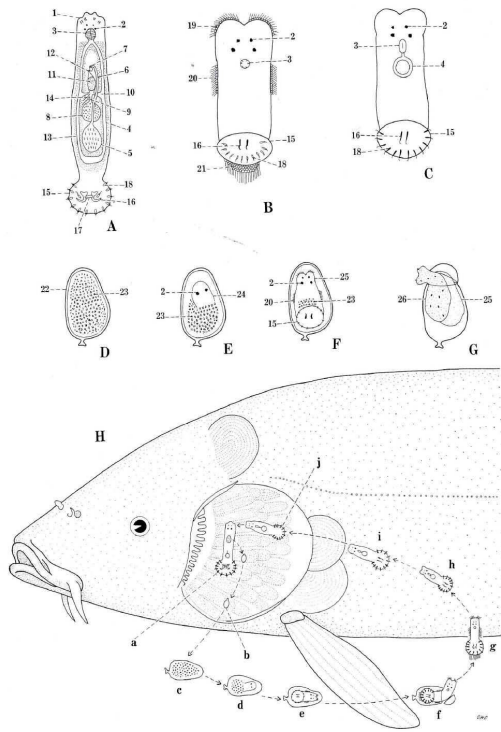
1) přímý (geohelmini)

2) nepřímý (biohelmini)

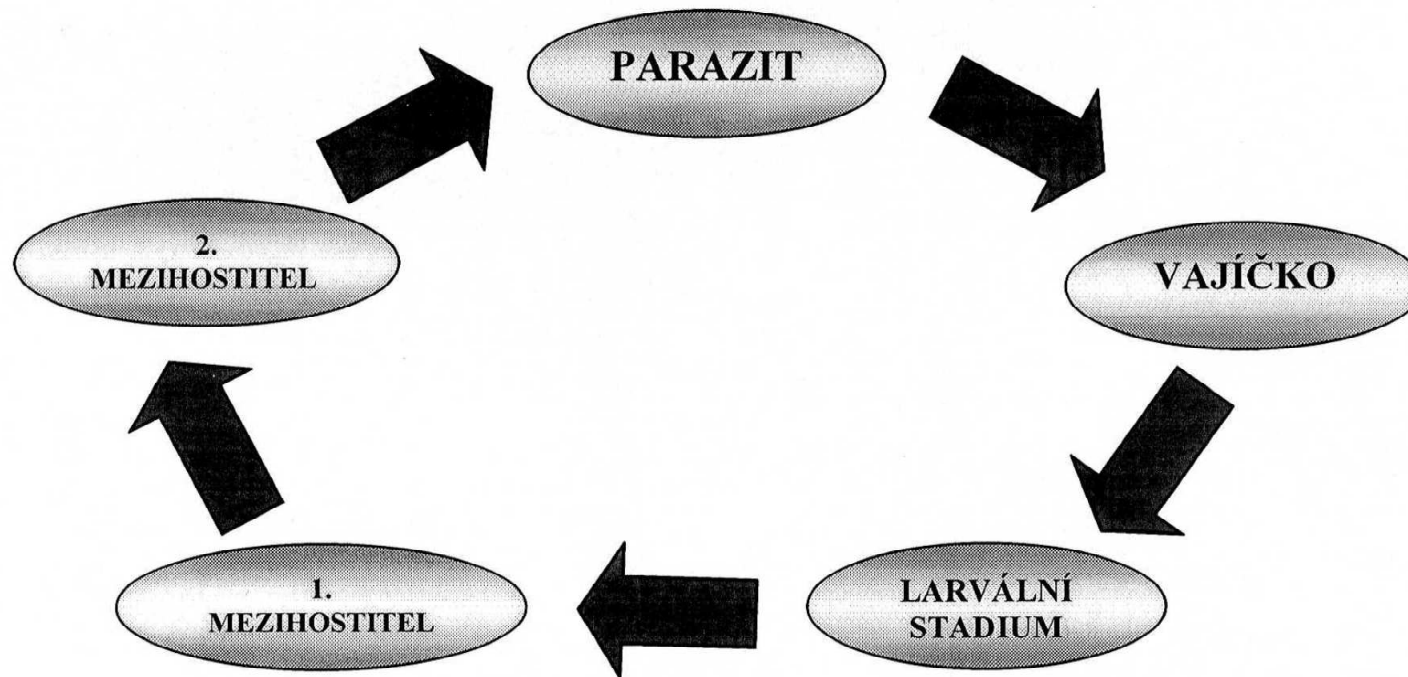
PŘÍMÝ VÝVOJ



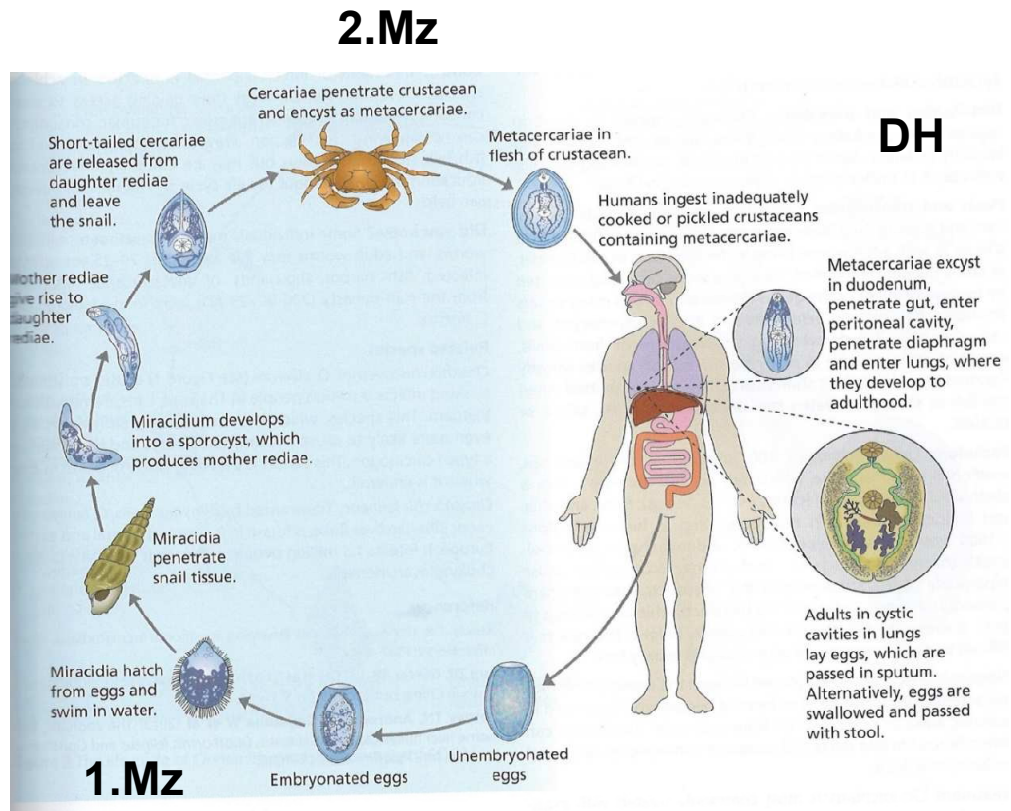
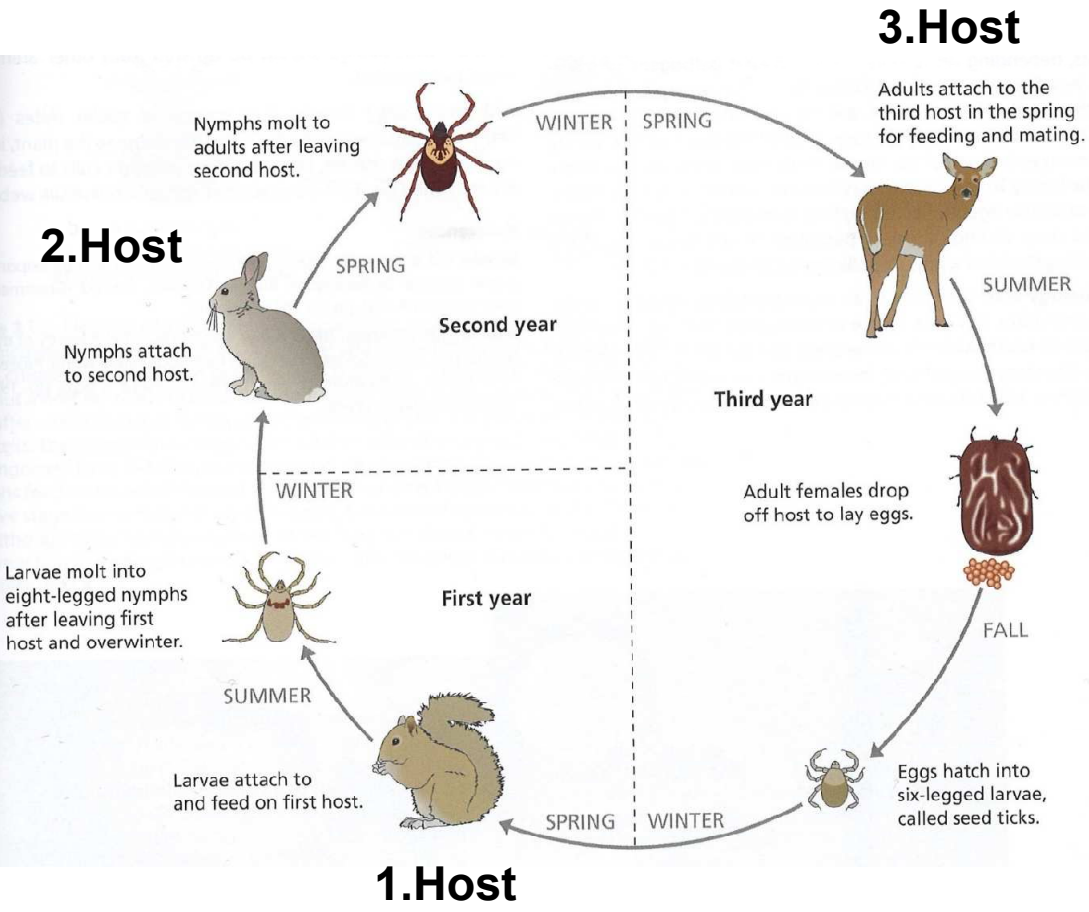
Životní cyklus přímý

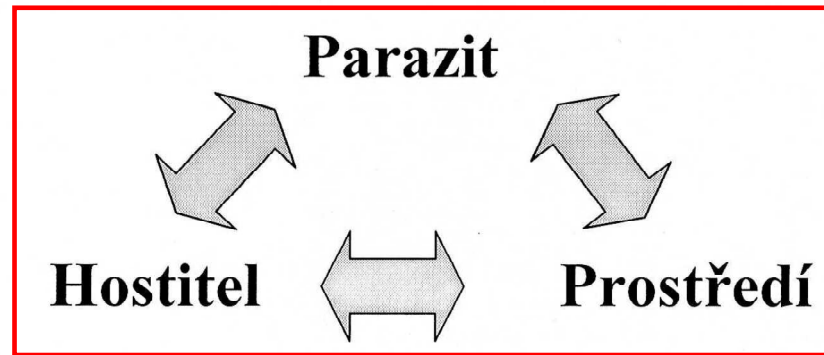


NEPŘÍMÝ VÝVOJ



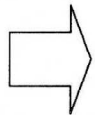
Životní cyklus nepřímý





Vzájemné působení:

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



Ekologická podstata parazitologie

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

Klasifikace hostitelů

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

Příklady vektorů



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



Butterfly vampire



Gadfly

HOSTITEL

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

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

Typy hostitelů:

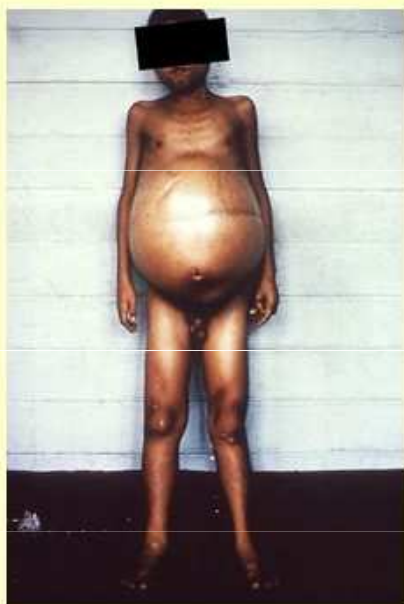
1. Definitivní
2. Mezihostitel
3. Paratenický
4. Rezervoárový
5. Náhodný
6. Vektor

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

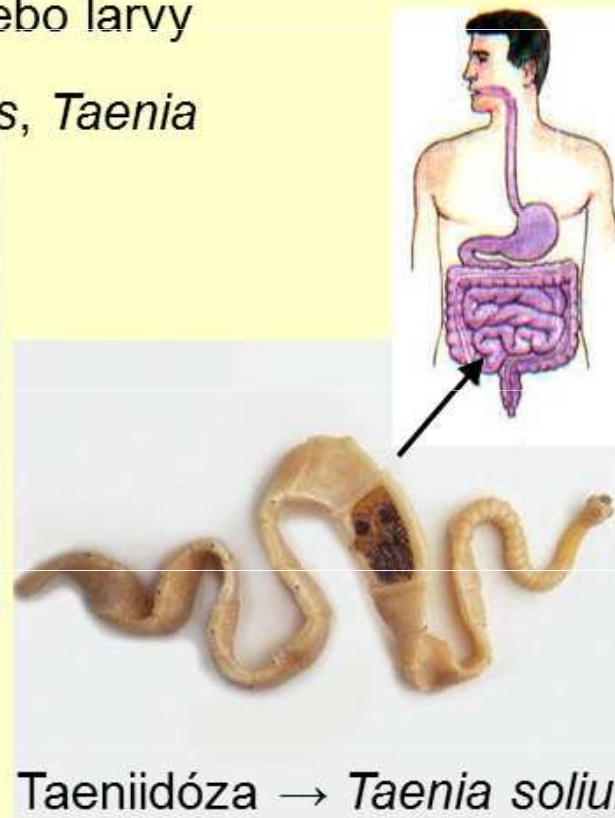
Pr. Člověk jako DH: *Schistosoma*, *Ascaris*, *Taenia*



Schistosomóza → *Schistosoma mansoni*



Ascarióza →
Ascaris lumbricoides



Taeniidóza → *Taenia solium*

Typy hostitelů

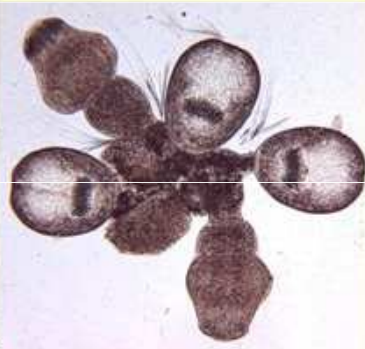
– dle úlohy, kterou z hlediska ŽC daného cizopasníka hrají:

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

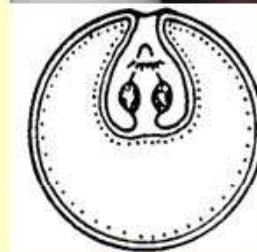
● Př. Člověk jako MH: *Echinococcus*, *Taenia*



Echinokokóza, hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



hydatida



cysticercus

Cysticerkóza
(*Taenia solium*)

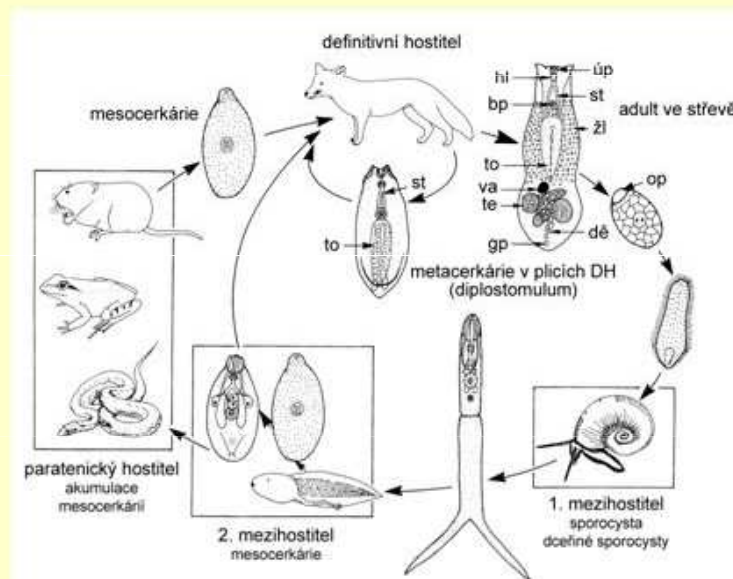
Typy hostitelů

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

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

Př. Motolice č. Strigeidae

Alaria canis

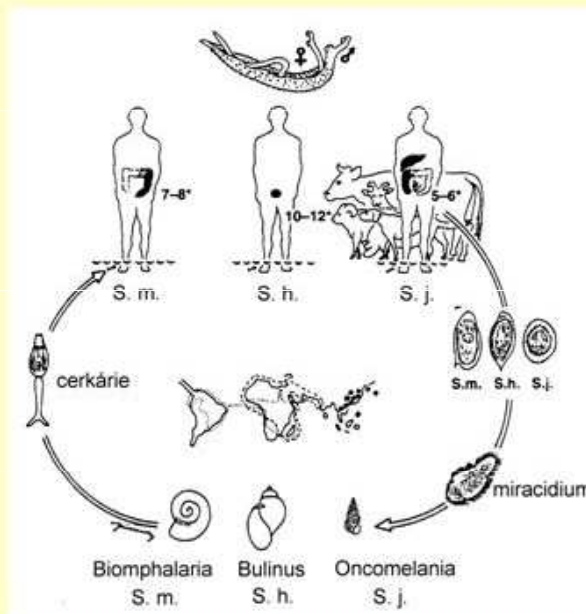


Typy hostitelů

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

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

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



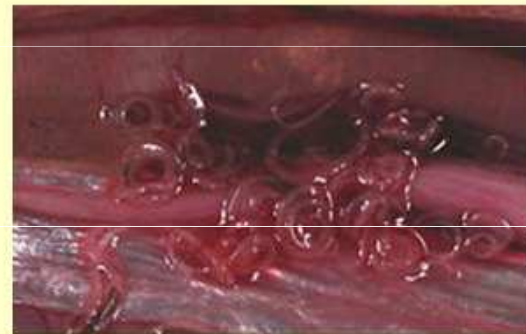
Trichinella spiralis ve svalovině (!DH = MH)

Typy hostitelů

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

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

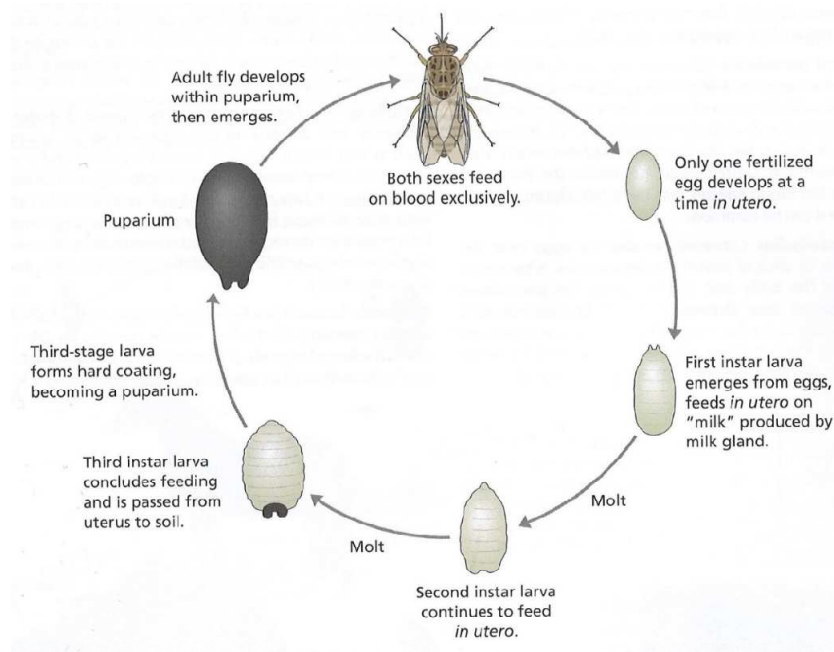
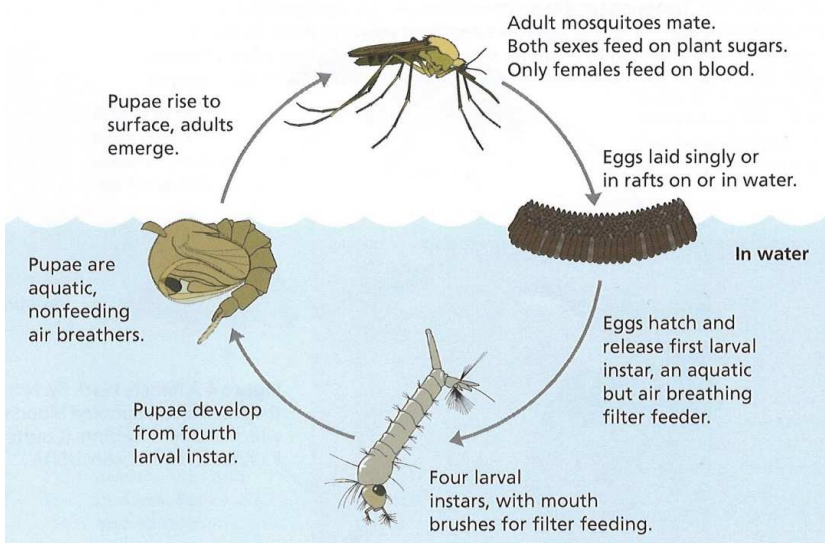
Př. „*larva migrans*“ škrkavek rodu *Toxocara* nebo čeled' Anisakidae

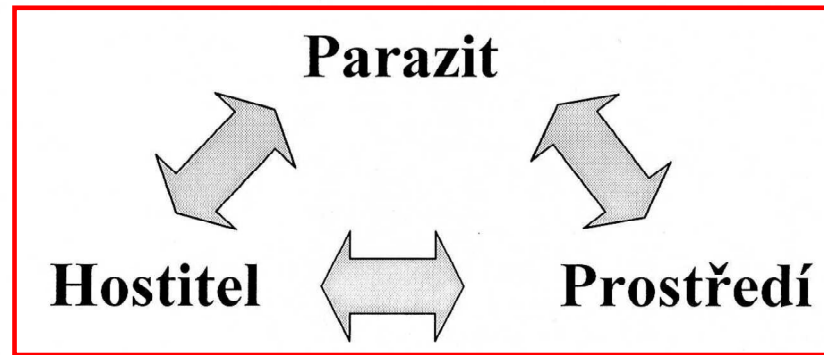


Typy hostitelů

- dle úlohy, kterou z hlediska ŽC hrají

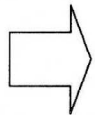
- 6. vektor – přenašeč – hostitel sloužící k přenosu/k šíření
- V této roli může být hostitel definitivní (komár *Anopheles* přenášejíci malarické *Plasmodium*) i mezhospitel (bodalka *Glossina* přenášejíci spavou nemoc)





Vzájemné působení:

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



Ekologická podstata parazitologie

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

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:

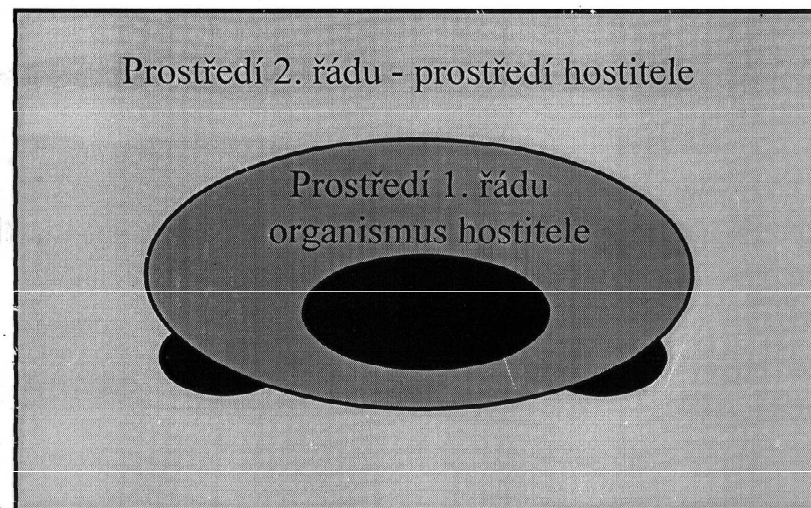
1. Prostředí 1. řádu – organismus hostitele
2. Prostředí 2. řádu – vnější prostředí hostitele

Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

Organismus hostitele

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



Prostředí hostitele

**teplota
světlo
pH
salinita
stanoviště
proudění
znečištění**

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

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Faktory prostředí 1. řádu

- **druhov \acute{a} 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.

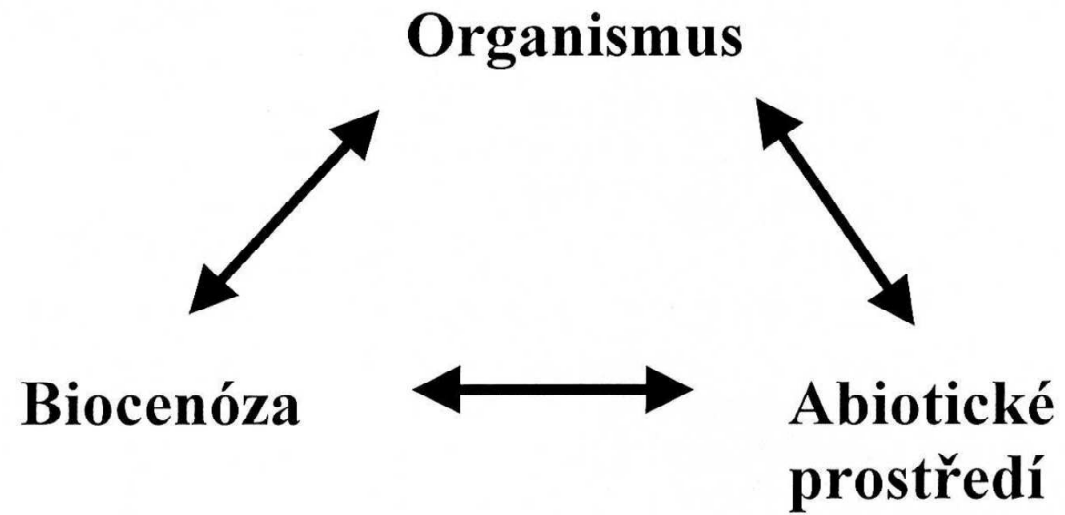
Fyzikálně chemické charakteristiky zažívacího traktu:

- **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)

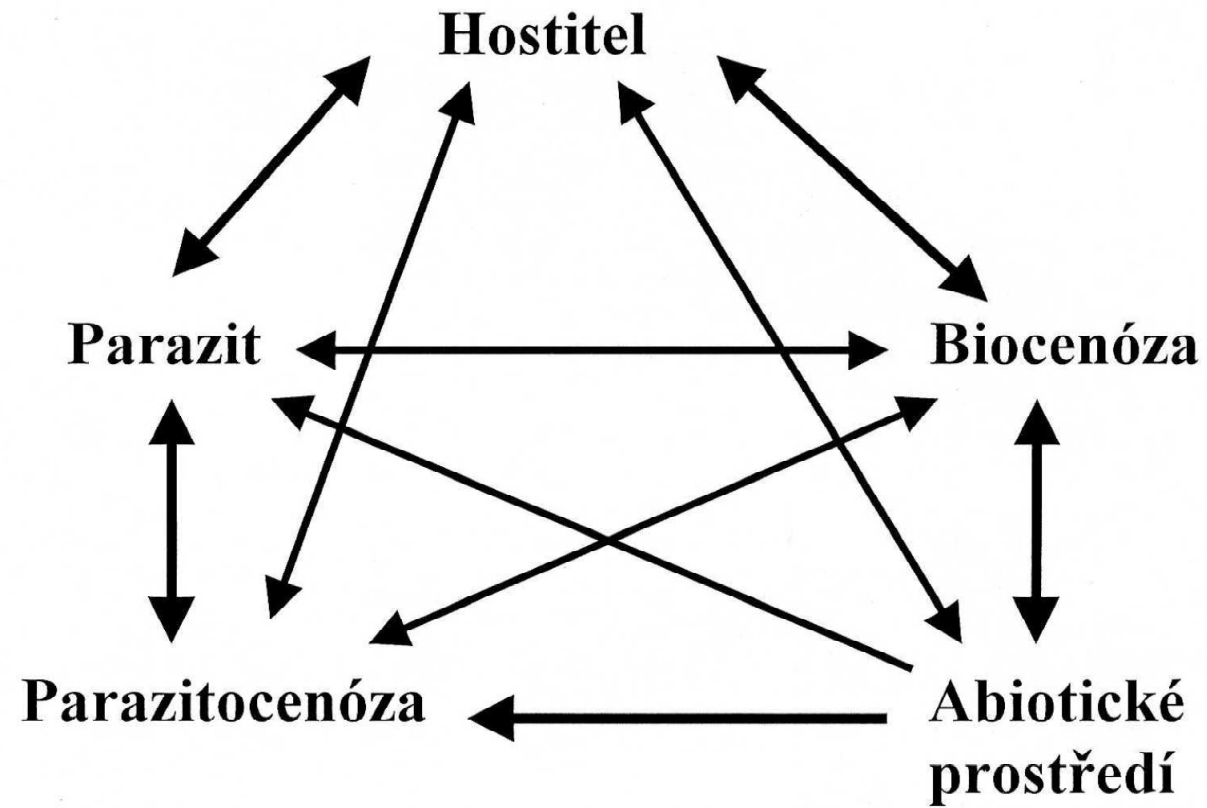
KREV: relativně chudé prostředí na živiny, hematofágové
(schistosomy)

TKÁNĚ: svalovina (*Sarcocystis, Trichinella*)
játra: (*kokcidie*)
cerebrospinální mok: složení podobné krevní plasmě

Ekologie:



Parazitologie:



Děkuji za pozornost 😊 !



Děkuji za pozornost

Diverzita cizopasníků





Out of



Doplnit Isopoda

