

Obecná parazitologie, přednáška 1

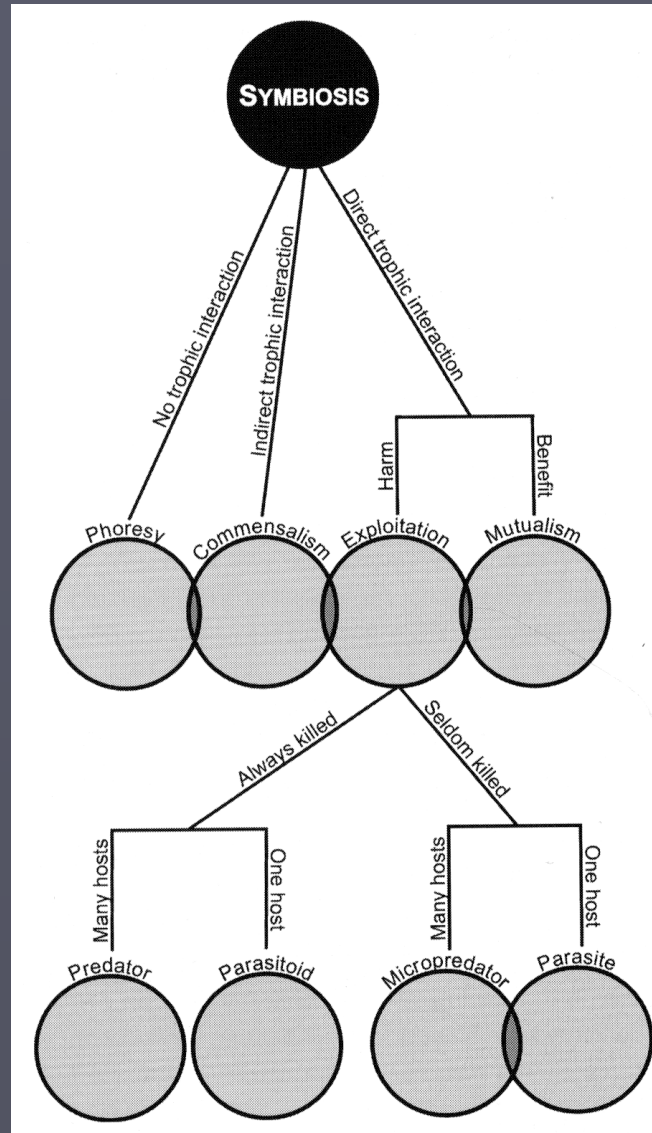
Evolve parazitizmu

Andrea Vetešníková Šimková, simkova@sci.muni.cz

Ekologické vymezení parazitizmu

- ▶ žije po celý život nebo část svého života na těle nebo uvnitř těla jiného organismu (=hostitele)
- ▶ živí se na úkor hostitele
- ▶ užitek pro parazita a poškození pro hostitele
- ▶ biotrofní organizmus

Pozice parazitizmu v kontextu symbiotických vztahů

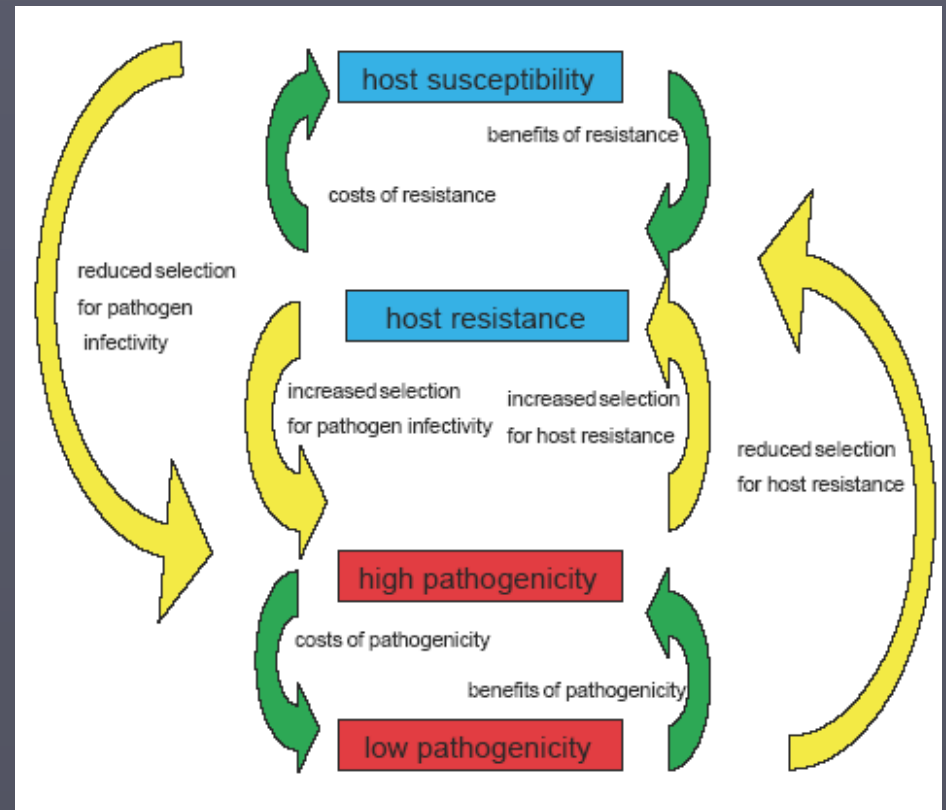
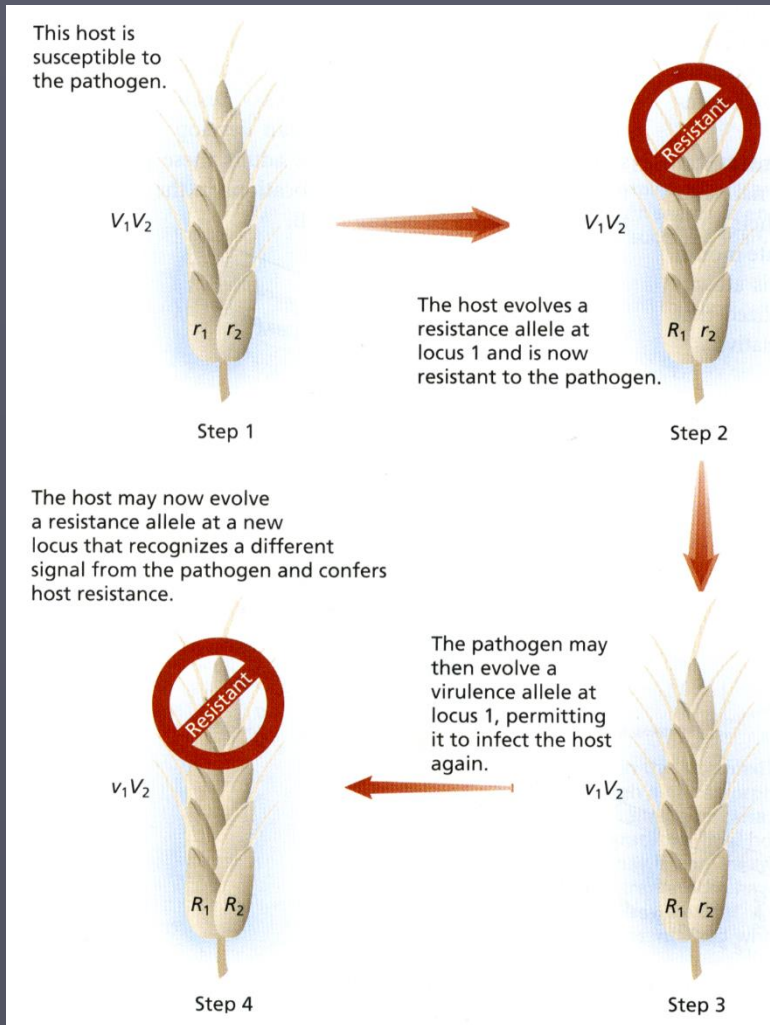


Evoluční úspěšnost strategie parazitizmus

- ▶ Strategie vyhledávání hostitele
- ▶ Strategie vniknutí do hostitele a uchycení
- ▶ Adaptace vůči nepříznivému hostitelskému prostředí
- ▶ Schopnost uživit se
- ▶ Schopnost bránit se imunitnímu systému
- ▶ Schopnost reprodukce v hostiteli a schopnost disperze

Koevoluce hostitel-parazit

Reciproké genetické adaptace



Parazit versus volně žijící organizmus

Výhody

- přímé získávání potravy
- usnadněný transport
- ochrana před nepříznivými vnějšími podmínkami a predátory

Evoluce využívá některé z výhod

Parazit řeší nové problémy

- vyhledávání hostitele
- mechanismy vůči obraně hostitele a jeho vnitřnímu prostředí
- zabezpečení transmise



- Mnoho parazitických druhů jsou fakultativní parazité
- - evoluční kroky – jeden krok = výhoda k předešlému -
vznik vysoce specializovaných forem (dnes)

Evoluce od strategie volně žijícího organismu k parazitizmu

- ▶ Musí existovat potenciální hostitel
- ▶ Evoluce od volně žijícího k parazitickému (přechod výhodný = zvyšování fitness)
- ▶ Preadaptace pro parazitický způsob života

Evoluce od volně žijícího k parazitickému

1. Evoluce od fakultativního k obligátnímu parazitizmu

→ možnost parazitovat alespoň určitou časovou jednotku
= důležitá preadaptace k vysoké specializaci a
permanentnímu vývojovému cyklu

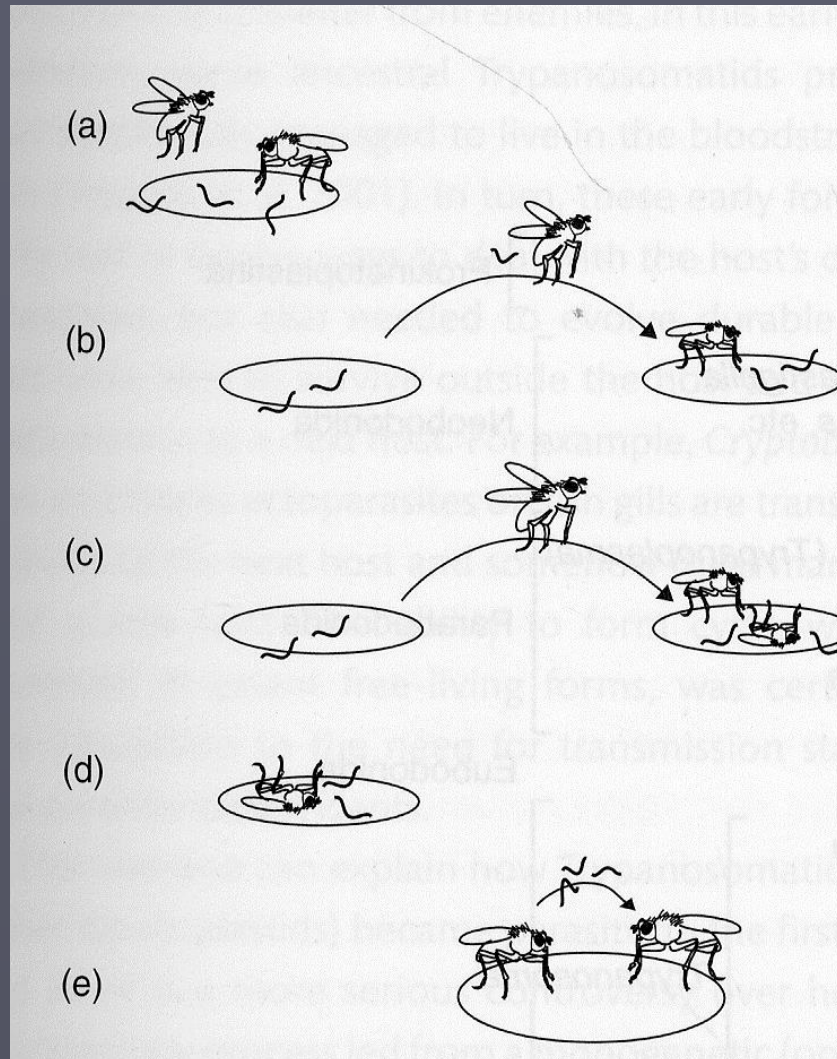
Některé skupiny volně žijící i parazitující formy a dvě formy
jsou v různých stádiích vývojového cyklu jedince
(*Strongyloides stercoralis*, *Rabdias bufonis*)

Isopoda, Nematoda

Evolve od volně žijícího k parazitickému

- ▶ 2. Foreze – první krok směrem k parazitizmu
- ▶ mnoho malých organismů se přichytává na velké organizmy
- ▶ Specializace foretických forem k transportnímu hostiteli – evoluce „pravého parazita“

Evolve parazitizmu u nematod



Evolve od volně žijícího k parazitickému

- ▶ 3. Benefits z redukce environmentální variability
- ▶ Hostitel – stabilní prostředí z různých pohledů
- ▶ Př. Alternativní strategie u Crustacea

Evoluce od volně žijícího k parazitickému

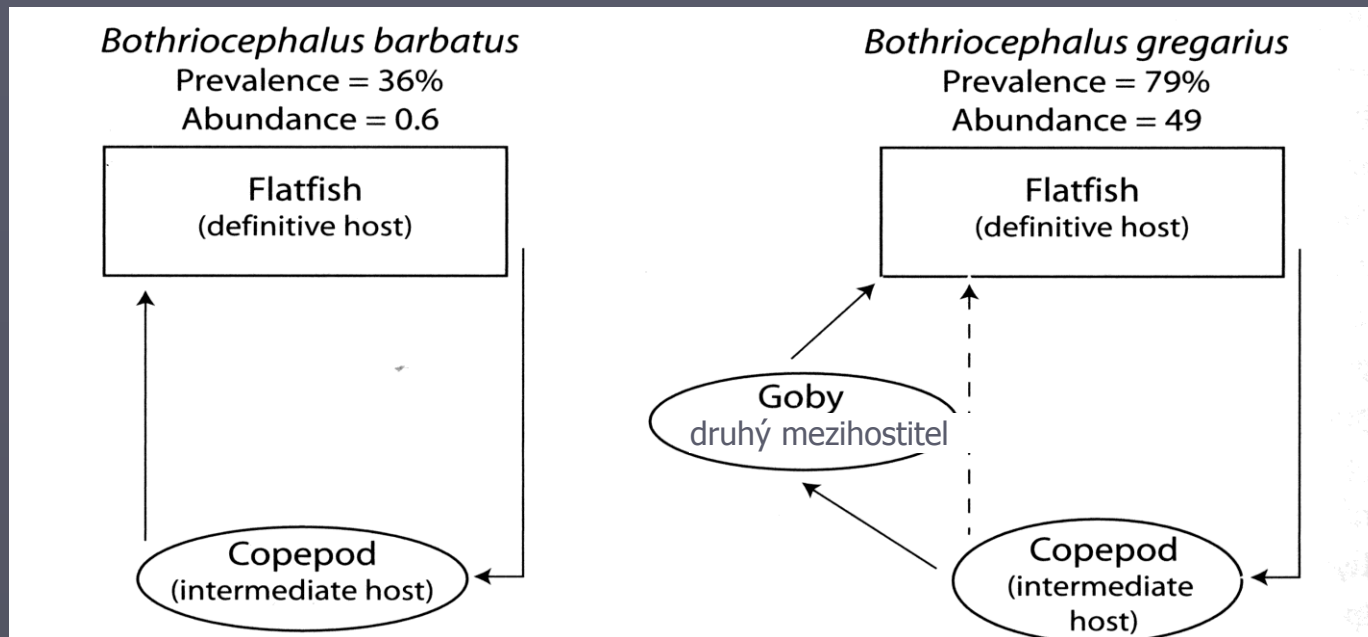
- ▶ 4. Kořist řídí její přežívání v predátorovi → evoluce směřuje k parazitizmu
- ▶ Evoluce parazitizmu jako odpověď na predaci
- ▶ Evoluce složitých vývojových cyklů
- ▶ Příklad *Lambornella clarki* (Ciliata) – volně žijící forma v rybnících, presence predátora (larvy *Aedes sierrensis*) – vývoj v parazitickou buňku



Vznik parazitizmu

- ▶ Nezávisle u různých skupin organizmů - vícenásobní původ
- ▶ Reverzibilita přechodu od parazitického k volně žijícímu (ne u všech)
- ▶ Vzniká na základě jedinečných preadaptací a historických událostí
- ▶ Přechod k parazitizmu musí být výhodný – zvýšení fitness

Evolve parazitizmu



Vznik parazitizmu

- ▶ 2 fáze
- ▶ 1. Volně žijící skupina → část vytvoří parazitickou linii (ploštice – 2 linie přešly k parazitizmu)
- ▶ 2. Diverzifikace a evoluce parazitické skupiny – odštěpení skupiny a změna strategie

Evolve parazitizmu

- Dva evoluční scénáře u diplomonad (Diplomonadida)

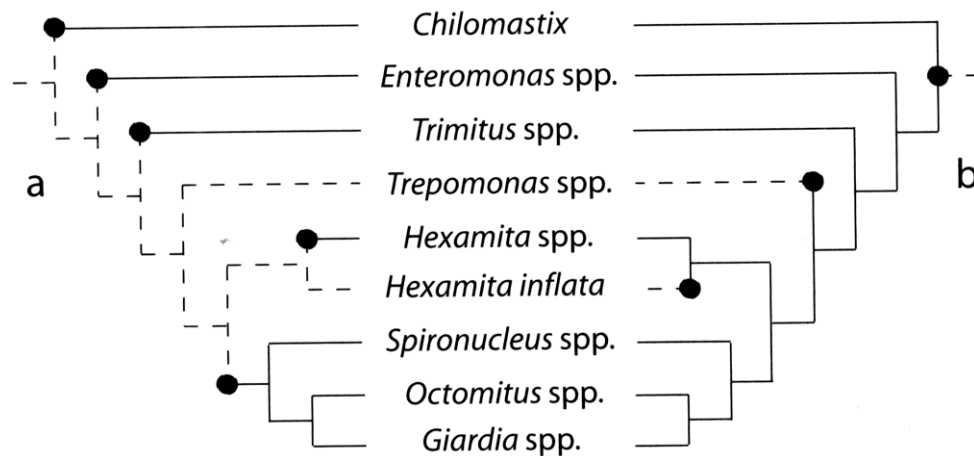
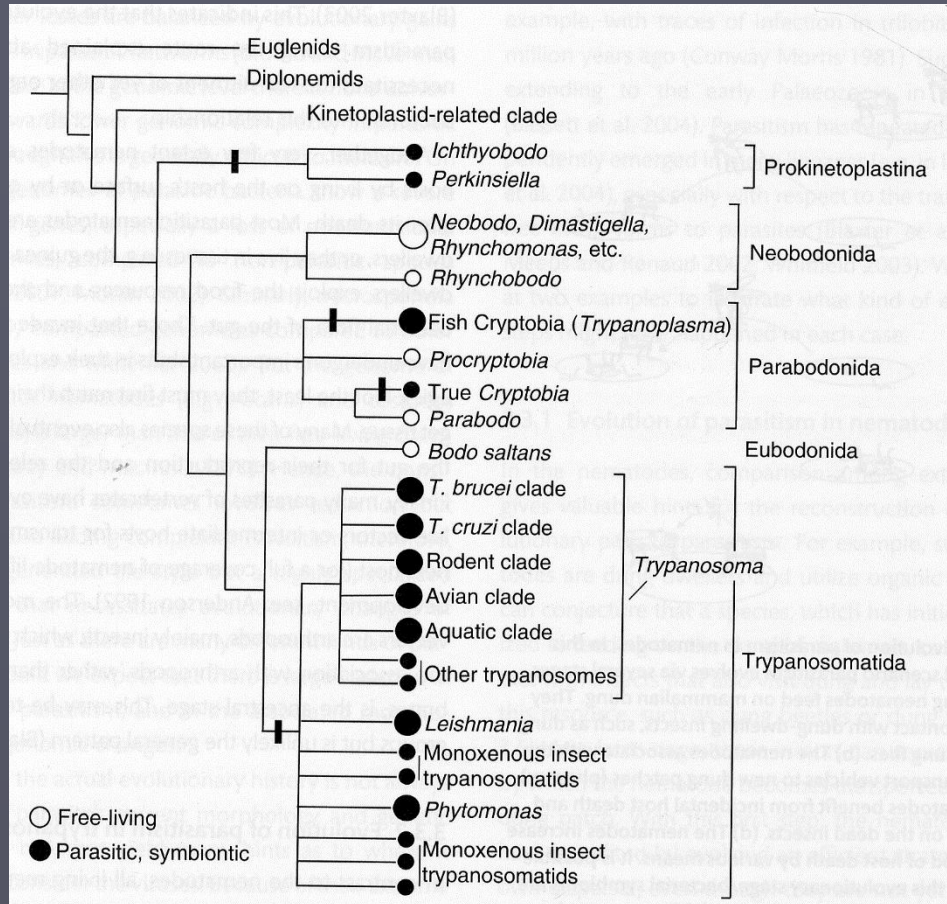


Figure 2.1 Two scenarios for the evolution of parasitism in the protist taxon Diplomonadida. Free-living lineages are indicated by broken lines, parasitic lineages by solid lines; black circles illustrate the proposed transitions between lifestyles. The phylogeny is based on the analysis of twenty-three ultrastructural characters; *Chilomastix* is the outgroup. In scenario (a), the ancestor was free living, and parasitism arose on five separate occasions. In scenario (b), parasitism was the ancestral state in the Diplomonadida, and there were two reversals to a free-living lifestyle. (Modified from Siddall et al. 1993)

Evoluce parazitizmu u bičivek (Kinetoplastida)



Původ parazitizmu

- ▶ Nematoda – vícenásobní původ (4x pode mol fyl)
- ▶ Acanthocephala – pouze jednou
- ▶ Digenea, Monogenea a Cestoda – jedna monofyletická skupina – jedna evoluční změna
- ▶ Isopoda, Amphipoda, Copepoda – vícenásobní původ (několik taxonů zahrnuje parazitické i volně žijící druhy)

Evolve parazitizmu

Směry a paradoxy

Evoluce parazitizmu: regresní evoluce

- ▶ Evoluční zjednodušení = ztráta nepoužívaných orgánů → nižší strukturní komplexita
- ▶ Ztráta selekčního tlaku na udržování funkčnosti
- ▶ Změny morfologie - redukce orgánů pohybové, nervové a smyslové soustavy
- ▶ Degenerace nebo sakulinizace parazitů



Sacculina carcini, Cirripedia

Regresní evoluce

- ▶ Paradox: složitost smyslových orgánů a nervový systém u některých parazitů - *Aspidogastrea* *Lobatostoma manteri*, Monogenea *Polystomoides malayi*
 - ▶ Složitý nervový systém
 - ▶ larva – 8000 senzorických receptorů, dospělec 20.000-40.000 receptorů
-
- ▶ Ztráta morfologických charakterů musí být kompenzovaná evolučními zisky

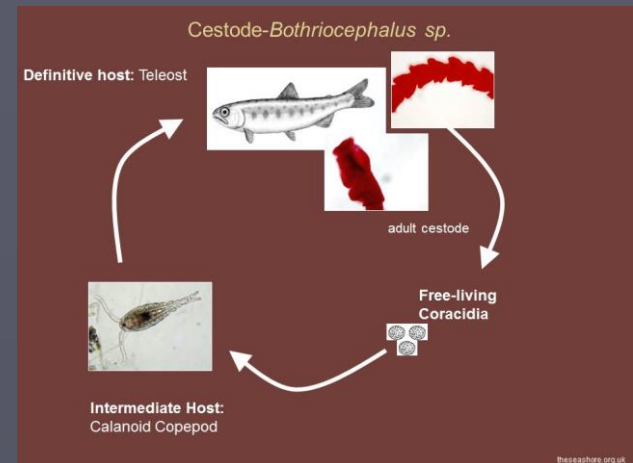


Regresní evoluce

- ▶ Dva základní problémy v interpretaci
- ▶ Nelze srovnávat nesesterské skupiny (kráva a její tasemnice)
- ▶ Evoluční progres \neq rozvoj nervové soustavy (stabilita a predikovatelnost prostředí hostitele)

Velikost genomů parazitických organizmů

- ▶ Tasemnice *Bothriocephalus* má 2× více DNA než její obratlovčí hostitel
- ▶ Problém použití C-hodnota (DNA) jako velikosti genomu – bez vztahu k počtu genů



- ▶ Redukce velikosti genomu (nepoužívané části)
- ▶ Počet genů = genová komplexita

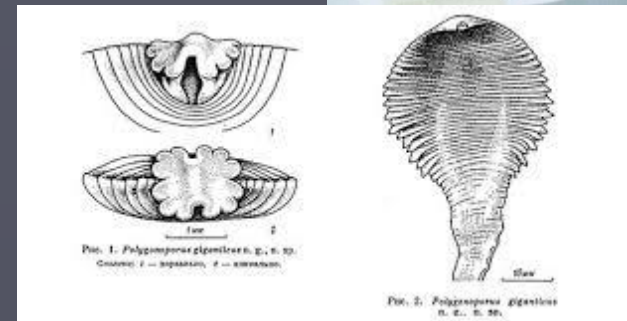
Evoluce velikosti těla parazitů

► zmenšování velikosti těla – nutné srovnání monofyletických skupin

- velikost parazita často koreluje s velikostí hostitele (blechy, vši na hlodavcích, roupy v primátech, motolice, kořenohlavci) – Harrisonovo pravidlo

- hlístice *Placentonema gigantissima*
8,4 m v placentě vorvaně

- nejdelší živočich na světě tasemnice (40 m)
Tetragonoporus calyptocephalus
(*Polygonoporus giganticus*) – u kytovců



- 12 m didymozoidní motolice u *Mola mola*

Evoluce velikosti těla parazitů

- obecně parazit menší než hostitel

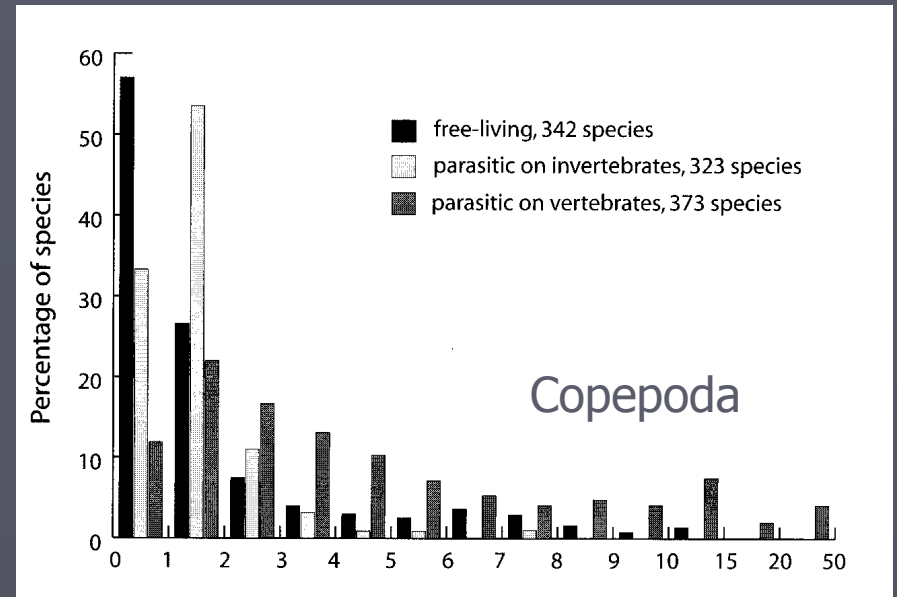
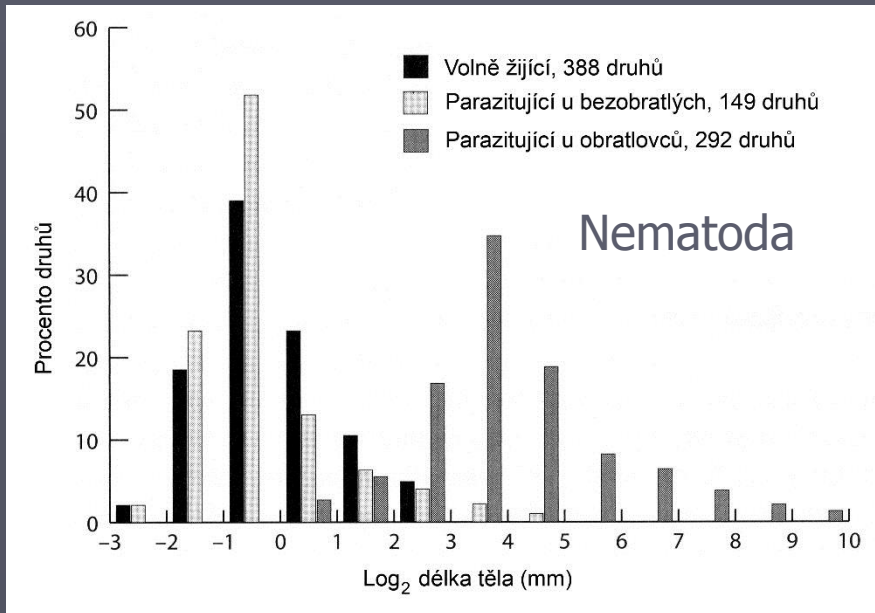
Schistocephalus solidus až 2x těžší než jejich rybí hostitel (*Gasterosteus aculeatus*)



Evoluce velikosti těla parazitů

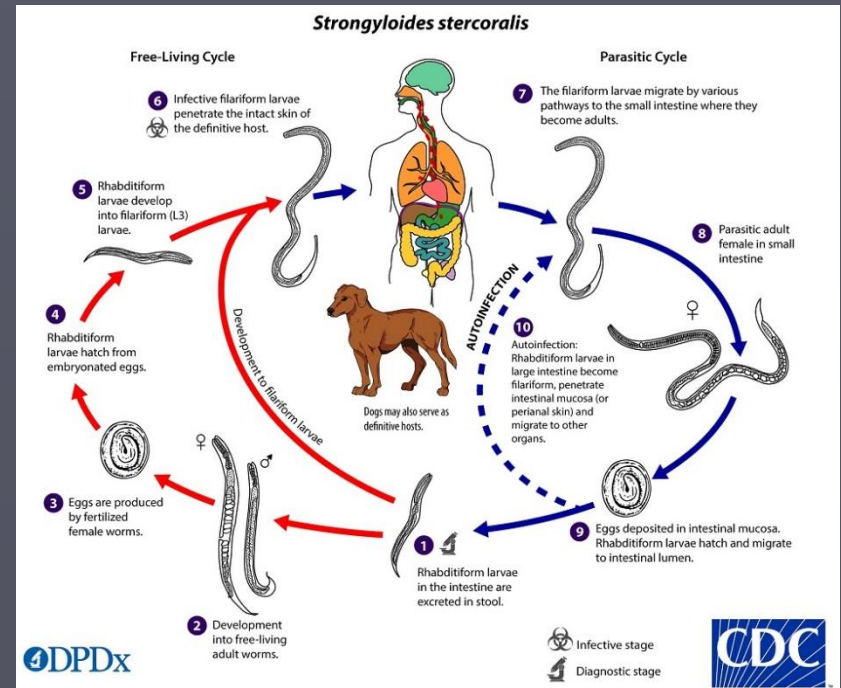
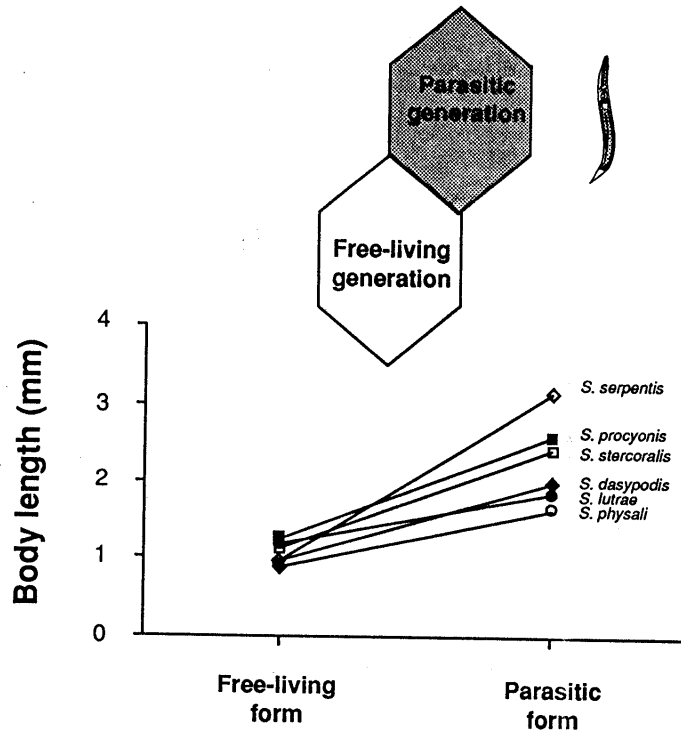
Isopoda zmenšování těla

velikost těla parazitů nelze zobecnit (př. Nematoda)



Evolve velikosti těla parazitů

Heterogonic life-cycle and size of nematodes in the genus *Strongyloides*



Evoluce fekundity parazitů

► vysoká fekundita

	Počet vajíček v průběhu života jedince	Multiplikace larválních stádií
Turbellaria (volně-žijící)	10	1
Monogenea (ektoparaziti)	1000	1
Digenea (endoparaziti)	10 miliónů	≥ 1000
Cestoda (endoparaziti)	10 miliónů	1-1000

- někteří paraziti mají chování, které nevyžaduje vysokou fekunditu (modifikace chování hostitele)

Manipulace hostitelského chování

- ▶ **Někdy parazité nepotřebují vysokou fekunditu**
 - parazity indukovaná změna zbarvení meziphostitele
 - zvýšení predáční úspěšnosti definitivního hostitele



Leucochloridium macrostomum

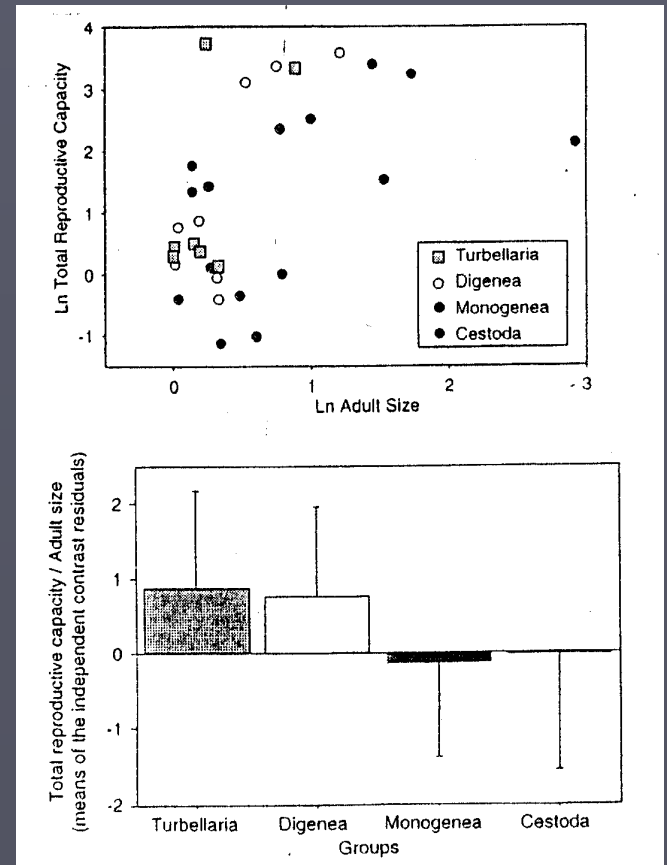


Posthodiplostomum cuticola

Evoluce fekundity parazitů

!!!! Není rozdíl ve reprodukčním výstupu ve vztahu k velikosti těla mezi volně žijícími a parazitickými ploštěnci (Platyhelminthes)

Reprodukční výstup (= fekundita v průběhu života násobená průměrným objemem vajíček) se zvyšuje se s velikostí těla



Evoluce virulence

- ▶ Schopnost parazita poškodit hostitele
- ▶ nižší virulence?

evoluce směrem k optimální virulenci (závisí na způsobu přenosu, dostupnosti hostitele...)

optimální strategie využívání hostitele – maximalizuje fekunditu v průběhu života parazita

Fitness parazita = reprodukční úspěch během života

$$R_0 = \frac{\beta(N)}{\mu + \alpha + \nu}$$

β - míra transmise

μ - přirozená mortalita

a - virulence neboli parazity indukovaná

míra hostitelské mortality

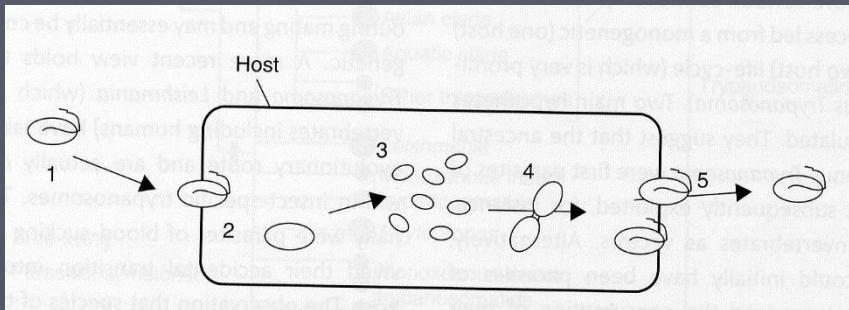
ν - doba uzdravení hostitele

Změny ve vývojových cyklech

- ▶ Mimořádně důležité změny – někdy následuje adaptivní radiace (organizmy procházejí rychlou evolucí, navazuje speciace nových forem)
- ▶ změny
 - ▶ 1. ontogeneze
 - ▶ 2. reprodukční orgány dospělců
 - ▶ 3. ekologie – využívání hostitelů

Evoluce vývojových cyklů parazitů

- ▶ Jak parazité dosahují fitness?
- ▶ Potrava, růst, reprodukce



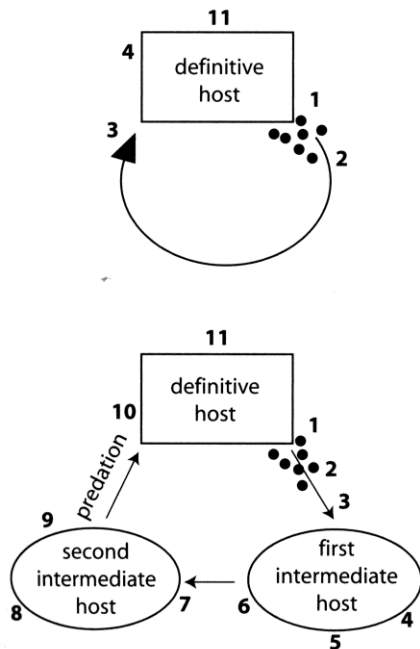
Kroky ve vývojovém cyklu:

1. Nalezení hostitele – pasivní disperze nebo aktivní nalezení hostitele
2. Infekce a nalezení místa v hostiteli
3. Růst a multiplikace
4. Reprodukce
5. Transmise

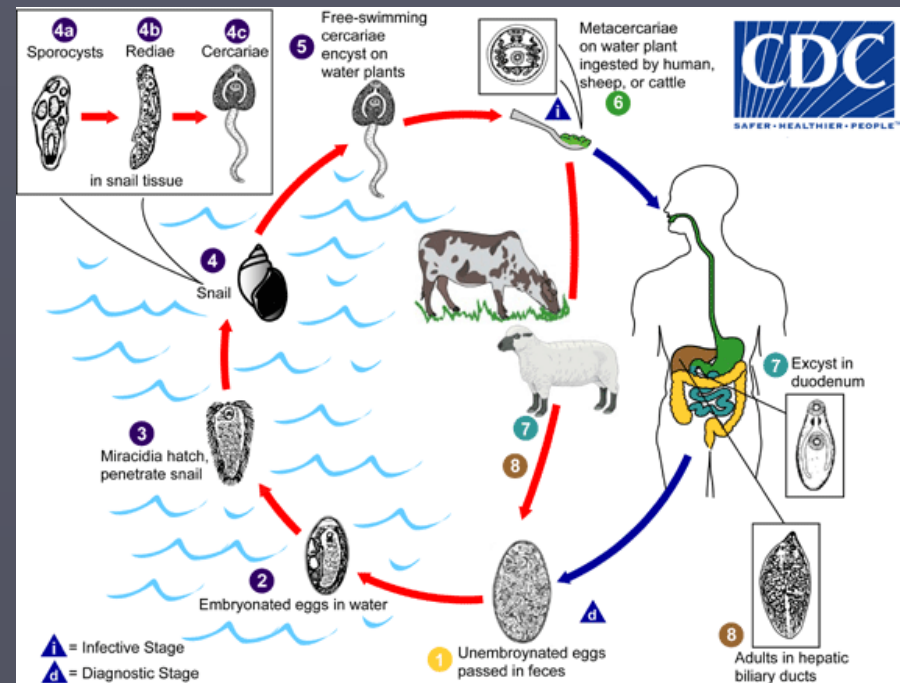
Evolve parazitizmu: vývojový cyklus

► Evolve vývojového cyklu

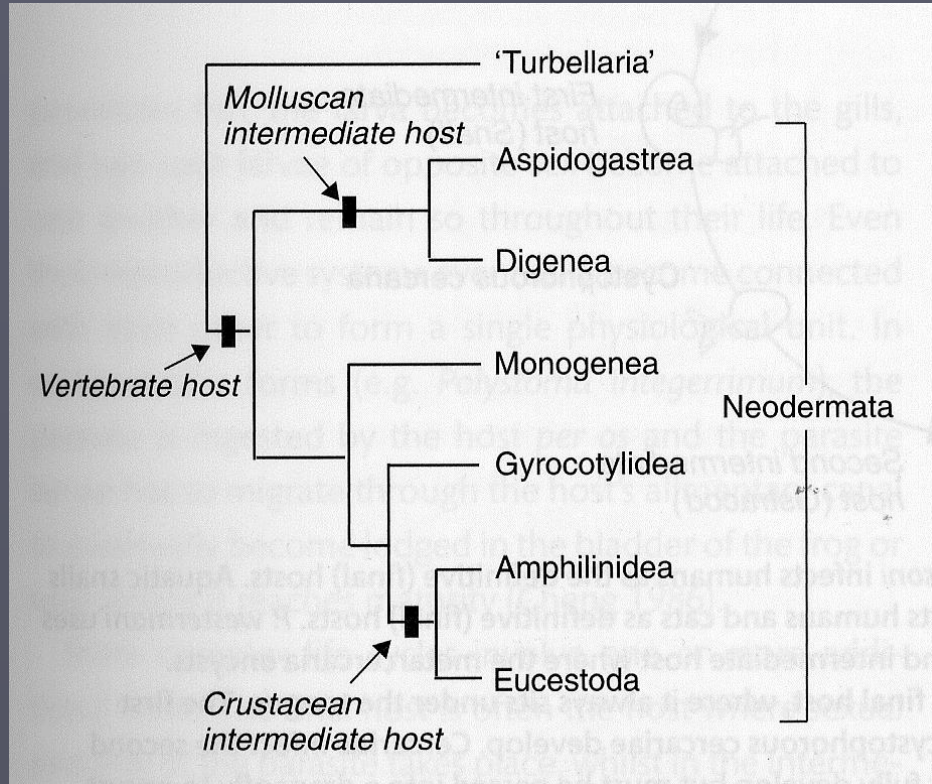
volně žijící → parazitický způsob života – jednoduchý vývojový cyklus a pohlavní reprodukce → nepřímý vývojový cyklus – pohlavní plus nepohlavní reprodukce, změny fenotypů, hermafroditismus, partenogeneze



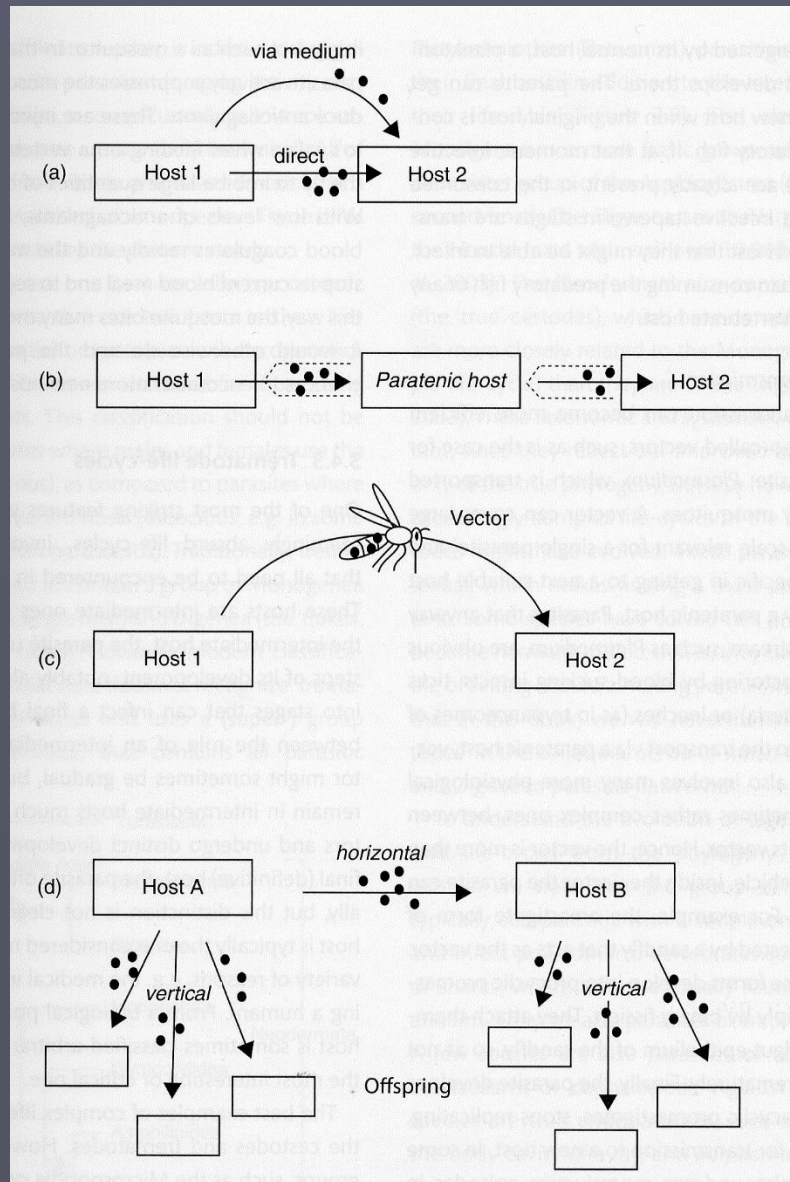
1. Timing of egg release
2. Timing of hatching
3. Host location and recognition
4. Site finding
5. Asexual multiplication
6. Timing of larval release
7. Host location and recognition
8. Long larval lifespan
9. Increase of susceptibility to predation
10. Site finding
11. Mating and egg production



Evoluce vývojových cyklů u parazitických platyhelmintů



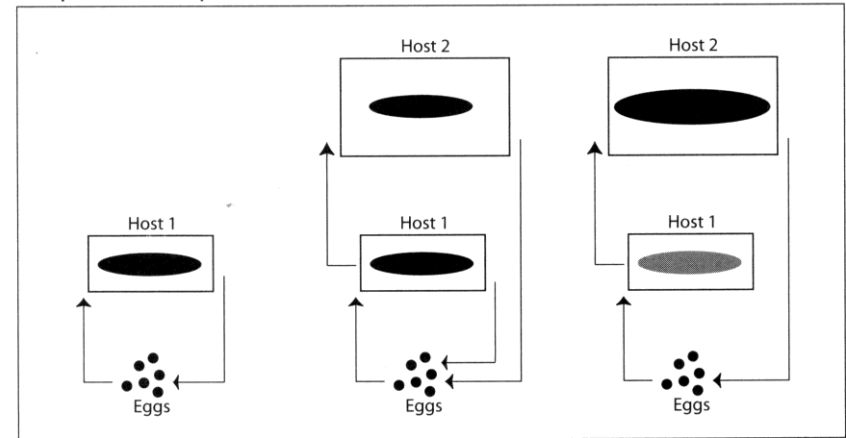
Evolve transmise



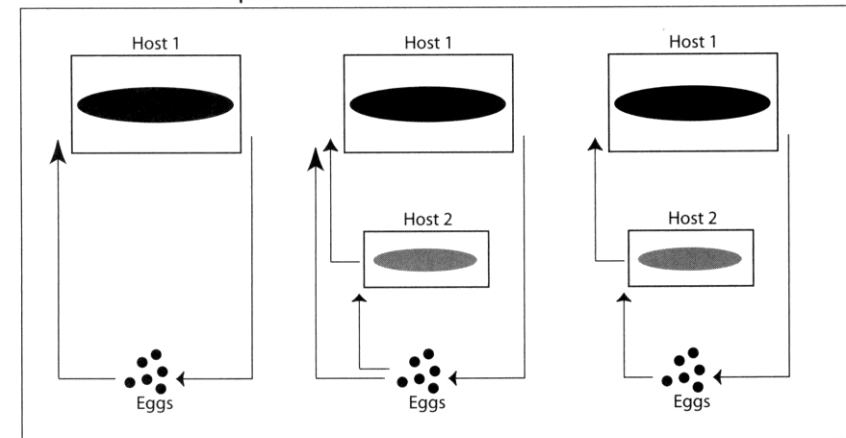
Evoluce parazitizmu: zvyšování komplexnosti vývojového cyklu

- ▶ 2 cesty změny
 - Vzestupné začlenění „upward incorporation“
 - Sestupné začlenění „downward incorporation“

a. Upward incorporation

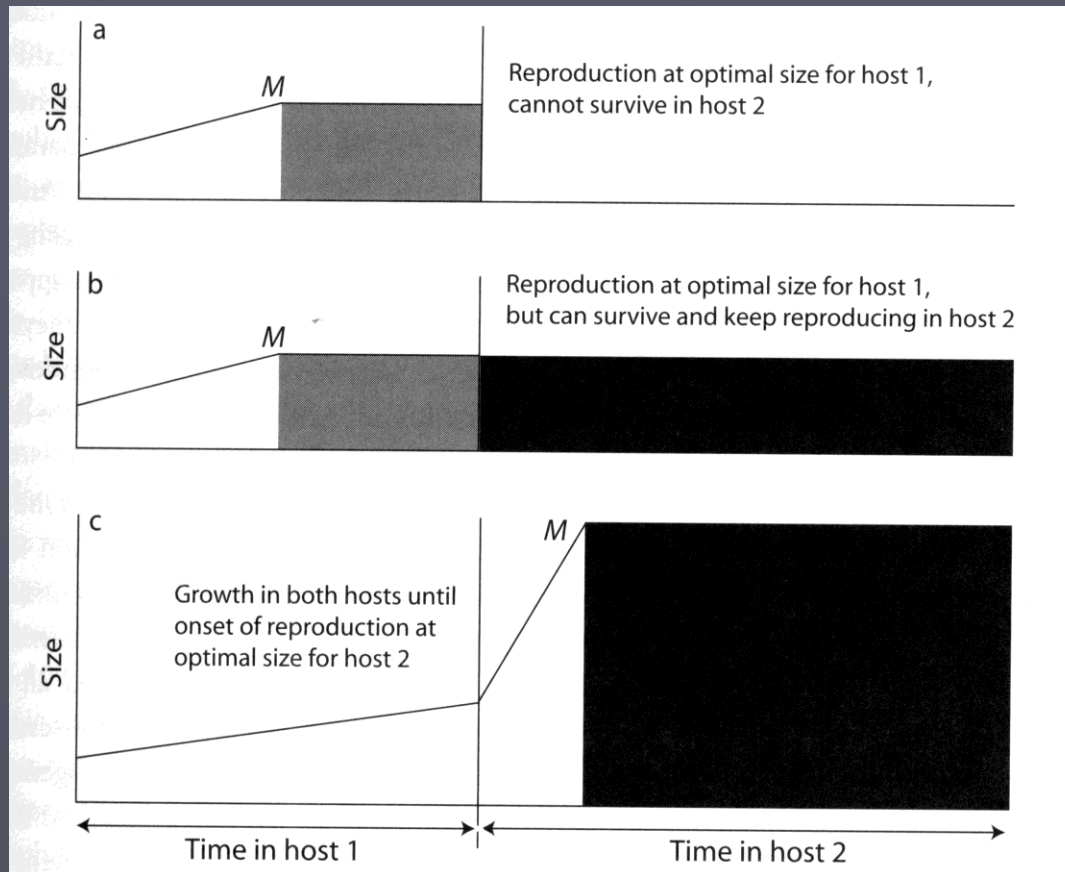


b. Downward incorporation



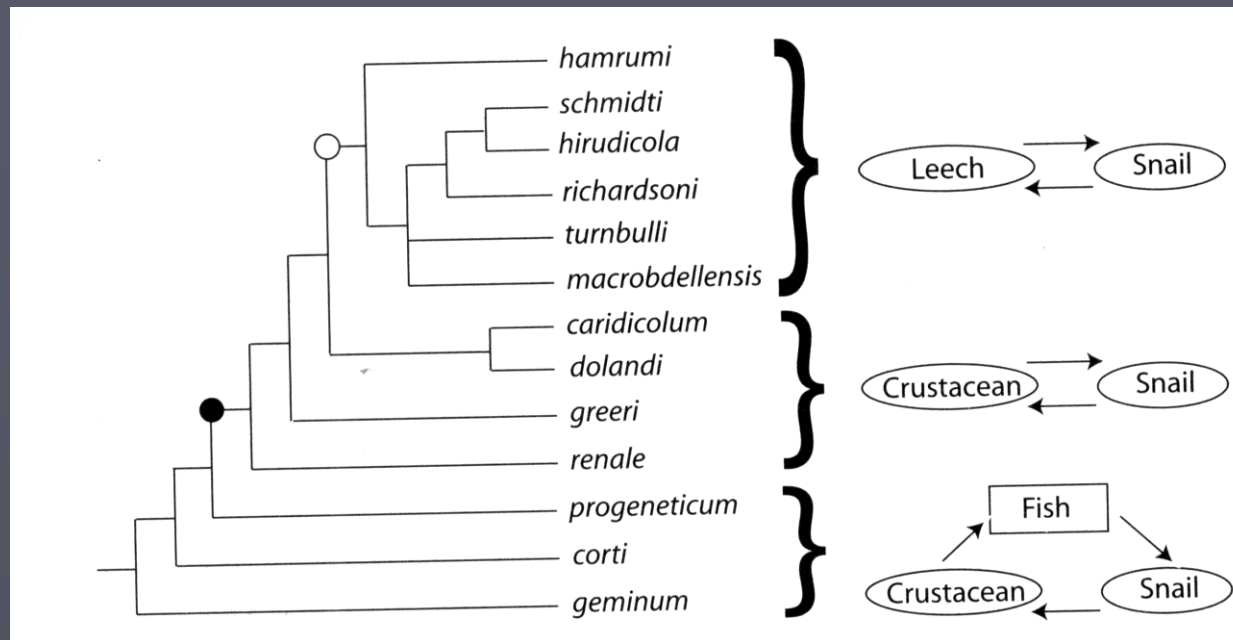
Evolve parazitizmu: zvyšování komplexnosti vývojového cyklu

- Přežívání a růst v novém hostiteli generuje selekci pro posunutí pohlavní zralosti a reprodukce



Evolve parazitizmu: zkracování vývojového cyklu

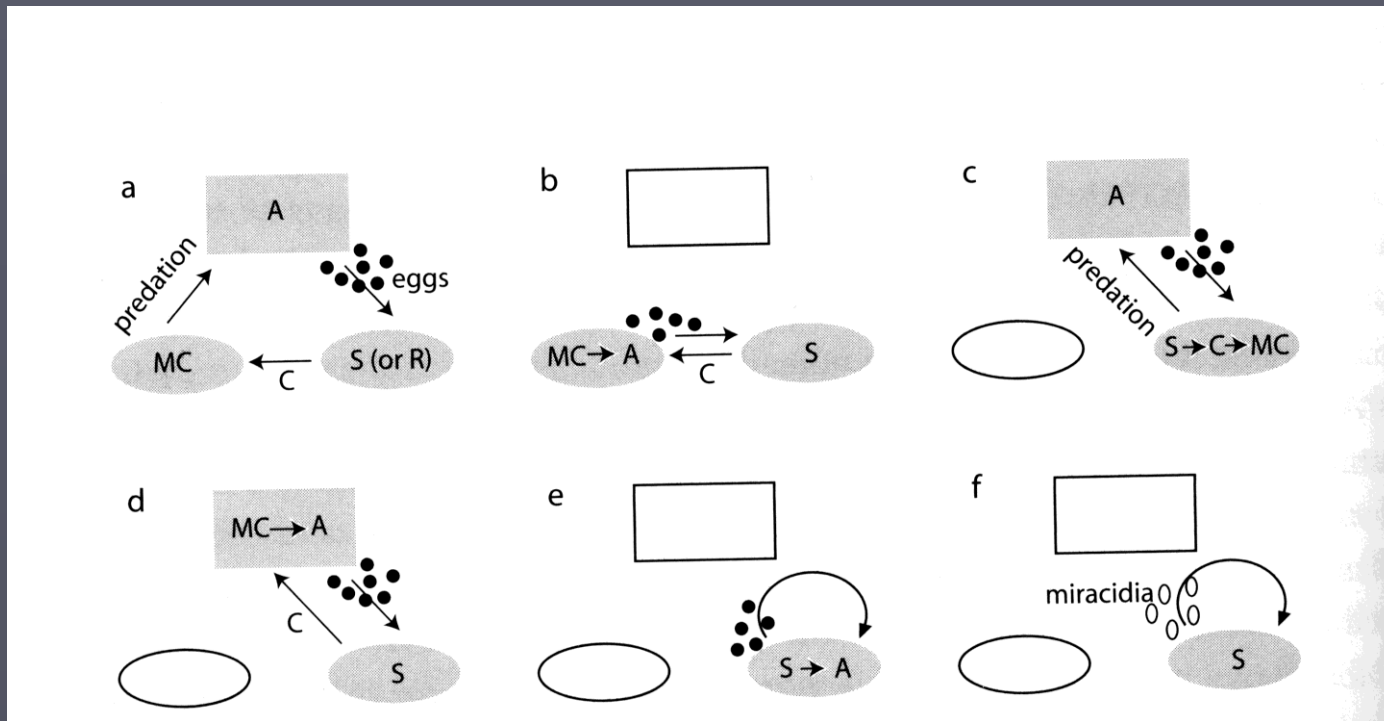
- ▶ Výhodné za určitých podmínek
- ▶ Příklad: *Sanguinicolidae*, *Spirorchidae*, *Schistosomatidae* + mnoho dalších



Rod *Alloglossidium*

Evolve parazitizmu: zkracování vývojového cyklu digeneí

- ▶ Tříhostitelský → dvouhostitelský nebo jednohostitelský (několik cest)



Evoluce demografických parametrů

- ▶ Demografické parametry u parazitů
- ▶ Rychlost vývoje
- ▶ Rychlost rozmnožování
- ▶ Asexualita, partenogeneze
- ▶ Pohlavní index
- ▶ Pohlavní dimorfismus

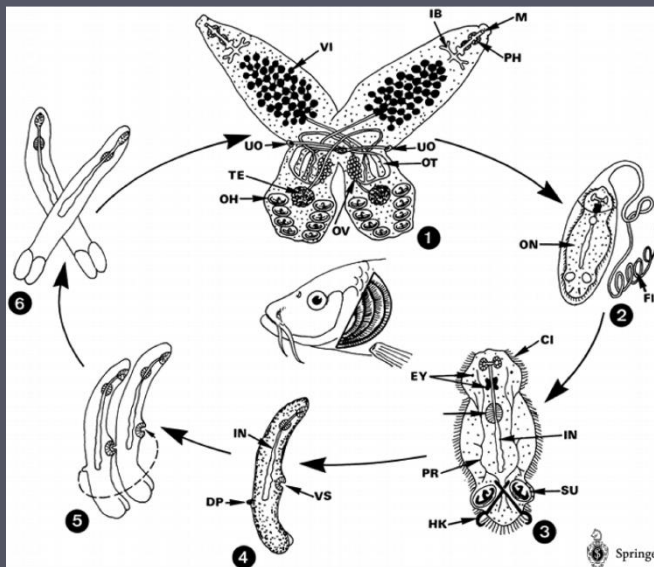
Rychlost rozmnožování

1. r-strategie - produkce velkého počtu malých vajíček
2. K-strategie - produkce malého počtu velkých vajíček

Paraziti více r-stratégové než volně žijící organizmy

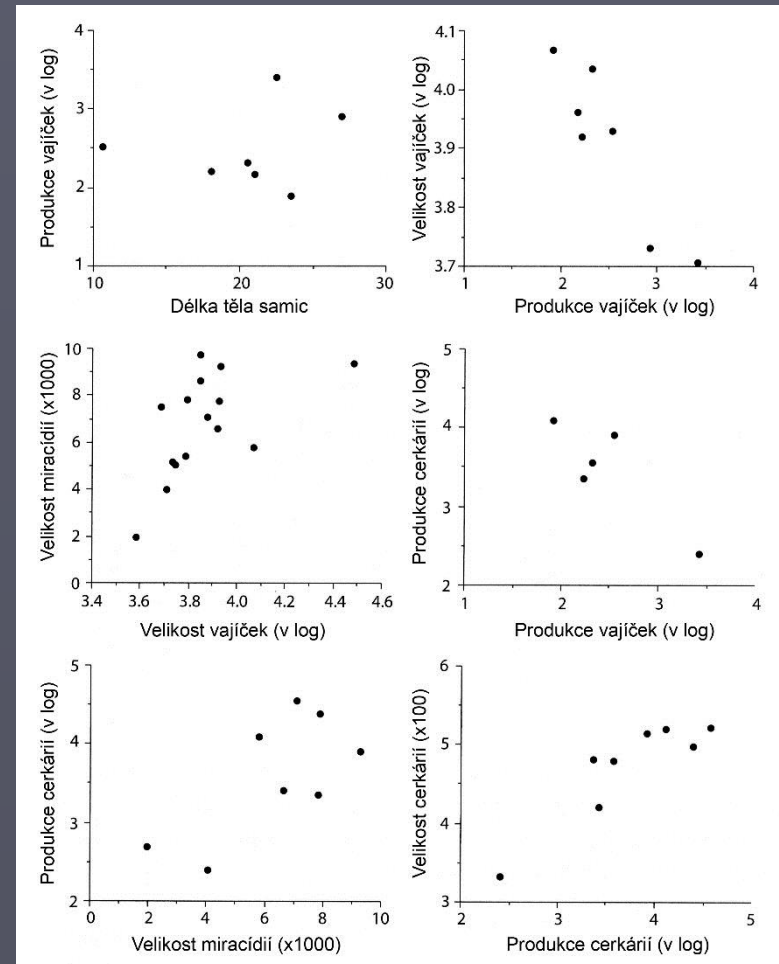
Různé přechody mezi r- a K- extrémy

pravděpodobnost přenosu určuje strategii parazita



Kompromisy spojené s reprodukční investicí

- Selektce nesměruje k maximalizaci počtu i velikosti → **kompromis mezi počtem vajíček (fekunditou) a velikostí vajíček (schistosomy, copepoda)**



Pohlavní dimorfismus

- ▶ U samic velikost často koreluje s fekunditou – často velké samice a trpasličí samci
- ▶ Copepoda v bezobratlých nevykazují dimorfismus
- ▶ Parazity v rybách – samice větší
- ▶ U rousů naopak dimorfismus větší v bezobratlých (nedostatek prostoru nebo kompetice samců o co nejrychlejší dospívání)
- ▶ U schistosom samci mnohem větší – dělba práce – samci svaly - pohyb, samice rozmnožování

