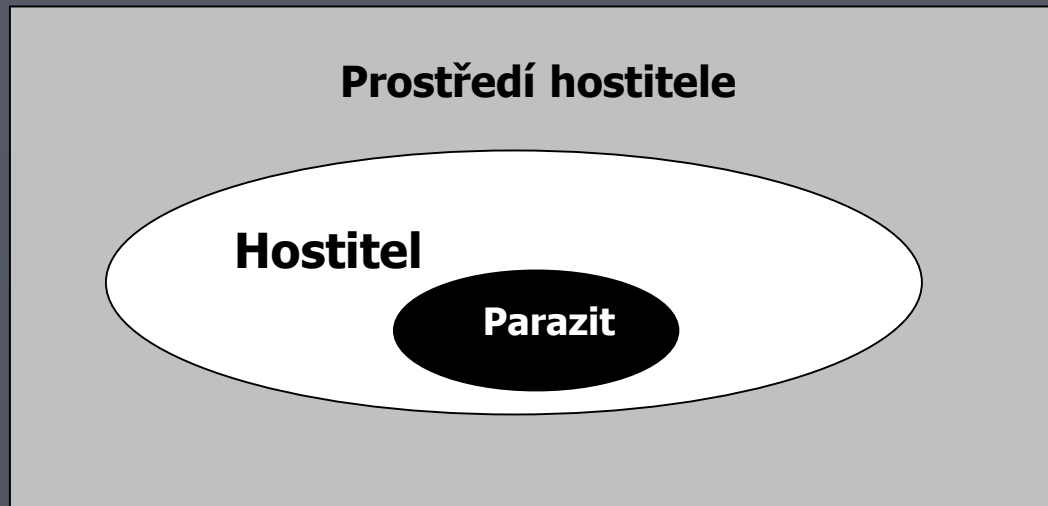


Vliv abiotických a biotických faktorů na početnost parazitů

Prostředí parazitů

- ▶ 2 složky
- ▶ organizmus hostitele (prostředí 1. řádu) = biotické faktory
vnější prostředí hostitele (prostředí 2. řádu) = abiotické faktory



- ▶ Abiotické vs. biotické faktory

Prostředí 1. řádu = hostitel

- ▶ Druhová příslušnost hostitele
- ▶ Věk
- ▶ Velikost hostitele
- ▶ Pohlaví
- ▶ Hustota populace
- ▶ Potravní strategie
- ▶ Chování
- ▶ Hormonální aktivita
- ▶ Fyziologický stav
- ▶ Imunitní odpověď
- ▶ Stres
- ▶ Geneticky fixovaná vnímavost k původci onemocnění

Prostředí 2. řádu = prostředí hostitele

- ▶ Teplota prostředí
- ▶ Vliv světla (délka fotoperiody)
- ▶ Koncentrace plynů v prostředí (O_2 a CO_2)
- ▶ Salinita prostředí
- ▶ pH prostředí
- ▶ Proudění vody nebo vzduchu
- ▶ Velikost a typ habitatu (tvar a hloubka vodní nádrže)
- ▶ Znečištění prostředí – paraziti jako bioindikátory kvality vody

Epidemiologické charakteristiky parazitární infekce

- ▶ **Prevalence** – podíl napadených hostitelů ke všem vyšetřeným hostitelům
- ▶ **Intenzita infekce** – počet jedinců určitého druhu parazita na jednom napadeném jedinci hostitele (průměrná \pm SD, min-max, median)
- ▶ **Abundance** – počet jedinců určitého druhu parazita na jednom hostitelském jedinci (průměrná abundance \pm SD, median, percentil, interval spolehlivosti)

Abiotické faktory

- ▶ Prostředí 2 řádu plus roční sezóna a zeměpisná šířka
- ▶ Vliv na abundanci a intenzitu infekce parazitů
- ▶ V přirozených ekosystémech současné vlivy více abiotických a biotických faktorů
př. vliv teploty a délky těla hostitele
na abundanci monogeneí



Abiotické faktory: teplota

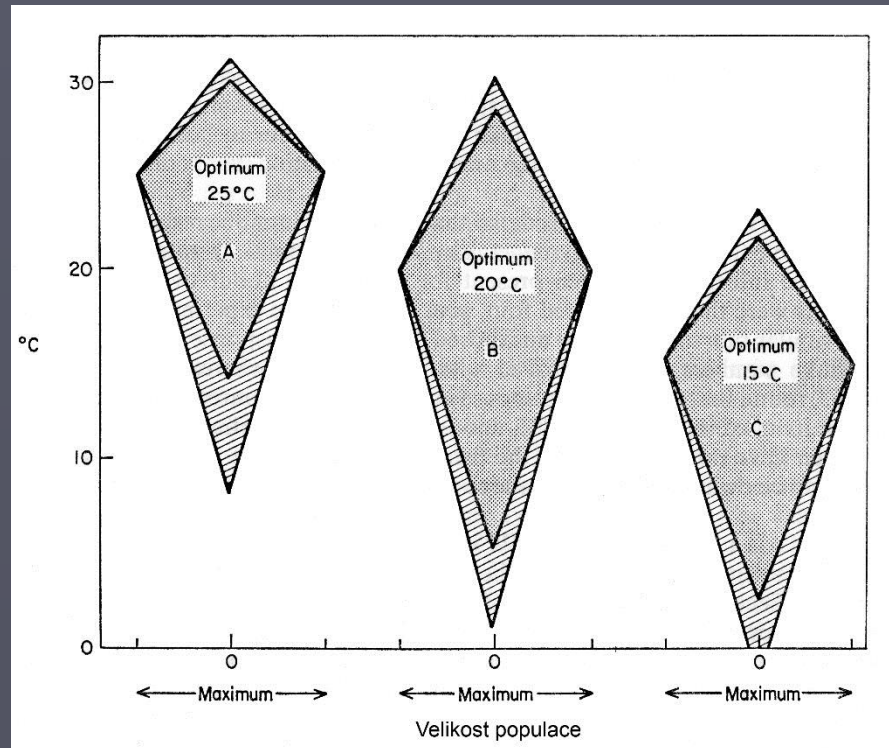
- ▶ Teplota prostředí
- ▶ Nejdůležitější abiotický faktor
- ▶ přímý vliv – stimuluje reprodukci parazita
nepřímý vliv – vliv na fyziologii a imunitu hostitele
- ▶ Ovlivňuje natalitu a mortalitu, prezenci (Cestoda, Acantocephala) a abundanci, přenos parazitů (cerkárie motolic)

Abiotické faktory: teplota

- ▶ Odlišná tolerance druhů k teplotě

Monogenea rod *Gyrodactylus* – nízké teploty

rod *Dactylogyrus* – vyšší teploty

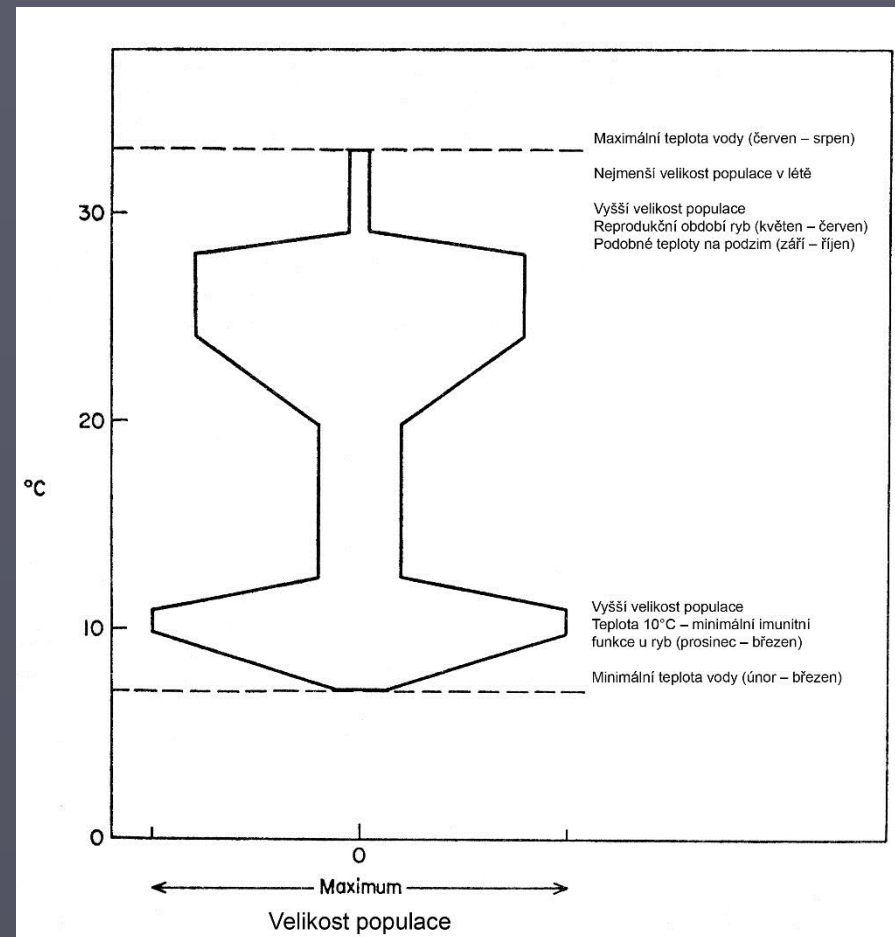


Abiotické faktory: teplota

- ▶ Nepřímý vliv teploty vody na složení společenstev parazitů – dočasná absence kompetitivních druhů, uvolnění ekologických nik
- ▶ Vliv teploty může být eliminován v důsledku jiných abiotických nebo biotických faktorů – mezidruhové interakce v případě vysokých populačních hustot navozených změnou teploty
- ▶ Vliv teploty se sezónními změnami – v mírném pásmu → **sezónní dynamika výskytu a početnosti parazitů**

Sezónní dynamika výskytu a početnosti parazitů

- ▶ Teplota, délka fotoperiody, sezónní výskyt hostitele, dostupnost mezipřehostitelů, potravní chování hostitele
- ▶ Sezónní cykly ve výskytu parazitů
- ▶ Monogenea, Cestoda, Nematoda
- ▶ Příklad: *Gyrodactylus macrochiri* na rybě *Lepomis macrochirus*



Sezónnost parazitů

Sezónnost výskytu parazitů

- př. 9 druhů rodu *Dactylogyrus* (Monogenea) na žábrách plotice obecné
- abundance 5 druhů se zvyšuje s teplotou (maximum léto)
 - prezenze 4 druhů vázaná na období s nižší teplotou (jaro, podzim)

Sezónní variabilita morfologie

př. *Gyrodactylus* – menší sklerotizované struktury haptoru v létě

Sezónnost dosažení pohlavní zralosti a reprodukce

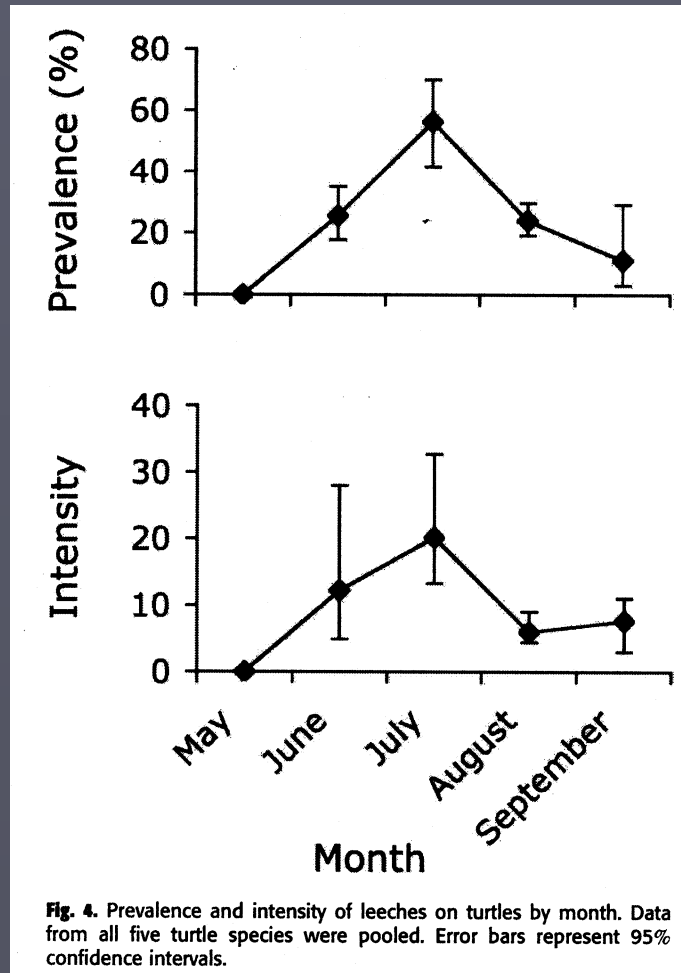
Přímý vliv teploty, nepřímý vliv teploty - fyziologie a potravní ekologie hostitele, výskyt a početnost mezihostitele

Synchronizace reprodukce parazita a reprodukce hostitele

Proteocephalus u jelců *Leuciscus leuciscus* a *Squalius cephalus* (Cyprinidae) v období tření

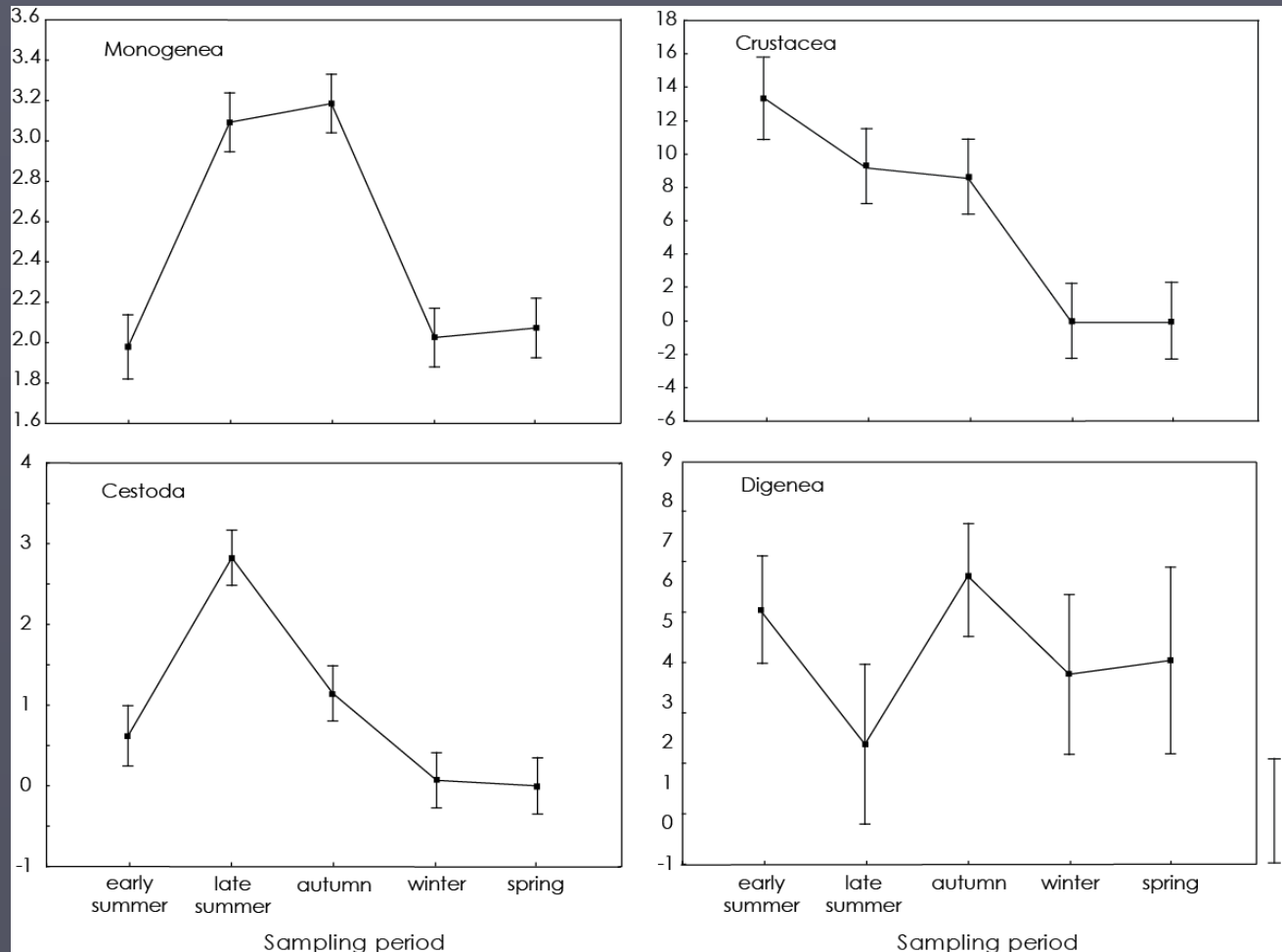
Sezónní změny intenzity infekce

Měsíční změny intenzity infekce 5 druhů pijavic u želv



Sezónní změny intenzity infekce

Př. Sezónní změny abundance mnohobuněčných parazitů kapra obecného (*Cyprinus carpio*)



Vliv teploty vody na výskyt parazitů

- ▶ Vyšší speciální rychlosti v teplých než chladných vodách
- ▶ Př. Ektoparaziti mořských ryb

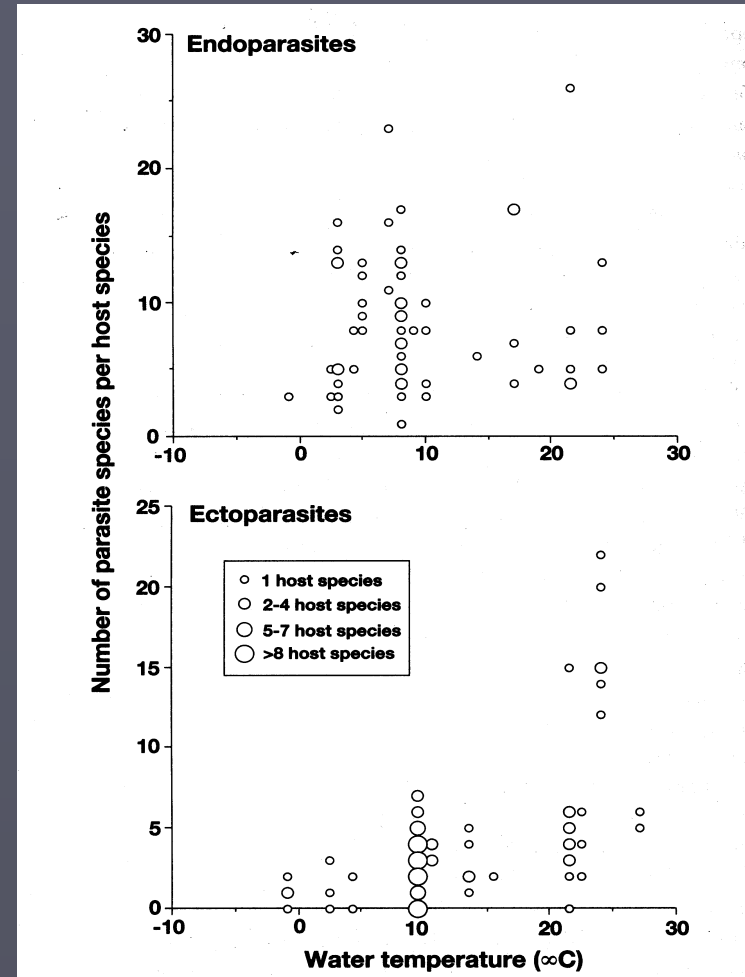


Figure 6.2. Relationship between the number of parasite species per host species and the water temperature at the sampling site. Results for endoparasitic helminths from 55 marine fish species (62 populations) and for ectoparasitic metazoans from 108 marine fish species (109 populations) are shown separately. (Data from Rohde and Heap 1998)

Biotické faktory

- ▶ 1. Biologie hostitele – interakce hostitel – parazit
- ▶ 2. Interakce parazit – parazit
 - intraspecifické
 - interspecifické
- ▶ Vzájemná propojenost faktorů
př. Věk hostitele s pohlavní zralostí a potravní ekologií

Velikost hostitele

- ▶ Nejčastěji studovaný faktor
- ▶ Větší hostitel – více prostoru
- ▶ Délka hostitele (celková délka, délka orgánů, hmotnost hostitele)
- ▶ Př. Abundance monogeneí na žábrách ryb se zvyšuje s velikostí ryby a velikostí žáber

Velikost hostitele

- Př. Trematod *Euhaplorchis californiensis* v mozku ryby (*Fundulus parvipinnis*)

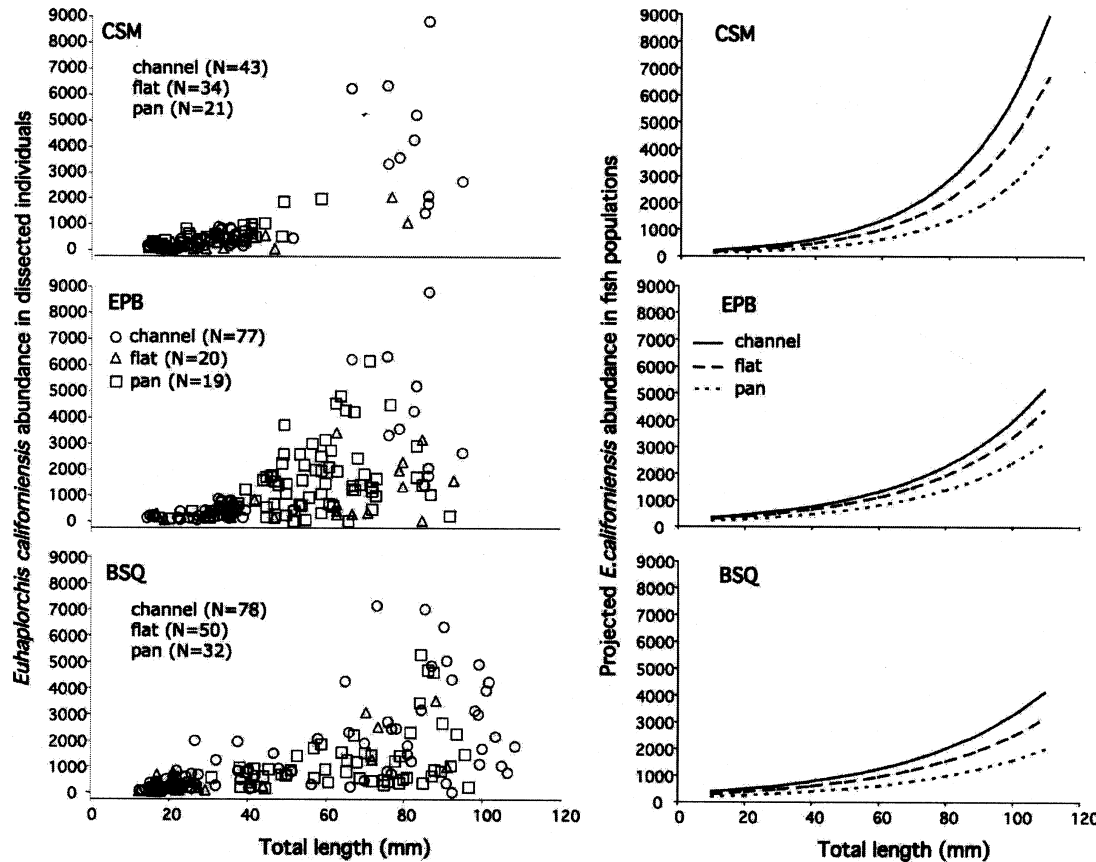
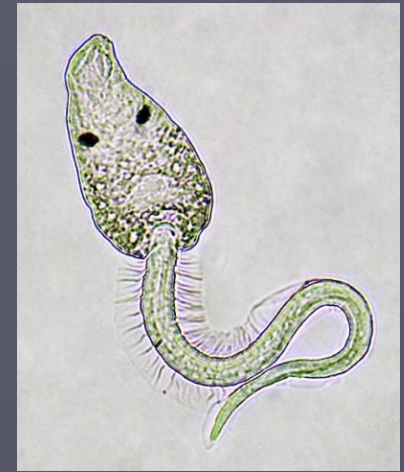
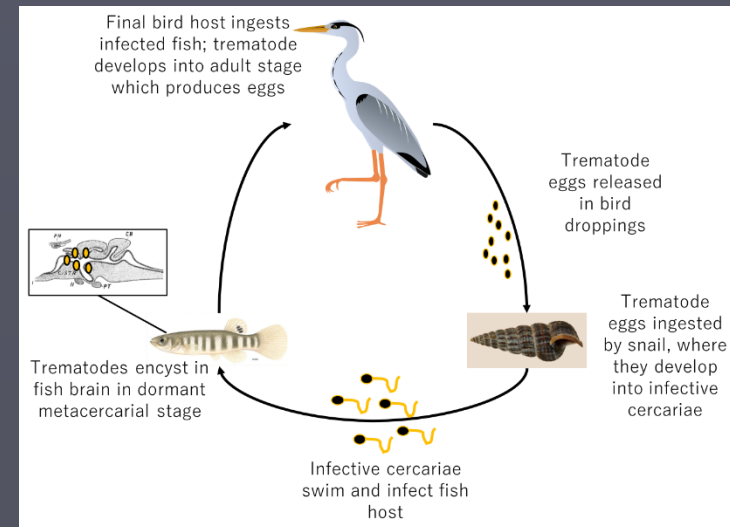
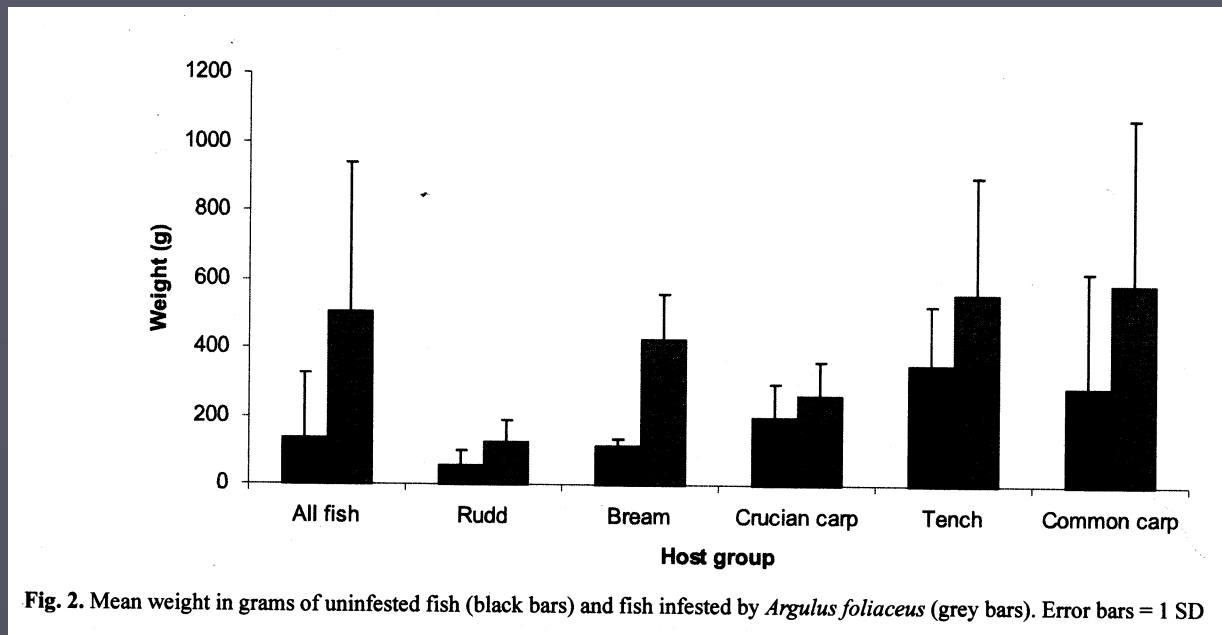


FIGURE 3. Abundance of *Euhaplorchis californiensis* in individual hosts and projected abundance in killifish populations, by habitat and estuary. CSM = Carpinteria Salt Marsh (sampled July 2003), EPB = Estero de Punta Banda (October 2002), BSQ = Bahia San Quintin (July 2004).



Velikost hostitele

- Př. Prevalence a intenzita infekce ektoparazita (*Argulus foliaceus*) u různých velikostních kategorií 6 druhů ryb



Věk hostitele

- ▶ Koreluje s délkou a hmotností hostitele
- ▶ Rozdíl v napadení věkových skupin
př. mladší jedinci napadeny více helminty
- ▶ Souvislost s potravní strategií
- ▶ Rozdíl v imunitním systému

Velikost/věk hostitele

Ex. Prevalence and intensity of infection of an ectoparasite (*Argulus foliaceus*) for different age categories of fish

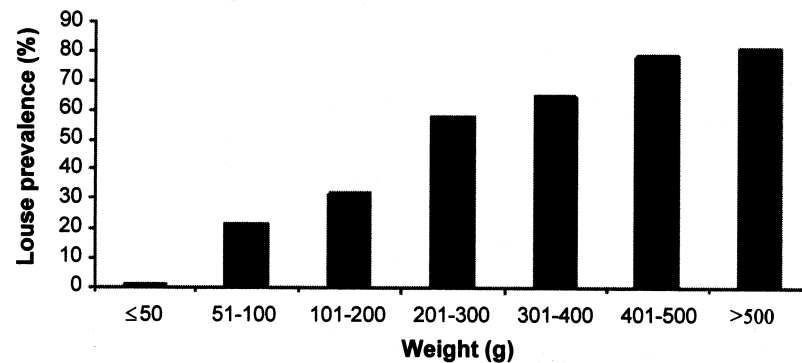


Fig. 4. *Argulus foliaceus* louse prevalence on different size classes of hosts within the whole fish community

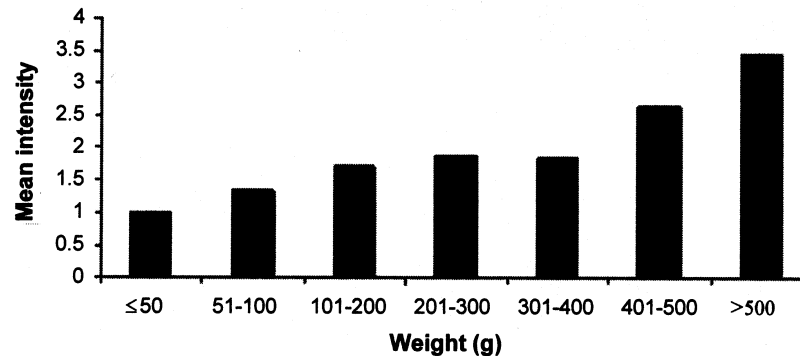


Fig. 5. Mean *Argulus foliaceus* louse intensity on different host size classes within the whole fish community

Věk hostitele

- ▶ Př. Změny v prevalenci a agregaci blech u hlodavců (druhy rodu *Apodemus*, *Clethrionomys glareolus*, 2 druhy rodu *Microtus*)
 - ▶ Předpoklad: parazity-indukovaná mortalita a získaná rezistence závislá na věku
 1. nejvyšší agregace parazitů a prevalence u středních věkových kategorií (*Apodemus* a *C. glareolus*)
 2. zvyšování agregace a prevalence s věkem (*Microtus*)
- ovlivněno disperzi, prostorovou distribucí a strukturou obydlí hostitelů

Pohlaví hostitele

- ▶ Kontroverzní faktor
- ▶ Rozdíly v morfologii, fyziologii a chování
- ▶ Vliv steroidních hormonů
- ▶ Možný vliv rozdílné potravní ekologie
- ▶ Možná rozdílná rezistence

Př. Vyšší abundance vší u samců než samic u hlodavce
Oligoryzomys nigripes – samci vyšší mobilita a fyziologický stres – důsledek promiskuitního systému páření



Pohlaví hostitele

- ▶ Vliv pohlaví hostitele na abundanci parazita závisí na biologických vlastnostech parazita
- ▶ Př. Ektoparaziti (klíšťata, roztoči, vši a blechy) u hlodavce *Rhabdomys pumilio*
 - vyšší parazitace samců než samic
 - vliv pohlaví hostitele na parazitizmu variabilní na úrovni druhu parazita mezi lokalitami a mezi druhy určité taxonomické skupiny



Hustota hostitele a sociální chování

- ▶ Vyšší hustota a sociální chování – přenos ektoparazitů
- ▶ PŘ. Vztah mezi hustotou populace 19 druhů savců a abundancí strongylidních nematod

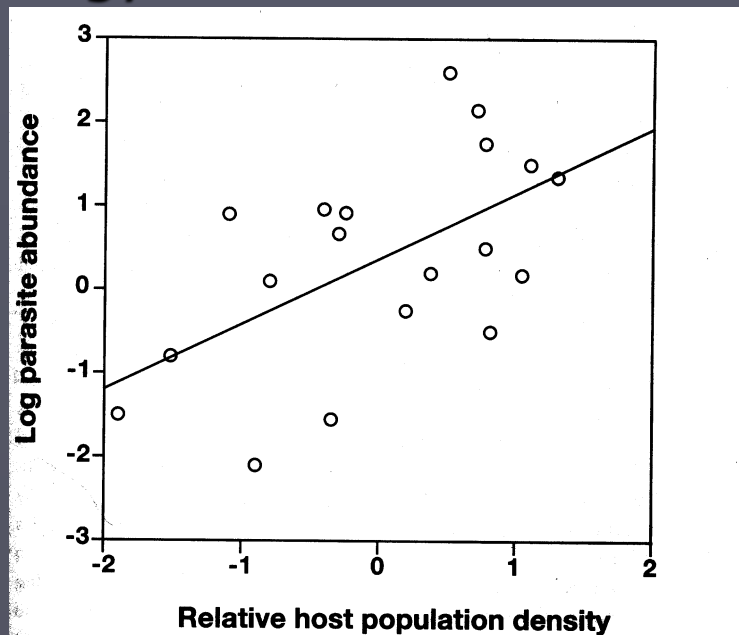
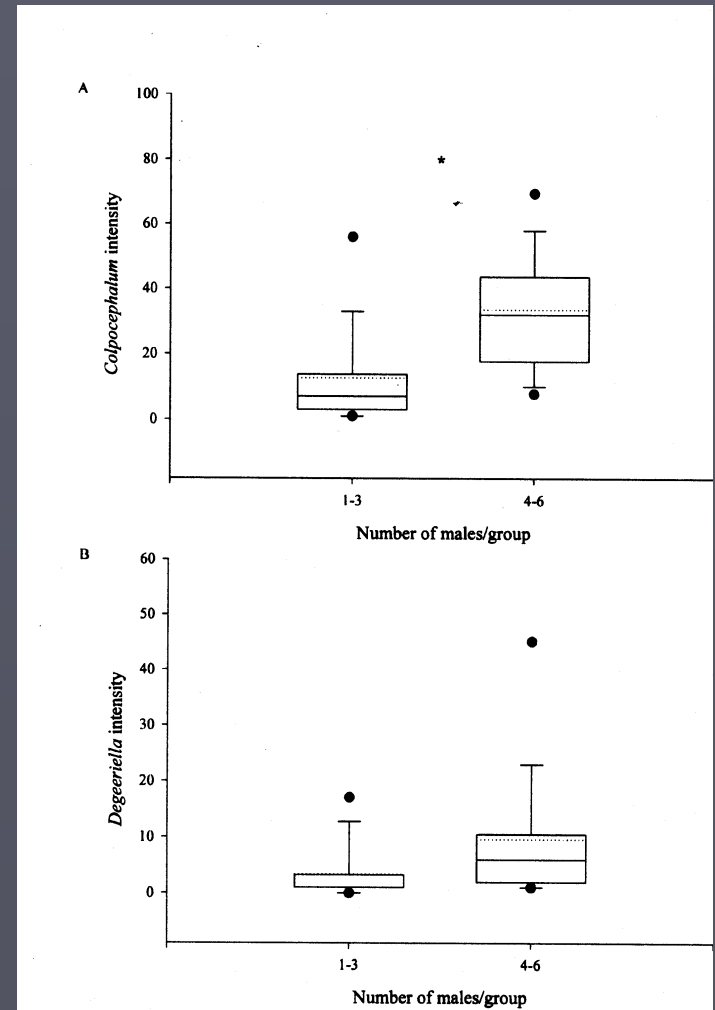
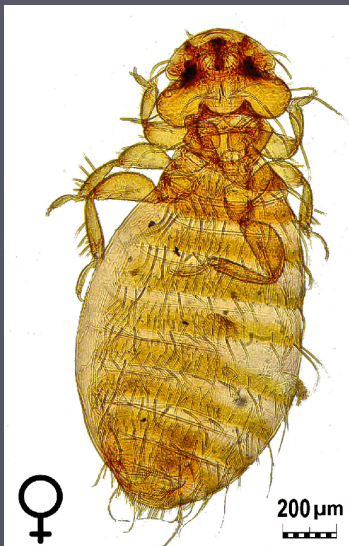


Figure 3.6. Relationship between host population density and abundance (numbers per host individual) of strongylid nematodes across 19 species of mammals. To correct for the effect of body mass, host density is plotted as residuals from a regression of density against host body mass, using log-transformed data; parasite abundance is the within-host average of all strongylid nematodes. (Data from Arneberg et al. 1998)

Chování hostitele

- ▶ Vši *Colpocephalum turbinatum* u galapážského jestřába (*Buteo galapagoensis*)
- vliv hostitelské sociality na abundanci parazita



Velikost populace hostitele

- ▶ Abundance monogenei (*Dactylogyrus formosus*, *D. wegneri*, *D. intermedius* a *Gyrodactylus carassii*) u ryb (*Carassius carassius*)
 - Předpoklad: zvyšování abundance se zvyšováním hustoty populace hostitele (hustota = vzdálenosti mezi jedinci)
 - hustota nevýznamný faktor
 - velikost populace (= celková dostupnost hostitelských jedinců) významný faktor

Velikost populace hostitele

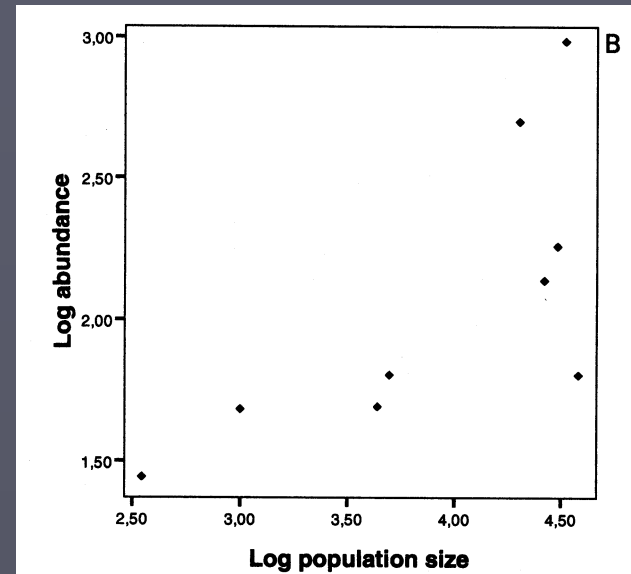
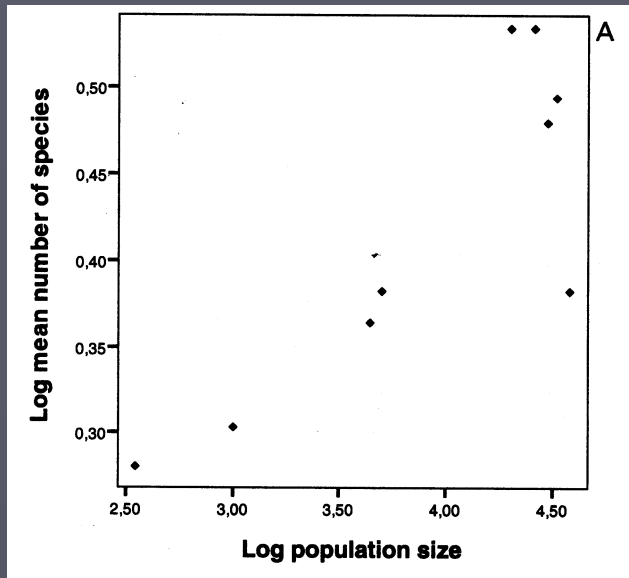
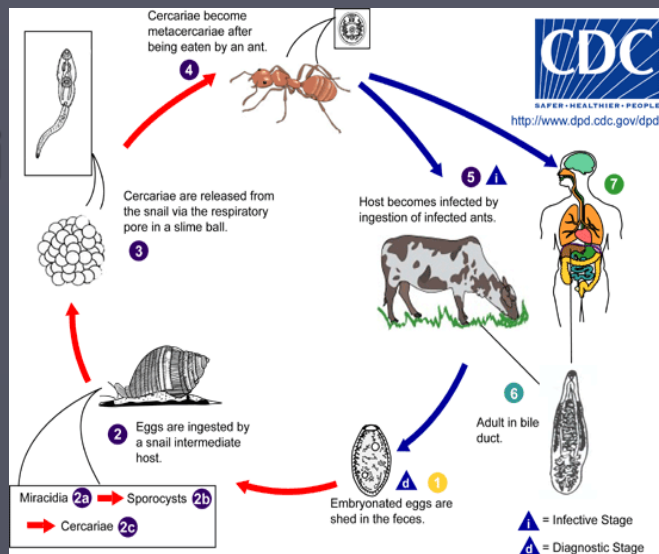


Fig. 3. (A) Relationship between host population size and the mean number of monogenean species per fish in the crucian carp populations from 9 ponds in Finland. (B) Relationship between host population size and the mean abundance of monogeneans per fish in the crucian carp populations from 9 ponds in Finland.

Potravní strategie

- ▶ Přenos endohelmintů (složitý vývojový cyklus)
- ▶ Množství potravy, podíl složek s invazními stádiiem
- ▶ Vliv sezónních změn v potravní nabídce – výskyt mezipostitele
- ▶ Postavení hostitele v potravním řetězci



Fyziologie hostitele

- ▶ Závislá na abiotických a biotických faktorech

množství dostupné potravy

znečištění prostředí

věk hostitele

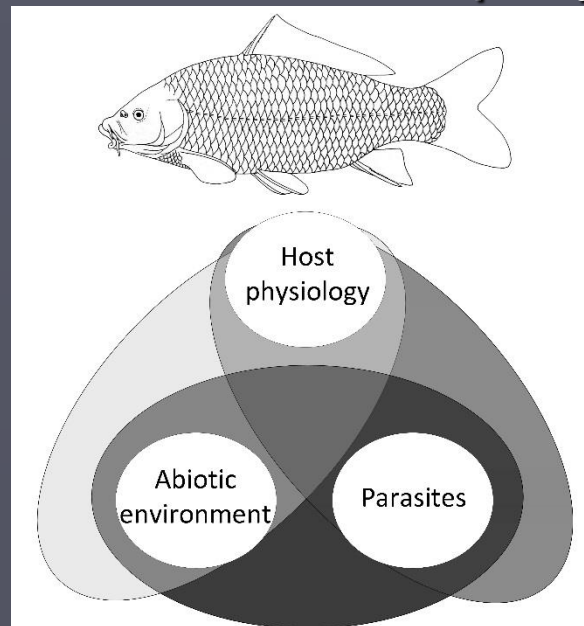
kompetice plus další interakce

Imunitní systém hostitele

- ▶ Genetické faktory
- ▶ Fyziologický a hormonální stav
- ▶ Věk hostitele
- ▶ Stres
- ▶ Předchozí zkušenosti s infekcí (specifická imunita)

Imunitní systém hostitele

- ▶ Specifický hostitel vnímavý, nespecifický rezistentní
- ▶ Porušení imunity – infekce nespecifického hostitele
- ▶ Vnímavost vs. rezistence – vliv genetických faktorů (kompatibilita)
- ▶ U poikilothermních hostitelů vliv teploty vody na imunitu

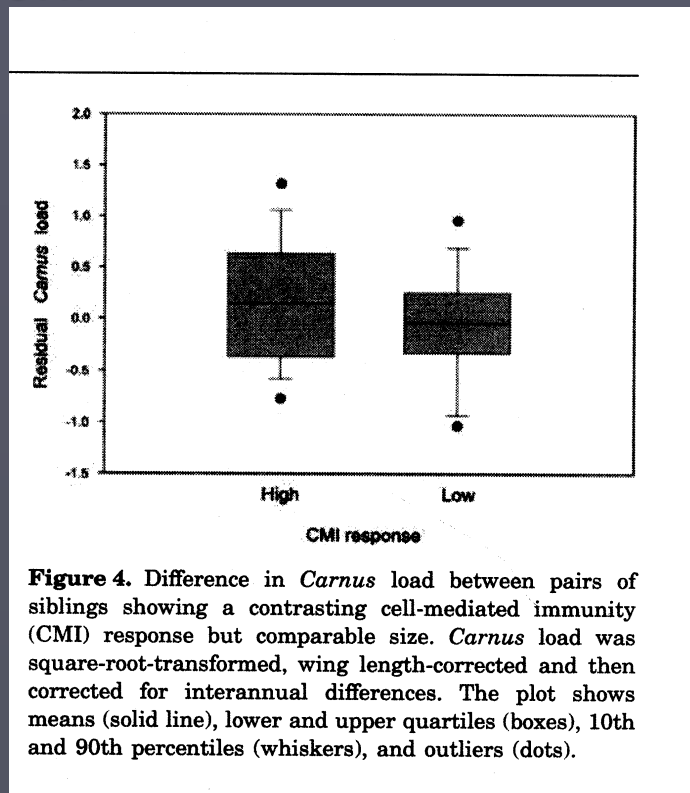


Genetika hostitele

- ▶ Úhor říční (*Anguilla anguilla*), mnohobuněční paraziti
- ▶ geny implikované do fyziologie hostitele:
 - odpověď hostitele vůči environmentálnímu stresu, tj. heat shock protein 70 (HSP70), metallothionein (MT)
 - osmoregulace - thyroid hormone receptor (THR), Na/KATPase
 - zbarvení THR, rodopsiny (FWO, DSO)
- ▶ Nižší exprese genů = infekce digeneí (7 druhů)
- ▶ Zvýšená trofická aktivita úhořů = infekce hlísticí (*Anguillicola crassus*)

Imunitní systém hostitele

- Př. Buněčná imunita (CMI) jako odpověď na hematofágního mobilního ektoparazita – moucha (*Carnus haemapterus*) kolonizuje ptáky (*Coracias garrulus*) v období hnízdění



Vliv environmentálních a hostitelských faktorů na abundanci parazitů

- Př. Epidemiologické data z 8 druhů korálových ryb ze dvou ostrovů Jižního Pacifiku

Table 2

List of environmental and host-related factors (both categorical (cat) and continuous (cont)) used in the multivariate regression tree.

Factors	cat-cont	Factors status (with units)
Host-related		
Host species	cat	- 8 species
Host family	cat	- 2 families
Host length	cont	- standard length, cm
Host health	cont	- hepatosomatic index
Host sex	cat	- 2 categories (male and female, for gonochoric Lutjanidae only)
Feeding behaviour	cat	- 2 categories (piscivorous, macro-invertebrate)
Mobility	cat	- 3 categories (territorial, sedentary and mobile)
Aggregation behaviour	cat	- 3 categories (solitary, group and shoal)
Environmental		
Sampled island	cat	- 2 categories (Moorea, Ua Huka)
Sampling depth	cont	- individual sampling depth, m
Habitat	cat	- 3 categories (lagoon, channel and outer slope)
Channel distance	cont	- distance to nearest channel, m
Coastal distance	cont	- distance to the coast, m
Temporal		
Sampling year	cat	- 3 categories (2005, 2006 and 2007)
Sampling month	cat	- 5 categories (March, April, May, June, July)



Vliv environmentálních a hostitelských faktorů na abundanci parazitů

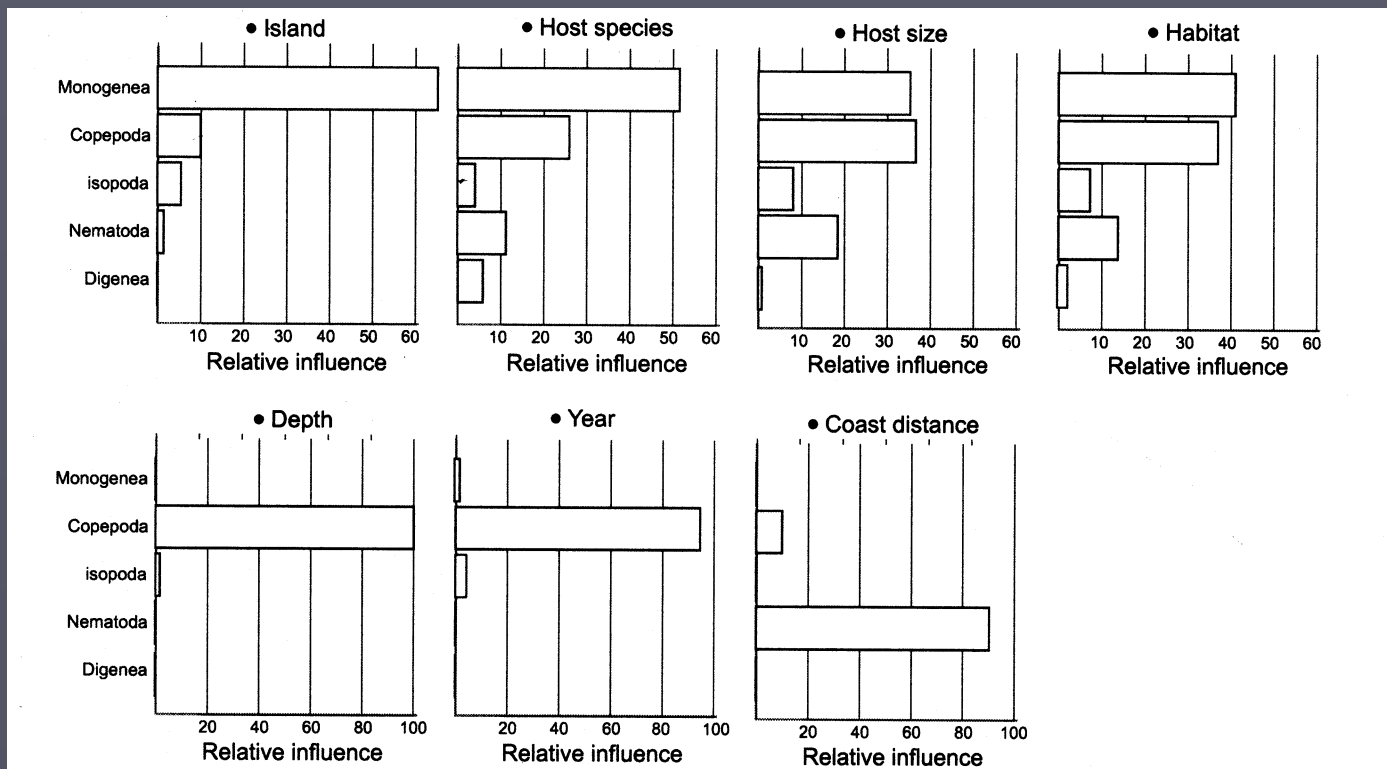


Fig. 3. Relative influence of main environmental and host determinants on the five most abundant parasite taxa. The relative influence of each variable is scaled so that the sum adds to 100, with higher numbers indicating stronger influence on the abundances.