

Parazitizmus a parazit

Parazitizmus

- vzájomný vzťah, pri ktorom jeden druh získava výhodu, zatiaľ čo druhý je týmto vzťahom poškodený
- forma symbiózy (vzťah alebo súžitie dvoch alebo viacerých druhov organizmov, prospešné alebo neprospešné)
- rozšírený biologický jav (paraziti - polovina biosféry)
- úspešná životná stratégia

Parazit

- organizmus (mikroorganizmus, rastlina, živočích), ktorý žije na tele alebo vnútri tela iného organizmu (hostiteľa), živí sa na jeho úkor a tým mu škodí
- skupina predátorov, ktorí sa živia tkáňami iných organizmov = hostiteľov, s ktorými žijú v tesnom spojení
- žijú po celý život alebo aspoň jeho časť na/v tele iného organizmu = hostiteľa

Úspešnosť parazita je daná

- 1. Stratégiou úspešného vyhľadávania hostiteľa
- 2. Stratégiou vniknutia do hostiteľa a uchytenia v hostiteľovi
- 3. Adaptáciou voči fyzikálne-chemickým podmienkam hostiteľa
- 4. Schopnosťou parazita sa uživiť v tele hostiteľa
- 5. Schopnosťou brániť sa imunitnému systému hostiteľa
- 6. Schopnosťou množenia v hostiteľovi a šírenia na ďalších hostiteľov

Ekologie jedince

Typy interspecifických interakcí podle povahy trofického vztahu mezi konzumentem a jeho kořistí/hostitelem

Vliv na RRV hostitele	Počet hostitelů napadených individuálním konzumentem	
	Jeden hostitel	Více hostitelů
RRV > 0 (hostitel přežívá)	Parazit metacerkárie adultní motolice Giardia Coccidae (Homoptera) malárie	Mikropredátor komáři pijavky mihule Cicadellidae (Homoptera) ██████████
RRV = 0 (hostitel je usmrcen)	Parasitoid Braconidae (vosy) Tachinidae (mouchy) Gordius (larva) Hyperiididae (amphipoda)	Predátor hvězdice kočkovití vlci Tunicata
	Parazitární kastrátoři redie a sporocysty plerocerkoid Schistocephalus Rhizocephala Entoniscidae (Isopoda) Srepsiptera	

*) RRV = residual reproductive value

Ekologie jedince

Je nezbytné zabít svého hostitele ?

- Dichotomie 2 x 2 oddělující parazity vyžadující smrt hostitele.
- Umožňuje oddělit parasitoidy a kastrátory.
- Vzniká nová kategorie troficky přenosných parazitů

		Počet hostitelů / napadené kořisti		
		1 hostitel	> 1 hostitel / kořist	
RRV		Je smrt hostitele nezbytná ?		
		Ne	Ano	
> 0		typický parazit	troficky přenosný typický parazit	mikropredátor
		parazitární kastrátor	parasitoid	predátor
= 0				

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Klasifikace parazitů

Systematika *versus* Ekologie

Zoologický systém parazitů

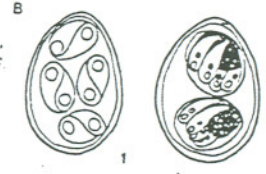
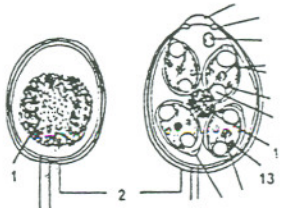
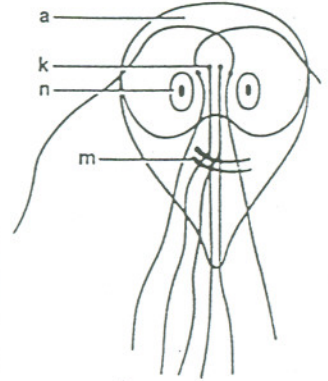
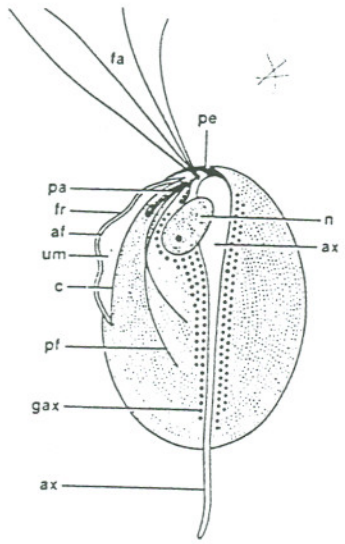
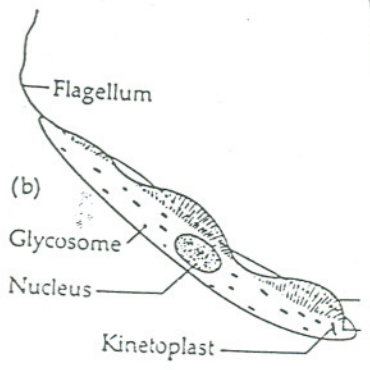
- Parazitičtí prvoci - protozoologie
- Parazitičtí helminti - helmintologie
- Parazitičtí členovci - arachnoentomologie

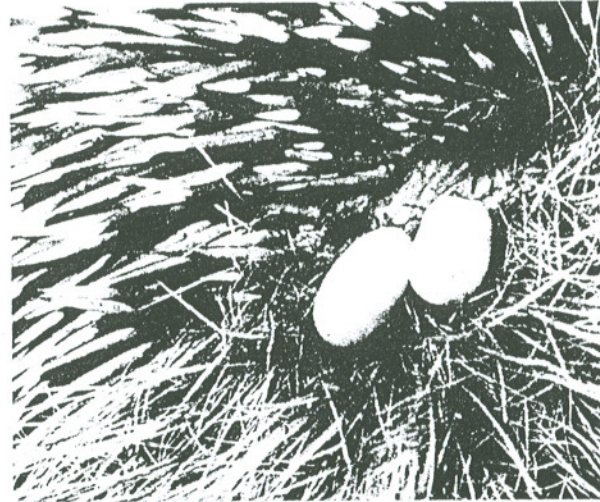
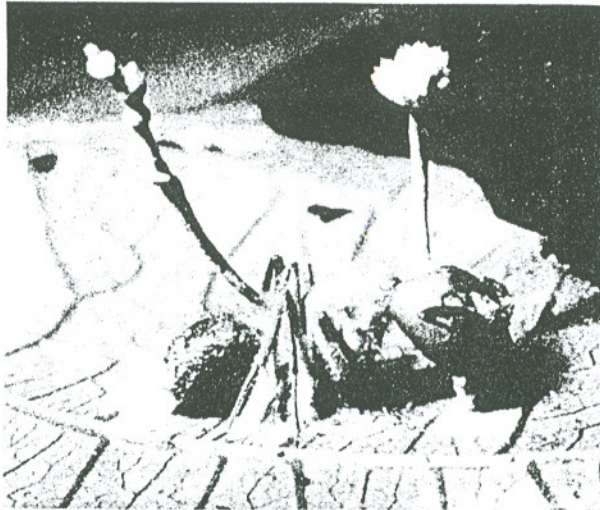
Ekologické klasifikace parazitů

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

Makroparaziti = vyvíjejí a rostou na/v hostiteli, ale nemnoží se (helminti, a členovci)

- Podle hostitelů
- Podle lokalizace
- Podle vazby na hostitele
- Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují
- Podle typu životního cyklu
- Podle způsobu výživy



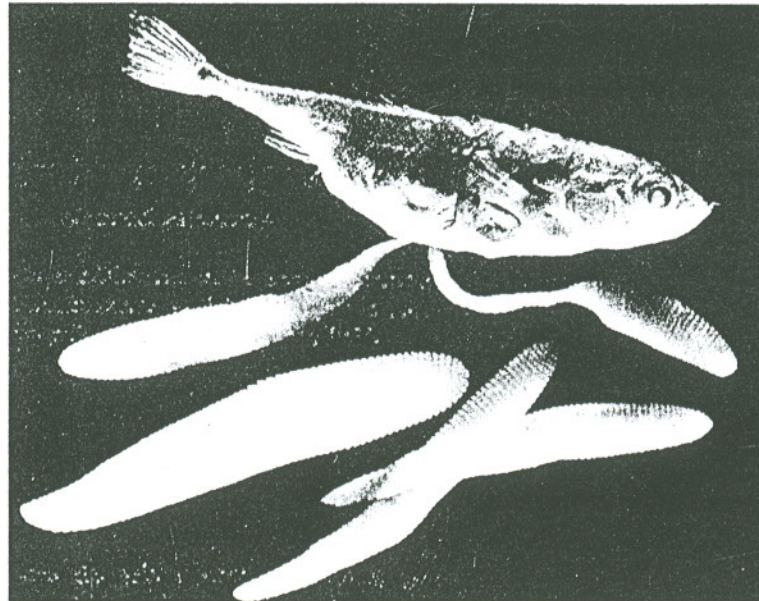


Obrázek 12.4. Makroparaziti živočichů

Vlevo nahoře: klíšata *Ixodes hexagonus* na ježkovi s hlavami zavrtnými v kůži hostitele

Vpravo nahoře: houba parazitující na mravenci *Camponotus* (fotografie použita s laskavým svolením BPS)

Dole: koljuška obecná s parazitujícími tasemnicemi (pleurocerkoidy *Schistocephalus solidus*). (fotografie: Heather Angel)



ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Podle hostitelů

Zooparaziti = paraziti zvířat a člověka

Fytoparaziti = paraziti rostlin

Podle lokalizace

Ektoparaziti = na povrchu těla hostitele (monogenea, parazitičtí koryši, vši, blechy)

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

1) **střevní:** (*Entamoeba histolytica*, Trematoda, Cestoda)

2) **krevní:** α - v plazmě (*Trypanosoma sp.*)
 β - v krvinkách (*Plasmodium sp.*)

3) **kavitární:** (*Entamoeba gingivalis*, *Trichomonas vaginalis*)

4) **tkáňoví:** α - intracelulární (*Toxoplasma gondii*, *Leishmania sp.*)
 β - epicelulární (*Giardia intestinalis*)
 γ - intercelulární (*Myxosporidia*)

Ektopická lokalizace: *Paragonimus westermani* v mozku.

Podle vazby na hostitele

Obligatorní = celý svůj život parazitují (motolice, tasemnice)

Fakultativní = parazitují pouze příležitostně (pijavka lékařská – *Hirudo medicinalis*)

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

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují

Permanentní = celý životní cyklus parazitují (*Plasmodium sp.*, *Trypanosoma sp.*, *Leishmania sp.*, *Entamoeba sp.*)

Temporární = parazitují pouze občas - příjem potravy (*Argulus foliaceus*, *Anopheles sp.*, *Culex sp.*, *Aedes sp.*, *Ixodes sp.*)

Periodický parazitismus: α - **stadijní**

- larvální (glochidia mlžů, larvy dipter –myiasis)
- imaginální (komáři, muchničky)

β - **generační** (hádě ropuší – *Rhabdias bufonis*)

Podle typu životního cyklu

Monoxenní = s účastí jednoho hostitele (*Eimeria tenella*, *Enterobius vermicularis*)

Heteroxenní = s účastí více hostitelů (*Toxoplasma gondii*, *Sarcocystis tenella*, *Fasciola hepatica*)

Podle způsobu výživy

Stenofágní (monofágní) = živí se na jednom druhu hostitele (*Trypanosoma lewisi*) ?

Euryfágní (polyfágní) = živí se na více druzích hostitelů (*Toxoplasma gondii*, *Trichinella spiralis*)

Specifičnost cizopasníka = schopnost vyskytovat se na/v jednom nebo více druzích hostitelů.

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Diverzita cizopasníků:

Mikroparaziti = viry, bakterie, houby, protozoa

Makroparaziti = především bezobratlí
helmini = živočichové a člověk
hmyz = rostliny

Velikost zde není rozhodující !

mšice = mikroparaziti rostlin (množí se na jejich povrchu)

houby = makroparaziti (nemnoží se dokud hostitel není mrtev)

Nemoci působené mikroparazity

mikroparazit	člověk	rostlina
viry	spalničky HIV (AIDS) chřípka	virus –trpasličí ječmen virus kvěťákové mozaiky
bakterie	tyfus spála	obilná sněť
houby	mykózy	rakovina kapusty bramborová sněť
protozoa	trypanosomy (spavá nemoc) Plasmodium (malárie)	

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Nemoci působené makroparazity

třída	řád	nemoc
helminti	tasemnice	cysticercosis
	krevňičky	bilhaziosis
	motolice	fasciolosis
	monogenea	dactylogyrosis
	nematoda	elefantiasis
hmyz	blechy	
	vši	
	blanokřídlí (parasitoidi)	makroparaziti hmyzu
členovci	klíšťata	

Parazitoidi (hyperparaziti) = velká skupina hmyzu (wasps and flies) kladoucí vajíčka do nebo na tělo hmyzího hostitele, obvykle působí jeho smrt

Paraziti většinou **biotrofní organismy** = živí se živými tkáněmi
Někteří (*Lucilia cuprina*) a plíseň rodu *Pythium* (působí „damping off“) žijí i po smrti svého hostitelem stávají se organismy **nekrotrofními**.

Přenos a šíření cizopasníků:

Horizontálně = mezi členy téže populace

Vertikálně = mezi rodiči a potomky

Horizontální přenos může být: **přímý**
nepřímý (pomocí vektoru nebo meziphostitele)

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Způsoby přenosu a šíření cizopasníků

Způsob šíření	nemoci člověka
Vertikální	HIV, toxoplasmosa
Horizontální	
Přímý přenos	
osobní kontakt	spalničky,
aktivní průnik	krevničky
pohlavní přenos	HIV, syfilis, bičenka poševní
kontaminace vody	cholera, améby Limax
Nepřímý přenos	
ingesce (potrava)	tasemnice, motolice
inhalace	Pneumocystis carini
inokulace vektorem	malárie, spavá nemoc

Bariéry přenosu ⇒ Obranné mechanismy hostitele

- 1) Nespecifické
- 2) Specifické

Nespecifické:

- fyzikálně chemické bariéry (kůže, nebuněčné složky tkání)
- fagocytóza a zánět

Specifické obranné mechanismy: • imunitní odpověď

Obranné reakce hostitele: 1) buněčná imunita
(fagocyty = bílé krvinky = T lymfocyty)
2) humorální (látková) imunita
(produkce protilátek)

Prítomnost antigenu = parazita vyvolá rychlou reakci imunitního systému a produkci specifických protilátek.

Bezobratlí a rostliny mají rovněž schopnost obranných reakcí, ale mnohem méně komplikovaných.

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Faktory prostředí 1. řádu

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

Faktory prostředí 2. řádu

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

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

Ekologická podstata parazitologie

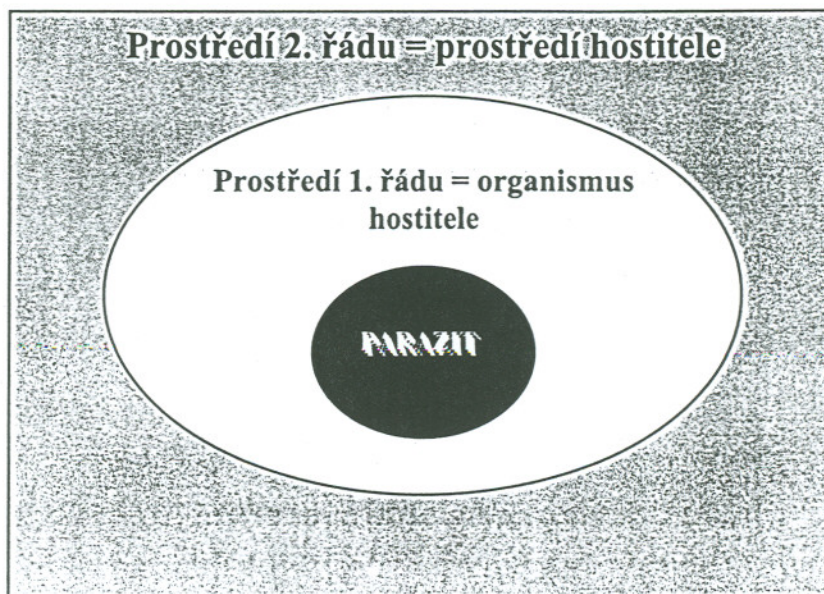
ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Organismus hostitele = prostředí parazita

Typy hostitelů: definitivní hostitel (*př. malárie*)
 mezihostitel
 vektor
 paratenický hostitel

Jak chápat prostředí parazitů ?

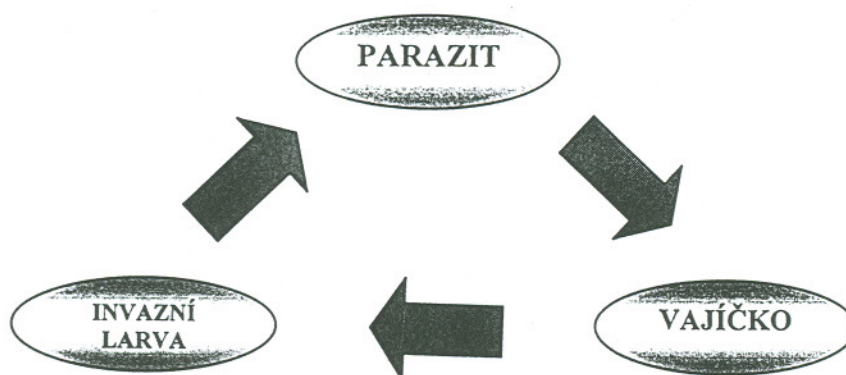
- 1) Organismus hostitele = prostředí 1. řádu
- 2) Prostředí hostitele = prostředí 2. řádu



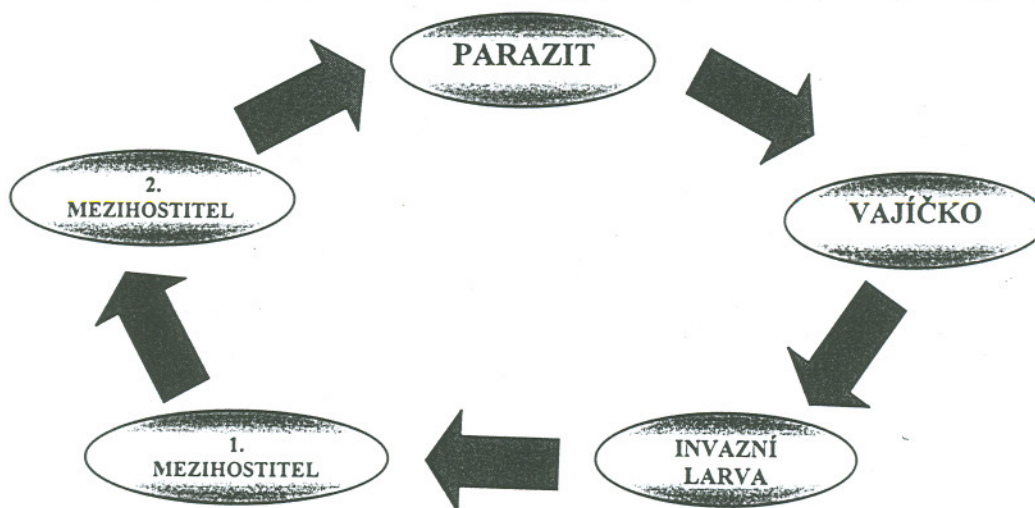
ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Typy životních cyklů parazitů: 1) přímý (geohelminți)
2) nepřímý (biohelminți)

Přímý vývoj



Nepřímý vývoj



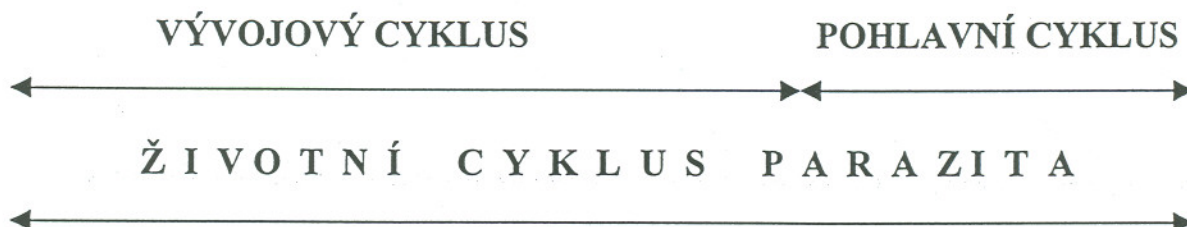
ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Co to je životní cyklus parazita ?



ŽIVOTNÍ CYKLUS PARAZITA

Vajíčko ⇒ Invazní larva ⇒ Juvenilní jedinec ⇒ Pohlavně zralý jedinec



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.“

Hostiteľ ako ostrov

- **Ostrovná biogeografická teória** (MacArthur and Wilson, 1967)
- **Hostiteľ ako ostrov** (Kuris et al., 1980) kolonizovaný parazitmi
- → **veľkosť ostrovu**: väčší hostiteľ viac druhov parazitov než hostiteľ menší
- → **vzdialenosť medzi ostrovmi**: väčšia vzdialenosť medzi ostrovmi → menšia pravdepodobnosť kolonizácie, na úrovni jedinca, pr. človek kolonizovaný malarickým parazitom – letová dráha komára prenášača predstavuje vzdialenosť medzi hostiteľmi (ostrovmi)

Rozloženie parazitov a nakazených hostiteľov

- **Prevalencia** – percento infikovaných hostiteľov v hostiteľskej populácii
- **Abundancia** – priemerný počet parazitov na jedného hostiteľa v populácii (infikovaného aj neinfikovaného)
- **Intenzita infekcie** – priemerný počet parazitov na jedného infikovaného hostiteľa v populácii

Populačná dynamika parazitizmu

- štúdium chovania nemoci (vyvolanej patogénom alebo parazitom) v populáciách hostiteľov sa zaoberá **epidemiológia**
- Anderson and May (1978), May and Anderson (1978)

Priamo prenášaní mikroparaziti

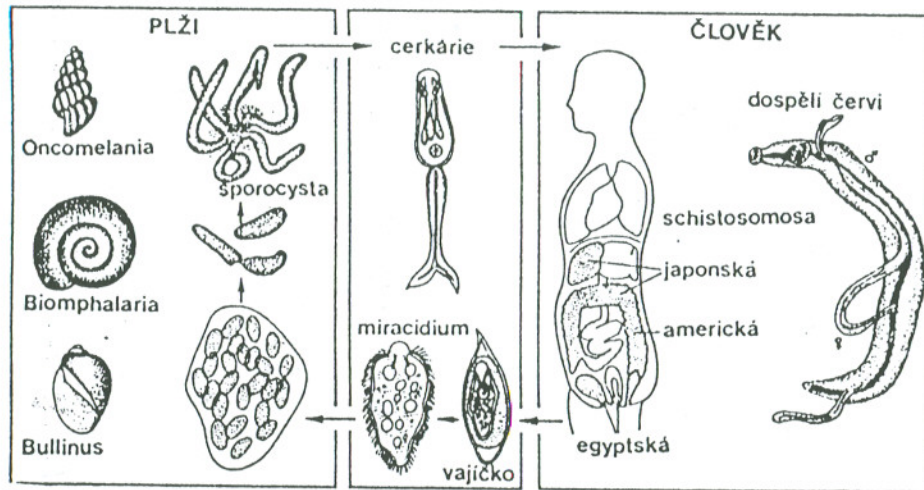
- **základná reprodukčná rýchlosť R_p** = priemerný počet nových prípadov onemocnenia, ktoré vznikajú z každého infikovaného hostiteľa
- **Prah prenosu $R_p=1$** (nákaza vyhasne $R_p<1$, nákaza sa šíri $R_p>1$)
- **$R_p = \beta N f L$**
- β – rýchlosť prenosu choroby
- f – podiel prežívajúcich infekčných hostiteľov
- L – priemerné časové obdobie, kedy zostáva nakazený hostiteľ nákazlivým
- N – počet jedincov v populácii
- → prah prenosu $N_t = 1/\beta f L$

Mikroparaziti prenášaní vektorom

- $R_p = \beta^2 \frac{N_v f_v f_h L_v L_h}{N_h}$
- N_v, N_h – hustota prenášača a hostiteľa
- f_v, f_h - podiely infikovaných vektorov a hostiteľov, ktorí prežívajú, aby sa sami stali nákazlivými
- L_v a L_h - časové obdobia počas ktorých zostávajú prenášači a hostitelia nákazliví
- β - miera účinného prenosu
- \rightarrow prah prenosu $\frac{N_v}{N_h} = \frac{1}{\beta^2 f_v f_h L_v L_h}$

Makroparaziti šírení priamo

- R_p - počet potomkov splodených dospelým parazitom počas reprodukčného obdobia a dospievajúcich do veku, kedy sa môžu reprodukovať
- pre makroparazitov živočíchov
- $R_p = (\lambda L_a f_a) \times (\beta N L_i f_i)$
- λ - rýchlosť produkcie vajíčok/dospelý jedinec
- β – rýchlosť prenosu
- N – hustota hostiteľa
- L_a – očakávaná dĺžka života dospelého parazita v hostiteľovi
- L_i – očakávaná dĺžka života nákazlivého štádia mimo hostiteľa
- f_a – podiel parazitov, ktorí sa dožijú pohlavnej zrelosti
- f_i – časť prenosného štádia, ktorá sa stáva nákazlivou.



Obr. 72. Vývojový cyklus schistosom. (Upraveno podle Jírovce.)

Makroparaziti s nepriamym prenosom

- $R_p = (\lambda_1 L_{a1} f_{a1}) (\beta_1 N_1 L_{i1} f_{i1}) (\lambda_2 L_{a2} f_{a2}) (\beta_2 N_2 L_{i2} f_{i2})$
- λ_1, λ_2 – rýchlosť produkcie vajíčok/dospelá samica červa a počet cercárií na infikovaného medzihostiteľa
- N_1, N_2 – hustota definitívneho hostiteľa a medzihostiteľa
- β_1, β_2 – rýchlosť prenosu z cercárií na definitívneho hostiteľa a z miracídií na medzihostiteľa
- $L_{a1} f_{a1} \dots \dots \dots$ - očakávané dĺžky života a podiel prežívajúcich do nakazlivého štádia v prípade dospelých parazitov, miracídií, nakazených plžov a cercárií

Paraziti a populačná dynamika hostiteľov

- paraziti škodia jednotlivým hostiteľom s intenzitou závislou na hustote parazita aj hostiteľa
- Nakazení a nenakazení hostitelia prejavujú kompenzačné reakcie
→ zníženie pôsobenie parazita na populáciu hostiteľa
- Výsledok: kolísanie hustoty populácie hostiteľa alebo mnohonásobné rovnovážne stavy

Adaptácie k parazitizmu

- **veľkosť parazitov** – omnoho menší ako hostitelia
- **zmeny v stavbe tela** - redukcia alebo zvyšovanie komplexnosti
- **zvyšovanie reprodukčnej kapacity**
- **zhlukovanie = agregácia** – mnoho hostiteľov - jeden alebo žiaden parazit, niekoľko hostiteľov - veľký počet parazitov
- → (1) na úrovni hostiteľov, (2) na úrovni mikrohabitatov
- **mechanizmus disperzie**
- **mechanizmus infekcie** – behaviorálne modifikácie
- **hermafroditizmus, partenogéza a asexuálna reprodukcia**
- **jednoduchý vs. zložitý vývojový cyklus**

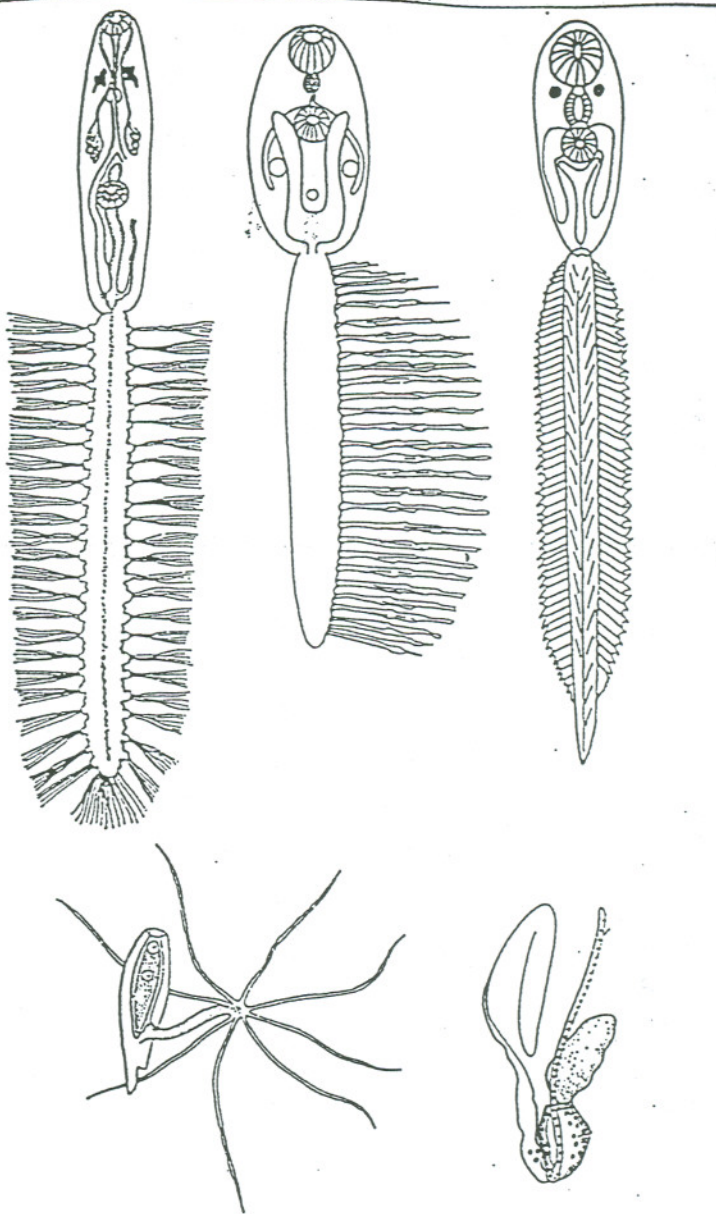
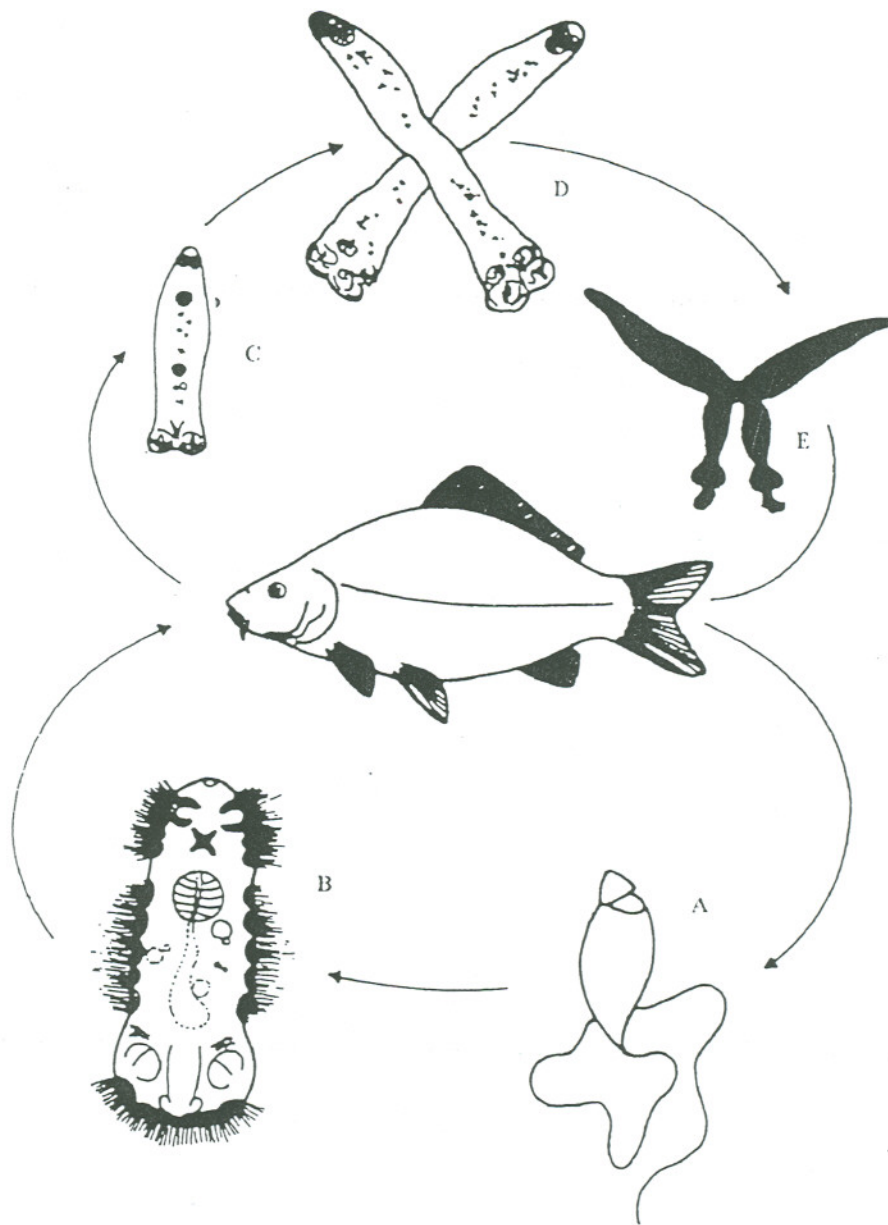


FIGURE 3 Marine cercariae with various flotation mechanisms on the tail. After various authors, from Rohde (1993).

TABLE I
Approximate Estimates of Fecundity of Free-Living and Parasitic Flatworms^a

	Number of eggs	Multiplication of larvae
Free-living Turbellaria	10	None
Ectoparasitic Monogenea	1000	None
Endoparasitic trematodes	10 million	×1000 at least
Endoparasitic tapeworms	10 million	×1-1000

^a After Jennings, Calow, and Rohde, from Rohde (1993).



Obr. č. 1: Schéma vývojového cyklu *Eudiplozoon nipponicum*

A - vajíčko, B - onkomiracidium, C - diporpa, D - juvenilný jedinec, E - adultný jedinec. (Podľa: Gelnar a kol., 1989)

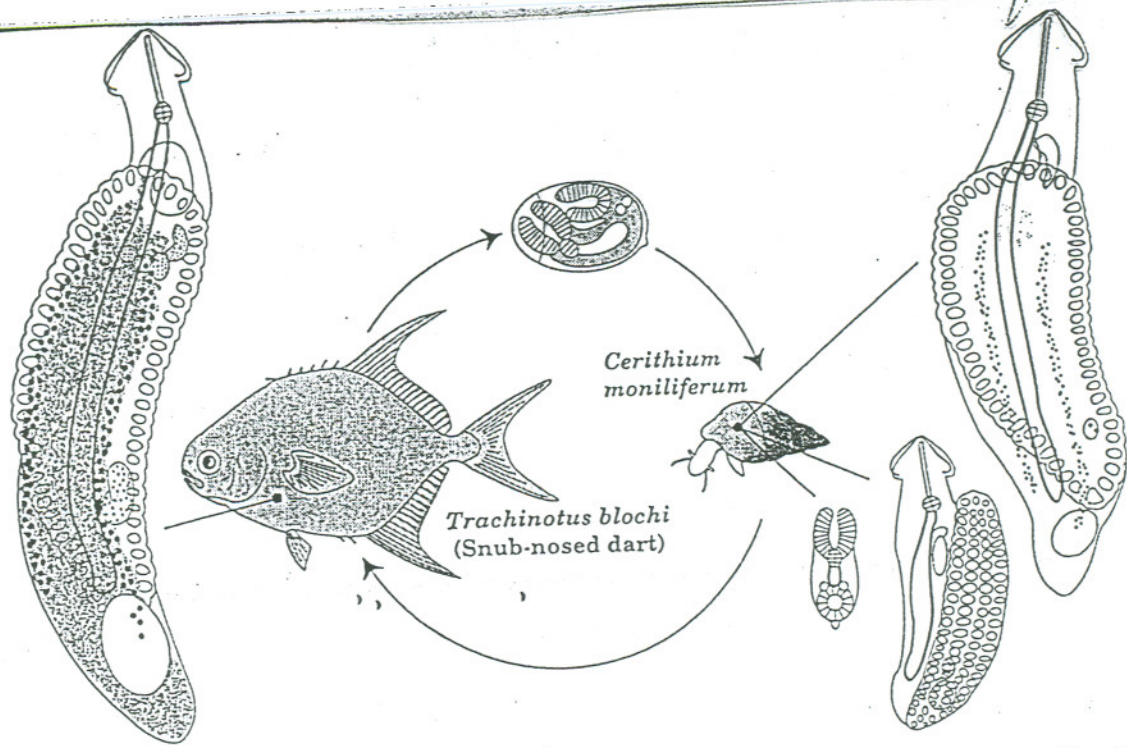


FIGURE 5 Life cycle of *Lobatostoma manteri* (Trematoda, Aspidogastrea). Note one intermediate (snail) and a final host (fish). No multiplication of larvae occurs in the intermediate host.

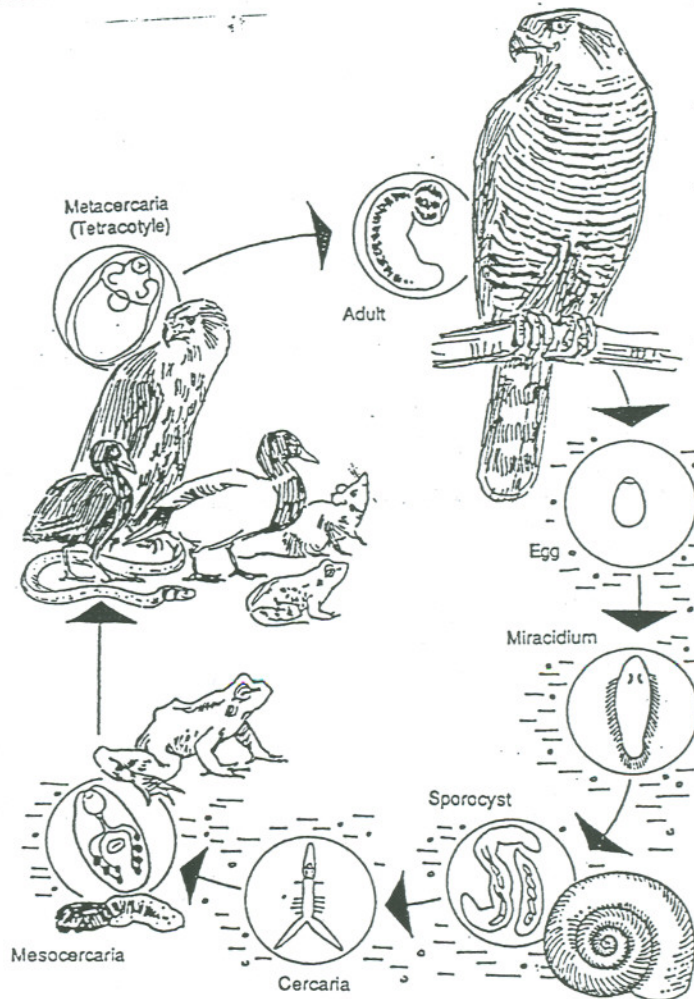


FIGURE 6 Life cycle of the trematode *Strigea falconispalumbi*. Note: Final hosts (predatory birds) containing adult worms which produce eggs in which miracidia develop, first intermediate host (snails) containing the sporocysts that produce cercariae, second intermediate host (tadpoles/frogs) containing mesocercariae, and third intermediate hosts (amphibians, snakes, birds, mammals) containing metacercariae. Modified from Odening (1969 © Spektrum Akademischen Verlag, Heidelberg, Berlin, with permission).

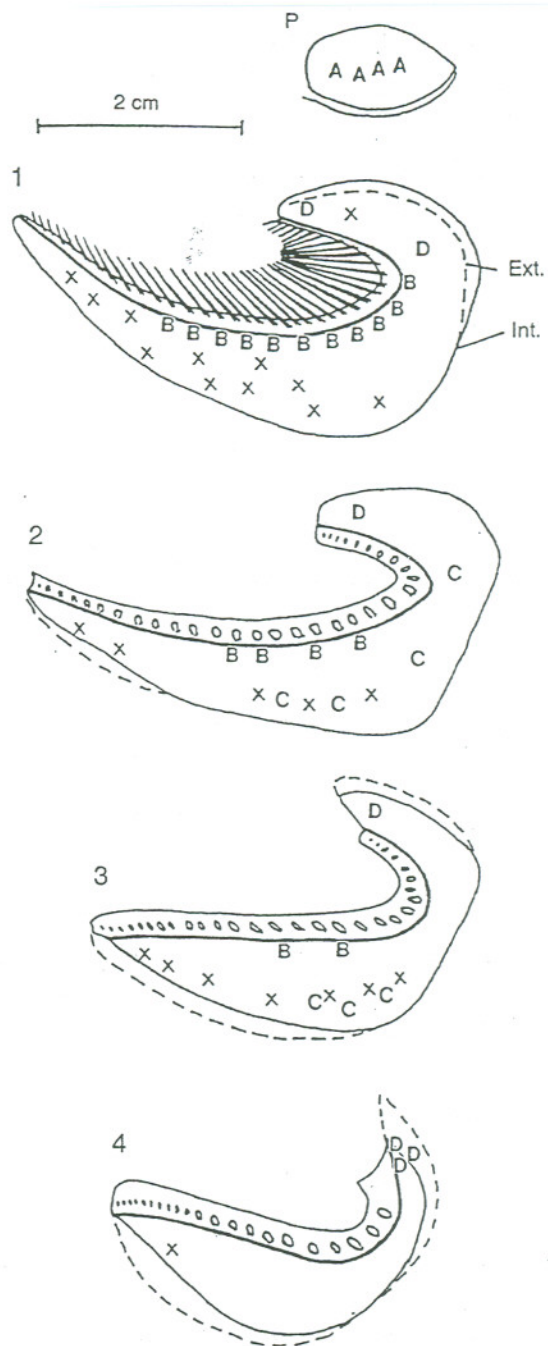


FIGURE 4 Monogenean gill parasites on the gills of mackerel, *Scomber australasicus*, off southeastern Australia. P, pseudobranch; 1-4, gills 1-4; ext, external gill filaments; int, internal gill filaments. A, *Kuhnia sprostoni*; B, *Kuhnia scombri*; C, *Kuhnia scombercolias*; D, *Grubea australis*; x, *Pseudokuhnia minor*. Note that species A-D have identical copulatory organs, and species x has different copulatory organs; A-D are spatially segregated from each other, and species x overlaps with B, C, and D.

- **hostiteľská špecifickosť** „host specificity“
- → Koncept **generalista - špecialista**
- → špecialista – jeden hostiteľský druh alebo úzke spektrum príbuzných hostiteľských druhov
- → generalista – širšie spektrum (dva a viac) nepríbuzných hostiteľských druhov
- počet hostiteľských druhov „**host range**“

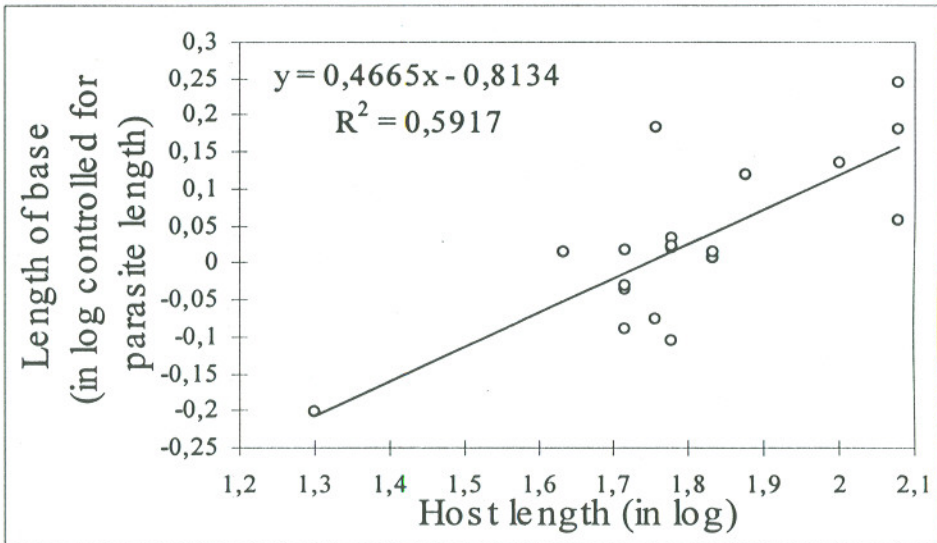
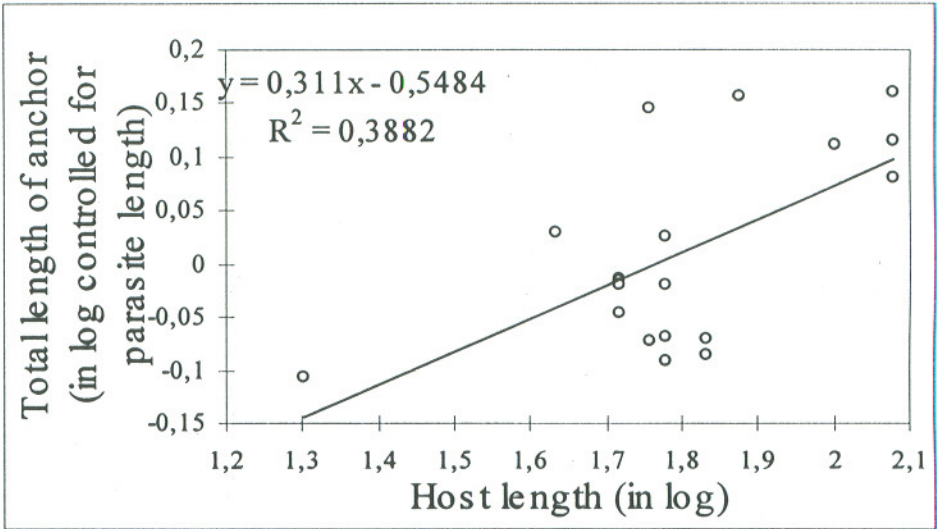
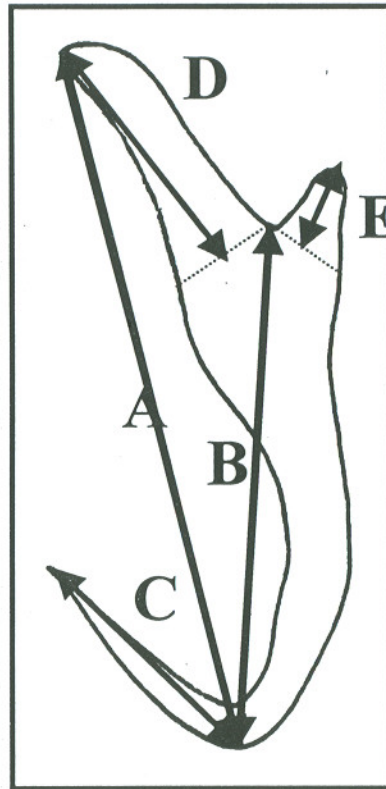
- **špecifickosť niky** „site specificity, niche specificity“

- **determinanty hostiteľskej špecifickosti**
- špecializácia na predikčné zdroje (Ward, 1992) – väčší a/alebo abundantnejší hostitelia - potvrdená
- špecializácia na nepriateľsky voľný priestor (Jeffries and Lawton, 1984) – špecializácia spojená s absenciou potenciálnych kompetítorov – nepotvrdená
- špeciálne adaptácie parazitov – prichytávacie orgány (Morand et al., 2000)
- vzťah dĺžky tela parazita a hostiteľa (Morand et al., 1996, Sorci et al., 1997)

Results and conclusions

Host specificity is connected with parasite adaptation

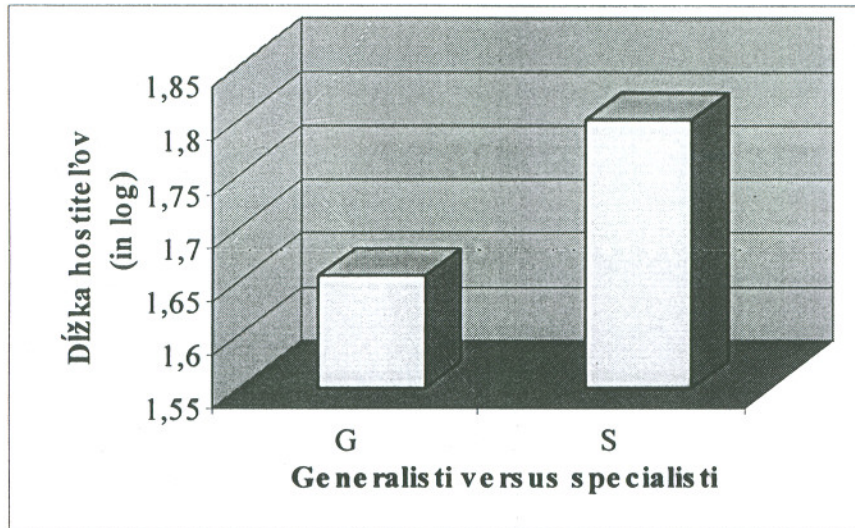
→ 44 parasite species
→ 19 host species



Positive relationships between host size and attachment measurements for specialistes ($p < 0.001$)

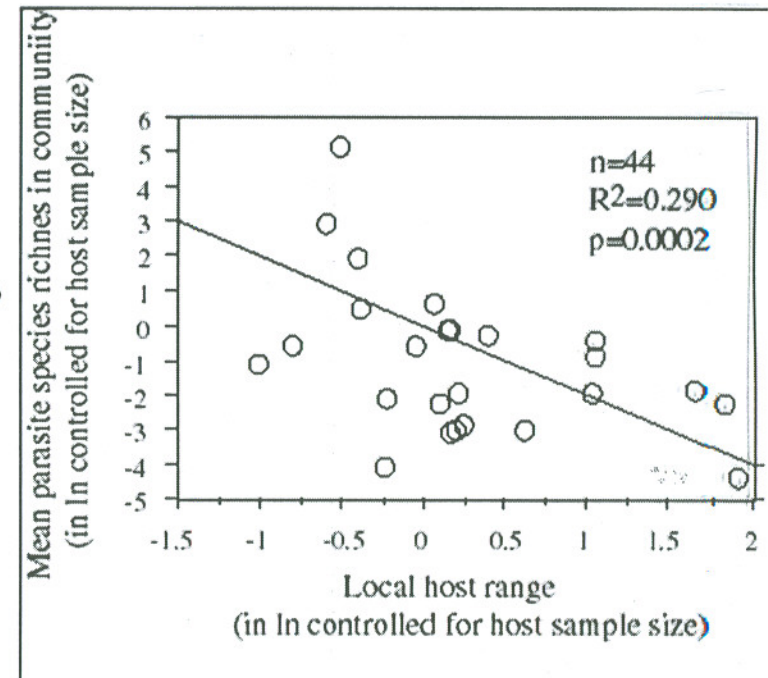
Results and conclusions

▲ Specialisation on predictable resource – fish size and abundance



ANOVA, $F_{1, 42} = 5.625$,
 $P = 0.0224$

▲ Specialisation is not connected with absence of the potential competitor
→ high species number ⇒ specialists and generalists
→ low species number ⇒ generalists



Vplyv parazita na chovanie hostiteľa

- zmeny chovania hostiteľa ako výsledok adaptácie parazita, ktoré vedú k zvýšeniu pravdepodobnosti prenosu parazita do definitívneho hostiteľa

- Typy zmien chovania:

1. **Zviditeľnenie hostiteľa** („Aggressive mimicry“)

- Napr. veľké a farebné sporocysty *Leucochloridium macrostomum* pulzujúce v tykadlách šneka, alebo čierne škvrny spôsobené larvami motolíc u rýb

2. **Potravné chovanie** („Foraging behaviour“)

- parazitovaný hostiteľ strávi viac času hľadaním a konzumovaním potravy a to aj v prítomnosti predátora

3. **Odlišný pohyb, dezorientácia** („Altered locomotion“)

- parazitovaný hostiteľ vykazuje netypický pohyb
- napr. *Diplostomum* sp. a ryba

4. **Vyhýbanie sa predátorom** („Anti-predator behaviour“)

- parazitovaný hostiteľ má zníženú vnímavosť v prítomnosti predátora → vzdialenosť predátora a hostiteľa je kratšia, príp. reakcia na útok predátora je strnutie (*Toxoplasma gondii* a myš)

5. Preferencia prostredia („Habitat selection“)

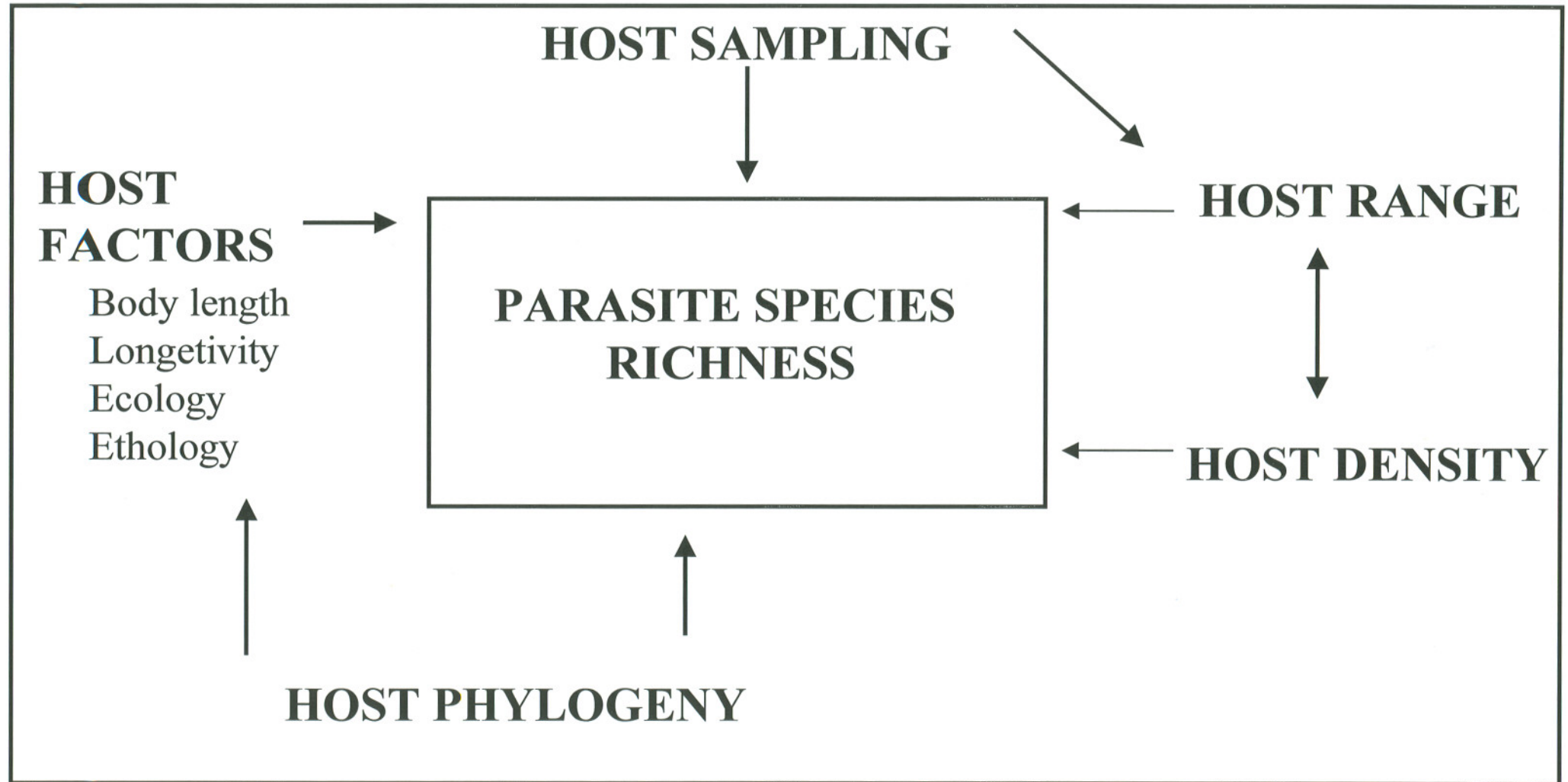
- parazitovaný hostiteľ sa vyskytuje v takom prostredí, kde je nápadnejší a ľahšie uloviteľný definitívnym hostiteľom (napr. mravenec na tráve – *Dicrocoelium dendriticum*)

6. Pohlavné chovanie („Sexual behaviour“)

- Parazity uvoľňujú hormóny analogické tým, ktoré zabraňujú pohlavnému dospievaniu
- kastrácia hostiteľov (mňkkýši, krab *Cyclograpsus punctatus* a *Sacculina*)
- ovplyvnenie samcov pri pohlavnom výbere (farba vtáčieho peria, ornamentácia rýb, ...)

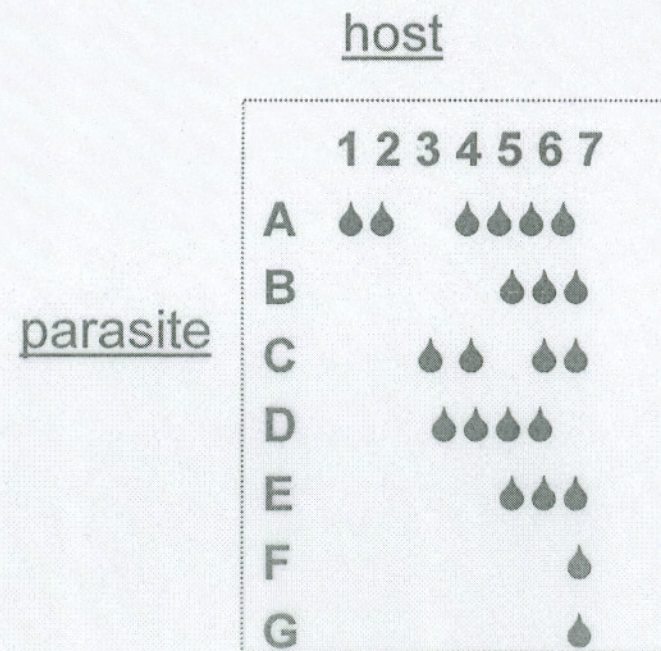
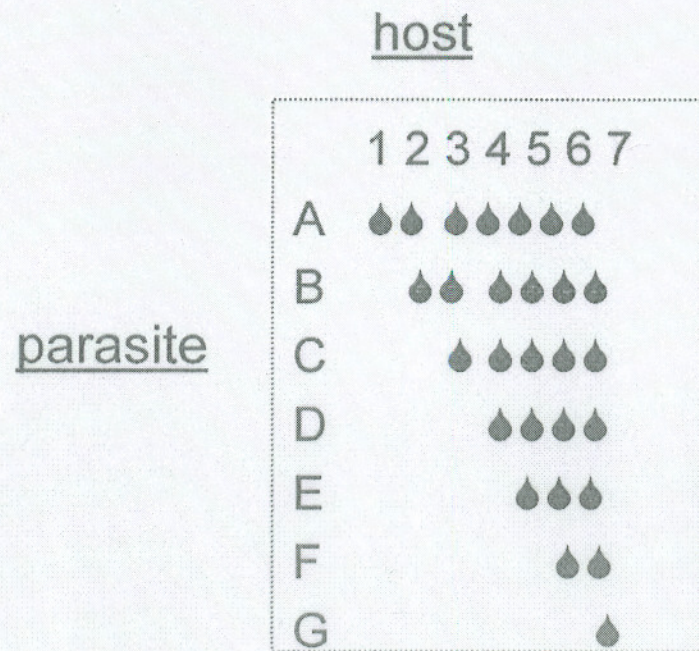
Introduction I

Factors affecting parasite species richness



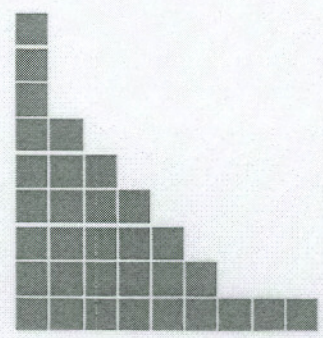
Organisation in parasite assemblages

- ▲ Island biogeographical theory \Rightarrow host as island
- ▲ "Nestedness" \Rightarrow pattern describing the species distribution in fragmented habitats
- ▲ Nested structure
- ▲ Deviation from random to nested structure

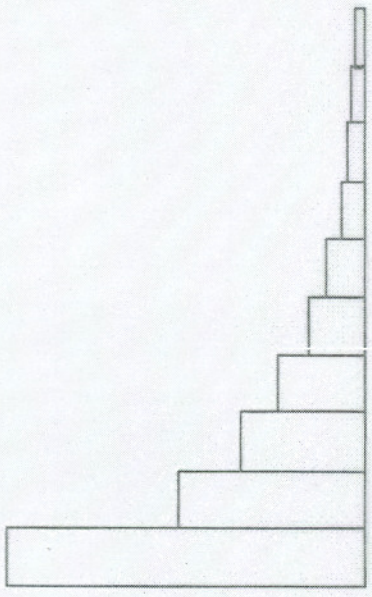


Relationship between two kinds of organisation in parasite assemblages

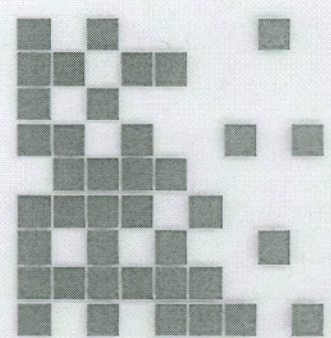
Nested pattern



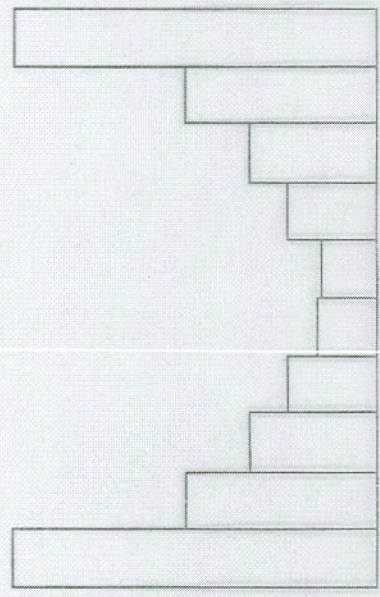
Unimodal distribution of parasite prevalence



Non nested pattern



Bimodal distribution of parasite prevalence



Morand et al., 2002;
Šimková et al., 2003

Evolúcia parazitických spoločností

4 rôzne modely procesu vývoja parazitických spoločností

1. model košpeciácie

Brooks (1980), Mitter and Brooks (1983)

- v súčasnosti neinteraktívne spoločnosti, u ktorých sa vyvinuli evolučné spojenia medzi hositeľom a parazitom

2. nerovnovážny model

Connor and McCoy (1979)

Nikdy nedosahuje stabilnej rovnováhy, pretože spoločnosť je nesaturovaná a existujú stále prázdne niky.

3. asymptotický rovnovážny model

- MacArthur and Wilson (1967), Wilson (1969)
- založený na teórii ostrovnej biogeografie
- spoločnosti sú udržiavané rovnováhou medzi mierou kolonizácie a extinkcie
- vývoj podľa predikovateľného sledu: neinteraktívna, interaktívna, assortívna, evolučná

4. neasymptotický model

- Southwood (1961)
- nové druhy pribúdajú lineárne v čase, takže spoločnosti sa javia ako nesaturované

Genetický polymorfizmus

Gén proti génu – vzťah medzi virulenciou parazita a hostiteľskou rezistenciou

- proti hostiteľovmu génu pre rezistenciu stojí vždy gén patogéna pre virulenciu
- → polymorfizmus a rýchla evolučná zmena.

Hostiteľská obrana na princípe **arms races**

MHC variabilita vs. parazitizmus

- výhoda heterozygota
- na frekvencii závislá selekcia

Evolúcia parazit a hostiteľ

V alopatrických podmienkach – **koevolúcia**

V sympatrických podmienkach – **intrahostiteľská špeciácia**

„**host switching**“ – prechod medzi
hostiteľmi

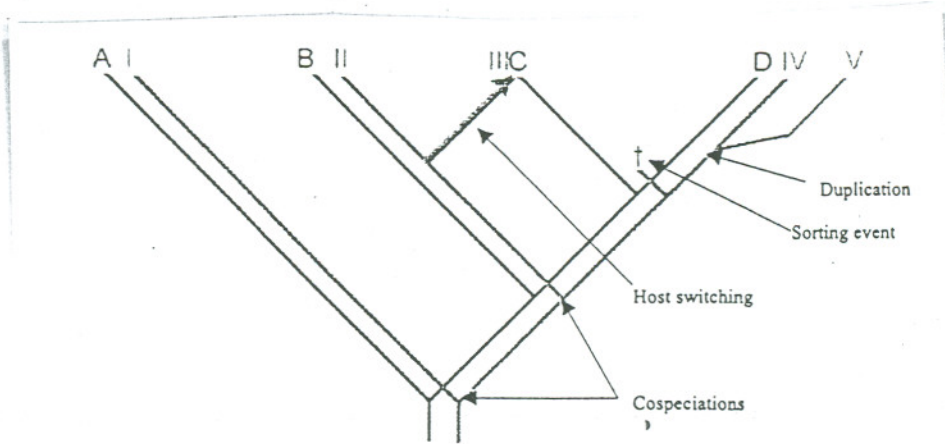


Fig. 1. The phylogeny of four hosts (black; A–D) and the evolutionary history of five associated parasites (gray; I–V). The four coevolutionary events that influence the congruence and incongruence between the host and parasite phylogenies are illustrated and labeled.

Parazitizmus a evolúcia sexuálnej selekcie

Zahavi (1975) handicap hypotéza

- vývoj sekundárnych pohlavných znakov predstavuje handicap →
- (1) redukuje prežívanie samcov
- (2) predstavuje kvalitu genetickej rezistencie dôležitej v sexuálnej selekcii samice

Hamilton and Zuk (1982) hypotéza parazitmi zprostredkovanej sexuálnej selekcie

- rozšírenie handicap hypotézy, modifikovaná ako parazitmi sprostredkovaná sexuálna selekcia založená na predikcii „dobrých génov“.
- Predpokladá: vzťah sekundárne pohlavné znaky vs. genetická rezistenciu voči parazitom a patogénom
- → samica vyberá k reprodukcii samcov podľa kvality sekundárnych pohlavných znakov = vysoká rezistencia potomstva (výber „dobrých génov“ pre potomstvo)

Immunokompetenčná handicap hypothesis (Folstad and Karter, 1992)

- dualistický efekt steroidných hormónov →
- (1) stimulujú vývoj sexuálnych pohlavných znakov
- (2) redukovávajú imunokompetenciu imunosupresiou
- → kompromis medzi nákladmi na reprodukciu a imunokompetenciou.

Hniezdny parazitizmus

- najsilnejšie vyvinutý u vtákov
- **Vnútrodruhový** – kladú niekoľko vajec do hniezd svojich susedov toho istého druhu
- **Medzidruhový** – 1% vtáčích druhov, obvykle kladú len jedno vajce do hniezda hostiteľa a niekedy prispôbia veľkosť hostiteľovej znášky tak, že jedno z jeho vajec odstránia

Interakcie v spoločenstvách parazitov

Interaktívne spoločenstvá – vysoké hustoty → vysoké interakcie

Izolované spoločenstvá – nízke hustoty → nízke interakcie

Ekologické niky parazitov

- abiotické a biotické prostredie
- najčastejšie zložky: hostitelia, mikrohabitaty, geografický rozsah, pohlavie hostiteľa, vek, sezóna, potrava

Saturácia ník parazitmi

Dôležitá otázka ekológie: saturované habitaty druhmi alebo existencia prázdnych ník? Druhy v kompetícii?

žiabrové parazity morských rýb – **prázdne niky** („empty niche“)

v prípade vysokého počtu druhov alebo jedincov

Segregácia niky

3 možné výstupy kompetičných interakcií

Selektívna segregácia – vyvíjali sa v priebehu evolúcia, absencia súčasnej kompetície (parazitické spoločenstvá sladkovodných rýb)

Interaktívna segregácia – kompetícia dôležitá sila organizácie spoločenstva, základné niky redukované (interaktívna endoparazitické spoločenstvá u vtákov)

Kompetitívna vylúčenie – druhy s podobnými alebo rovnakými požiadavkami nemôžu koexistovať v rovnakom priestore a čase (*Hymenolepis diminuta* a *Moniliformes dubius* u potkanov)

Štruktúra parazitických spoločenstiev

Infrakomunita – všetky parazitické infrapopulácie jedného hostiteľského jedinca

Component community – všetky parazitické infrapopulácie jednej hostiteľskej populácie

Compound community – všetky parazitické spoločenstvá v rámci ekosystému

Hlavné otázky ekológie spoločenstiev:

- (1) má zloženie spoločenstiev predikovateľnú štruktúru?
- (2) aké procesy sú zodpovedné za túto štruktúru?

Koncept core a satelite druhov

Caswell (1978), Hanski (1982)

Core parazitické druhy – dominantné s vysokou prevalenciou a intenzitou infekcie,

Satelitné parazitické druhy - málo abundantné s nízkou prevalenciou a intenzitou infekcie.

Koncept alogenických a autogenických druhov

Esch et al. (1988)

- spája proces kolonizácie parazitmi a štruktúry parazitických spoločenstiev

Alogenický parazitický druh – využívajú ryby alebo iné akvatické vertebrata ako medzihostiteľov, pohlavne dospievajú vo vtákoch alebo cicavcoch

Autogenetický parazitický druh – celý životný cyklus parazita prebieha vo vodnom prostredí