

Diverzita parazitů

Andrea Vetešníková Šimková, simkova@sci.muni.cz

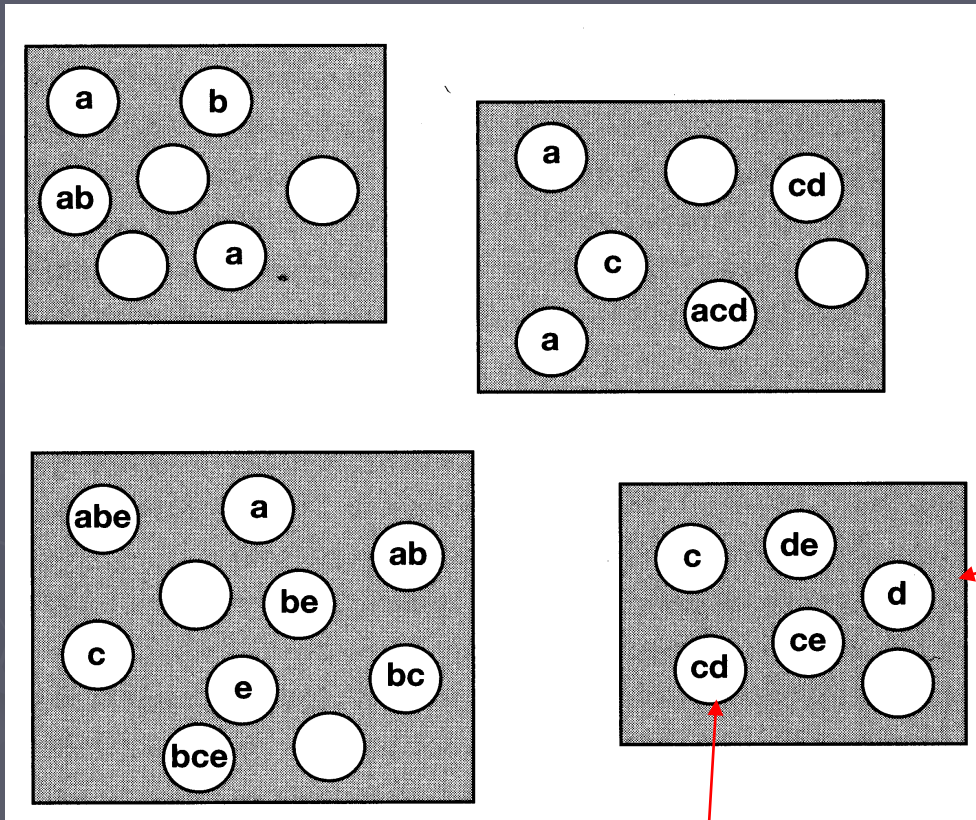
Společenstvo

- ▶ Heterotypický soubor jedinců složený s populací různých druhů, mezi kterými existují interakce
- ▶ Společenstvo existuje v reálném prostoru a čase a tvoří biologickou část určitého ekosystému
- ▶ **Vlastnosti společenstva**
 - ▶ 1. vyplývají z povahy interakcí mezi druhy
 - ▶ 2. závisí na diverzitě a distribuci druhů, potravních sítích, toku energie v ekosystému

Hierarchická úroveň společenstev parazitů

- ▶ **Infraspolečenstvo „infracommunity“**
soubor populací všech parazitických druhů, kteří se vyskytují na stejném hostitelském jedinci
- ▶ **Metaspolečenstvo „component community“**
soubor populací všech parazitických druhů, které v daném čase a prostoru využívají hostitelskou populaci
- ▶ **Supraspolečenstvo „compoud community“**
je složeno ze všech metaspolečenstev parazitů vyskytujících se v daném ekosystému

Hierarchická úroveň společenstev parazitů daného hostitelského druhu



Parazitofauna – 5 druhů

hostitelská populace
2- 4 parazitické druhy

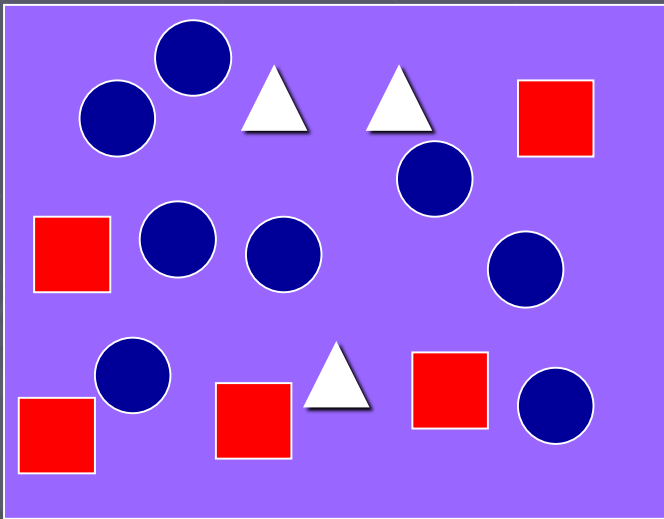
hostitelský jedinec 0-3 parazitických druhů

Popis parazitického společenstva

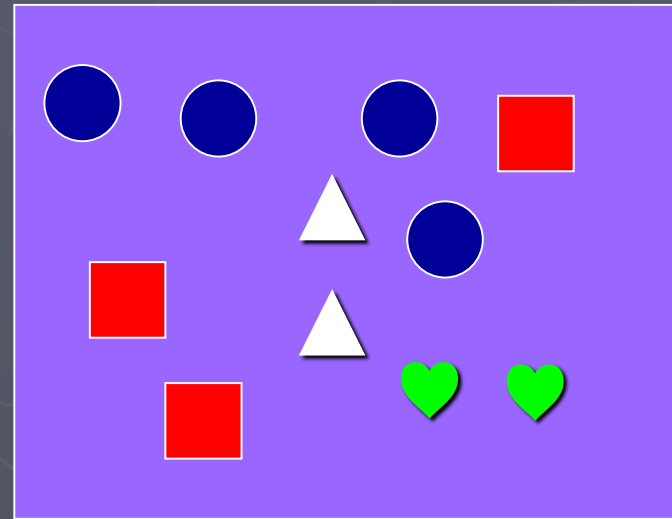
- ▶ Prezence/absence druhů
- ▶ Průměrná abundance a směrodatná odchylka (median a IS)
- ▶ Počet parazitických druhů („parasite species richness“) – míra diverzity
- ▶ Početnost parazitických druhů (indexy)
- ▶ Infraspolečenstvo parazitů – kompletní data pro jedince
- ▶ Metaspolečenstvo parazitů – pouze vzorek populace

Infraspolečenstvo

- ▶ velkost a složení infraspolečenstva
- ▶ počet druhů
- ▶ relativní počet jedinců každého druhu (početnost, abundance)



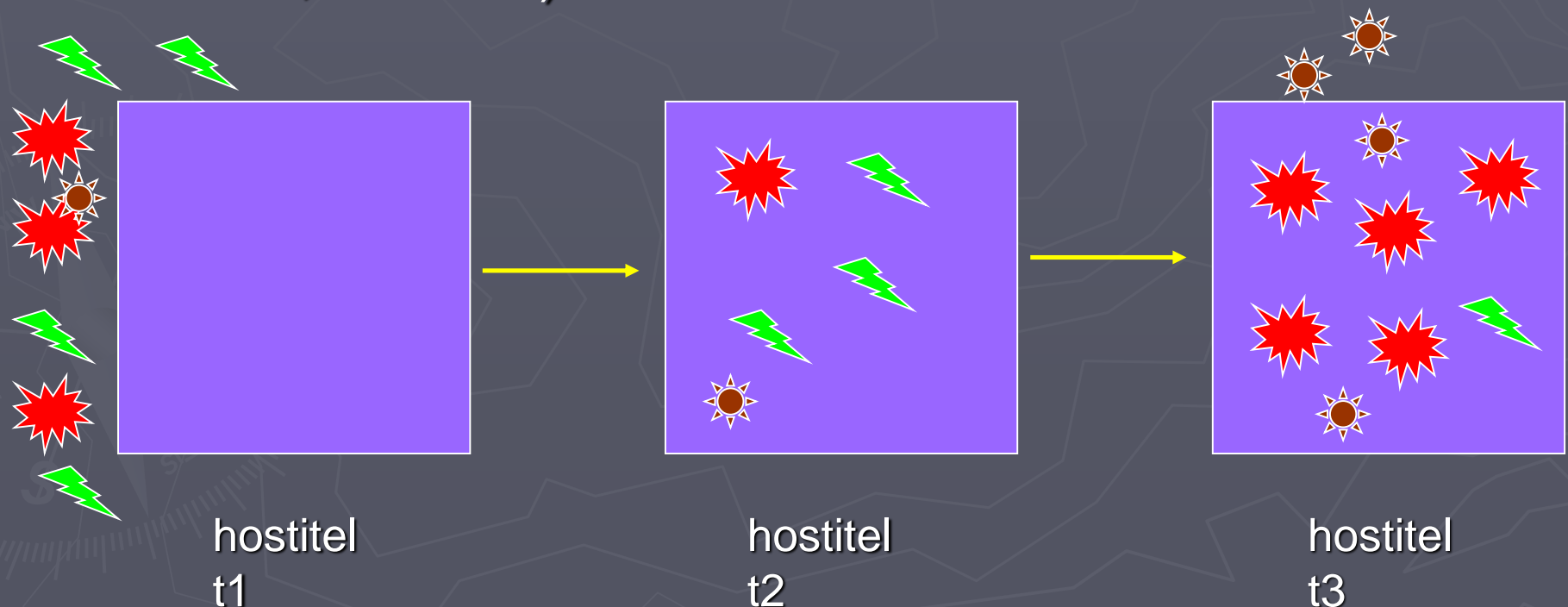
Hostitel 1



Hostitel 2

Infraspolečenstvo – krátkověký a dynamický systém

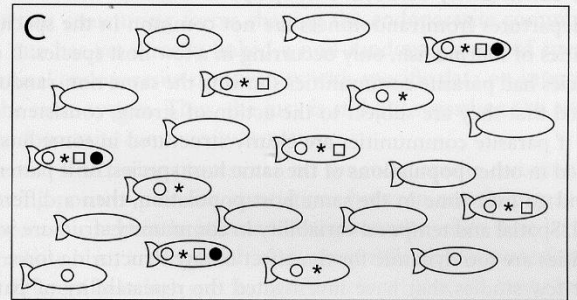
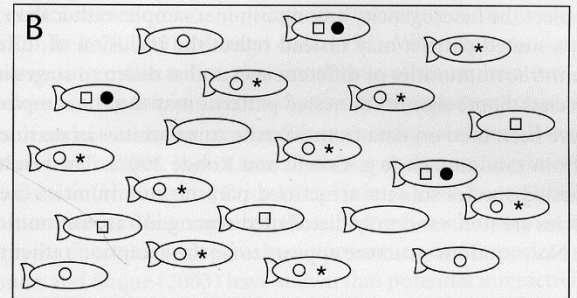
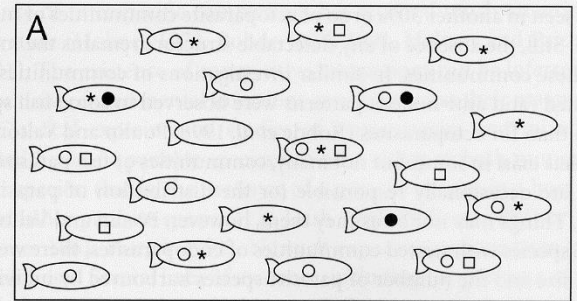
- ▶ Infraspolečenstvo je krátkověké
- ▶ **System dynamický** - formuje se v průběhu ekologického času vlivem infekce a demografických procesů (mobilita, natalita, mortalita)



Struktura infraspolečenstva

► má nebo nemá předpovědatelnou strukturu?

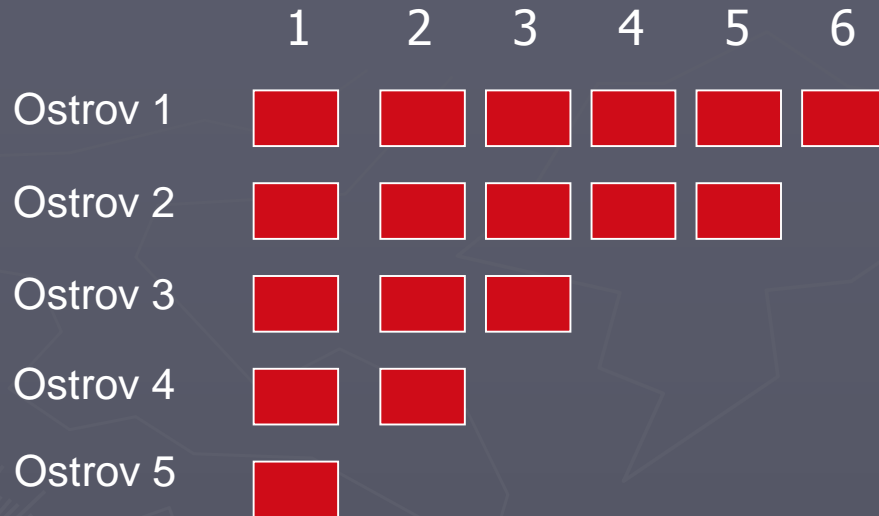
- Náhodné seskupení druhů
- Vysoce strukturovaná s předpovědatelnou druhovým složením



„Nested“ struktura infraspolečenstev

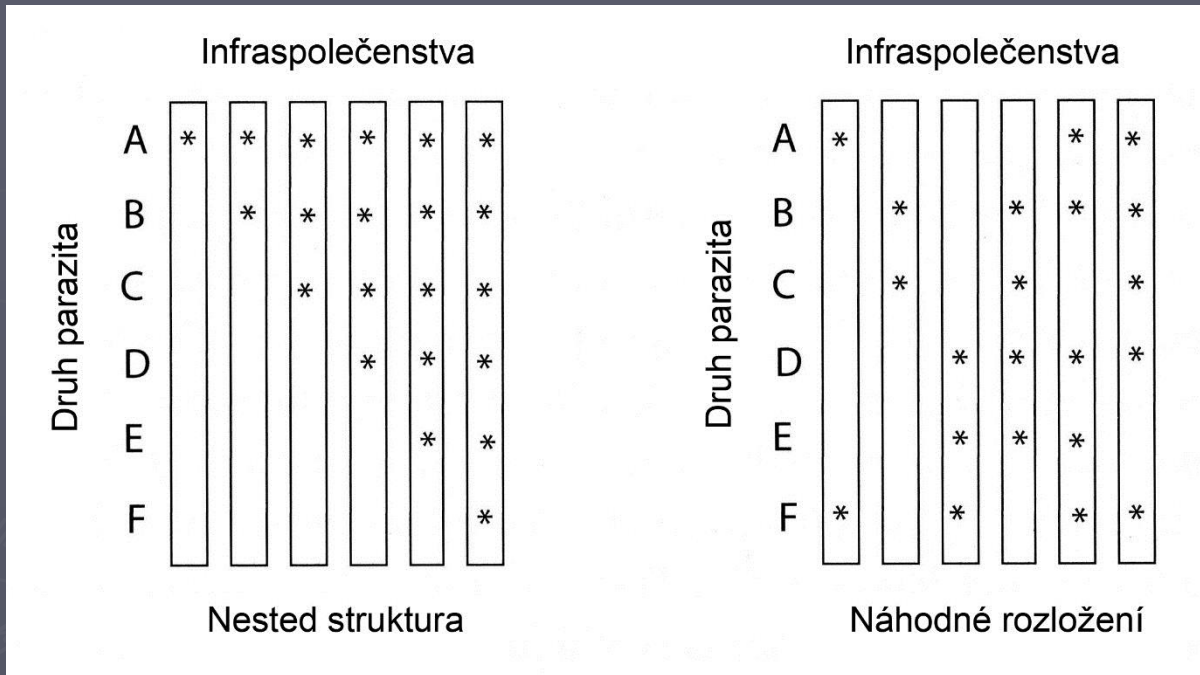
- ▶ Liší se od náhodného seskupení druhů
- ▶ „nested“ struktura – typ hierarchické struktury společenstev ve fragmentovaných habitatech (společenstva savců na ostrovech)
- ▶ Hostitel = ostrov = fragmentovaný habitat – rozložení parazitických druhů v metaspolečenstvu tj. mezi infraspolečenstvími není náhodné

„Nested“ struktura



Každý druh druhově chudšího ostrova - podjednotka druhově bohatšího ostrova

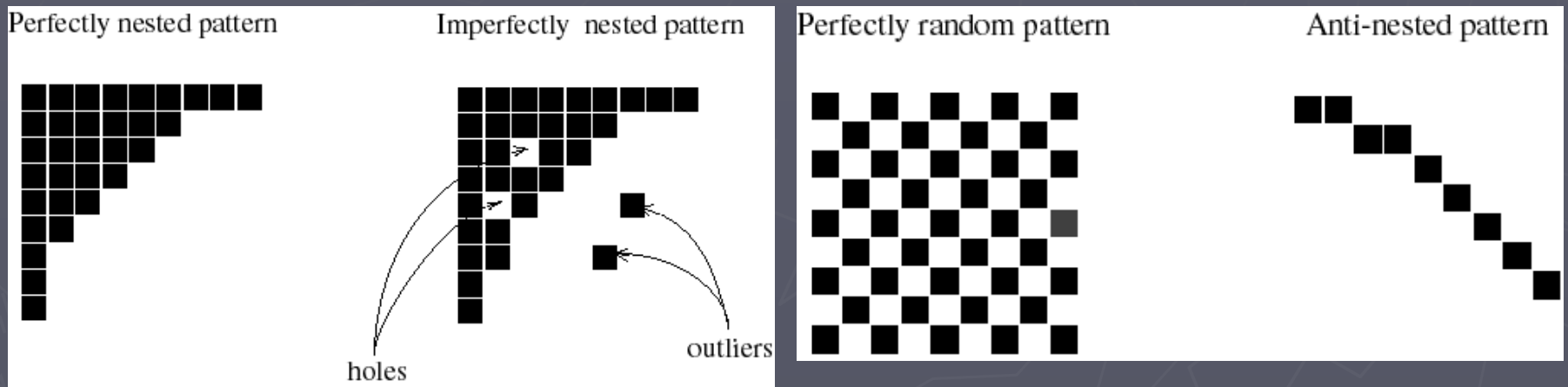
„Nested“ struktura infraspolečenstev



Dvě hypotetické distribuce parazitických druhů mezi infraspolečenstvy

Reální struktura infraspolečenstev

► Pravidelná nebo nepravidelná?



- „**antinested**“ – parazitické druhy, které jsou přítomné v druhově chudých společenstvech nejsou přítomné v druhově bohatých infraspolečenstvech

Maximální počet druhů v infraspolečenstvu

- ▶ Maximální počet druhů
= počet druhů v metaspolečenstvu

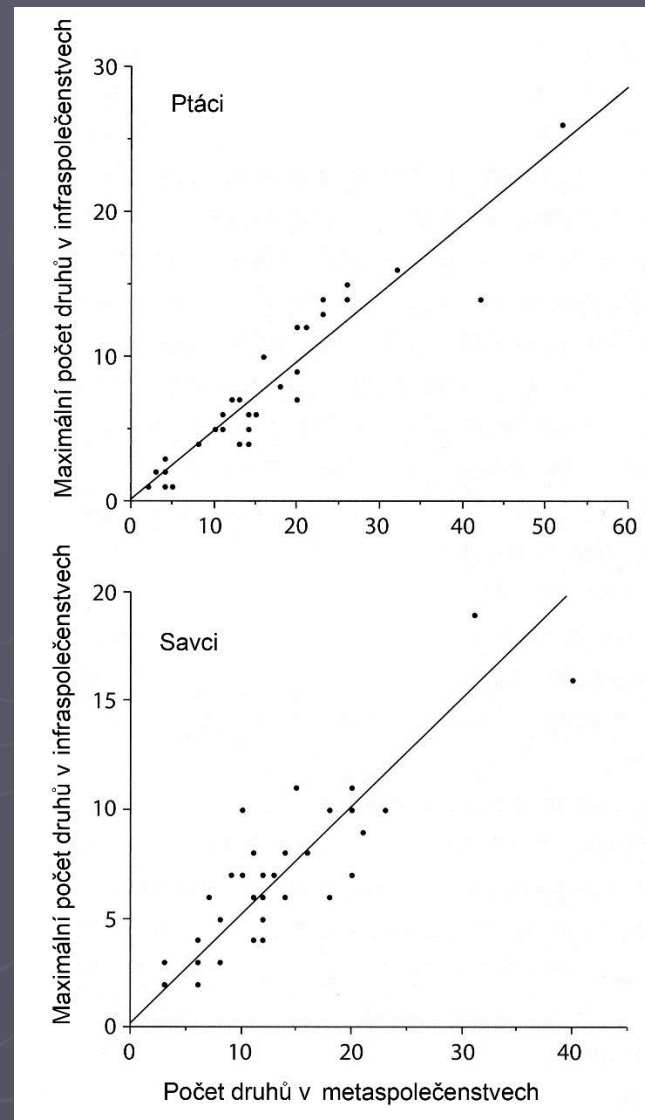
Počet druhů v reálném
infraspolečenstvu <
počet druhů v metaspolečenstvu

Př. 31 společenstev

intestinálních helmintů u ptáků

Př. 37 společenstev

intestinálních helmintů u savců



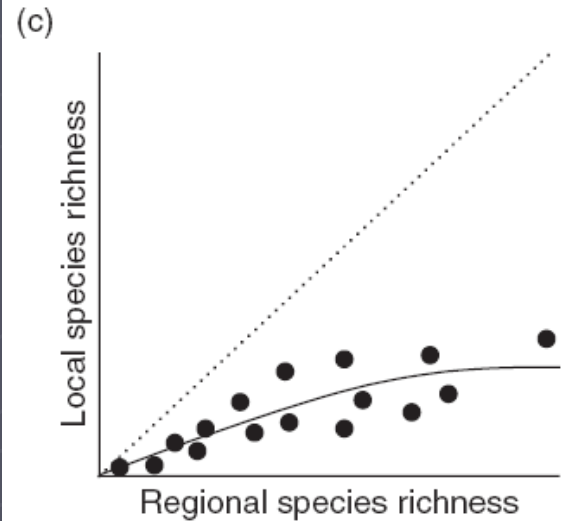
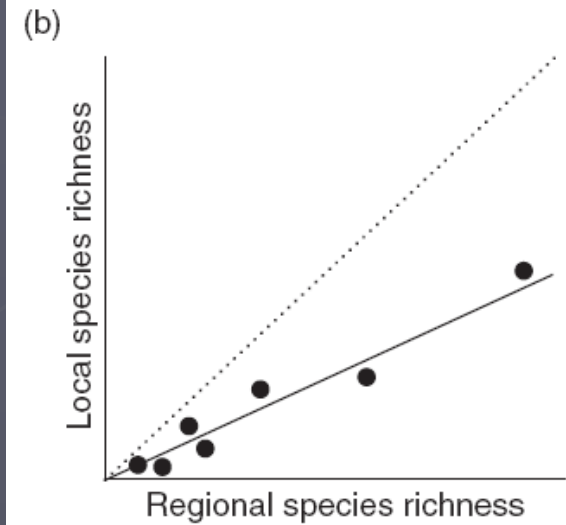
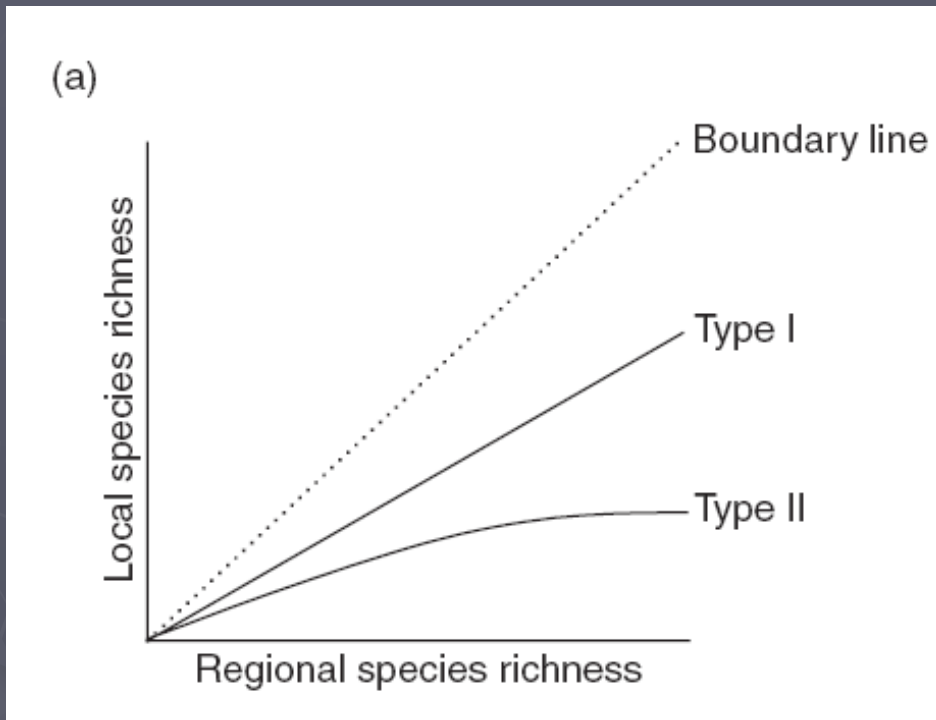
Infraspolečenstvo

- ▶ Variabilita v počtu druhů mezi infraspolečenstvy dané populace hostitele
 - málo druhově početné, druhově bohaté
- ▶ Počet druhů v infraspolečenstvu
 1. náhodná distribuce druhů v hostiteli
 2. ovlivněn interakcemi (kompetitivní vyloučení) nebo kolonizace jednoho druhu závislá na jiném (pozitivní interakce)

Metaspolečenstvo

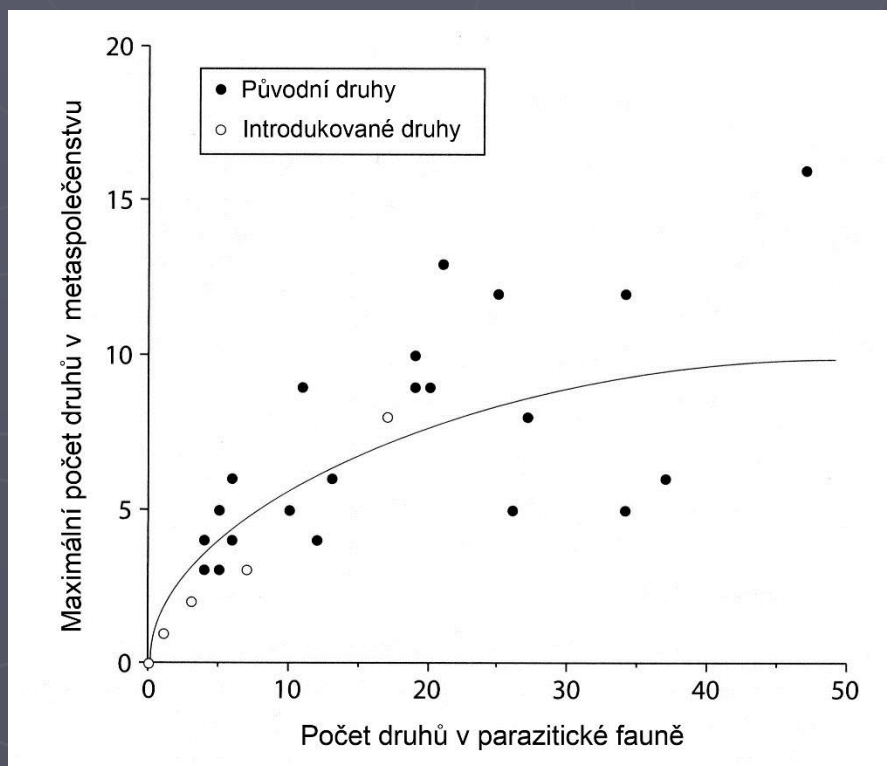
- ▶ **Déle žijící seskupení** parazitických druhů než v případě infraspolečenstva
- ▶ Formuje se **v průběhu evolučního času** procesy invaze, extinkce, kolonizace, speciace, a evolučního přeskoku mezi hostiteli
- ▶ maximální počet druhů metaspolečenstva = počet druhů parazitofauny, **reálně počet druhů metaspolečenstva < počet druhů celé parazitofauny**

Saturace společenstva



Saturace metaspolečenstva

- Př. Vztah mezi počtem druhů helmintů v druhově nejbohatším metaspolečenstvu a počtem druhů parazitofauny na základě publikovaných studií u 32 druhů sladkovodních ryb z UK



Saturace metaspolečenstva

► Dvě vysvětlení

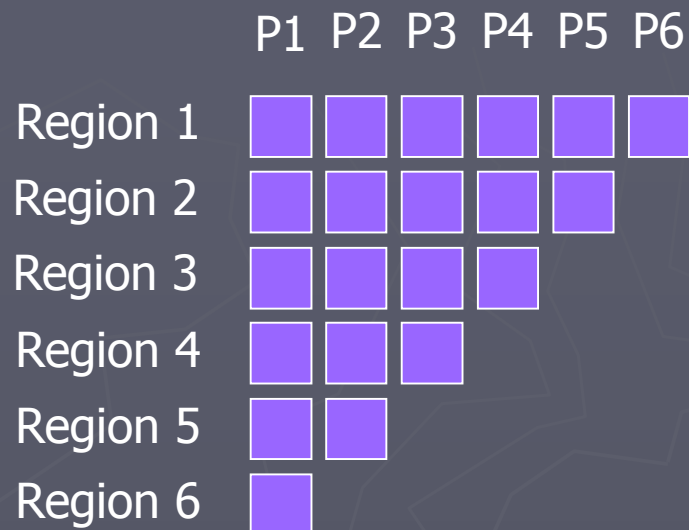
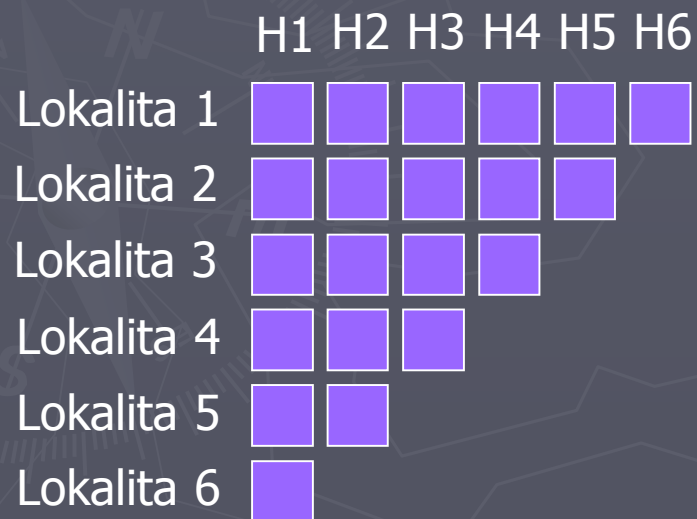
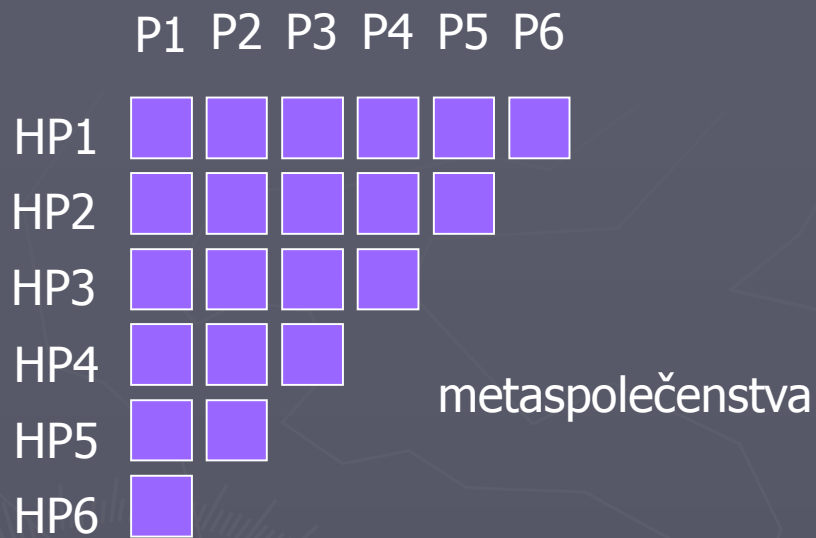
1. nedostatek prostoru niky (kompetitivní vyloučení, nový druh nahradí druh přítomný)

2. nepřítomnost druhů v regionu (problém vzorkování)

- regionální dostupnost určuje horní hranici pro počet druhů metaspolečenstva

- lokální procesy (abiotické, biotické faktory), historické vlivy rozhodují, jestli se parazit do společenstva dostane

Nestedness v metaspolečenstvech a vyšších hierarchických úrovních



Které procesy generují nested strukturu ve společenstvech parazitů?

- ▶ kompetice
- ▶ extinkce, kolonizace a disperze
- ▶ transmise
- ▶ heterogenita hostitele
- ▶ velikost hostitele – nested struktura pro gradient malý → velký hostitel
- ▶ epidemiologické procesy – rozdílná kolonizace a extinkce druhů souvisí s rozdílnou natalitou a mortalitou

Geografické zákonitosti diverzity parazitů

▶ Vztah druh-plocha

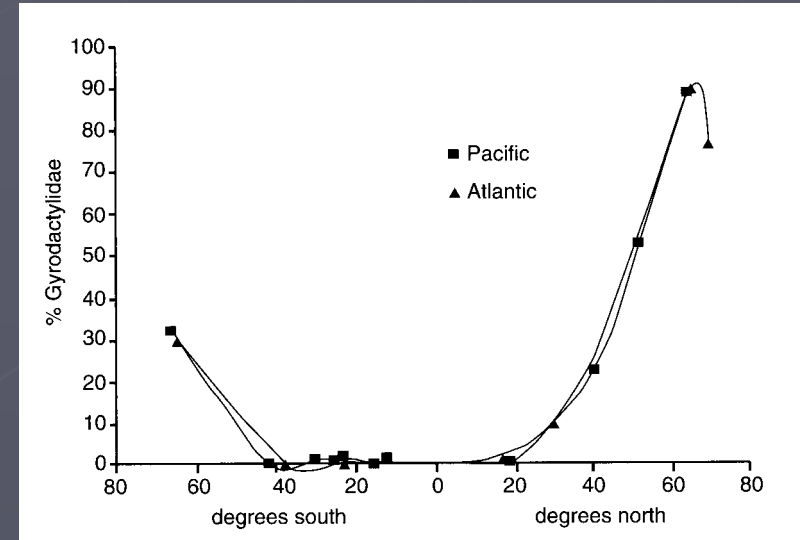
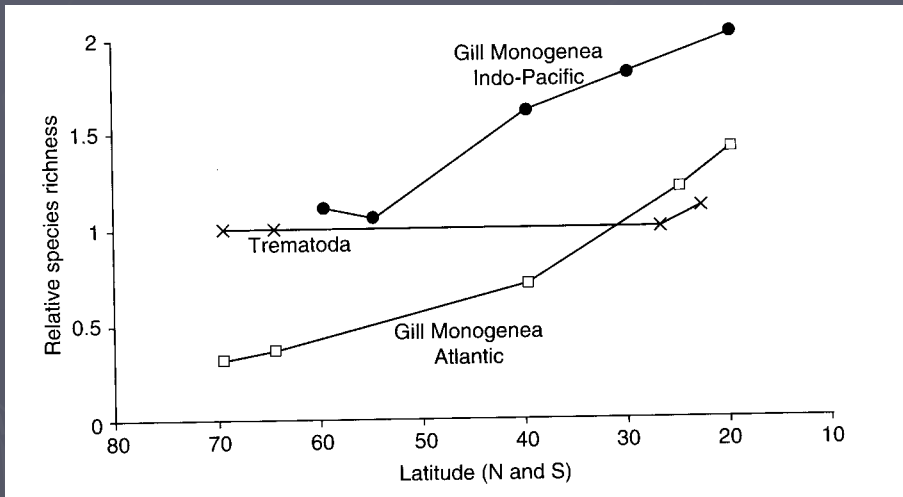
▶ - více parazitických druhů

1. na větších geografických plochách
2. na hostitelích se širší geografickou distribucí
3. větších hostitelích (pozor na vzájemnou korelaci faktorů)

▶ Vztah druh-izolace

- lokálně méně druhů než na úrovni regionální
- jedna lokalita nemůže poskytnout hostitele pro všechny druhy parazitů zaznamenané regionálně

Latitudinální gradienty



Př. Druhová diverzita digeneí a monogeneí mořských ryb v závislosti na zeměpisní šířce

Př. Zastoupení mořských Gyrodactylidae ve vztahu k zeměpisní šířce

Latitudinální gradienty - příčiny

- ▶ více mechanismů
- ▶ teorie druh – plocha - větší plocha tropů – vyšší diverzita
- ▶ teorie druh - energie – více energie, více biomasy na dané ploše, vyšší diverzita
- ▶ teorie ekologického času
- ▶ teorie klimatické stability
- ▶ model střední domény – rozdílný střed distribuce druhů – geografický nebo klimatický střed nebo střed na okraji

Posun podobnosti společenstev s geografickou vzdáleností



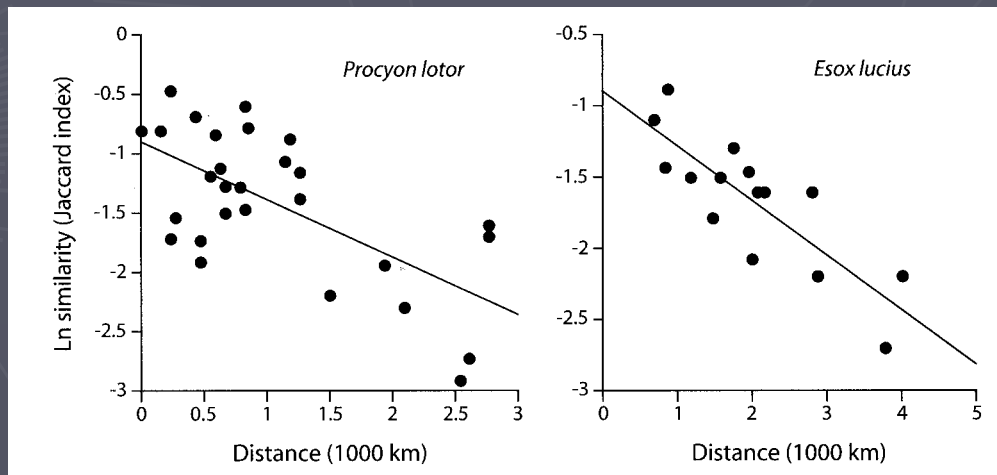
Geografické vzdálenosti

Klimatický nebo environmentální gradient

Druhově-specifické disperzní limity

Posun podobnosti společenstev s geografickou vzdáleností

- ▶ Kontakt a výměna parazitů mezi hostitelskými populacemi
- ▶ Fyzicky izolované hostitelské populace – různé společenstva parazitů
- ▶ Geografické vzdálenosti mezi (meta) společenstvími – prediktor druhové podobnosti



Teorie core a satelite druhů ve společenstvech parazitů

- ▶ Hanski (1982)
- ▶ **Jádro společenstva - dominantní druhy**
 - silná kompetice → rovnováha ve společenstvu
 - kolem jádra – vysoký počet druhů (**satelitní**) v nerovnovážném stavu

Aplikace pro parazity:

1. core druhy regionálně běžné a lokálně abundantní = kolonizují vysoký počet hostitelů ve vysokých počtech
2. satelitní druhy regionálně vzácné a lokálně málo početné = kolonizují málo hostitelů v nízkých počtech

Společenstva parazitů ve vztahu k jejich vývojovým cyklem

- ▶ Schopnost kolonizace a disperze některých parazitů nezávislá na pohyblivosti hostitele, ale spojená s životním cyklem (mezihostitel, hostitel, paratenický hostitel)
- ▶ **alogenní** paraziti – využívají ptáky jako definitivní hostitele – více homogenní a predikovatelné metaspolečenstva

autogenní paraziti – životní cyklus je vázán na vodu, nepřekonávají souš – odlišné metaspolečenstva



Specializace na prostor

- ▶ Selekce místa uchycení (ektoparaziti)
- ▶ Aktivní migrace na místo uchycení (endoparaziti)
- ▶ **Paraziti mají specifické mikrohabitaty v hostiteli**
př. *Plasmodium* – obratlovčí hostitelé – erytrocyty nebo hepatické buňky

Leishmania – obratlovčí hostitelé – makrofágy

některé skupiny ektoparazitů vysoká specifita mikrohabitu (Monogenea ryb)

Specifita mikrohabitatu parazitů

Rozdílná morfologie a fyziologie různých mikrohabitatů

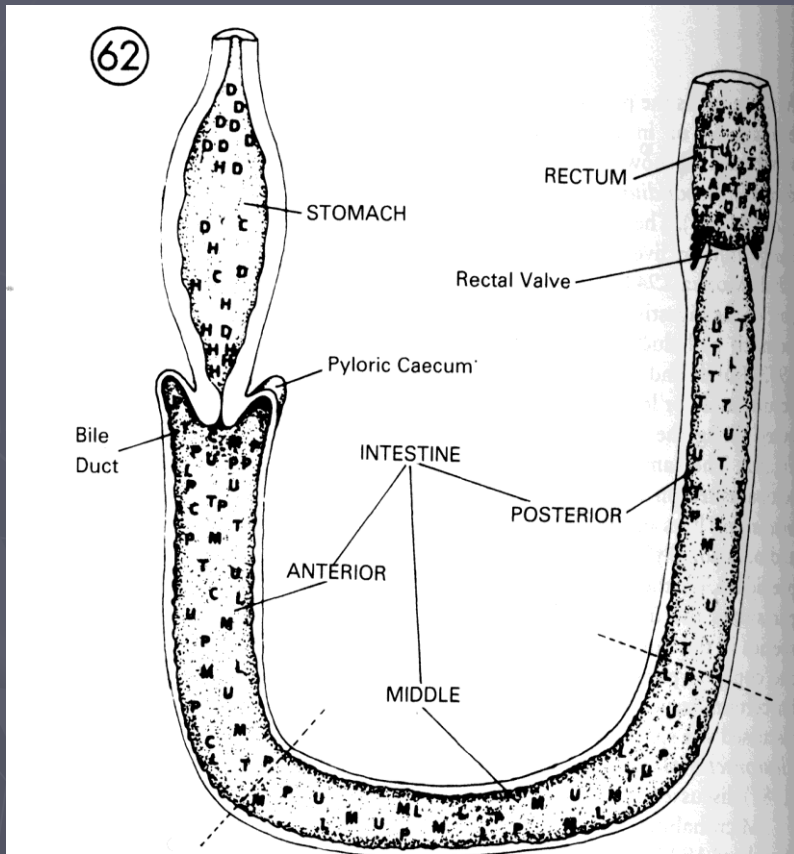


Fig. 62. The flounder gut opened to show the regional divisions and parasite distributions: A, *Pomphorhynchus* sp.; C, *Thynnascaris aduncum*; D, *Derogenes varicus*; H, *Hemiurus communis*; L, *Lecithaster gibbosus*; M, *Cucullanus minutus*; P, *Podocotyle* sp.; T, *Tetraphyllidean* larvae; U, *Cucullanus heterochrous*; Z, *Zoogonoides viviparus*. (After MacKenzie and Gibson 1970.)

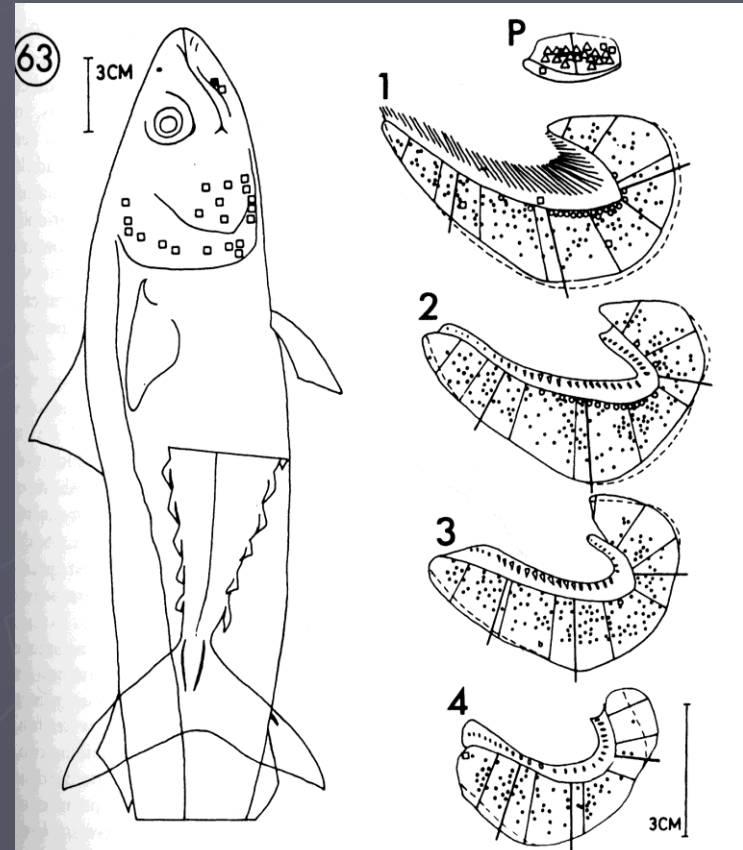
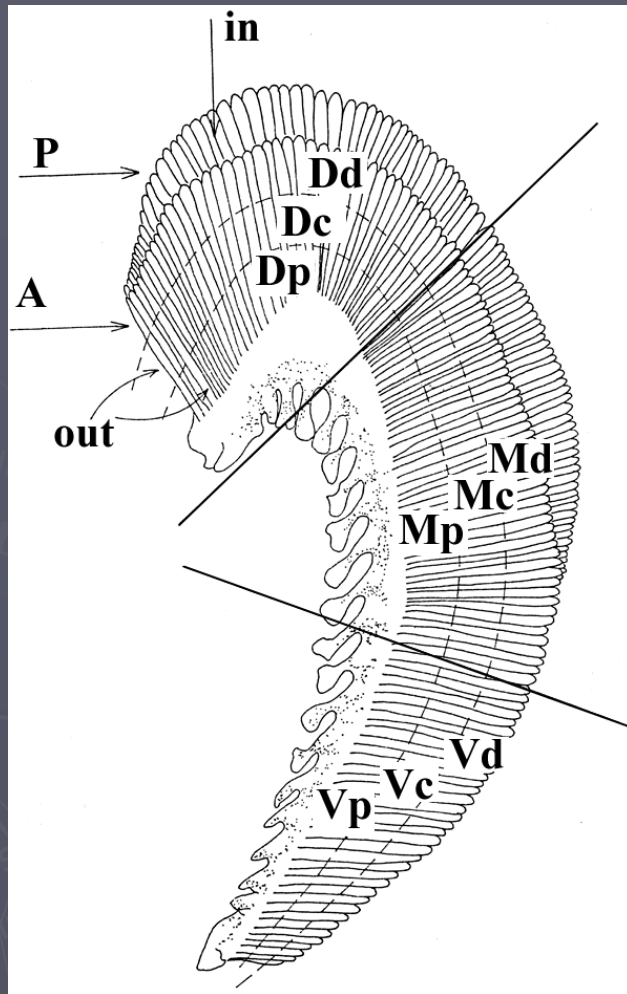


Fig. 63. Distribution of ectoparasites on the surface and in the mouth cavity of 122 *Scomber scombrus* at Helgoland, North Sea. (After Rohde 1980d.)

- *Caligus pelamydis* in mouth cavity and on gills,
- *C. pelamydis* in external fold of mouth;
- cysts;
- *Kuhnia scombri* (1 circle = approx. 5 individuals);
- △ *Kuhnia* sp.
- P = pseudobranch, 1-4 = gills nos 1-4.

Specifita mikrohabitátů parazitů



Členění mikrohabitátů
uvnitř hostitele

př. Žábry ryby (habitat)

Transverzální

Longitudinální

Vertikální

Laterální

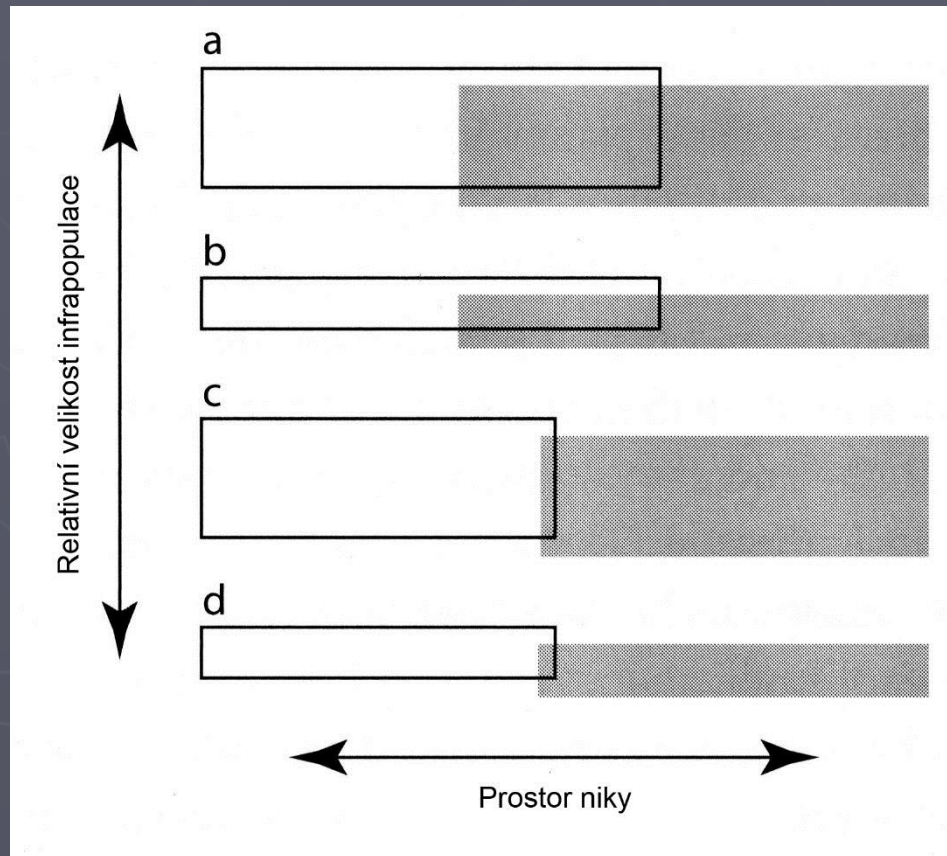
Vnitřní vs. vnější povrch

Kompetice

- ▶ **Exploatační** – využívání stejných zdrojů
- ▶ **Interferenční** – přímá konfrontace druhů
- ▶ **Výsledek kompetice** v daných podmínkách – restrikce niky nebo vyloučení druhu
- ▶ Kvantifikace kompetice obtížná (experimentální manipulace a striktní terénní studie)

Kompetice

Změny početnosti parazitů nebo změny preferované niky



Interaktivní versus neinteraktivní společenstva parazitů

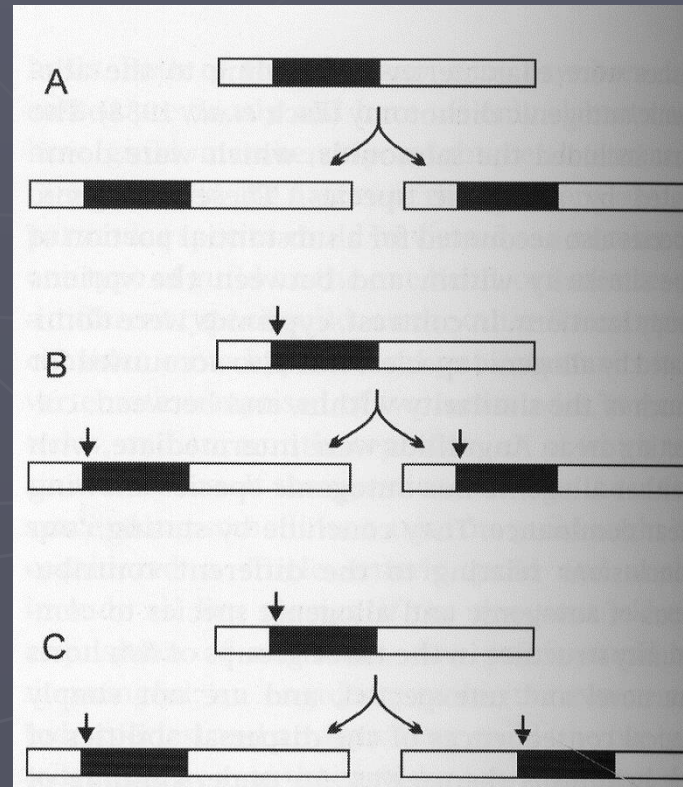
- ▶ Význam mezidruhových interakcí - **interaktivní vs. neinteraktivní (izolované)** společenstvo
- ▶ Interaktivní společenstvo – kompetice
- ▶ Neinteraktivní společenstvo – druhová koexistence
- ▶ Kontinuum mezi interaktivním a neinteraktivním společenstvem v závislosti na prostoru niky

Omezení niky parazitů

- ▶ Fylogenetická restrikce niky
- ▶ Reprodukční restrikce niky
- ▶ Restrikce niky spojená s adaptací
- ▶ Restrikce v důsledku predace
- ▶ Restrikce v důsledku kompetice

Fylogenetické omezení niky

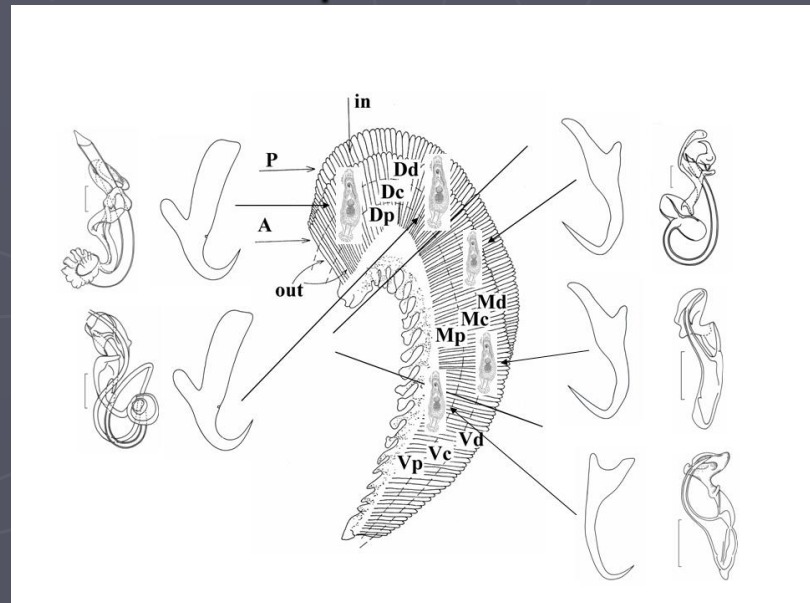
- ▶ Současná nika parazita je odrazem niky jeho předka
- ▶ Posun niky parazita ve srovnání s předkem



Omezení niky v důsledku reprodukce

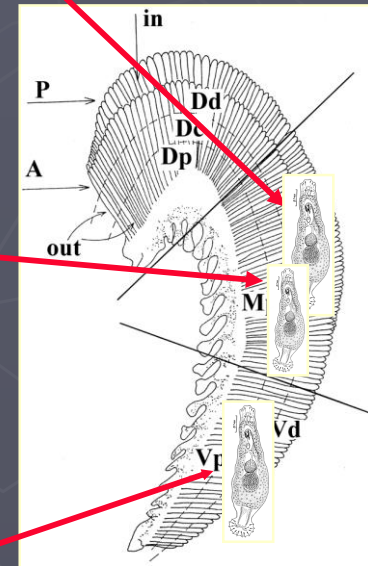
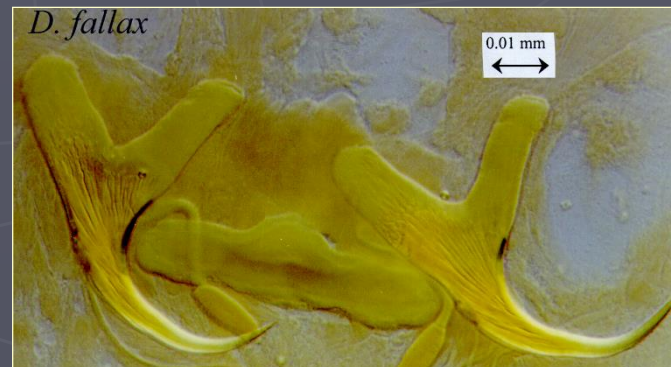
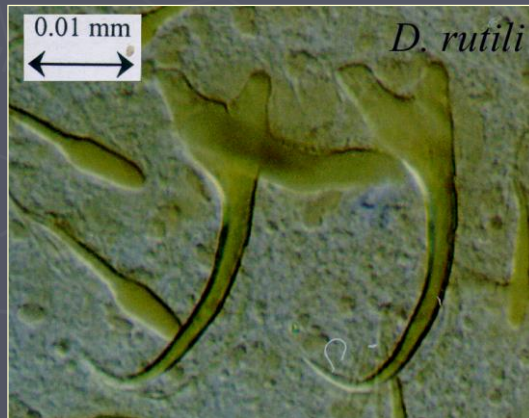
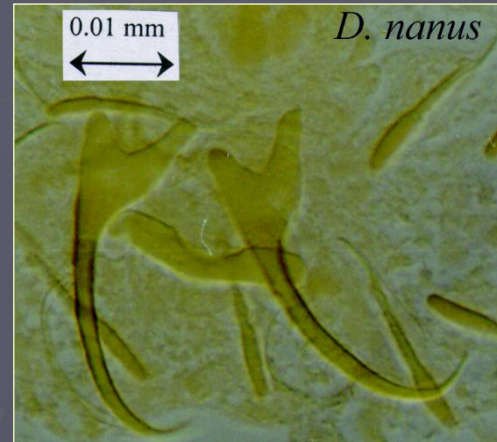
- ▶ Posiluje reprodukční izolace (reprodukční bariery)
- ▶ Omezení niky usnadňuje reprodukci druhu
 1. omezený počet hostitelů a mikrohabitátů zvyšuje intraspecifické kontakty
 2. adulti mají užší niky než larvální stádia
 3. mikrohabitáty vzácných druhů jsou užší
 4. mikrohabitáty jsou užší v období reprodukce

- ▶ „mating“ hypotéza jako kontrast ke kompetici



Omezení niky v důsledku adaptace

- ▶ Specifické morfologické adaptace
- ▶ „zámek a klíč“
- ▶ Alternativa adaptace k fyziologickým parametrům



Omezení niky v důsledku predace

- ▶ Predace parazitů je vzácná
- ▶ „Cleaning“ symbióza
- ▶ Čistič požívá ektoparazity obratlovců
- ▶ Př. *Crenilabrus melops* (pyskoun proměnlivý)
 - > 50% pelvické ploutve a anální oblast



Omezení niky v důsledku kompetice

- ▶ Intraspecifická exploatační kompetice (úroveň populace)
- ▶ „crowding effect“
 - ve velkých infrapopulacích
 - více parazitů stejného druhu - vliv na velikost, růst a fekunditu

Omezení niky v důsledku kompetice

► Exploitační kompetice

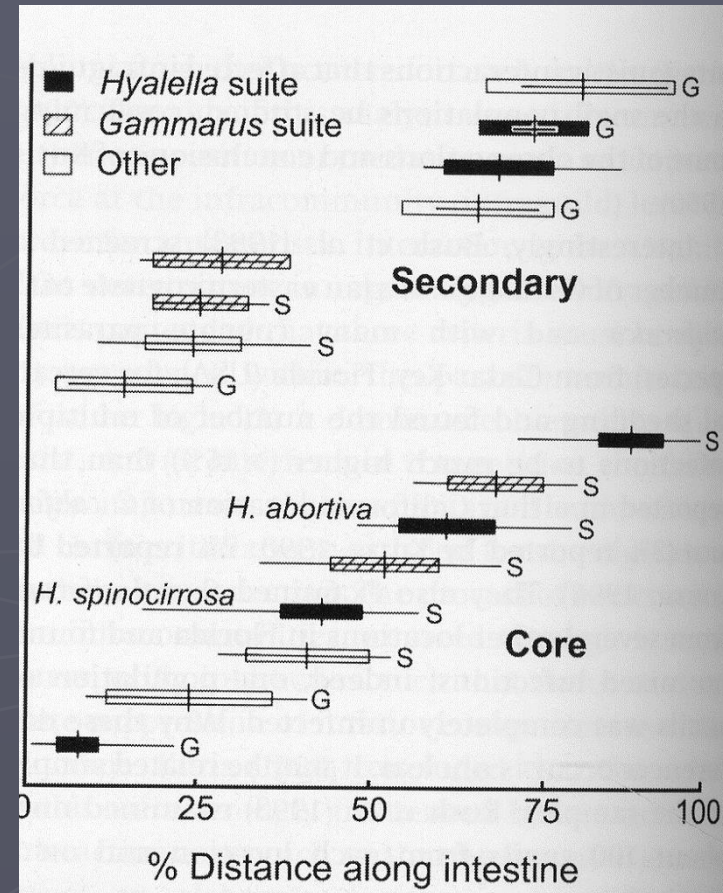
► Core/satellite hypotéza

„core“ druhy – rozdělení niky

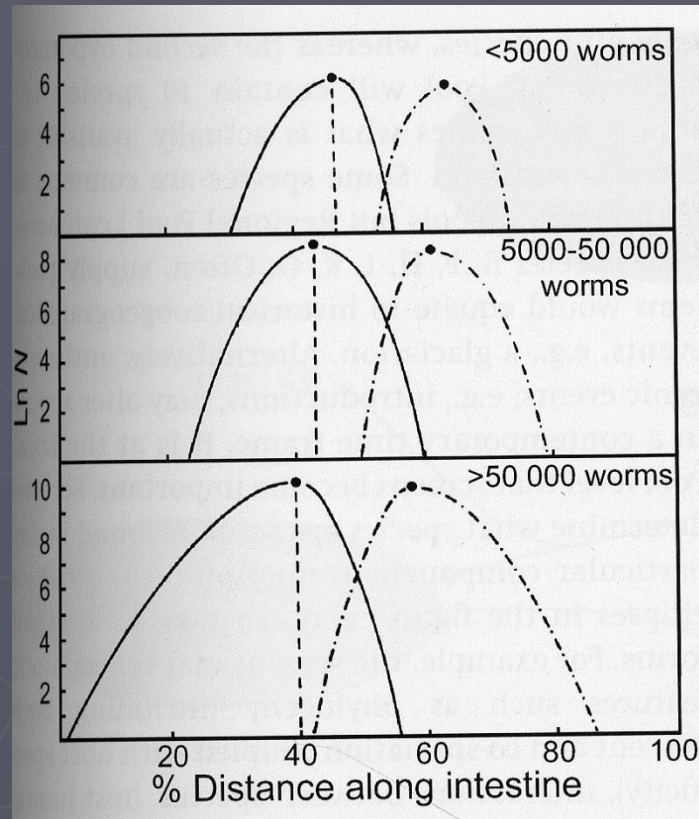
sekundární druhy – ve volných

prostorách v distribuci core druhů

satelitní druhy – rozmístnění náhodné



Omezení niky v důsledku kompetice



Př. 2 exploitační kompetitory *Hymenolepis spinocirrosa* a *H. abortiva* u poláka vlnkovaného