

Parazitismus

Volně žijící organismus, který není hostitelem několika parazitických jedinců různých druhů, je raritou.

Více než polovina známých druhů jsou parazité nebo patogeni (a to neznáme zdaleka všechny bakteriální a virové parazity).

Paraziti - definice

- Organismus, který získává živiny od jednoho hostitele či malého počtu hostitelských jedinců, obvykle je poškozují, ale nepůsobí bezprostředně smrt.
- Pozor: komensální x parazitické interakce (např. k poškození dochází až při vyšším počtu parazitů či špatné kondici hostitele).
- Míru způsobené škody lze měřit jako snížení růstové rychlosti hostitele (nebo celé populace).
- Existence těsného spojení mezi parazitem a hostitelem.
- Závislost parazita na hostiteli při regulaci prostředí.
- Pozn. Infrapopulace: populace parazita obývajících jednoho hostitelského jedince.

Patogen

Patogen, resp. patogenní agens:

choroboplodný zárodek nebo **původce nemoci**, je biologický faktor (organismus), který může zapříčinit onemocnění hostitele.

Tento pojem se často používá ve zúženém rozsahu zahrnujícím organismy, které mohou narušit normální fyziologické procesy mnohobuněčných organismů, nicméně v plném významu zahrnuje

veškeré biologické faktory infikující jakoukoliv součást biologické říše

Za patogen považujeme všechny organizmy včetně virů, viroidů, které nemůžeme označit za mikroorganizmy.

Vektor

Přenašeč (vektor) přenáší na svého hostitele jiného patogena.

Takto je patogeny využívána řada parazitických členovců.

Parazit ve vektoru se může“
namnožovat,
vyvíjet se v něm,
přenos pouze mechanický.

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)

Parazitismus x predace

Hlavní skupiny trofických vztahů:

Parazit

Predátor

Parazitoid

Mikropredátor

Řada parazitů přenášena v rámci životního cyklu predací jednoho hostitele druhým - v mnoha případech ulovení svého hostitele parazitem nejrůznějšími způsoby napomáhají.

Vznik parazitismu

Parazitismus jako životní strategie je jev **odvozený**

nejprve musí existovat potenciální hostitel.

Přechod k parazitickému způsobu života musí být pro parazita **výhodný**

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, predací parazitismem.

Typy parazitismu

- lokalizace
 - **Endoparaziti** žijí uvnitř těla hostitele – (např. giardie a tasemnice) a můžeme je rozdělit na **vnitrobuněčné - intracelulární**, a **extracelulární**, kteří žijí mezi buňkami hostitele nebo uvnitř jeho tělních dutin.
 - **Ektoparaziti** parazitují na povrchu těla hostitele, např. vši trvale žijí v ochlupení svých hostitelů.

Komár: dočasný ektoparazit, z ekologického pohledu mikropredátor, **přenašeč (vektor)**.

Typy parazitismu

- **Obligátní parazitismus** (typický, pravý) – je u každého parazita, u něhož alespoň jedna fáze ontogonetického vývoje probíhá na úkor jiného organismu
- **Fakultativní parazitismus** (podmíněný, příležitostný) – u organismů žijících volně v přírodě, které při náhodném vniknutí do hostitele mohou žít parazitickým způsobem
- životní cykly:
 - parazité **jednohostitelští** (monoxenní)
 - **vícehostitelští** (heteroxenní)
 - podle toho, kde probíhá sexuální fáze rozmnožování:
 - **mezihostitele** (asexuální množení)
 - **definitivní** (finální) **hostitele** (sexuální část cyklu)

Typy parazitismu

Hnízdní parazitismus

hnízdni parazit: živočich, který nevychovává své potomstvo sám, ale využívá k tomu jedince jiné, kteří se tak stanou nedobrovolnými adoptivními rodiči potomstva parazita.

Vyskytuje se u ptáků, blanokřídlých a minimálně jednoho druhu ryby.

Parazit své potomstvo svěruje do péče jedincům stejného druhu

- (**vnitrodruhový** hnízdni parazitismus) či druhu odlišného (**mezidruhový** hnízdni parazitismus)
- **fakultativní**, tzn. parazit je schopen potomstvo vychovat sám
- **obligátní**, kdy je veškerá péče o potomstvo svěřena hostiteli.

Jedna z forem **sociálního parazitismu**.

Typy parazitismu

Sociální parazitismus

Stav, kdy jedinec využívá zdrojů poskytovaných příslušníky jiného či stejného druhu a sám přitom neposkytuje ostatním členům příslušné populace adekvátní náhradu.

Sociální parazit v podstatě zneužívá některých prvků sociálního chování ostatních jedinců k jednostrannému zvyšování vlastní biologické zdatnosti.

Sociální parazitismus prakticky u všech druhů, u kterých se vyskytuje sociální chování.

Mikro- a makroparaziti

Dělení z hlediska životních strategií:

mikroparaziti a makroparaziti

Ne podle velikosti, ale podle toho, zda způsobená patologie závisí na množství infikujících patogenů.

- U **makroparazitů** míra poškození hostitelského organismu závisí na počtu parazitů, kteří hostitele infikovali.
- U **mikroparazitů** stupeň poškození hostitelského organismu víceméně nezávisí na počtu parazitů, kteří hostitele infikovali, tedy na infekční dávce.

Mikroparaziti

Mikroparaziti:

- množí se v těle svého hostitele, obvykle v jeho buňkách,
- většinou nemají vytvořena specifická infekční stadia,
- onemocnění probíhá akutně a končí buď smrtí hostitele, nebo jeho uzdravením současně se
- vznikem imunity proti reinfekci.

Mikroparaziti - příklady

Mikroparaziti živočichů

- bakterie a viry napadající živočichy (virus spalniček)
- prvoci, napadající živočichy (Trypanosoma, Plasmodium)

Mikroparaziti rostlin

- bakterie a viry napadající rostliny (mozaikové viry, např. rajčat či kvěťáku)
- hlenky, působící nádorové onemocnění rostlin (Plasmodiophora brassicae)

Mikroparaziti - přenos

- **Šíření přímé** – od hostitele k hostiteli
 - bezprostřední kontakt (kapénkové infekce...)
 - fyzický kontakt s klidovými stadii (*Entamoeba histolytica*, hlenky)
- **Šíření nepřímé** – prostřednictvím jiného druhu – vektora
 - *Glossina*, *Anopheles*, mšice, hlístice
 - přenašeči jsou často také mezihostitelé

Makroparaziti

Makroparaziti:

- ve svém hostiteli rostou, ale
- rozmnožují se vytvářením nakažlivých stadií, která jsou z těla hostitele uvolňována a infikují nového hostitele,
- infekce je chronická s mortalitou spíše nevýznamnou.
- často jsou mezibuněční (u rostlin), nebo žijí v tělních dutinách.

V rámci životního cyklu jednoho parazita můžeme najít obě tyto životní strategie:

např. motolice v meziphostiteli plži je mikroparazit, v definitivním hostiteli makroparazit.

Makroparaziti - příklady

- **Makroparaziti živočichů**
 - tasemnice, motolice, vrtejši, škrkavky, vši blechy, klíš'ata, roztoči
- **Makroparaziti rostlin**
 - padlí, rzi, sněť obilná,
 - minující a hálkotvorný hmyz
 - kokotice, záraza

Makroparaziti - přenos

- **Šíření přímé**

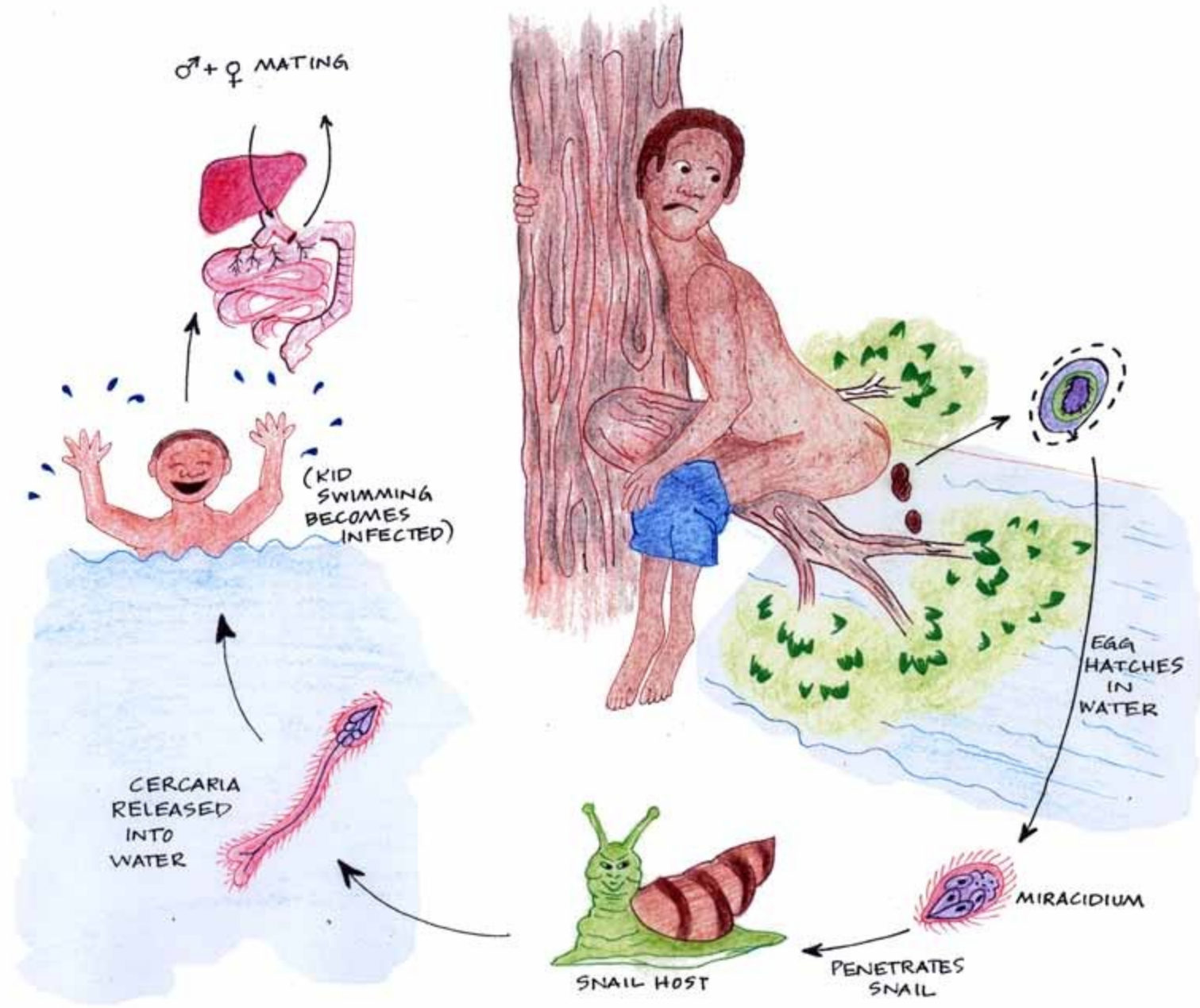
- Monogenea – ektoparazité především ryb (objoživelníků, kytovců...). Nové hostitele vyhledávají plovoucí larvy nebo dospělci.
- Vši – na hostiteli, přenos přímým kontaktem.
- Blechy – larvy v „hnízdě“ hostitele, dospělec aktivně vyhledává hostitele.
- Houby – šíření spórami, přímý kontakt s rostlinou.
- Parazitující kvetoucí rostliny:
 - Holoparazité (např. *Rafflesia arnoldii*, *Orobanche*) – nemají chlorofyl
 - Hemiparazité (např. *Odontites verna*, *Viscum album*) – mají chlorofyl

Šíření semeny – čím užší vazby na hostitele, tím více drobných semen

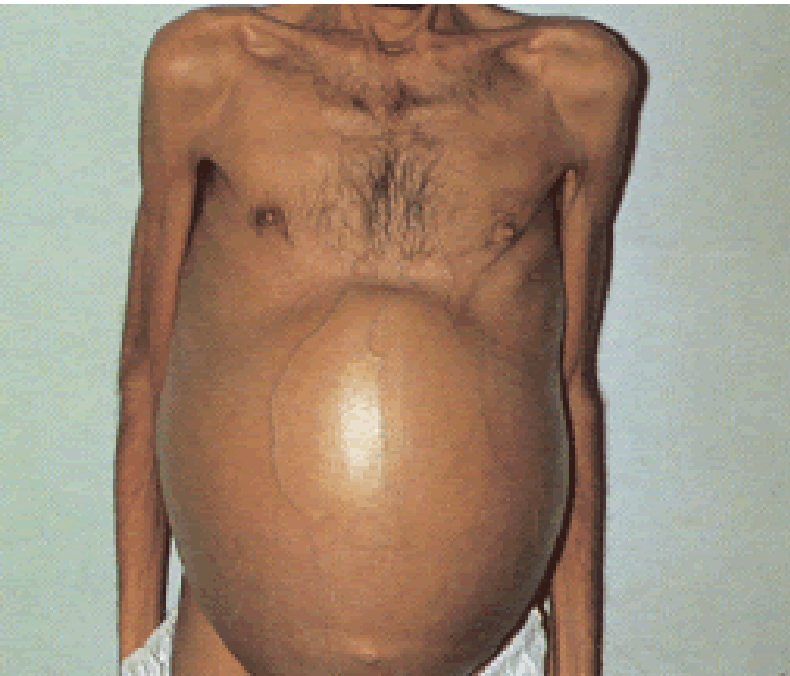
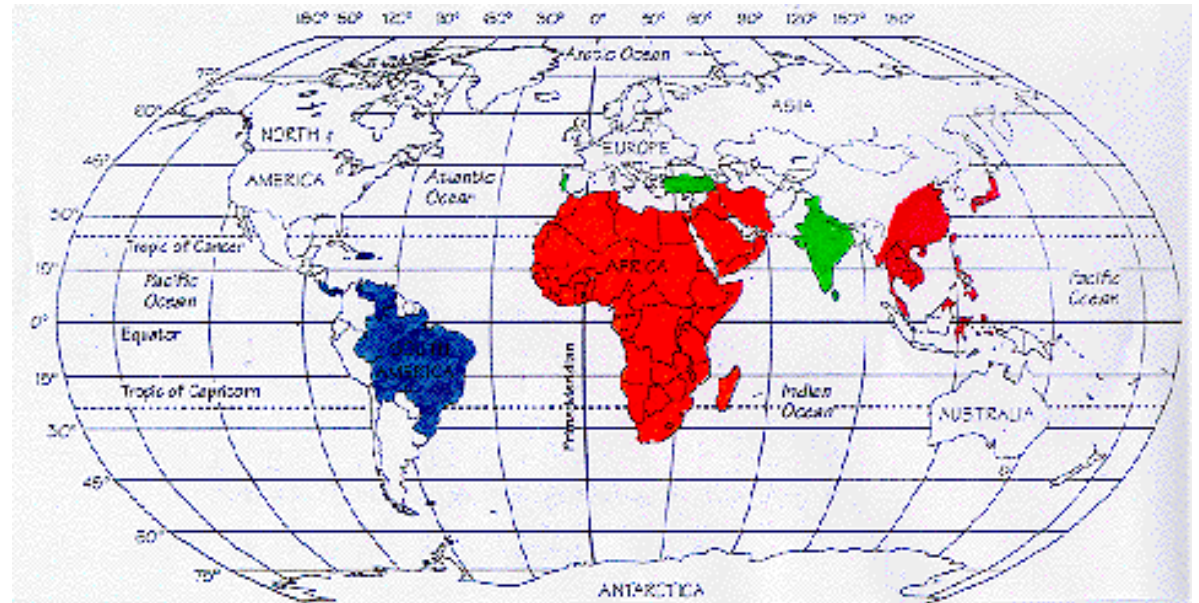


Makroparaziti - přenos

- **Šíření nepřímé** – vektor, mezihostitel (1 či více: mono- a heteroxenní)
 - tasemnice: vajíčka odcházejí s výkaly, potravní řetězec – konečný hostitel
 - motolice – krevničky: vajíčka se uvolňují s výkaly, volně žijící larvy ve vodě do plžů, z plžů do vody, z vody do hostitele (kůží), nebo encystace – cysty alimentárně.
 - vlasovci: mezihostitel komáři
 - u rostlinných makroparazitů mezihostitel vzácný (rez obilná, přenos specializovaných spór na dřevě, kde již haploidní spóry – probíhá zde vlastní pohlavní proces.



blue: *S. mansoni*
green: *S. haematobium*
red: *S. japonicum*



Šíření parazitů v populacích hostitele

Přenos: densita a disperze, kontakt

- Rychlost přenosu závisí na četnosti kontaktů – především u přímo přenášených mikroparazitů – je vyšší v hustší populaci hostitelů, podléhá sezónním vlivům.
- U délejších infekčních činitelů – závisí na hustotě populací hostitelů i infekčních stadií.
- Mikroparazitě přenášení vektorem – závisí především na:
 - frekvenci napadení hostitele vektorem a
 - vnímavosti hostitele.
- Šíření chorob rostlin též kontaktem, i kořenů, prorůstáním houby půdou (václavka – rhizomorpha).
- Šíření patogenů větrem – virus slintavky a kulhavky.

Šíření parazitů v populacích hostitele

- **Horizontální přenos**

šíření parazitů v populacích hostitele, které může probíhat mezi nepříbuznými jedinci

- **Vertikální přenos**

někteří paraziti se mohou přenášet přednostně či dokonce výhradně na potomstvo infikovaného hostitele. K tomu může dojít například infekcí in utero u parazitů jinak přenosných horizontálně

- **Sexuálně přenosní paraziti**

přenášejí se mezi sexuálními partnery při rozmnožování příslušníků hostitelského druhu.

Hostitelská specifita

- podle počtu druhů, které mohou danému parazitovi sloužit jako hostitelé v určitém stadiu vývoje:

paraziti se širokou a úzkou hostitelskou specifitou:

euryekní a stenoekní - specialisté a generalisté

- **Většina parazitů je poměrně hostitelsky specifická.**
 - Aby parazit mohl nakazit svého hostitele, musí se s ním nejprve setkat (vazba na ekologické a etologické charakteristiky hostitele).
 - Pro úspěšnou infekci pak musí být parazit schopen hostitele nakazit, přežít v něm a eventuálně se namnožit (fyziologická závislost).

Hostitelská specifita

- **Úzká hostitelská specifita** představuje pro parazita:
 - **výhodu** - dokonalé přizpůsobení svému hostiteli
 - **riziko vyhynutí** - nízké početnosti hostitele by tedy měly vyvolávat vznik generalistů.

U početnějších taxonů se předpokládá nižší hostitelská specifita parazitů, která souvisí s větší podobností jednotlivých zástupců.

Nižší specifita se předpokládá také u parazitů s komplexními životními cykly.

Hostitelé jako ostrovy

Epidemiologie – studium „chování“ nemoci populacích hostitelů

- Klíčový prvek – přenos.
- Modelová představa inspirovaná tzv. ostrovní ekologií: hostitel je ostrov, kolonizovaný parazity
 - U rostlin snadno představitelné: čím vzdálenější jsou rostliny (jejich části, jejich stanoviště), tím obtížnější přenos. Proto většina rostlinných epidemií v monokulturách.
 - U živočichů trochu problém: pohybují se

Hostitelé jako biotopy

- Životní prostředí parazitických organismů se velmi zásadně liší od životního prostředí organismů volně žijících.
- Paraziti tráví významnou část svého životního cyklu
 - uvnitř těl jiných organismů,
 - na povrchu jejich těl nebo
 - v jejich těsné blízkosti.

Výhoda: tělo hostitele – „oáza v poušti“

Nevýhoda: hostitel je smrtelný

Důsledek: infrapopulace - populace parazitů vázaná na jednoho konkrétního jedince hostitelského druhu - zaniká

Nutnost přestěhovat se na jiného hostitele, nebo založit nové dceřiné populace, tj. infikovat nového hostitele.

Schopnost infikovat dostatečný počet nových jedinců hostitelského druhu je klíčovým parametrem biologické zdatnosti parazita.

Ekologie parazitických druhů

Mikroevoluce parazita díky tomu ve většině případů vede k maximalizaci

základní růstové konstanty

- u mikroparazitů odpovídá průměrnému počtu hostitelů, které nakazí jeden nakažený jedinec v populaci neimunizovaných a nenakažených jedinců,
- u makroparazitů odpovídá průměrnému počtu potomků jednoho parazita, kteří se dostanou v populaci neimunizovaných a nenakažených hostitelů do nového hostitele.

Rychlost, jakou se dokáže infrapopulace parazitů množit uvnitř nakaženého hostitele, nehraje z hlediska biologické zdatnosti parazita obvykle zásadnější roli.

Ekologie parazitických druhů

- Růst populace parazitického druhu je obvykle dlouhodobě limitován počtem vnímavých jedinců hostitelského druhu.
- Mnozí paraziti jsou i navzdory své často obrovské fekunditě z ekologického hlediska spíše **K-stratégy**

nemaximalizují svou maximální rychlost množení ale **efektivnost množení**

- Maximalizace - **optimalizace** (riziko superinfekce) tohoto parametru vede až k tomu, že se

velký počet parazitických druhů se **uvnitř hostitele vůbec nezmnožuje** a

produkuje zde pouze propagule odcházející do vnějšího prostředí.

Riziko přílišné exploatace

- Paraziti si mohou velmi snadno ireverzibilně zničit své prostředí přílišnou exploatací (superinfekce).
- U volně žijících organismů většinou podobné poškození prostředí nebývá ireverzibilní.
- Zdroje ve volném prostředí jsou téměř vždy obnovitelné nadměrné čerpání sice mnohdy vede k poklesu velikosti příslušné populace, jen málokdy však k úplnému zániku zdroje a tedy i zániku na něj vázané populace.
- **Pro infrapopulaci parazita je tudíž mimořádně důležité, aby svého hostitele nepoškozovala přespříliš.**
- **Není to triviální úkol!**

Riziko přílišné exploatace

- Z hlediska celé infrapopulace:
výhodné, když se její členové množí natolik pomalu, že hostitel dokáže jejich vliv na své vitální funkce kompenzovat.
- Z hlediska jednoho člena infrapopulace:
výhodnější, když právě on se množí co nejrychleji.

Individuální selekce (maximalizuje fitness jedince) působí opačným směrem nežli selekce skupinová (maximalizující celkový počet propagulí, které daná infrapopulace po dobu svého trvání vyprodukuje)

V dlouhodobé evoluční perspektivě zvítězí ty parazitické druhy, které si vytvořily mechanismy omezující účinnost selekce individuální a posilující účinnost selekce skupinové.

Jedním z velmi efektivních a parazity velmi často užívaných mechanismů omezujících účinnost individuální selekce je asexuální množení.

Predikovatelnost životního prostředí parazita

- Životní prostředí volně žijících organismů se liší v mnoha aspektech.
- Těla jedinců příslušného hostitelského druhu jsou téměř shodná.
- Volně žijící organismy se musí ve svém prostředí naučit orientovat pomocí širokého spektra podmíněných a nepodmíněných reflexů.
- Paraziti v těle hostitelského organismu velmi často vystačí s předem geneticky naprogramovanými sekvencemi fixních vzorců chování.
- Predikovatelnost vnitřního prostředí hostitelského organismu podstatná redukce nervové soustavy.
- Predikovatelnost a současně i relativní heterogenita vnitřního prostředí hostitelského organismu zároveň umožňuje, že si jednotlivé druhy parazitů rozdělí dostupné niky a každý se specializuje na optimální využívání některé z nich.

Prostorová uzavřenost a omezenost životního prostředí parazita

- Volně žijící organismy obývají prostředí, kde se mohou chemické signály, například feromony, šířit do okolí.
- S rostoucí vzdáleností od svého zdroje a rostoucí dobou od vypuštění se molekuly nesoucí daný signál zředují – umožňuje komunikaci, signalizaci a detekci.
- Uvnitř těl hostitele tento typ komunikace není možný.
- Paraziti proto ke vzájemné komunikaci a orientaci v prostoru musí spoléhat na:
 - fixní vzorce chování, které nevyžadují přijímání žádného podnětu z vnějšího prostředí,
 - jejich receptory musí přijímat signály po přímém kontaktu s příslušnými ligandy vyskytujícími se na buňkách hostitele či parazita.
- Nemožnost komunikovat na delší vzdálenosti může být důležitou příčinou vysoké tkáňové a orgánové specificity mnohých parazitických druhů.
- Bez této vysoké tkáňové specifity by se v těle hostitelského organismu například nemohli najít pohlavní partneři patřící do stejného druhu.

Vzájemná prostorová izolovanost příslušníků hostitelského druhu

- S výjimkou některých koloniálních organismů bývají jedinci hostitelského druhu od sebe zpravidla odděleni vnějším prostředím, které paraziti překonávají jen s obtížemi.
- Jedním z důsledků této izolovanosti infrapopulací parazita je častý výskyt hermafroditismu u parazitických druhů.
- U gonochoristů může novou sexuálně se rozmnožující populaci založit pouze dvojice jedinců opačného pohlaví.
- V případě hermafroditů může novou infrapopulaci založit díky možnosti samooplození i jediný parazit a infekce libovolnou dvojicí parazitů může dokonce zajistit plnohodnotný outcrossing (oplození vajíček jednoho jedince spermii jiného jedince).
- U parazitů gonochoristů má prostorová izolovanost infrapopulací vliv na početní zastoupení samců a samic v právě narozeném potomstvu – posun ve prospěch samic.

Vliv parazita na fenotyp hostitele

- Pod vlivem parazitace může docházet k cíleným změnám hostitelského organismu, které se mohou projevit i navenek.
- Hálky, útvary vytvářené vlivem parazitických organismů rostlinami. Fytoparazit svou přítomností indukuje expresi hostitelových genů, které vytvoří **morfologickou strukturu** druhově specifickou pro určitého parazita a sloužící k jeho vývoji.
- Významným fyziologickým ovlivněním hostitele je **parazitární kastrace**. Díky ní parazit přeměruje část energie hostitele, kterou by jinak hostitel využil pro své množení, do růstu a obrany hostitelského organismu. Tím prodlouží přežívání svého hostitele a zvýší počet potomků, které za život hostitele sám vyprodukuje. Kastrování jedinci bývají větší než stejně staří jedinci neparazitovaní, jak je to známo například u plžů nakažených motolicemi.

Vliv parazita na fenotyp hostitele



U parazitů přenosných vertikálně může docházet ke **změně pohlaví hostitele.**

Př. :

U korýšů parazitovaných bakteriemi rodu *Wolbachia*, které se přenášejí po samičí linii, tj. prostřednictvím vajíček, může docházet ke změně pohlaví potomků ze samců na samice. Tím si parazit zvyšuje šanci na přenos do další generace.

K feminizaci může dojít současně s kastrací, např. u korýše *Sacculina*.

Parazitovaný samec kraba se začne chovat jako samice pečující o snůšku, jíž je ve skutečnosti parazit, který vyplňuje zadeček kraba a vyhřezává v podobě vakovitého útvaru na spodku těla, kde krab za normálních okolností nosí snůšku vajíček,

Vliv parazita na chování hostitele

- **Manipulační hypotéza** předpokládá, že parazit mění chování hostitele způsobem, který zvyšuje přenos parazita na hostitele dalšího.
- Takovéto změny jsou nejčastěji popisovány u vícehostitelských parazitů přenášených predací.
- Samotné změny chování způsobené patogenním působením parazita, ale nezvyšující jeho přenos, nejsou považovány za manipulaci, i když v praxi bývá obtížné tyto jevy odlišit.

Vliv parazita na chování hostitele

- Hmyz – přenašeči: patogen ztěžuje parazitovanému vektoru sání krve, a vektor se pokouší sát vícekrát, často i na různých hostitelích.
- Obratlovci
 - např. u ryb parazitovaných motolicí *Diplostomum*: metacerkárie v oku ryby snižují vidění, a tak ryba hůře uniká predátorovi - definitivnímu hostiteli. zhoršený osvit sítnice též způsobí roztažení melanocytů v kůži ryby, a tak zvýší její nápadnost.
 - Savci – např. hlodavci parazitovaní vícehostitelskými kokcidiemi se stávají snadnější kořistí predátorů.