

# 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 ontogenetického 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 meziphostitelé



# 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 mezihostiteli plži je mikroparazit, v definitivním hostiteli makroparazit.

# Makroparaziti - příklady

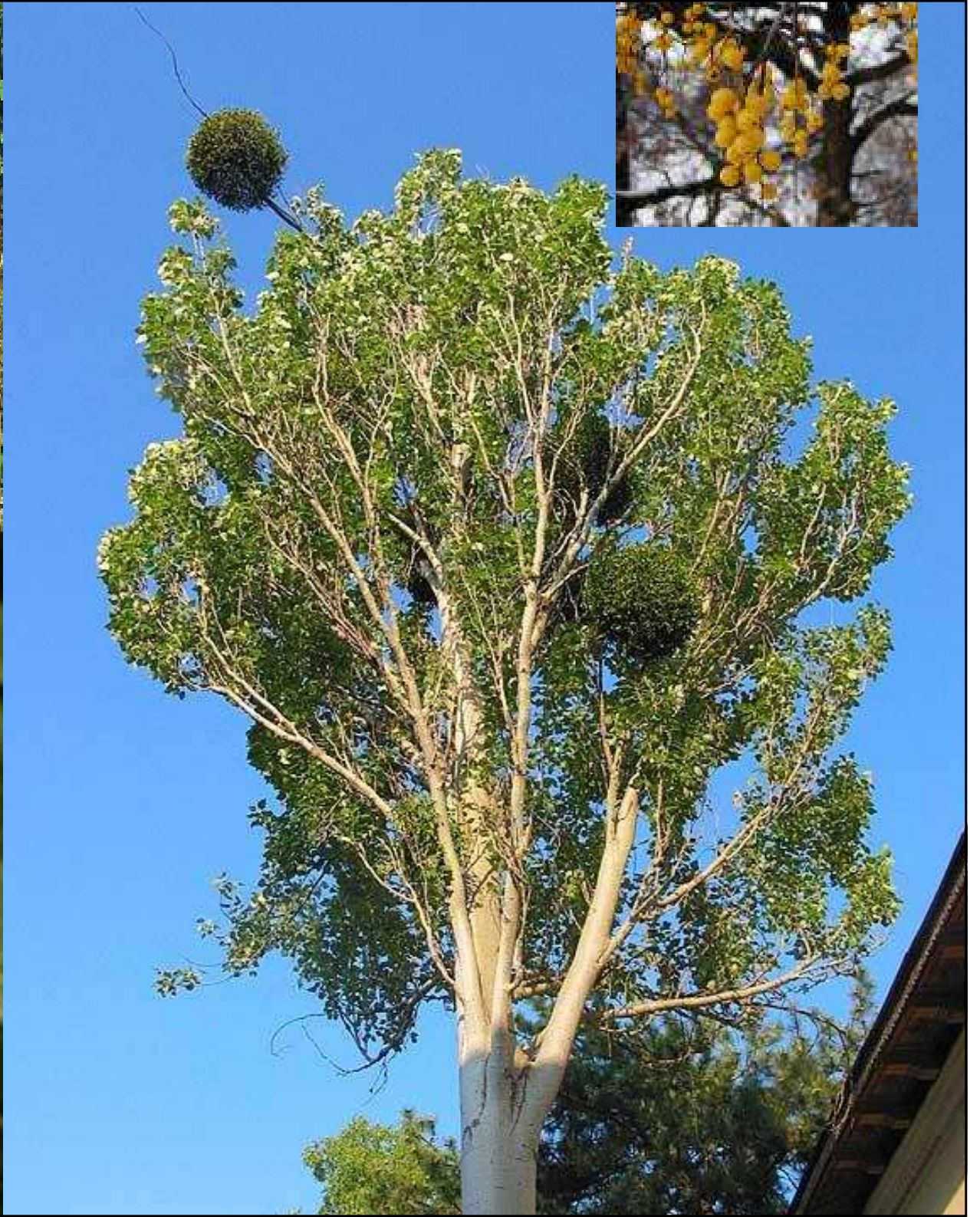
- **Makroparaziti živočichů**
  - tasemnice, motolice, vrtejši, škrkavky, vši blechy, klíš'ata, roztoči
- **Makroparaziti rostlin**
  - padlí, rzi, sněť obilná,
  - minující a hálkotvorný hmyz
  - kokotice, záraza

# Makroparaziti - přenos

- **Šíření přímé**

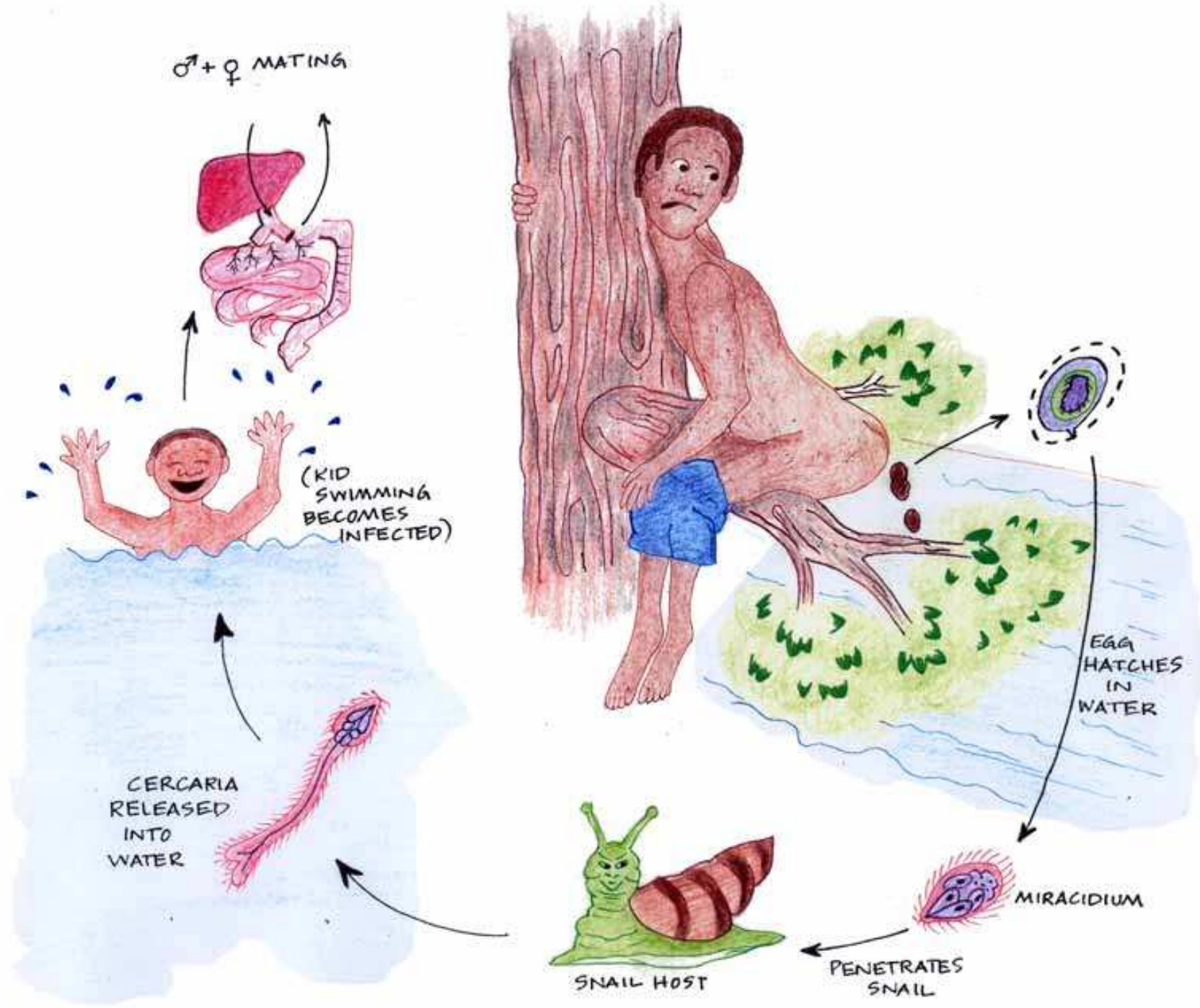
- Monogenea – ektoparazité především ryb (objoživelníků, kytovců...). Nové hostitele vyhledávají plovoucí larvy nebo dospělci.
- Vši – na hostiteli, přenos přímým kontaktem.
- Blechy – larvy v „hnízdě“ hostitele, dospělec aktivně vyhledává hostitele.
- Houby – šíření spórami, přímý kontakt s rostlinou.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

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

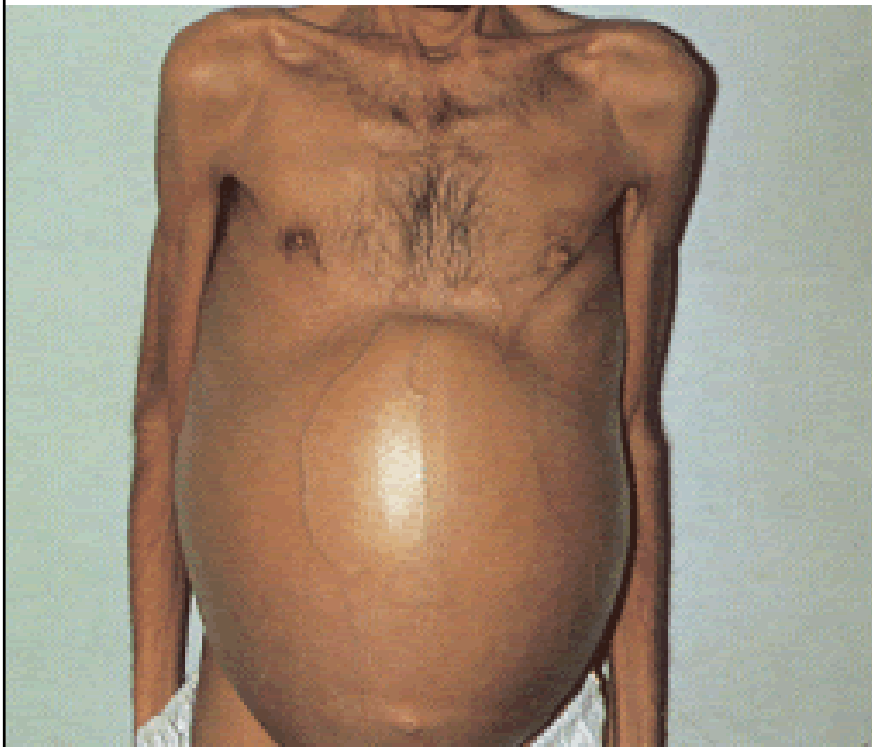
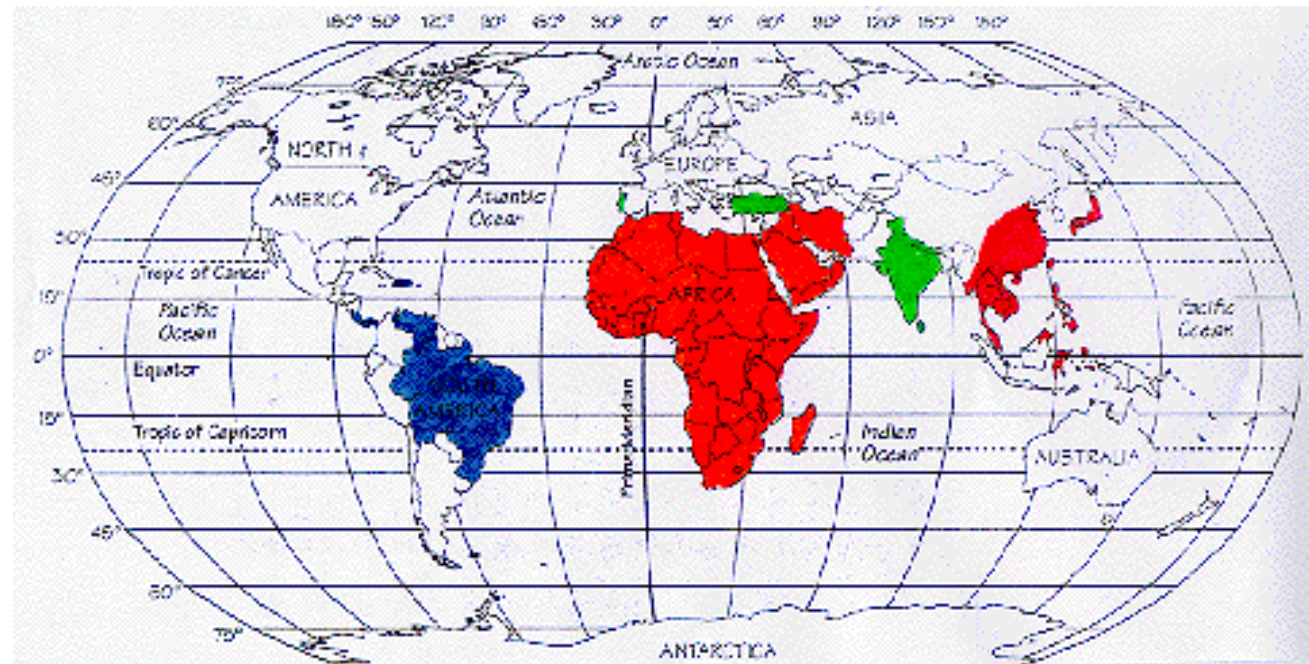


# Makroparaziti - přenos

- **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 spor 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 déležijících infekčních činitelů – závisí na hustotě populací hostitelů i infekčních stadií.
- Mikroparazité 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 specifity 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 přesměruje 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 koryšů 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 koryše *Sacculina*.

Parazitovaný samec kraba se začne chovat jako samice pečující o snůšku, již 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.