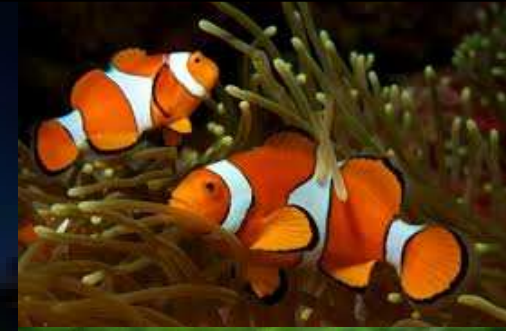


Část 3

Země symbiotická planeta

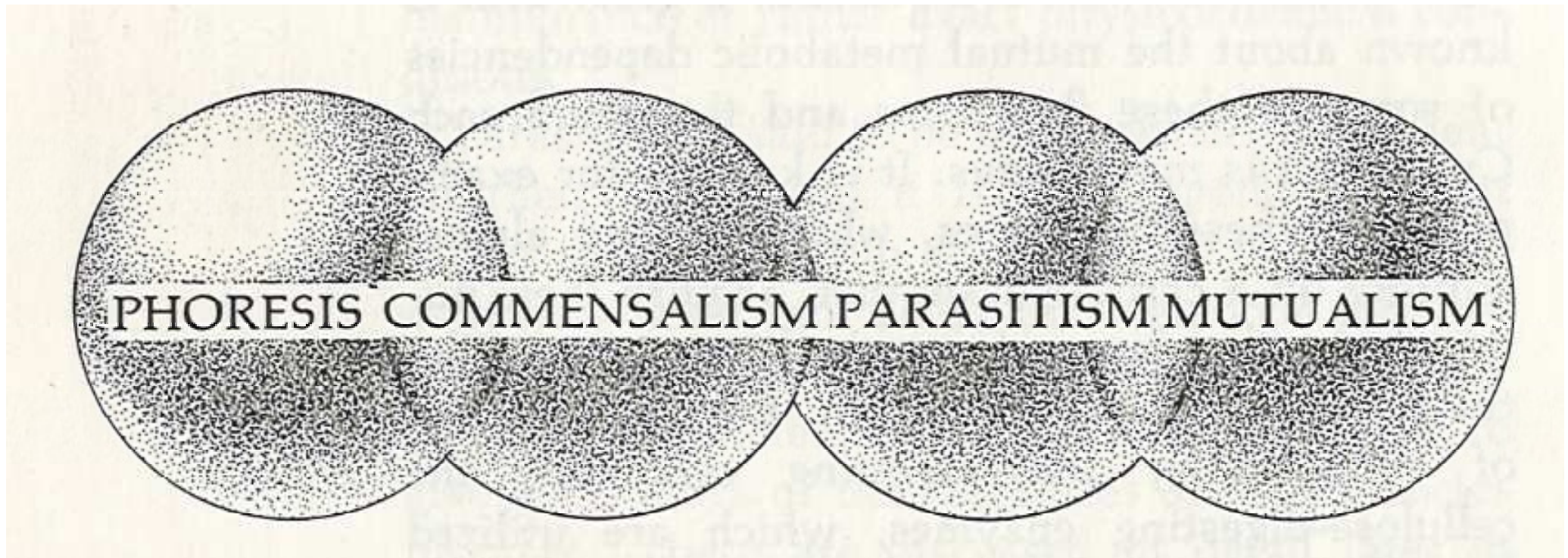


Parazitismus - jedna z forem symbiůzy

Co je to symbiůza ?

Symbiůza je jakýkoli typ blízke a dlouhodobé biologické interakce mezi dvěma různými druhy. Je to jakýkoliv vztah nebo soužití dvou a více druhů organismů, ať už prospěšné a nebo nepospěšné !

Jaké jsou typy/formy symbiósy !



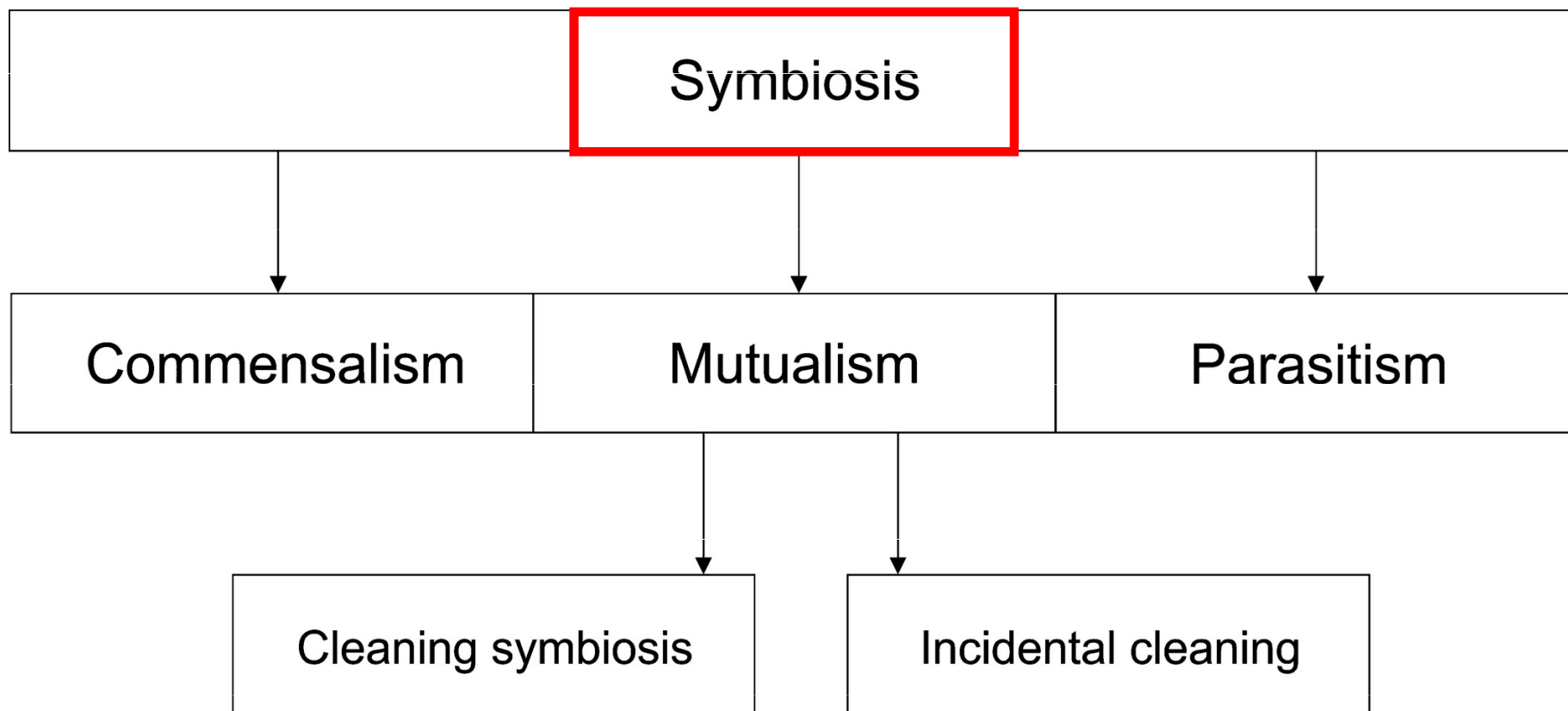
Je parazitismus typem symbiósy ?

Biologické interakce - Fenomén parazitismu

Typy vztahů mezi organismy	A	B
Parazitismus	+	-
Predace	+	-
Parasitoid	+	-
Herbivorie	+	-
Kompetice	-	-
Protokooperace	+	+
Mutualismus	+	+
Komensalismus	+	0
Amensalismus	-	0
Neutralismus	0	0

Parazitismus = forma symbiósy

Vztahy mezi typy symbiosy





Symbióza/Mutualismus/Protokooperace

Komenzalizismus/Forézie

Cleaning symbiosis/Incidental cleaning

Parazitismus

Příklady mutualismu

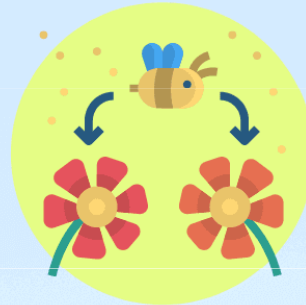
sciencenotes.org

Mutualism Examples

Mutualism is a type of symbiosis where two or more species benefit from each other.



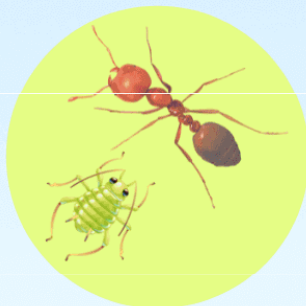
humans and gut bacteria



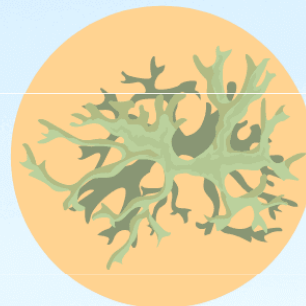
bees and flowers



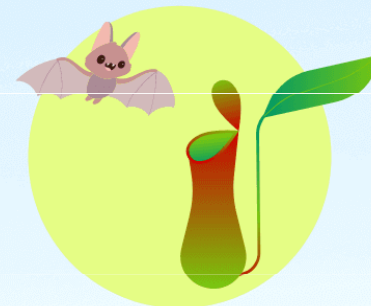
clownfish and anemone



ants and aphids



lichen
(fungi and algae)



woolly bat and
pitcher plant

Od symbiózy k parazitismu

Symbioza (++)

Protokooperace (++)

Mutualismus (++):

- Opylovači (++)
- Endosymbióza (++)
(mitochondrie, plastidy)
- Fixace vzdušného dusíku (++)
- Mykorhiza (++)
- Endofyty (++)

Forézie (+ 0)

Komensalismus (+ 0)

Parazitismus (+ -)

Predace (+ -)

Cleaning symbiosis (+ 0)

Herbivorie (+ -)

Protokooperace, Mutualismus

Vztahy oboustranného kladného ovlivňování dvou populací
Prospěšné pro všechny zúčastněné:

Protokooperace – jednodušší forma – vztah prospěšný ale
ne závazný

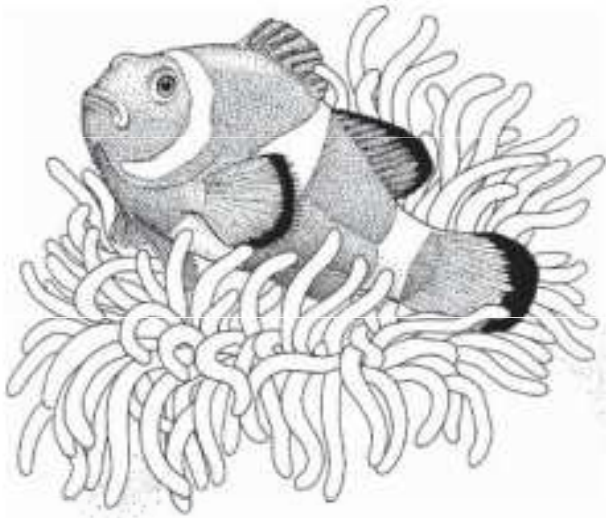
Např. sdružování **jedinců různých druhů** v souvislosti s lepší
ochranou před predátory (sasanka a rak – sasanka
poskytuje ochranu a rak zajišťuje změnu místa a přísun
potravy).

Např. **hnízdění dvou druhů ptáků** na jednom místě (úspěšná
obrana proti predátorům).

Např. vytváření **zimních hejn různých druhů ptáků**



rotokooperace



Korálová rybka-klaun žijící mezi chapadly mořské sasanky, oba druhy jsou partneři ve vztahu mutualistické symbiózy označovaného jako **protokooperace**, neboť oba partnerské druhy mohou žít i zcela nezávisle.



Jiným příkladem **protokooperace** může být vztah kapských buvolů a ptáků klubáků. Na buvoly při pastvě nasedá mnoho hmyzu (krevsajícího), který pak práci na nich sbírají.



Protokooperace, mutualismus, aliance

Zvláštním případem je tzv. **aliance** – druh, který zajišťuje lepší ochranu před nebezpečím (např. se tu uplatňuje dobrý zrak jedněch a dobrý čich druhých – pštros se zebrami, žirafami a slony nebo různé druhy ptáků s kopytníky či vlky.



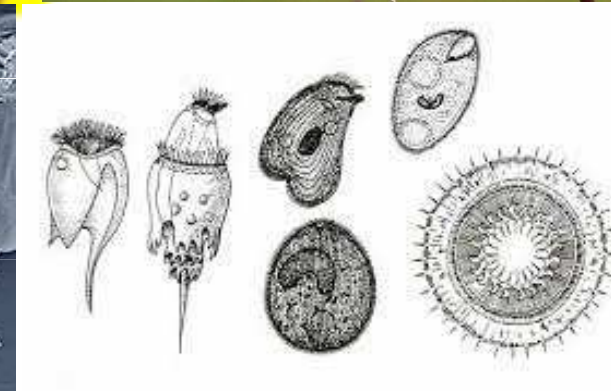
Mutualismus (dříve symbióza)

Vztah závazný a bezpodmínečný !

Např. **opylovači a kvetoucí rostliny**

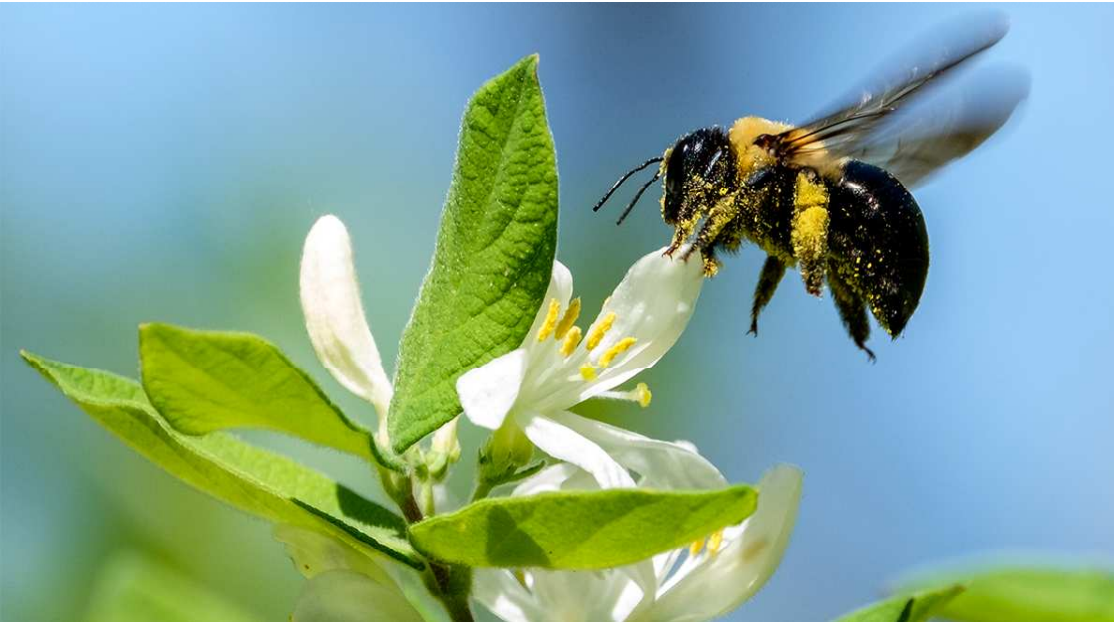
Např. **bachořci a býložravci**, v trávicím traktu rozkládají celulózu

Např. **mravenci a housenky modrásků** (housenky vylučují sladkou šťávu, mravenci ji odnesou do mraveniště, kde se o ni starají, i přesto, že se žijí jejich larvami a dospělého motýla nechají odletět).



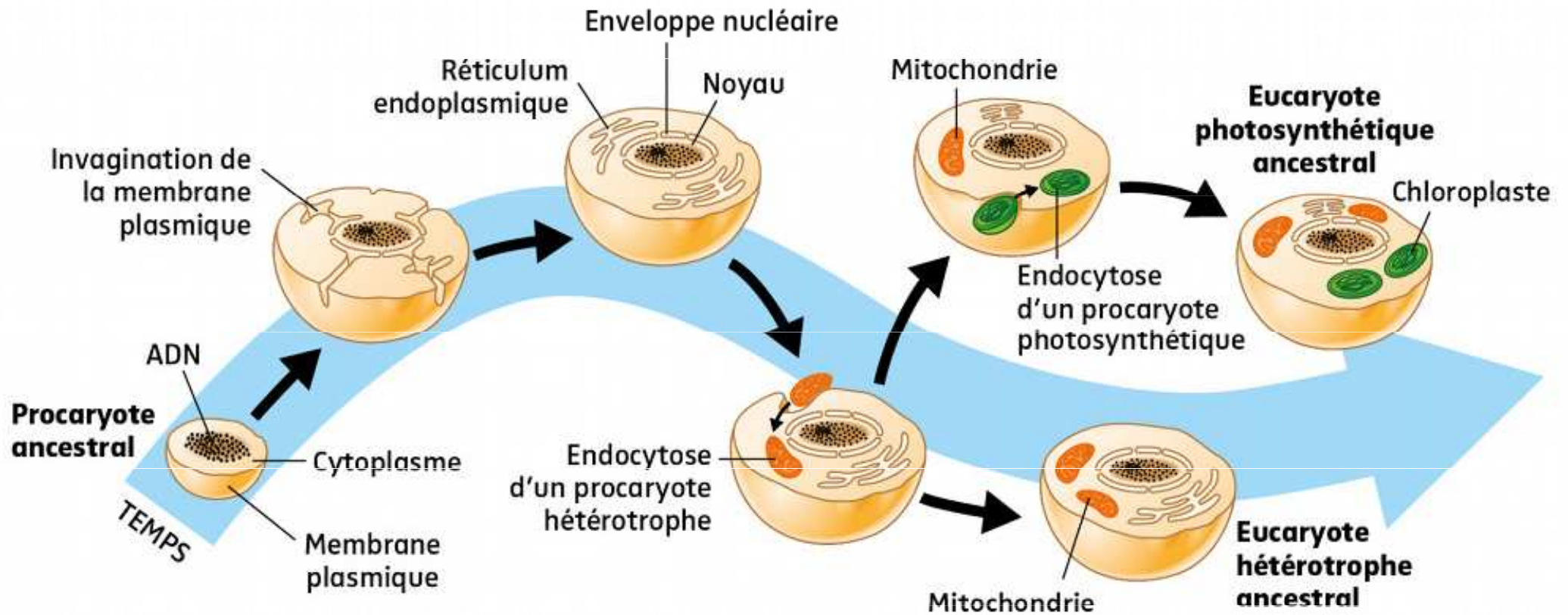
Vztah rostlina versus opylovači

- Opylovač je živočich, který umožňuje opylení, tj. přenáší pyl z jedné rostliny na druhou, respektive z prašníků jedné rostliny na bliznu jiné rostliny. Opylovači se uplatňují zejména u krytosemenných rostlin.





Endosymbiotický původ mitochondrie/plastidů



Pár příkladů tzv. „Grand“ Symbioses

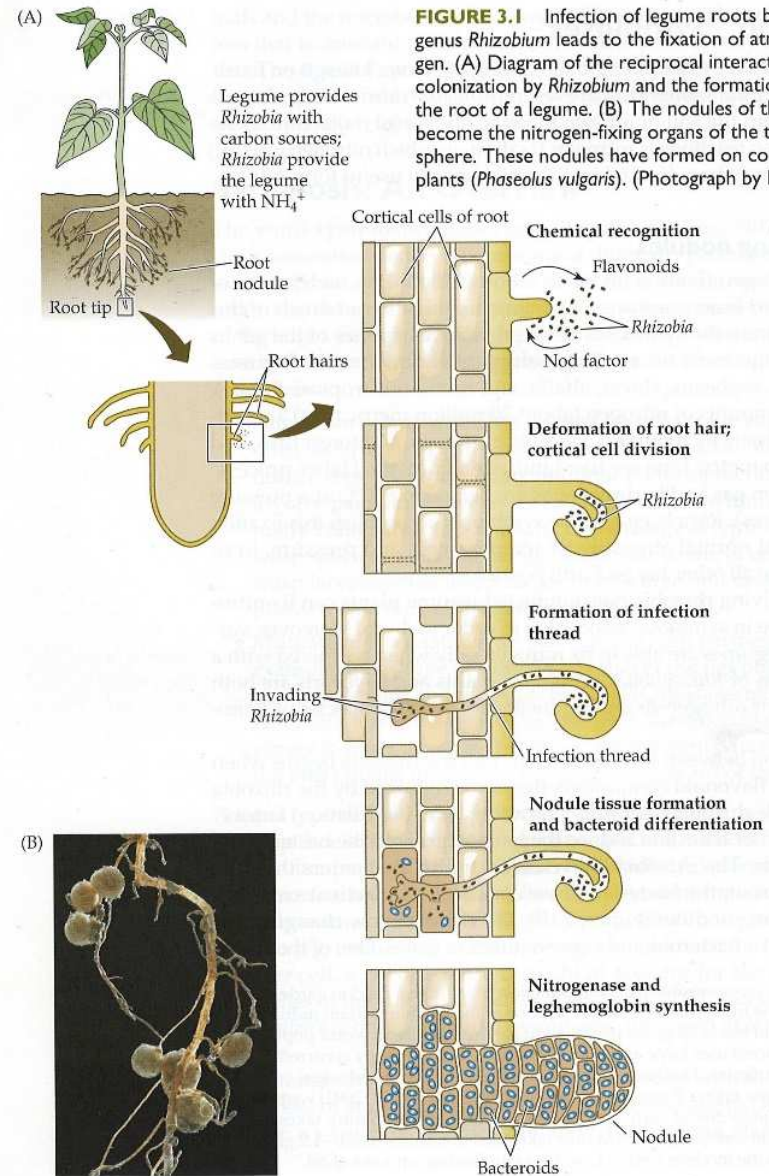
- Určité typy symbiózy jsou **odpovědné za existenci života na Zemi** tak jak ho známe. Podílejí se na **fixaci vzdušného dusíku** a na jeho **transformaci z plynné fáze (N_2) do podoby NH_4** , ve které se stává biologicky využitelnou molekulou.
- Většina **fixace vzdušného dusíku na Zemi (cca 170 milionů tun/rok)** je zajišťována živými organismy; zde je pak většina vytvořena v důsledku **symbiózy mezi bakteriemi rodu *Rhizobium*** a určitými druhy zelených rostlin jako např. **hrách, sója, jetel, vojtěška a různé druhy tropických křovin**.
- **Menší množství (kolem 20 milionů tun/rok)** vzniká jako důsledek **působení světla, sopečných erupcí a lesních požárů** a **kolem 80 milionů tun/rok** vzniká díky tzv. **Haberově procesu** (plynný dusík se zde zahřívá na teplotu $500^{\circ}C$ a tlak 250 atmosfér- součást technologie při výrobě umělých hnojiv).
- Naproti tomu **symbióza *Rhizobium*-luštěniny** probíhá při normálním tlaku i teplotě je **schopna vázat plynný dusík každý den** a tím vytváří podmínky pro existenci života na Zemi.

Fixace vzdušného dusíku

Infekce kořenů luštěniny (*Phaseolus vulgaris*) bakteriemi rodu *Rhizobium* vede k fixaci atmosférického dusíku:

- A) Diagram reciproké interakce, která vede ke kolonizaci kořenů zelené rostliny a k formování nodulů na jejich kořenech.
- B) Tyto noduly na kořenech se stávají orgány, kde probíhá fixace atmosférického dusíku v terestrickém prostředí. Formuje se tkáň nodulu a diferencuje se tzv. bakteroid.

V nodulech se vytváří enzym nitrogenáza a probíhá zde syntéza leghemoglobinu. Ten přenáší kyslík do bakteroidu a udržuje jejich metabolismus nezávislý na činnosti nitrogenázy, která je kyslíkem inaktivována. Tímto způsobem dochází k syntéze basí nukleových kyselin a proteinů.



Mykorhiza

- **Mykorhiza** (dříve **mykorrhiza**) je **symbiotické soužití hub s kořeny vyšších rostlin**. Může docházet buď k pronikání houbových vláken do kořenových buněk primární kůry (**endomykorhiza**), v druhém případě zůstávají vlákna jen v mezibuněčném prostoru (**ektomykorhiza**).
- Společným znakem mykorhizních symbióz je to, že **houbové mycelium nezasahuje nikdy do středního válce kořenu** rostliny. Mykorhiza je především **mutualistický vztah**, tedy oboustranně prospěšný, přestože existují výjimky. Jejím základem je rovnovážný stav mezi organismy, při jeho porušení jde o parazitismus.
- Význam mykorhizy byl dlouho podceňován, ale v poslední době se ukazuje, že **70 - 90 % všech rostlin je mykorhizních**. Proto má mykorhiza velmi velký vliv na život rostlin.
- Rostlina dodává **houbě uhlíkaté (energetické) zdroje**, houba **dodává rostlině vodu** a v ní rozpuštěné minerální látky (jako je např. H_2PO_4^- iont). Mykorhizní houby stimulují rhizosférní mikrofloru a její enzymatické aktivity, což je významné pro výživu, růst a zdravotní stav rostlin.

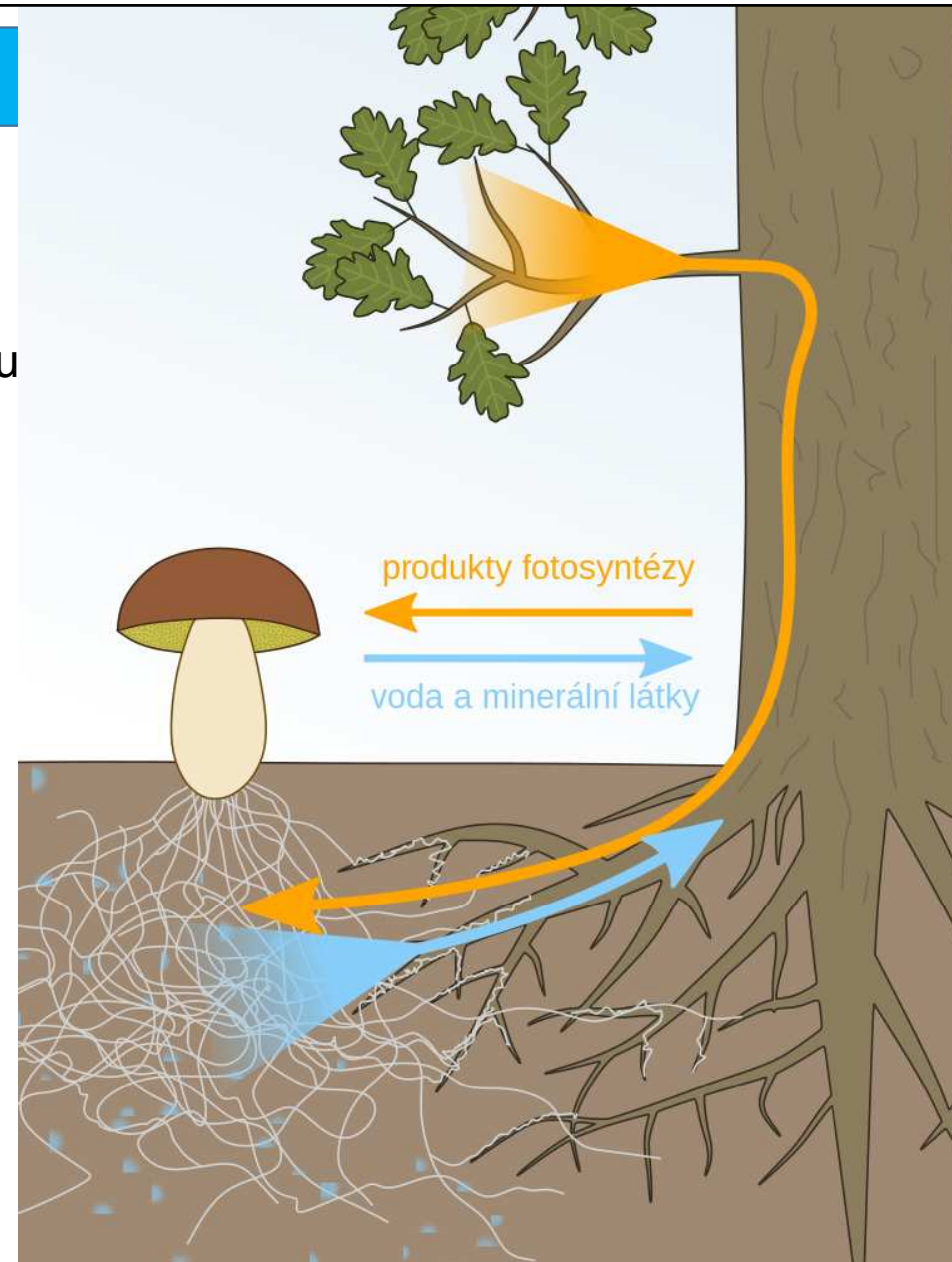


Mykorhiza

Kořenové špičky muchomůrky (*Amanita*) v mykorhizním svazku

Arbuskulární mykorhiza v kůře kořene Inu

Houbové hyfy a jejich prorůstání ke kořenům rostliny



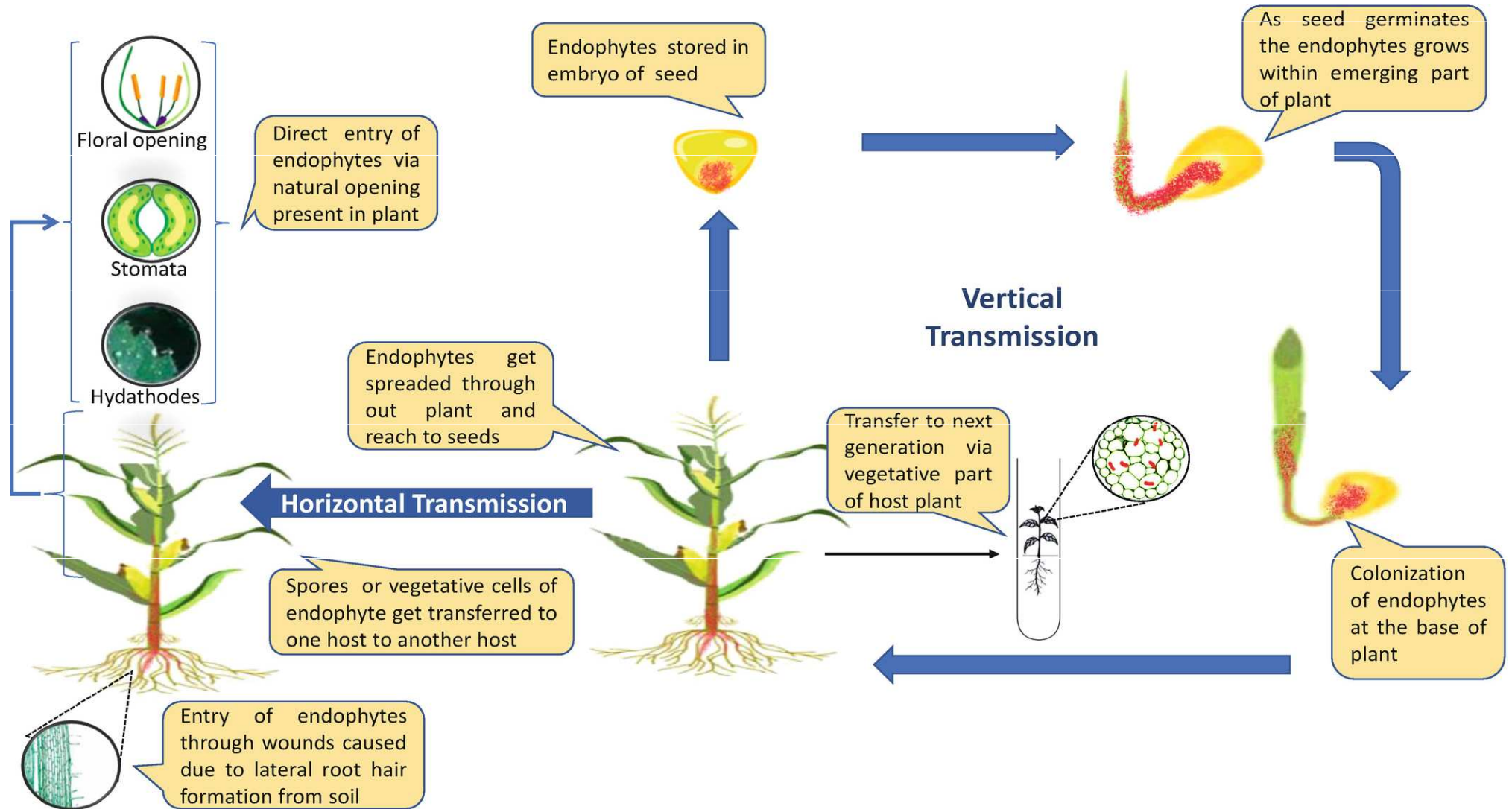
Endofyty

Endofyt je endosymbiont, často bakterie nebo houba, který žije v rostlině alespoň část jejího životního cyklu, aniž by způsobil zjevné onemocnění. Někdy tyto organismy přinášejí dokonce rostlinám užitek.

Endofyty jsou všudypřítomné a byly nalezeny ve všech dosud studovaných druzích rostlin; ..většina vztahů endofyt/rostlina však **není dobře pochopena**. Některé endofyty mohou **zlepšit růst hostitele**, získávání živin a zlepšit schopnost rostliny tolerovat abiotické stresy, jako je sucho, slanost, a snížit biotické stresy zvýšením odolnosti rostlin vůči hmyzu, patogenům a býložravcům.

Endofyty mohou být přenášeny buď vertikálně (přímo z rodiče na potomky) nebo **horizontálně (mezi jedinci)**. **Vertikálně přenášené** houbové endofyty jsou obvykle považovány za **klonální** a přenášejí se prostřednictvím houbových hyf, které pronikají do embrya v semenech hostitele, zatímco rozmnožování hub prostřednictvím **nepohlavních konidií nebo pohlavních spor** vede k **horizontálnímu přenosu**, kdy se ..endofyty mohou šířit mezi rostlinami v populaci nebo komunitě.

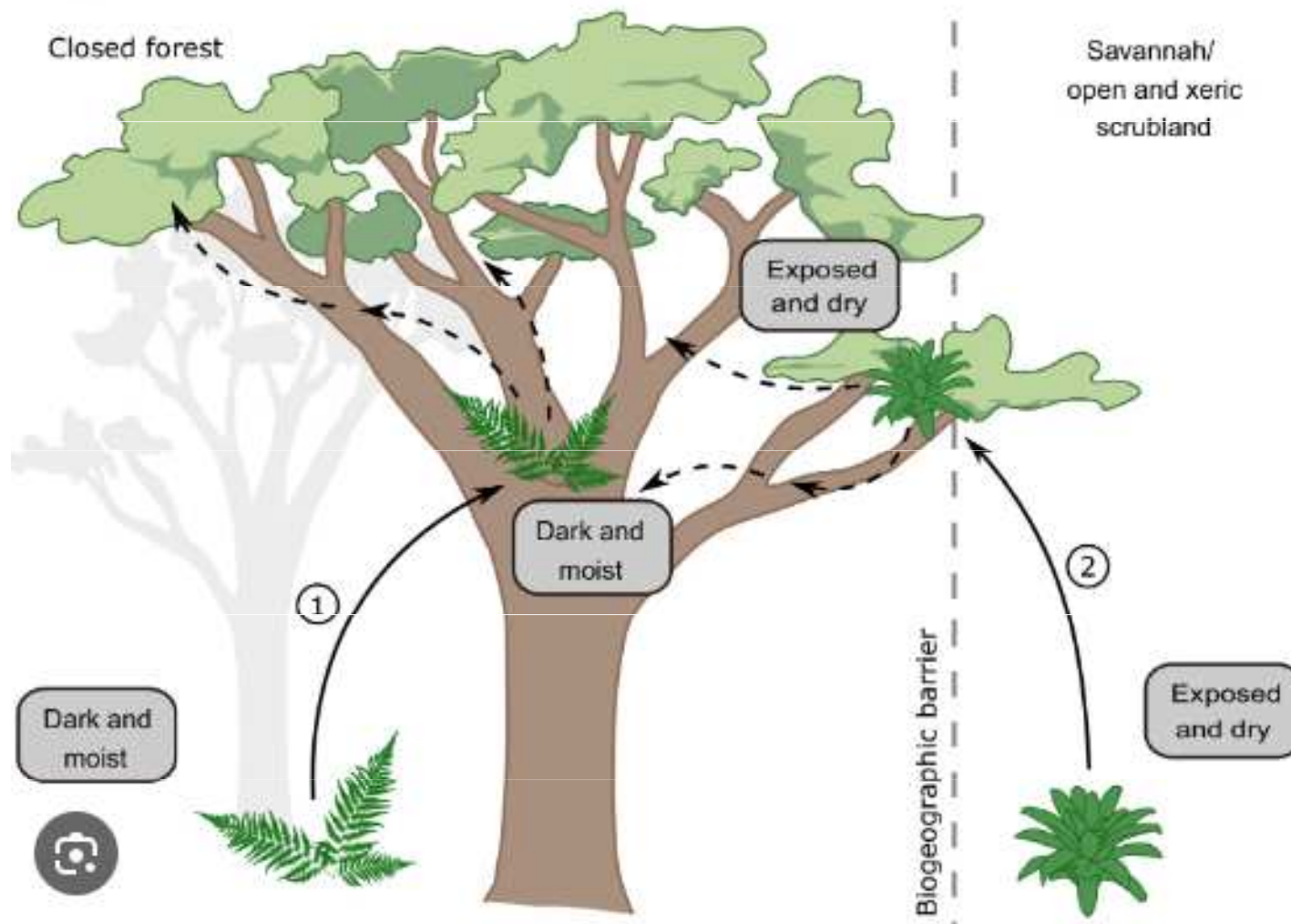
Endofyty – šíření



Epifytismus



Náhodný epifytismus ?





Symbióza/Mutualismus

Forézie/Komenzalismus

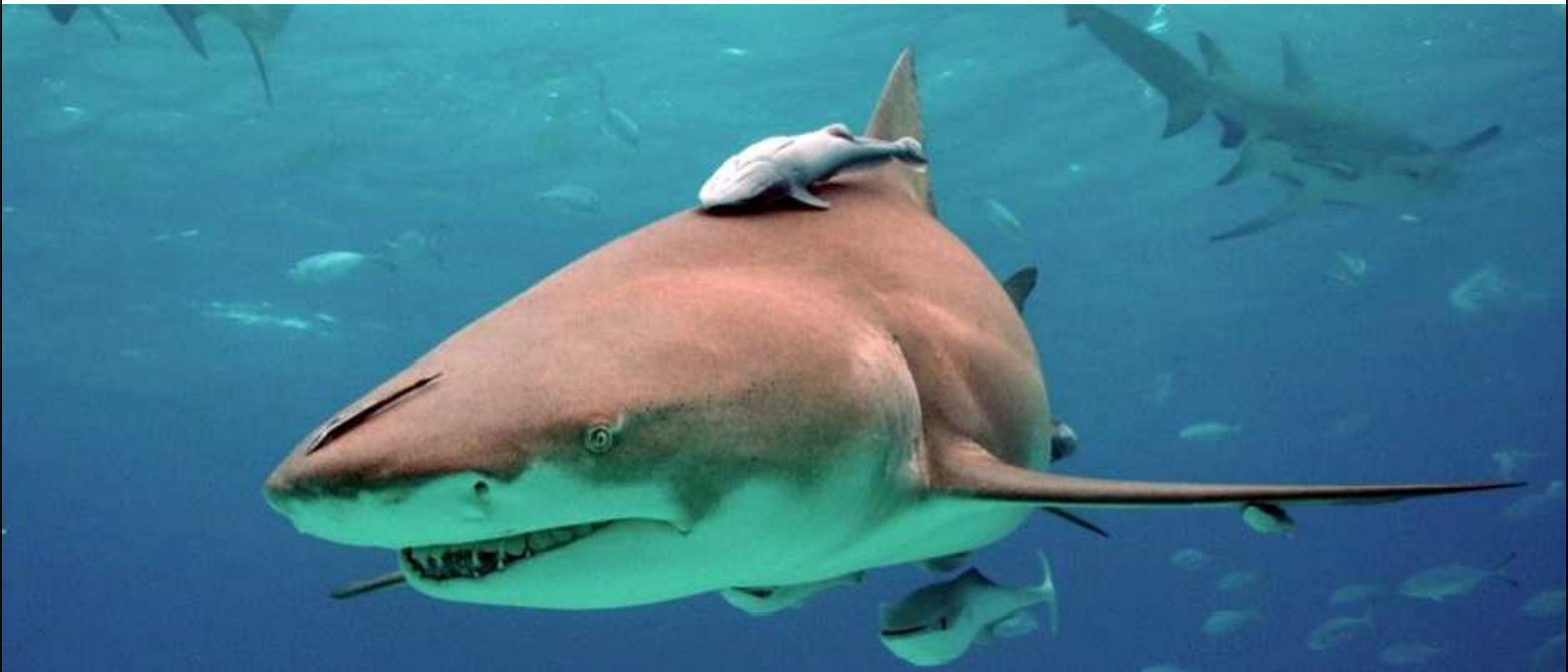
Cleaning symbiosis/Incidental cleaning

Parazitismus

Forézie/Komensalismus

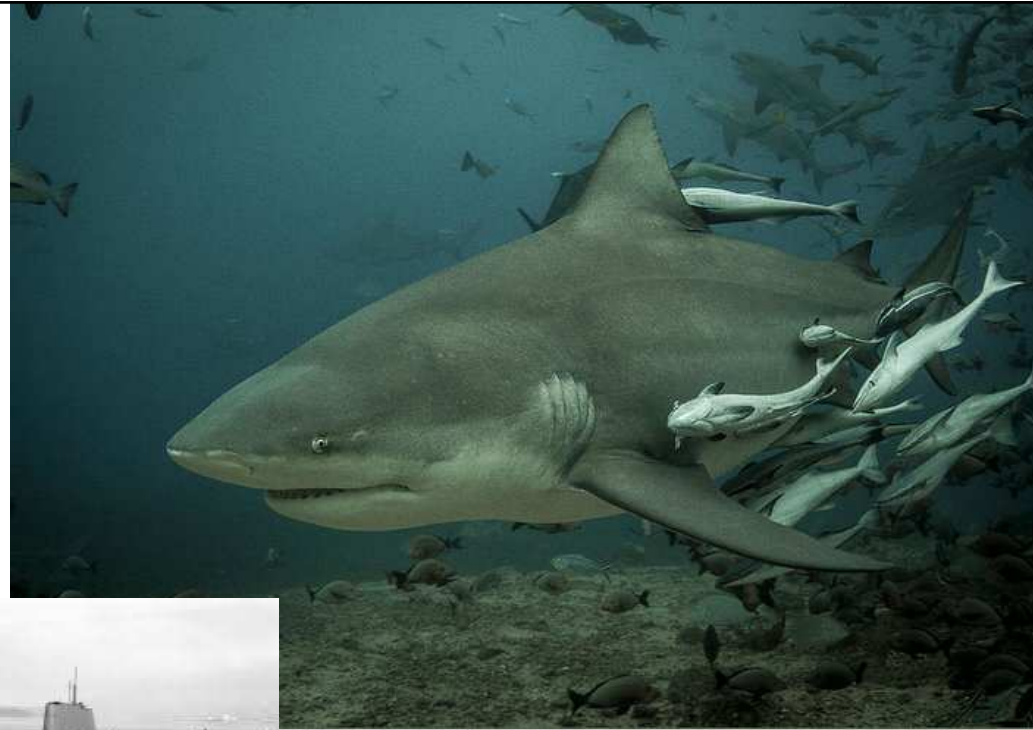
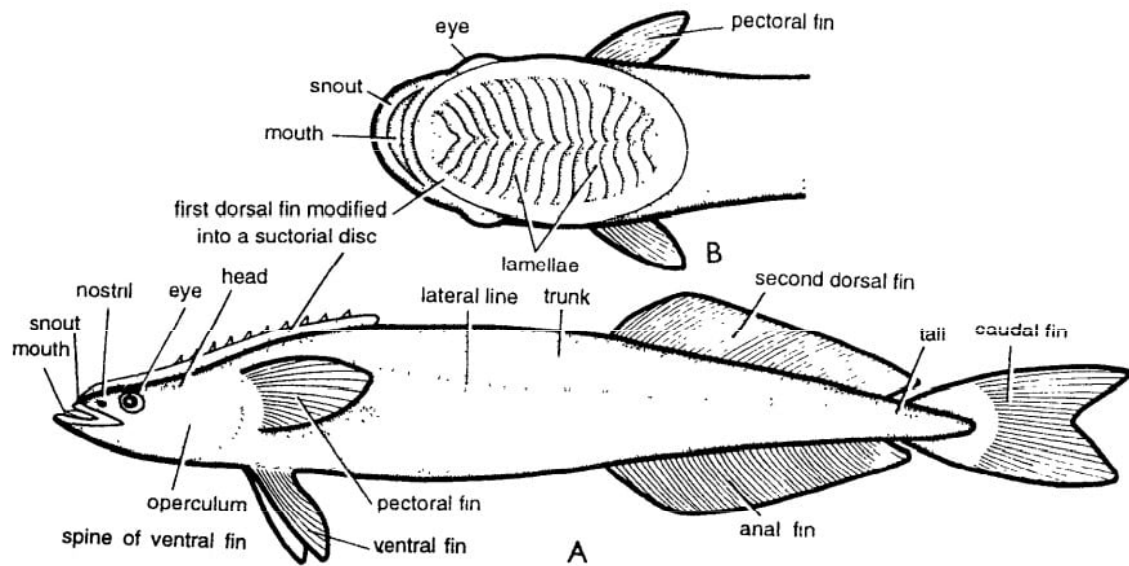


Komensalizmus: Remora (Echeneis) – žralok



Forézi e





Remora – ryby rodu Echeneis



Phoresie - Komensalismus

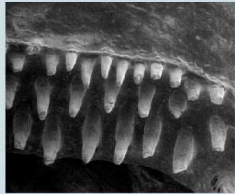


ENGINEERING AN ARTIFICIAL SUCTION DISC

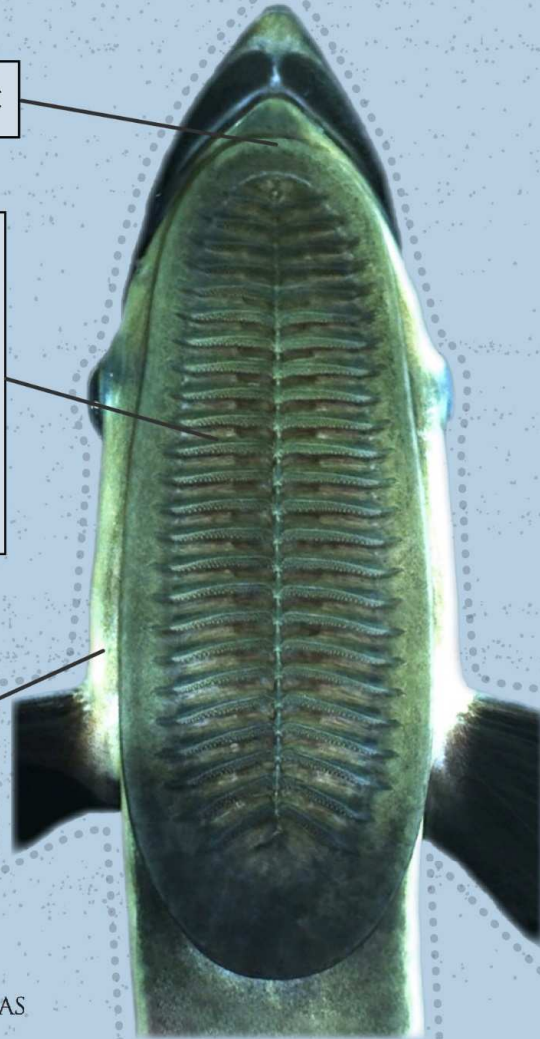
A REMORA'S DORSAL FIN

SOFT TISSUE SUCTION DISC

COMPOSITE LAMELLAE
MADE OF FLEXIBLE AND
CALCIFIED TISSUES



SUPPORTED BY
MUSCLES, BONE
AND UNIQUE
BLOOD VESSEL
NETWORK



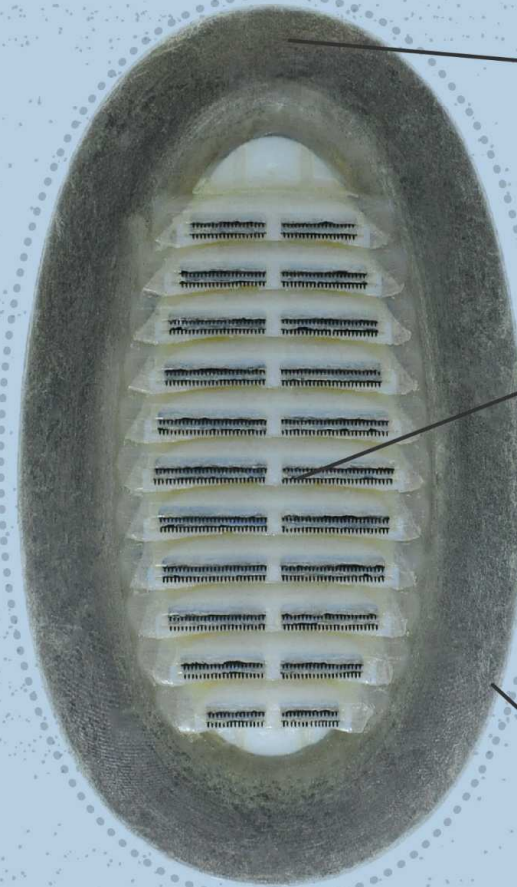
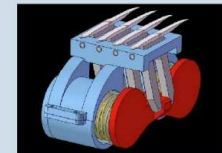
BIOINSPIRED COMPOSITE ROBOT

3D-PRINTED
SOFT POLYMER
SUCTION DISC

3D-PRINTED
COMPOSITE "LAMELLAE"
MADE OF VARIOUS
ARTIFICIAL COMPOUNDS

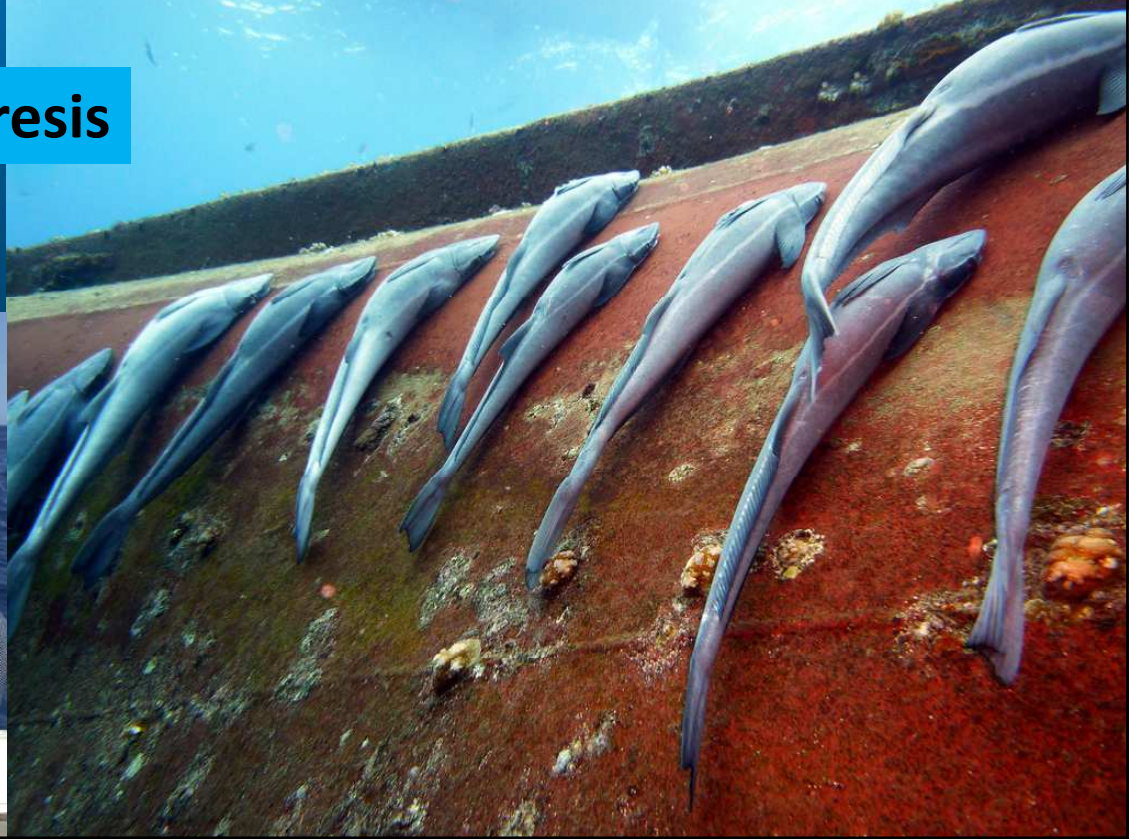


SUPPORTED BY A
SERIES OF AIR-
PRESSURE CONTROLLED
SOFT CYLINDRICAL
ROTARY JOINTS



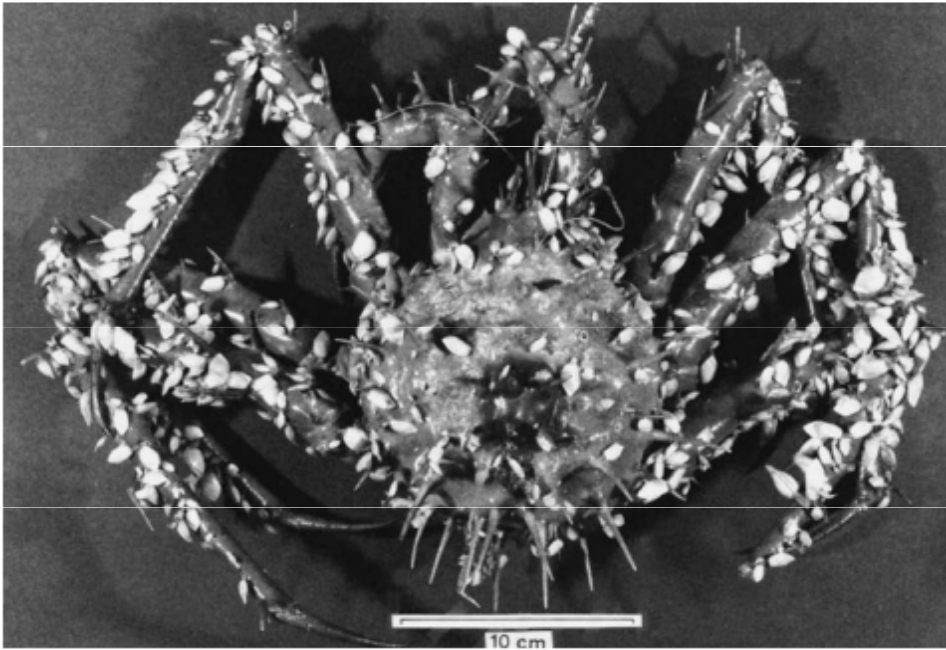


Phoresis

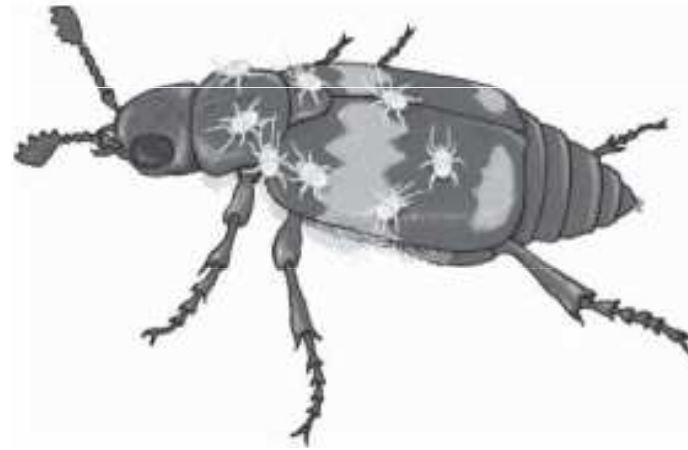




Forézie



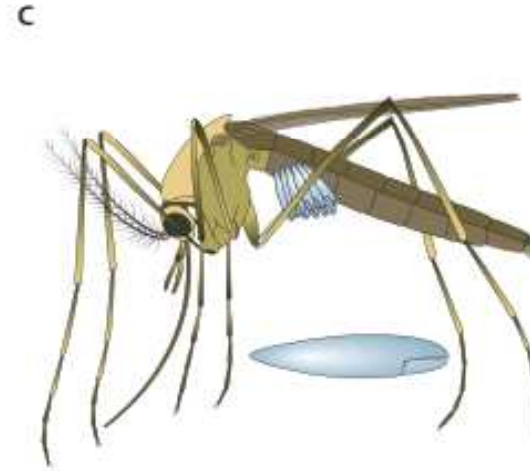
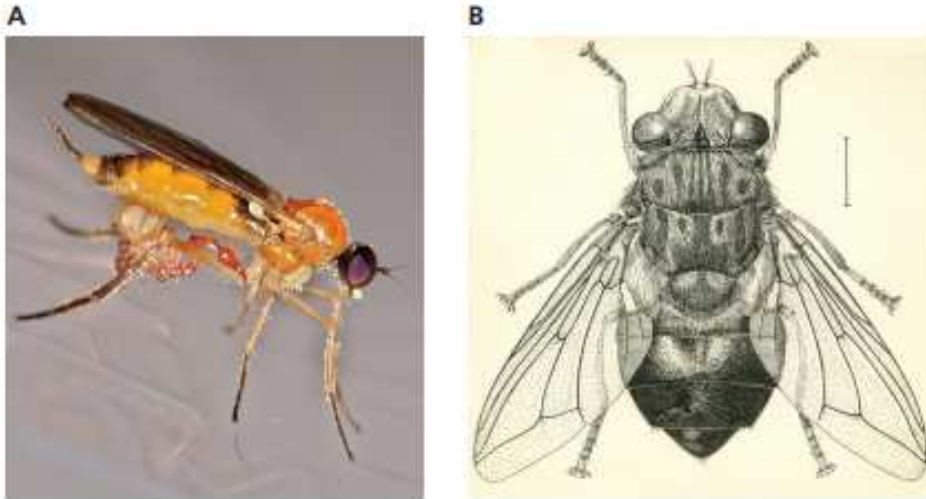
Přílipky druhu *Poecilasma haempferi* na nohách a karapaxu kraba druhu *Neothoides grimaldi*.



Forézie je, když jeden druh využívá druhý pouze ke svému přemísťování z místa na místo. Příkladem mohou být roztoči přichycení na povrchu těla brouka (hrobaříka).



Forézie



- (A) Foretický pseudoštírek *Lamprochernes* sp. přichycený na noze hybotidní mouchy *Leptozeza flavipes*.
- (B) Samička lidského střečka *Dermatobia hominis*.
- (C) Kluster vajíček střečka *D. homninis* na břišní straně těla komára, který je zde v tomto případě foretickým hostitelem.
- (D) Velká larva střečka *Dermatobia hominis*.

Komensalismus



Komensalismus – definice a příklady I

What is Commensalism?

Commensalism is a type of relationship between two living organisms in which one organism benefits from the other without harming it.

Tree frogs use plants as protection.



Cattle egrets eat the insects stirred up by cattle when they are grazing.



Golden jackals, once they have been expelled from a pack, will trail a tiger to feed on the remains of its kills.

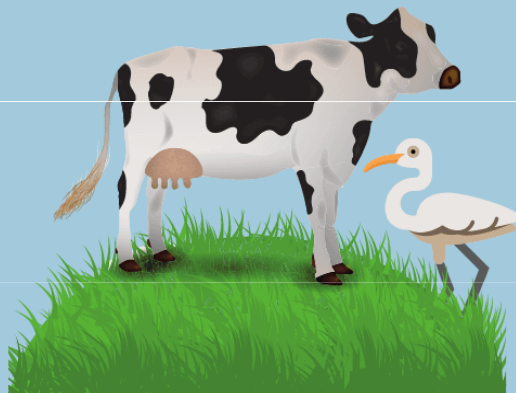


Komensalismus – definice a příklady II

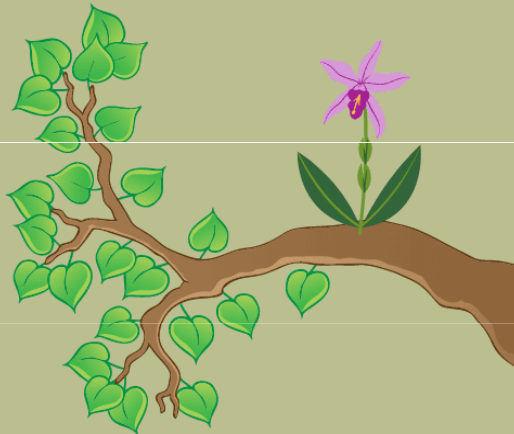
Commensalism Definition and Examples

Commensalism is a symbiotic relationship where one organism benefits without harming the other.

Cattle egrets eat insects disturbed by grazing livestock.

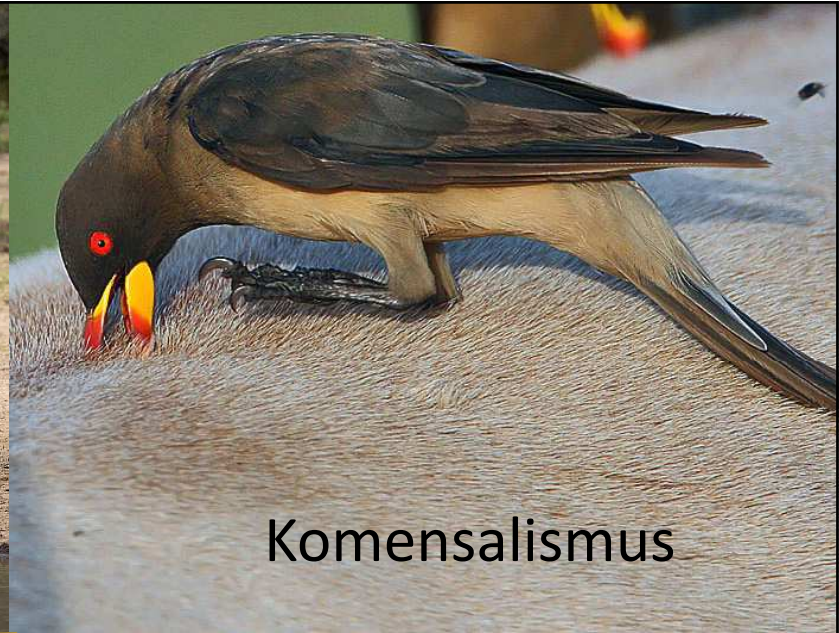


Epiphytes get sunlight and nutrients by living on the host plant.



Birds trail army ants to eat fleeing insects.





Komensalismus



Typy komensalismu

Parekie – malý druh žije v blízkosti jiného velkého druhu – větší bezpečnost (např. malý pěvec hnízdí pod hnízdem velkého dravce)

Synekie – některé drobné druhy živočichů žijí v norách a hnízdech ptáků a sociálně žijícího hmyzu (roztoci, brouci)

Epiekie – jedinci jednoho druhu se usídlují na těle jiného druhu (roztoci), u rostlin se tento vztah nazývá **epifytismus** (např. u nás řasy, lišejníky, v tropech bromélie a orchideje)

Entekie – jeden druh žije uvnitř těla jiného druhu (mikroorganismy v těle, které neškodí – měňavka ústní).

Forezie – využívání jedněch živočichů druhými k přenosu (např. hypopus u skladokazných roztočů, štírci).

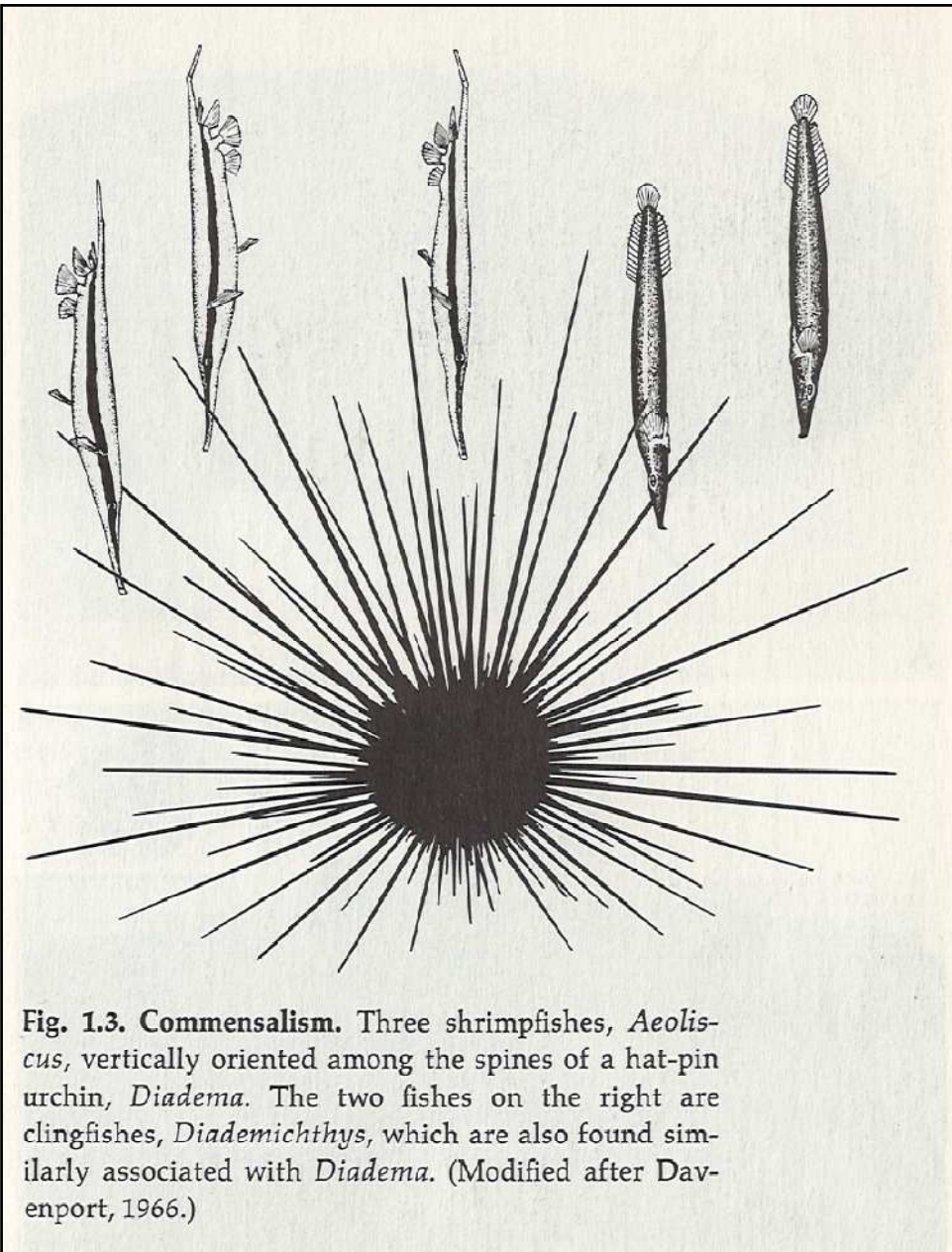


Fig. 1.3. Commensalism. Three shrimpfishes, *Aeolis-cus*, vertically oriented among the spines of a hat-pin urchin, *Diadema*. The two fishes on the right are clingfishes, *Diademichthys*, which are also found similarly associated with *Diadema*. (Modified after Dav-enport, 1966.)

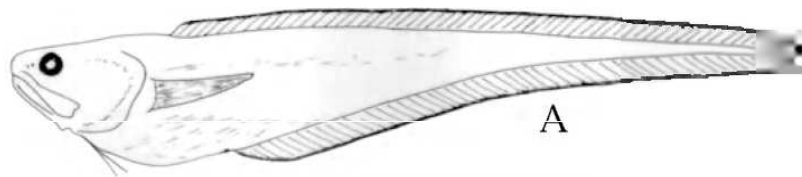
www.naturfoto.cz

© Jan Sevcik

Komenzalizmus



Existují symbiotické vztahy, kdy je hostitel využíván jen jako habitat. Zahrnuje to různé živočichy přisedlých na vnějších površích (např. přílipky na krabech a velrybách) a nebo dokonce uvnitř jejich těl. Příkladem může být např. treskovitá ryba Pearlfish (Carapidae), která může dorůstat délky až 20cm. Tyto ryby žijí v plicích mořských okurek (sumýšů), kam zalézají ocasem napřed. Ryba tento úkryt opouští pouze za účelem lovu a rozmnožování.



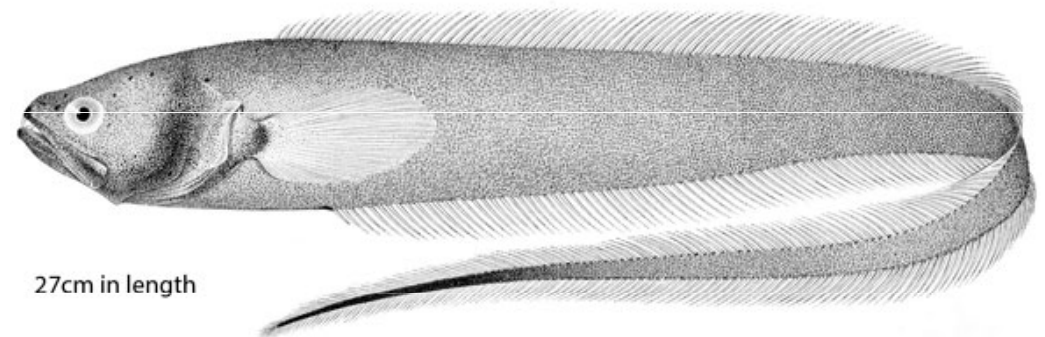
A



B



C



27cm in length

Endokomensalismus



Endokomensalismus – ryby *Enchelyophis gracilis* se ukrývají v tělní dutině tzv. mořské okurky



Komensalismus



Komenzalismus





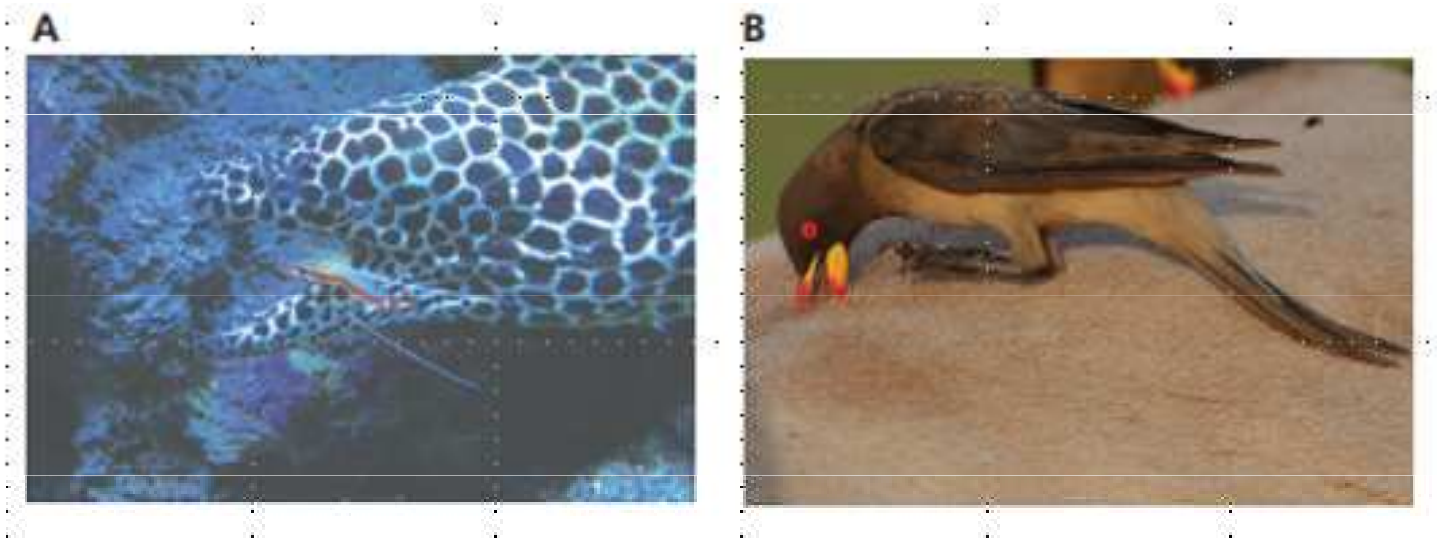
Symbióza/Mutualismus

Komenzalizismus/Forézie

Cleaning symbiosis/Incidental cleaning

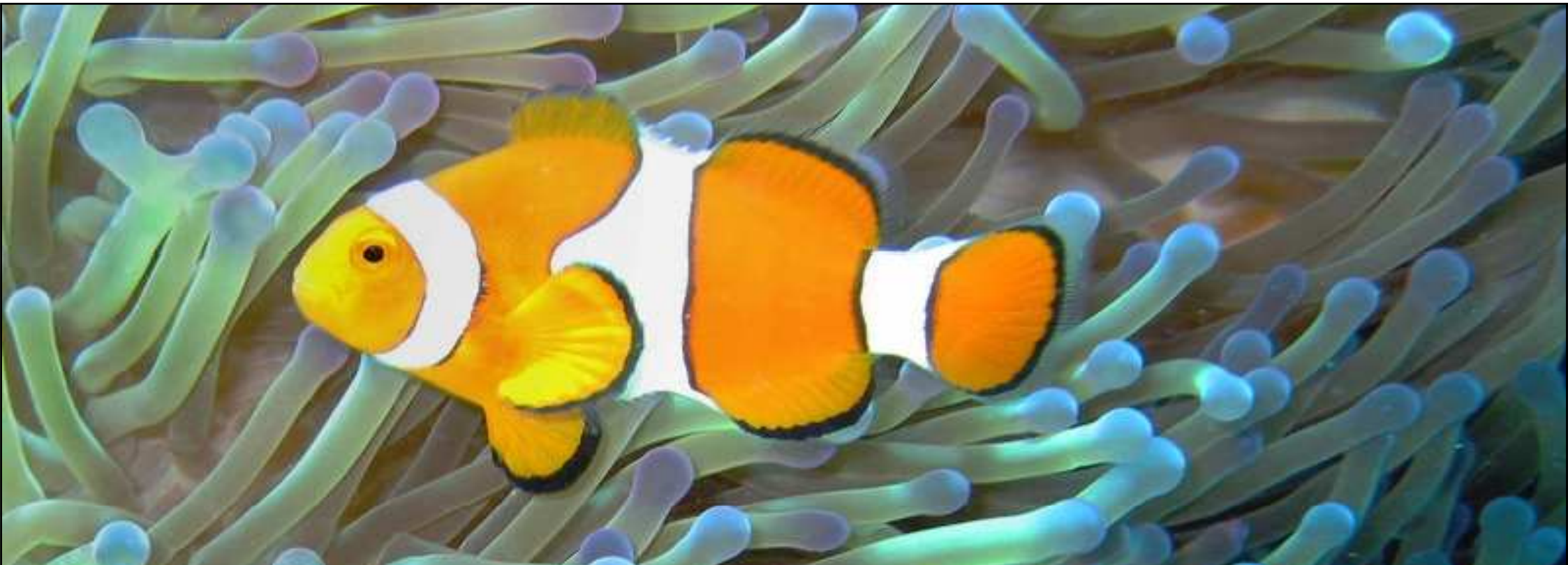
Parazitismus

Cleaning symbiosis



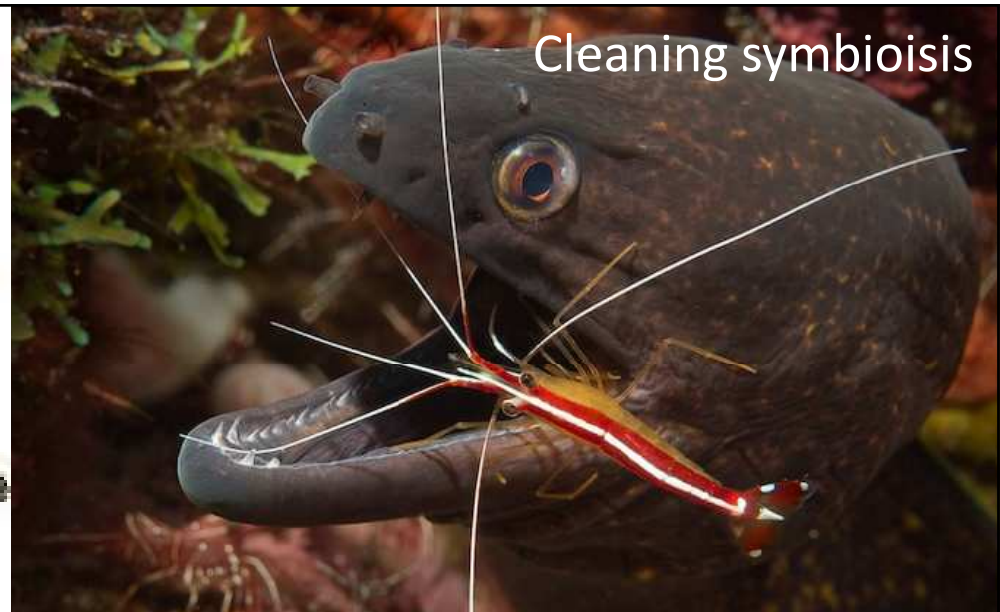
Některé příklady „cleaning symbiózy, všeobecně považované za formu mutualismu:

- (A) Pacifický „čistící“ korýš, *Lysmata amboinensis*, odstraňuje cizopasníky z úst murény (*Gymnothorax*).
- (B) Klubák žlutozobý (*Buphagus africanus*) vybírá roztoče a další parazitické členovce z povrchu těla velkých kopýtníků v Africe. Příklady „cleaning symbiosy“ se týkají jejich vlastních dvojznačnosti, kdy klubáci se sami živí krví vytékající z otevřených poranění a „čistič“ je někdy sežrán svým klientem.

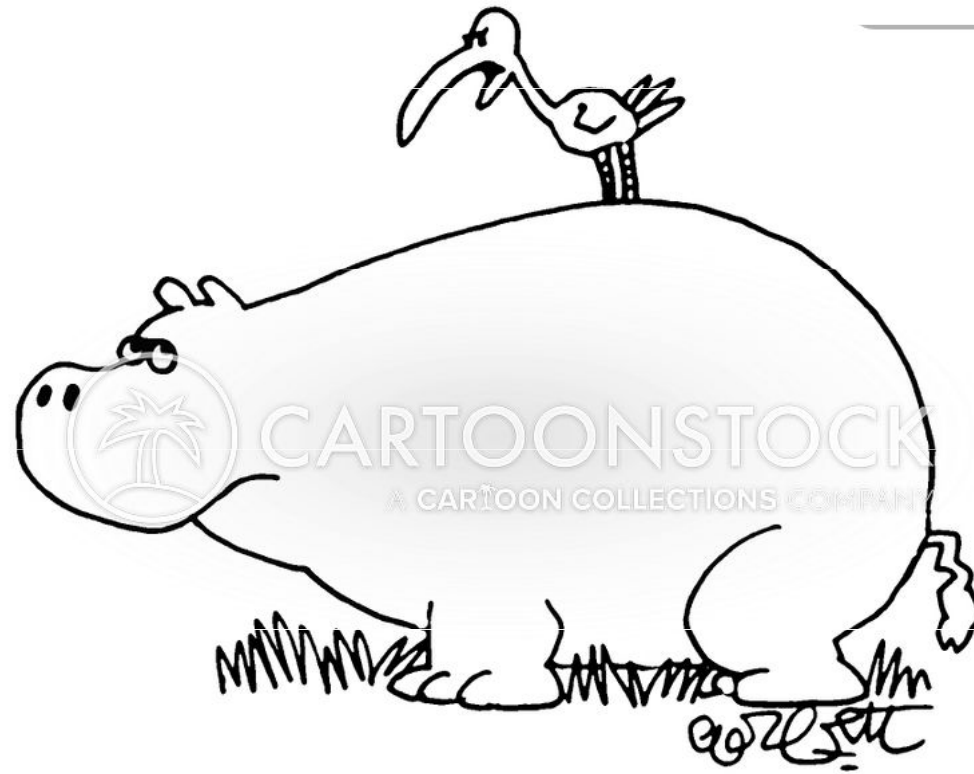


Cleaning symbiosis

V čistící symbióze se klaun živí malými bezobratlými, kteří by jinak mohli sasance ublížit, a výkaly z klaunů poskytují sasankám živiny. Klaun je chráněn před predátory žahavými buňkami, vůči nimž je klaun imunní, a klaun vydává vysoký zvuk, který odrazuje motýlí ryby, které by sasanku jinak sežraly. Vztah je proto klasifikován jako mutualistický.



Cleaning symbiosis



"NO, I WON'T CHECK YOUR PROSTATE!"



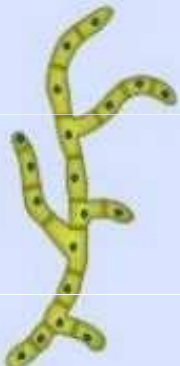



Predátoři, Herbivoři, Paraziti a Patogeny

Typ interakce	Druh 1	Druh 2
Predace	+	-
Herbivorie	+	-
Parazitismus	+	-
Patogenita	+	-

Z hlediska interakcí mezi organismy jsou predace, parazitismus, herbivorie a patogenita stejné, mají pouze rozdílnou míru na snížení fitness kořisti/hostitele

Patogeny

- ▶ Organismy i nebuněčné částice
- ▶ Patogenita - schopnost způsobovat škody na zdraví jinému organismu

CELLULAR (LIVING)				ACELLULAR (NON-LIVING)	
					
Parasites (e.g. <i>helminthes</i>) ⇒ Tapeworm	Protozoa (e.g. <i>plasmodia</i>) ⇒ Malaria	Fungi (e.g. <i>tinea</i>) ⇒ Athlete's foot	Prokaryote (i.e. <i>bacteria</i>) ⇒ Leprosy	Virus (e.g. <i>HIV</i>) ⇒ AIDS	Prion ⇒ CJD

Co je to patogen, vektor ?

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 mikroorganismy**.

přenašeč (vektor) přenáší na svého hostitele **patogena**. Takto je patogeny využívána řada parazitických členovců. Přitom se parazit ve vektoru může **namnožovat, vyvíjet se** v něm, nebo může být **přenos pouze mechanický**.

Virulence

- ▶ Individuální vlastnost kmene
- ▶ Určuje stupeň patogenity
- ▶ Zahrnuje 3 složky:
 - ▶ Kontagiozita (schopnost přenosu)
 - ▶ Toxicita (schopnost poškození hostitele)
 - ▶ Invazivita (schopnost proniknutí do hostitele)



Ekologické vymezení

(parazita/predátora/parazitoida/kastrátora)

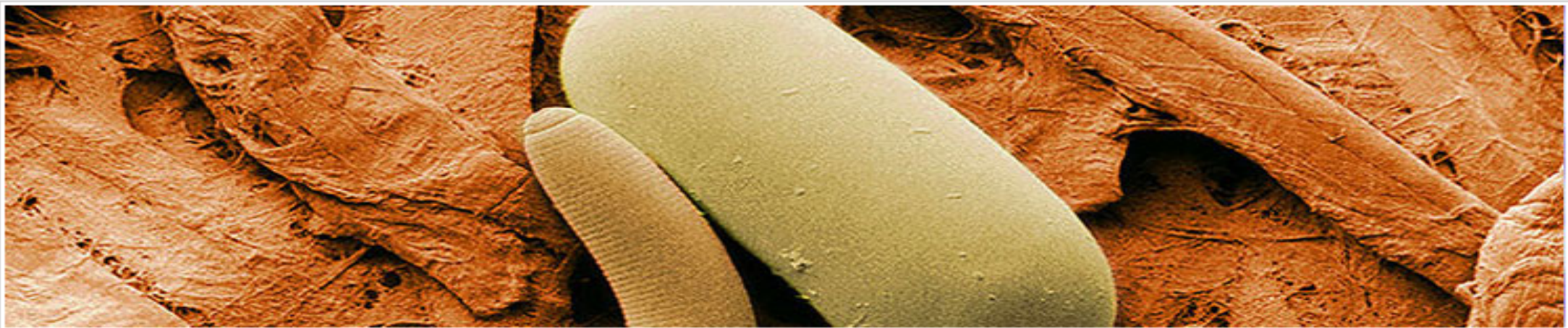
Effect on fitness	Number of hosts/prey attacked		
	1 host		> 1 host/prey
	Death of host not required	Death of host required	
< 100%	Typical parasite	Tropically transmitted typical parasite	Micropredator
100% (prey has 0 fitness)	Parasitic castrator	Parasitoid	Predator

Vznik parazitismu

Parazitismus jako životní strategie je jev odvozený - nejprve musí existovat potenciální hostitel.

Přechod k parazitickému způsobu života musí být pro parazita výhodný, to znamená, že 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.

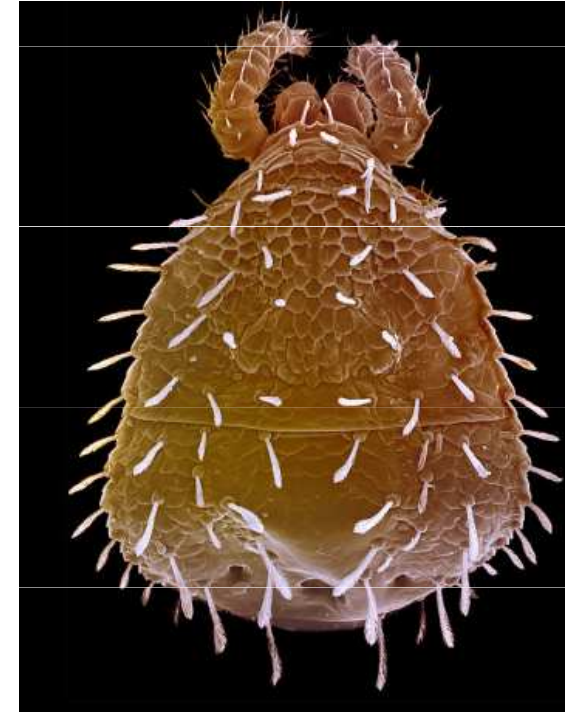
Forézie může se zřejmě vyvinout **obligátní parazitismus**, kde již parazit bez svého hostitele není schopen života či množení.

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, parazitismem, predací.



Forézie:
hlístice na roztočích

Parasitismus X predace

Rozdíly mezi jednotlivými strategiemi:

Počet jedinců, kteří jsou během života využíváni:

parazit - často pouze jediný hostitel

predátor - napadá velké množství kořisti

parazitoid – jediný hostitel

Míra snížení biologické zdatnosti (fitness) oběti:

vynulování fitness veškeré své kořisti – její usmrcení

- predátor (pravý predátor)
- parazitoidi - pro dokončení svého vývoje ho musejí zabít, ještě než se hostitel rozmnoží
- parazitická kastrátoři – ekologicky a evolučně se rovná zabití

nevynulování fitness veškeré své kořisti:

- mikropredátoři svou kořist nezabíjejí (například komáři)

Hlavní skupiny trofických vztahů:

predátor, parazit, herbivor, patogen, parazitoid a mikropredátor.

Řada parazitů přenášena v rámci životního cyklu **predací jednoho hostitele druhým** - v mnoha případech ulovení svého hostitele **paraziti** nejruznějším způsobem **napomáhají** – např. **manipulují jeho chováním.**



Hymenoptera:

Ammophila sabulosa –
kutilka písečná



Parazitoid:

Diptera: Tachinidae
(kuklicovití) – parazitují na
hmyzu

Antagonistické interakce - predace



Jednotlivé organismy ve společenstvu interagují nejrůznějšími způsoby. Interakce mezi dvěma druhy, která je prospěšná pro jeden druh na úkor druhého je **antagonistická interakce**. **Predace, herbivorie a parazitismus jsou typy antagonistických interakcí. Predace je klíčová pro přenos cizopasníka do dalšího hostitele tzv. trofickým přenosem.**

Často zde dochází k manipulacím s chováním případně z morfologii infikovaného hostitele.

Podmínkou tohoto typu přenosu je **usmrcení původního hostitele**.

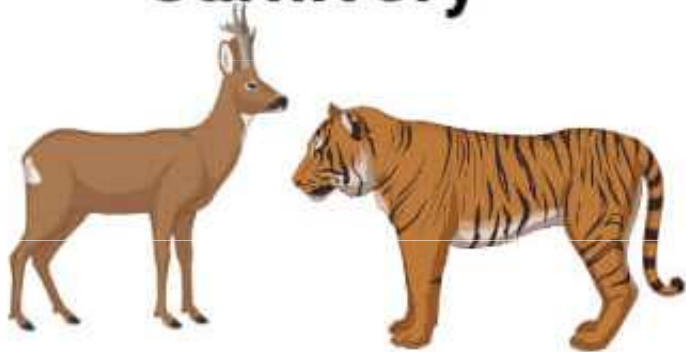
Predace



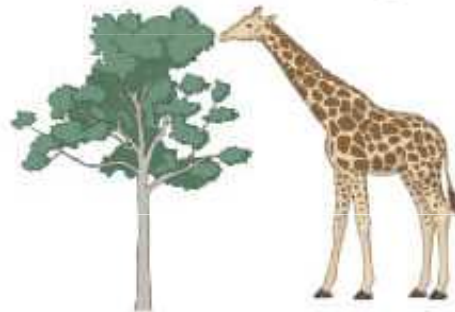
Charakteristika a typy predace

Predation - Definition and Types with Examples

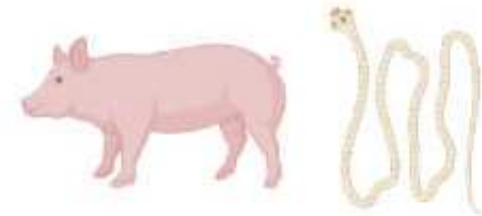
Carnivory



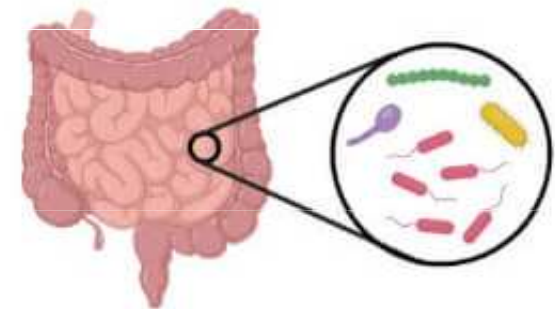
Herbivory



Parasitism



Mutualism



Cannibalism





← Láčkovka

Rosnatka →



Masožravost – zvláštní forma predace

u rostlin (**insectivorie**). Je obvykle vyvolána nedostatkem dusíku. Rostlina ho získává z těl živočichů

(např. tučnice, rosnatka, láčkovka, mucholapka).



← Mucholapka

Adaptace živočichů k predaci

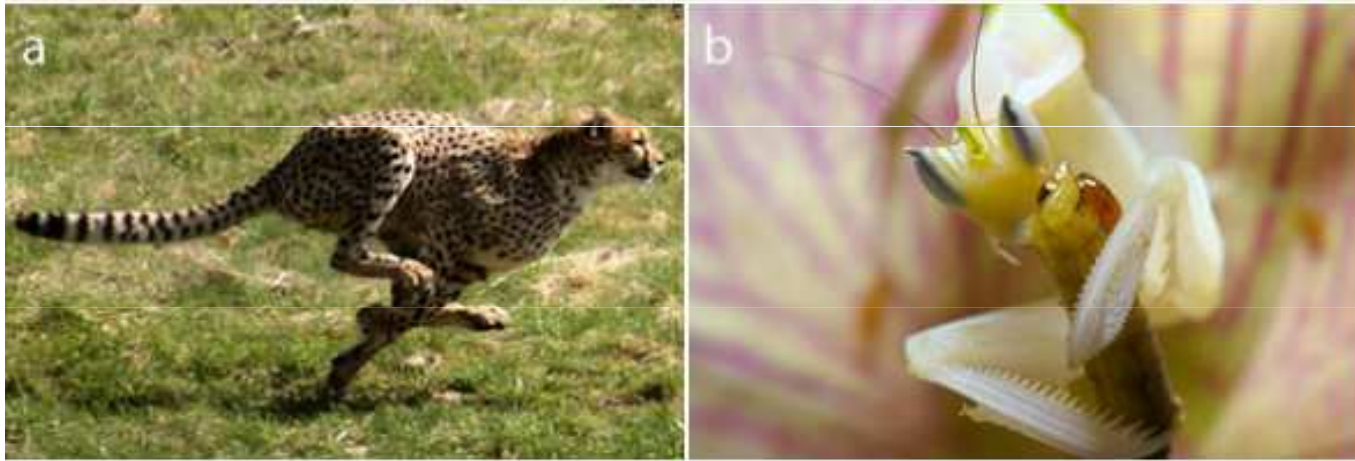


Figure 1: Adaptations to predation

(A) Cheetahs can sustain bursts of speed while chasing prey. (B) Species that lie in wait for their prey, such as the orchid mantis, are cryptically colored to avoid detection.

Dravci vykazují rysy jako jsou **ostré zuby, drápy a jed**, které zvyšují jejich schopnost ulovit kořist (potravu). Mají extrémně **ostré smyslové orgány**, které jim pomáhají najít potenciální kořist. Obr 1 (A) Gepard umí vyrazit za kořistí **velikou rychlostí** (za 5 sekund dosáhne rychlosti 90km/hod). (B) Kudlanka **čihá nehnutě** na svou kořist a vyznačuje se krycím zbarvením, které ji činí téměř neviditelnou.

Aposematické zbarvení – ochrana před predátory

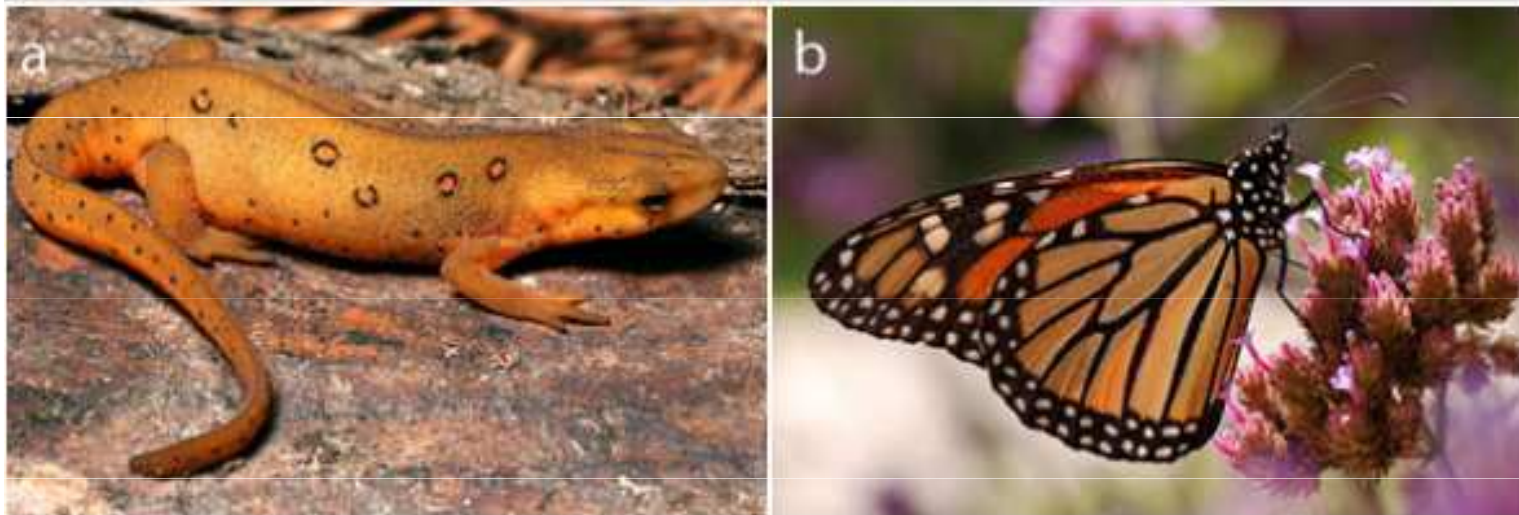


Figure 2: Aposematic coloration

Brightly colored animals, such as the red-spotted newt (a) and monarch butterfly (b), warn potential predators against consumption. Such organisms contain toxins.

Jasně zbarvená zvířata jako např. čolek červenoskvrný (a) a motýl (b) monarcha mají jasné výstražné zbarvení, které **indikuje toxiny přítomné v těle** této kořisti.

Batesiánské mimikry – ochrana před predátory

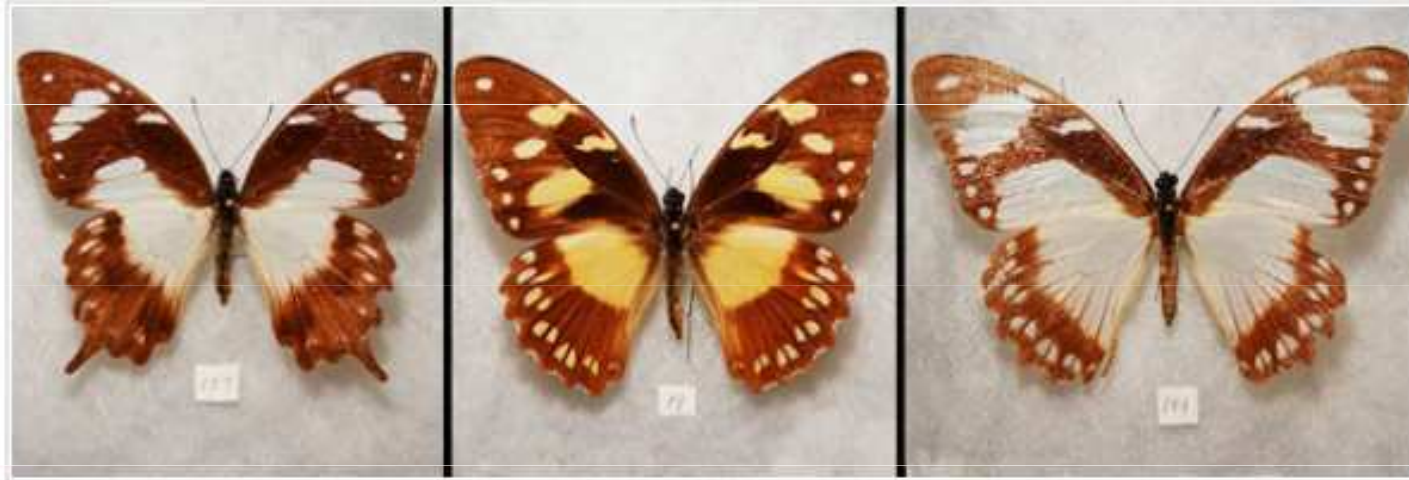


Figure 3: Batesian mimicry

Non-toxic *Papilio dardanus* swallowtail butterfly females occur in a variety of forms, each of which mimics the physical appearance of toxic species.

Samičky netoxického motýla *Papilio dardanus* se vyskytuje v řadě barevných forem, které představují **mimikry napodobující vzhled druhů toxických.**

Parasitoidismus - zabíjení hostitele nutností

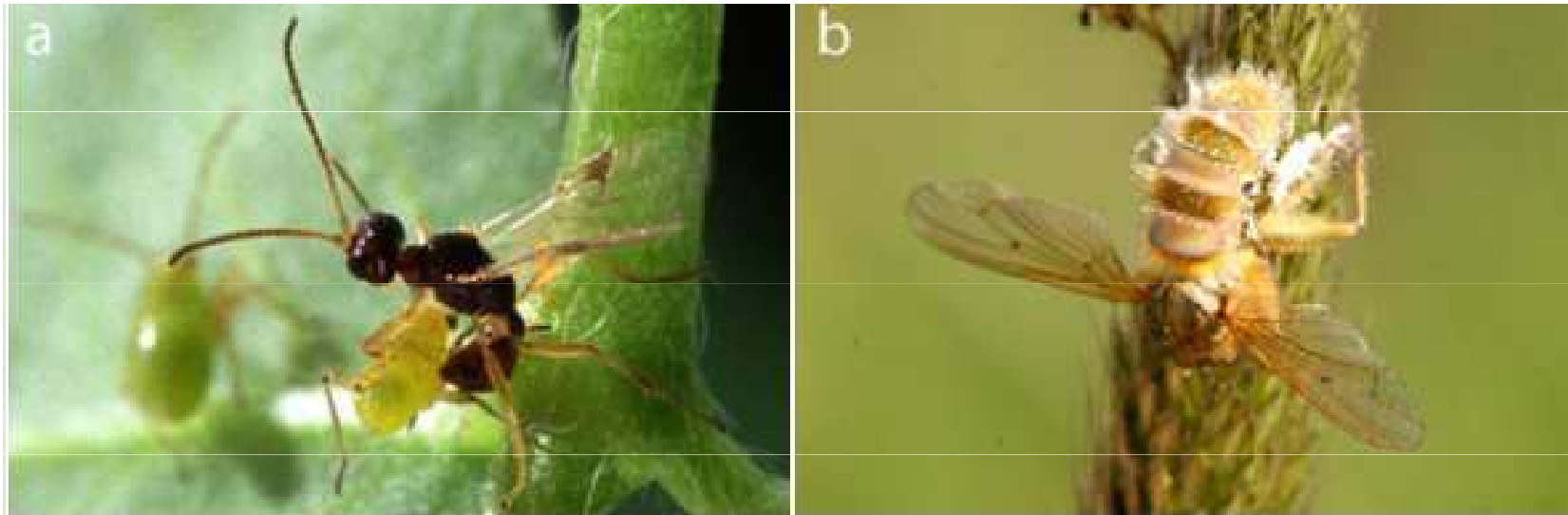


Figure 4: Parasitoidism

A parasitic wasp stings its prey before laying eggs on or in it (a). The larvae will consume the insect after hatching. The fruiting bodies of entomogenous fungi extend from the insect it consumed (b).

Nejznámější **parazitoidi** zahrnují např. vosičky, jejichž samičky imobilizují ale **nezabíjejí svého hostitele** a nakladou do něj svá vajíčka. Během vylíhnutí larvy parasitoida **dochází k usmrcení hostitele**.

Přenos cizopasníka na dalšího hostitele

Pro všechny cizopasníky **představuje hostitel v podstatě ostrov** požadovaného habitatu, kterého musí dosáhnout. Tento ostrov je však po **určitou dobu živý a parazit** proto musí najít nového hostitele **dříve než ten původní zahyne**. **Přenos cizopasníka** do nového hostitele se může uskutečnit **přímo** nebo prostřednictvím **přenašeče neboli vektora**. V případě **přímého přenosu** se parazit přemísťuje od jednoho hostitele ke druhému **stejného druhu bez účasti tzv. meziphostitele**. Při **přenosu vektorem**, intermediární organismus, vektor, přenáší parazita **od jednoho hostitele ke druhému**. Příkladem tohoto typu **přenosu malárie**. Tento cizopasník se vyznačuje **komplexním životním cyklem**, kde přenos na člověka je uskutečňován vektorem, **komárem rodu *Anopheles*** a typem parazitismu **mikropredace**.

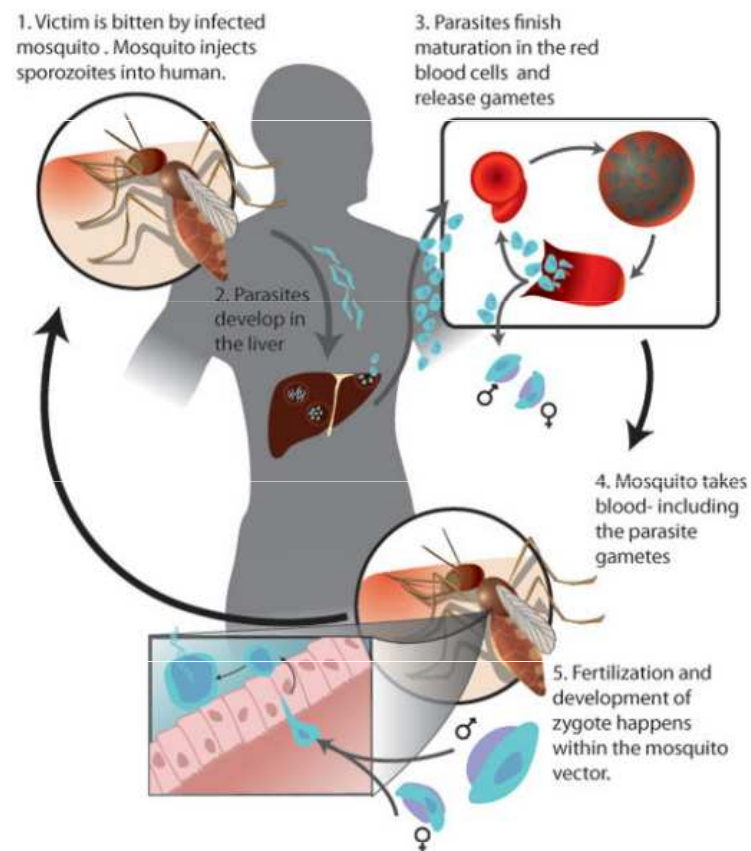
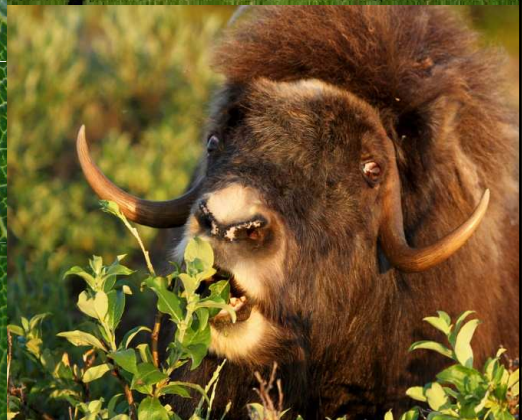
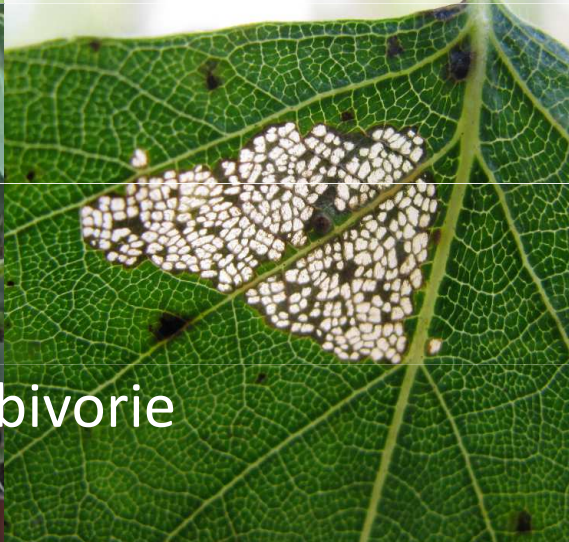


Figure 5: Complex life cycle of the Plasmodium parasite

The life cycle requires both the primary human host and the intermediate Anopheles mosquito host for completion.



Herbivorie

Co je to herbivorie ?

- Herbivorie je **spotřeba rostlinných materiálů** živočichy a herbivoři jsou **živočichové schopni požírat rostliny**.
- Podobně jako u **interakce predátor-kořist** jsou u obou **důležité speciální adaptace**. Například, aby byla redukováno poškození rostlin působené herbivory, vyvinuly rostliny adaptace, které je chrání, včetně **mechanických trnů a ostnů** a **chemické ochrany**.
- Vědci **identifikovali tisíce obranných** chemických látek rostlinného původu včetně takových jako **nikotin a kokain** (Coley a Baron, 1996).
- Aby byl příjem rostlin **jako potravy maximální**, mají herbivoři **speciální adaptace**, které jim umožní získávat **z rostlin maximální množství živin**.
- Některý hmyz, jako např. **motýli**, mají **chemické receptory**, které jim **dovolují testovat** různé části rostliny, ještě před tím, než je **pozřou jako potravu**.
- Herbivoři z řad savců, často smyslová používají **čidla pro identifikaci pachu** nebo **detekci hořkých látek**. Preferují jako potravu **mladé listoví** obsahující **menší množství chemických látek**.

Herbivorie

Vztah herbivor - rostlina

Většinou nevede k úhynu jedince

Někdy pravá predace - fytoplankton, granivorie

V terestrických ekosystémech herbivoři odjímají kolem 18% biomasy,
ve vodních až 50%

Strava není příliš výživná - 0,03 - 7% dusíku (hmyz 10x tolik)

Velikost herbivorů rozmanitá: bezobratlí - velcí savci

Herbivorie

Hositelská rostlina

- ▶ Herbivor je menší jak rostlina

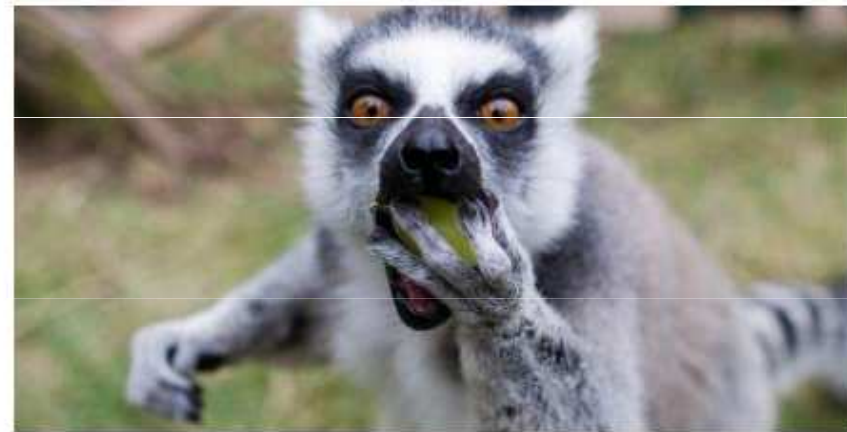
Trávy, byliny

- ▶ Spásání (kobylinky, skot)

Listy, výhonky

- ▶ Okus (srnky)
- ▶ Minování (hloubení chodbiček - larvy hmyzu)
- ▶ Sání (mšice, ploštěnky)

Granivorie, folivorie,
frugivorie,...



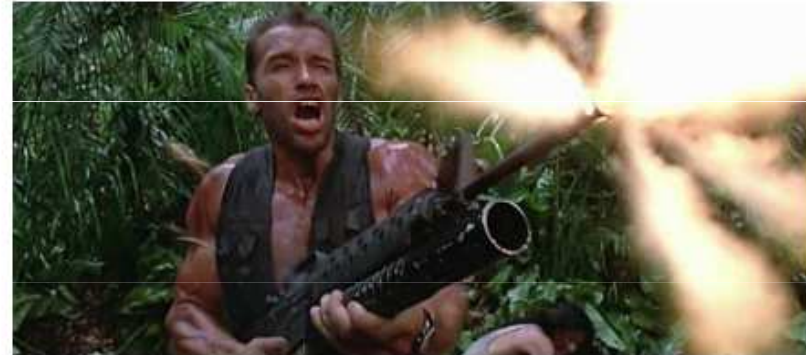
Herbivorie: kompenzační mechanismus na úrovni populace

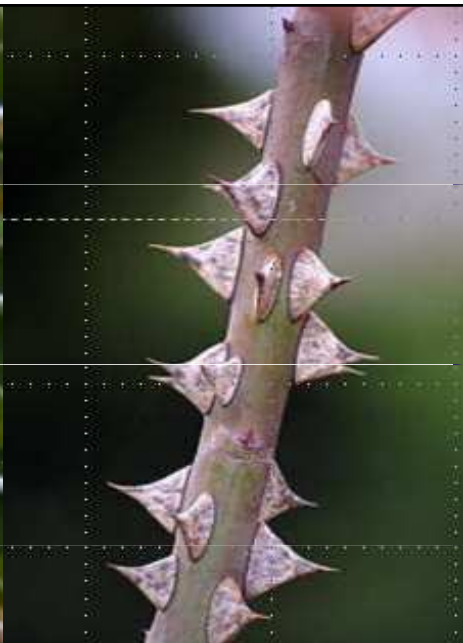
„Top down“

- ▶ Herbivoři jsou z hora regulováni predátory a patogeny

„Bottom-up“

- ▶ Ne vše zelené je jedlé
- ▶ Absence živin
- ▶ Přítomnost toxinů
- ▶ Těžká stravitelnost





Ochrana rostlin před predátory/herbivory

Herbivorie: kompenzační mechanismus na úrovni jedince

Strategie tolerance

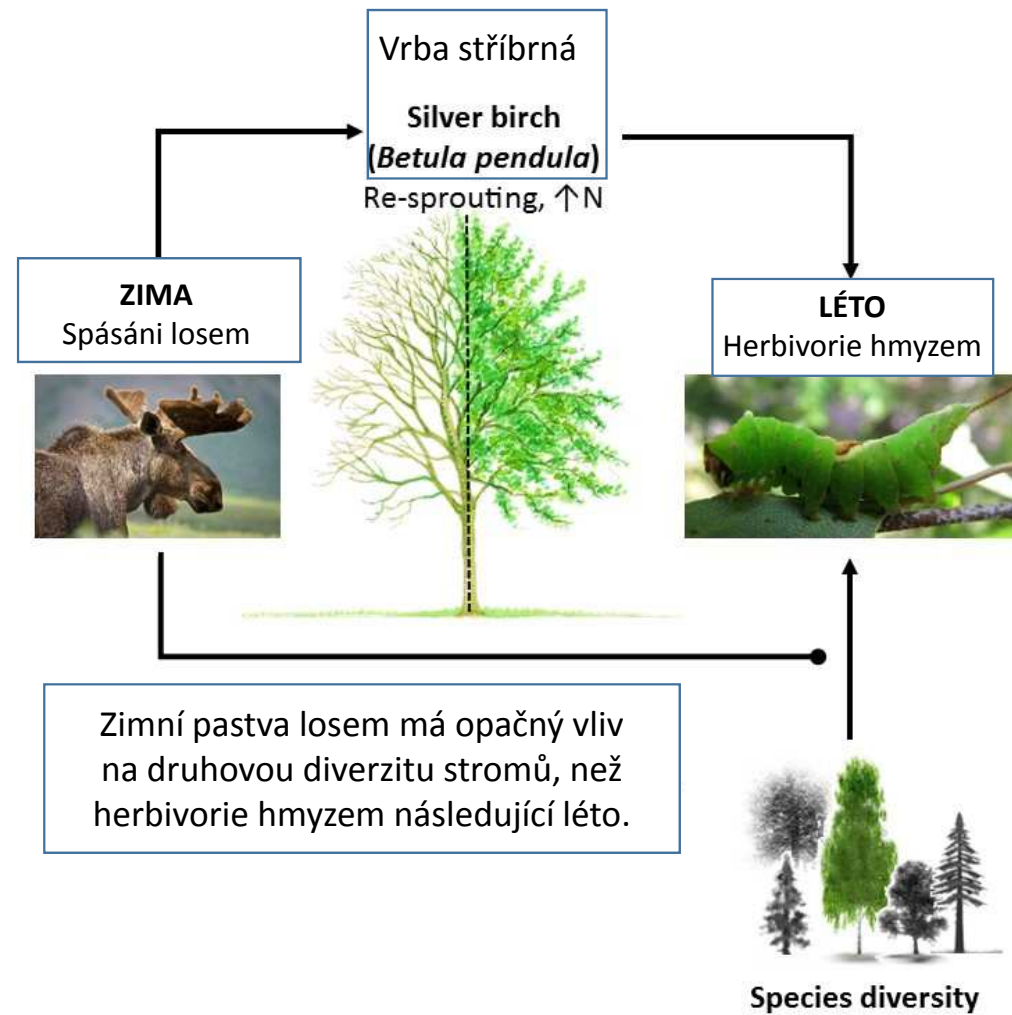
- ▶ Rostlina kompenzuje napadení herbivorem novým růstem


Strategie obrany

- ▶ Mechanická: - trny, ostny, kůra, trichomy,..
- ▶ Chemická: - alkaloidy, terpeny, fenoly



Sezónní aspekty herbivorie





Symbióza/Mutualismus
Komenzalizismus/Forézie
Cleaning symbiosis/Incidental cleaning
Parazitismus

Parazitismus

Druh symbiózy

Vzájemný vztah, při kterém jeden druh získává výhodu, zatímco druhý je tímto vztahem poškozován

Zástupci napříč všemi říšemi



Co je to parazitismus ?

- V případě parazitismu, je **parazit individuální organismus**, který se živí **na úkor jiného organismu**, tzv. **hostitele**, s následkem poklesu jeho fitness.
- V extrémním případě **parazit působí svému hostiteli onemocnění**. Za této situace parazita označujeme jako **patogen**.
- **Parazity dělíme** na dvě velké skupiny: na (1) **ektoparazity**, kteří se vyskytují na povrchu těla svých hostitelů a na (2) **endoparazity**, kteří žijí uvnitř těl svých hostitelů.
- Jako příklad **ektoparazitů** můžeme uvést např. **klíšťata, vši, rostliny, protozoa, bakterie, a parazitické houby**. Mezi **endoparazity** pak řadíme např. **motolice, tasemnice, houby, bakterie a protozoa**.
- **Rostliny a živočichové mohou sloužit rovněž jako hostitelé**. Ve většině situací, **parazit svého hostitele nezabíjí**. Výjimku tvoří pouze **parazitoidi a predátoři**.
- **Nejznámější parazitoidi** zahrnují např. **vosičky**, jejichž samičky imobilizují ale nezabíjejí svého hostitele a nakladou do něj svá vajíčka. **Během vylíhnutí larvy parazitoida dochází k usmrcení hostitele**.

Parazitismus: Ekologická klasifikace

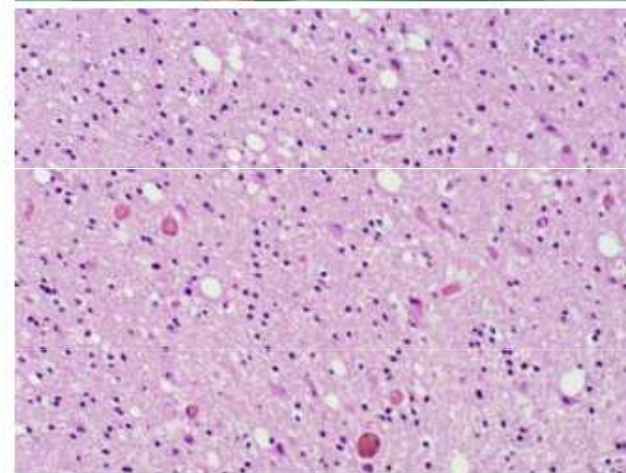
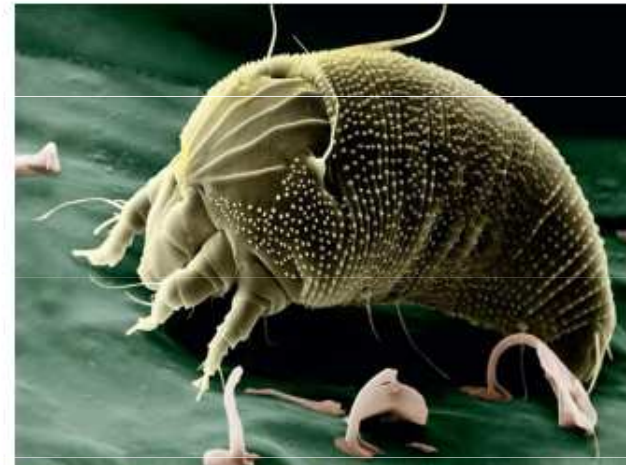
Podle lokalizace:

Ektoparazit

- ▶ Lokalizace na povrchu těla
- ▶ *Ixodes ricinus*

Endoparazit

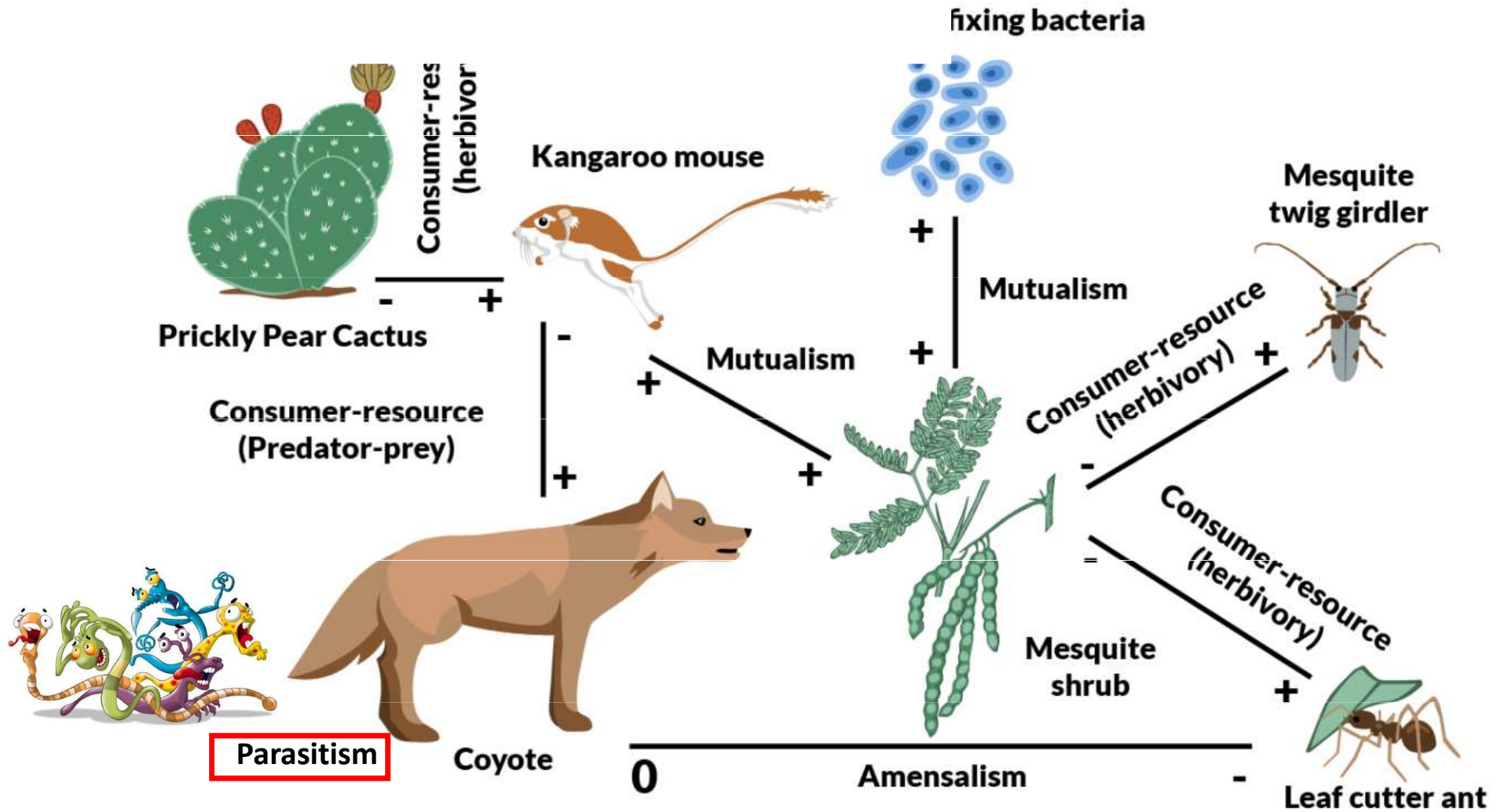
- ▶ Uvnitř těla hostitele
- ▶ Kožní - *Sarcoptes sp.*
- ▶ Krevní - *Trypanosoma sp.*
- ▶ Tkáňoví - *Plasmodium sp.*
- ▶ Intestinální - *Ascaris sp.*
- ▶ Kavitální (dutinoví) -
Trichomonas vaginalis



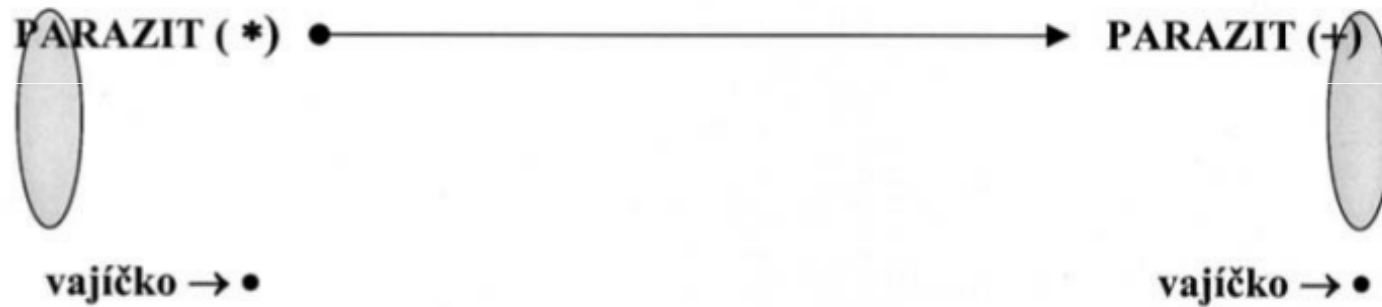
Parazitismus: Ekologická klasifikace

- Podle lokalizace
- Podle časového úseku kdy parazitují
- Podle životního cyklu
- Podle způsobu výživy
- Podle vazby na hostitele
- Podle rozmnožování v hostitele

Parazitismus: životní cyklus



Parazitismus: životní cyklus



ŽIVOTNÍ CYKLUS PARAZITA

Vajíčko ⇒ Invazní larva ⇒ Juvenilní jedinec ⇒ Pohlavně zralý jedinec

VÝVOJOVÝ CYKLUS

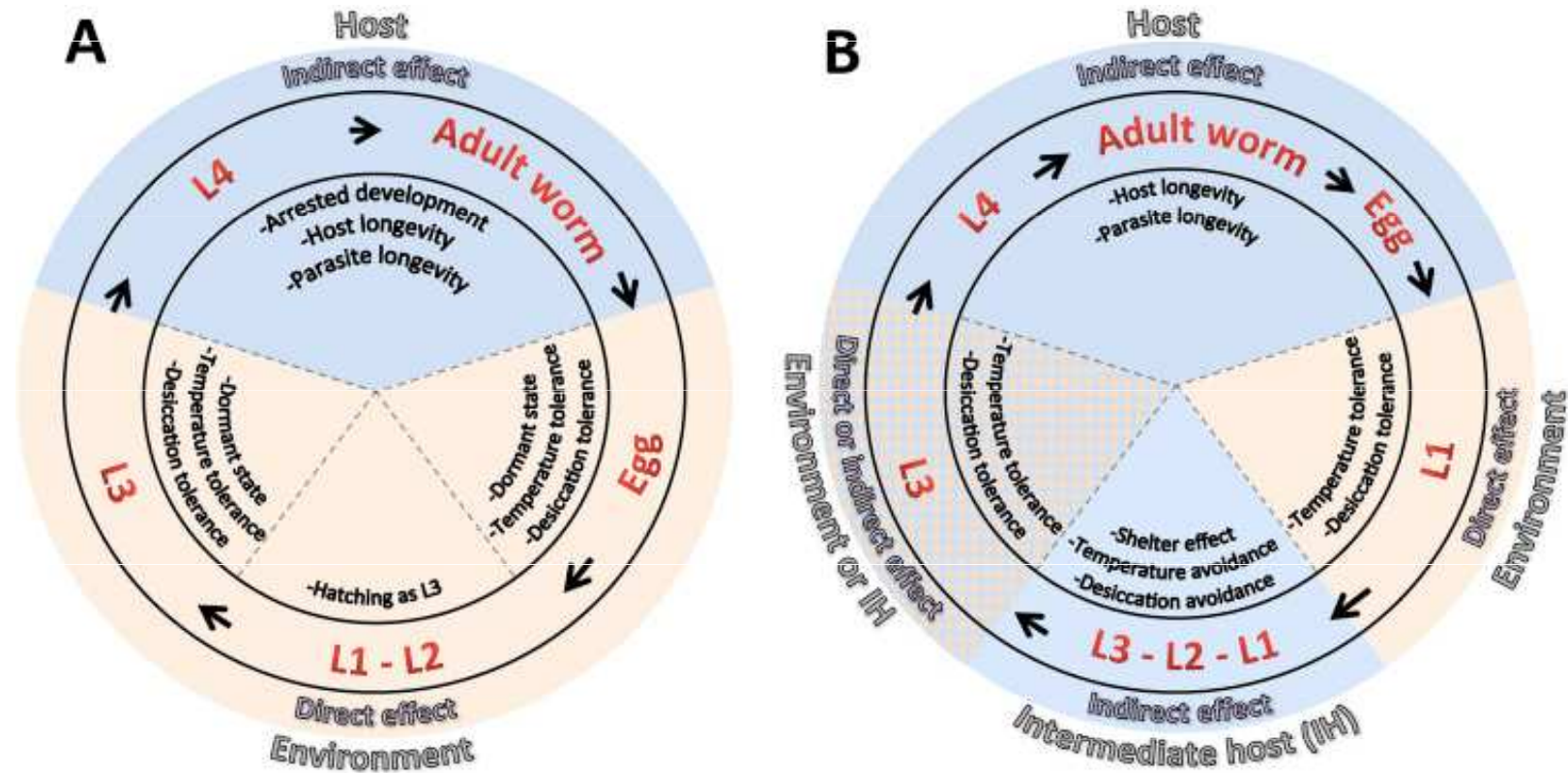
POHLAVNÍ CYKLUS



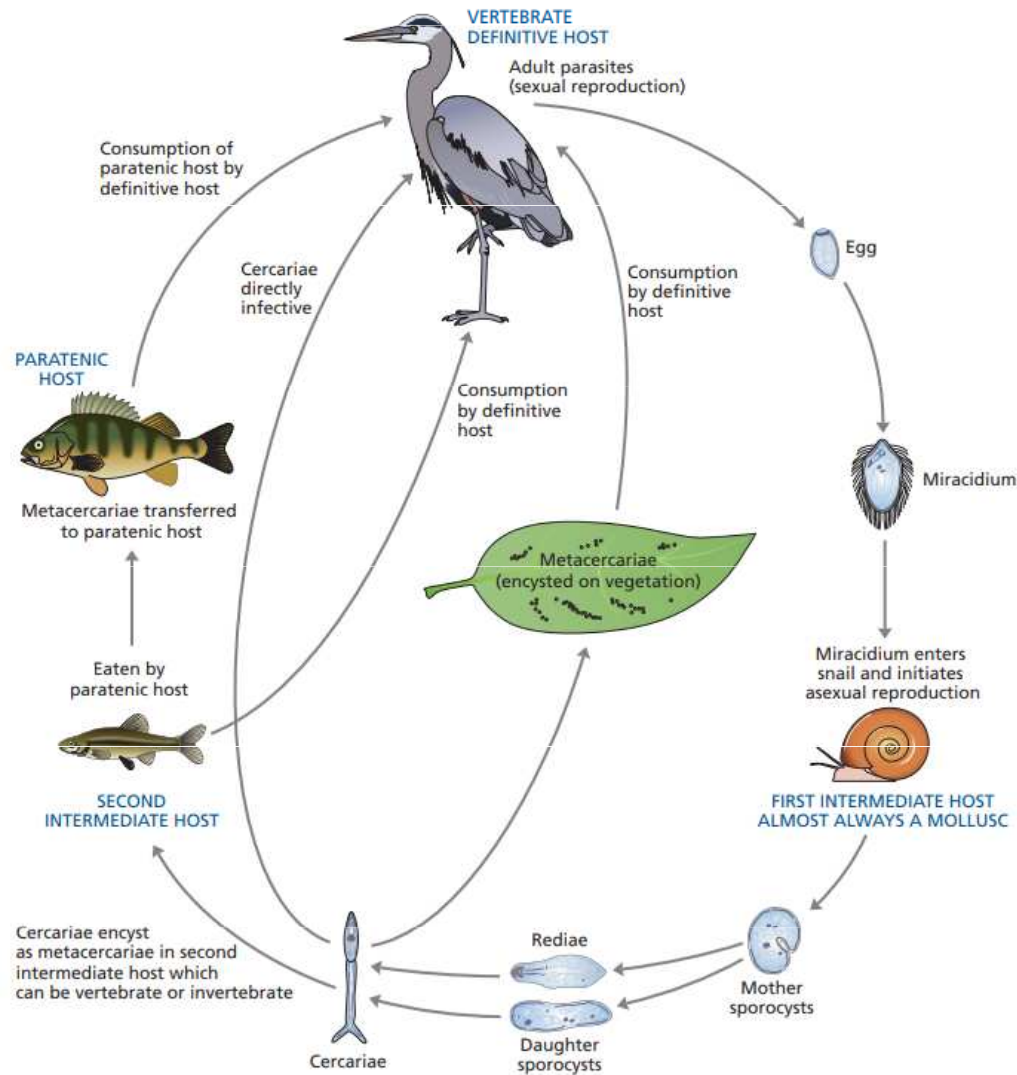
ŽIVOTNÍ CYKLUS PARAZITA



Parazit – životní cyklus – vývojový cyklus



Parazitismus: životní cyklus



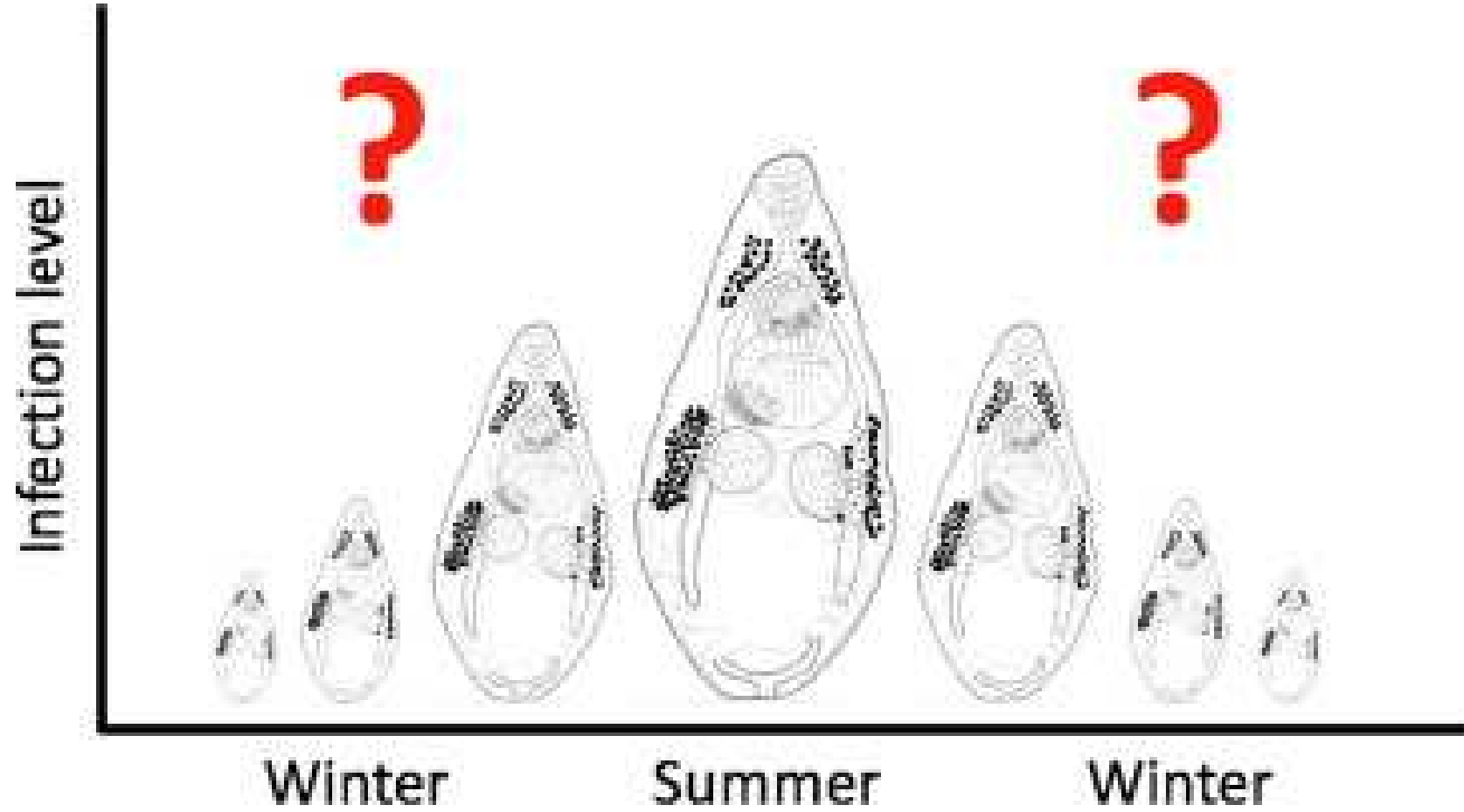
Sezónní výskyt parazita

Parasite groups	Taxon	Sampling periods			
		April	July	October	January
Digenea	<i>Diplostomum</i> sp.	+	+	+	+
	<i>Posthodiplostomum</i> sp.	-	+	-	-
	<i>Ornithodiplostomum</i> sp.	+	+	+	+
Cestoda	Gyporhynchid larvae	-	+	-	-
Nematoda	<i>Contracaecum</i> sp.	+	-	+	+

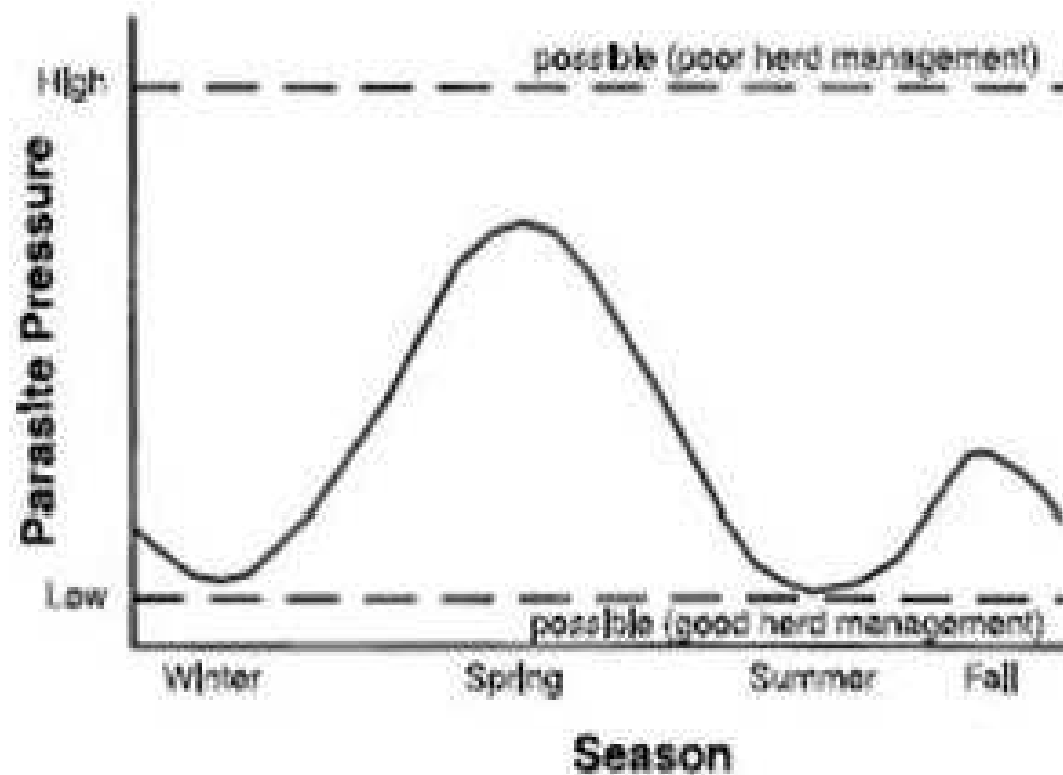
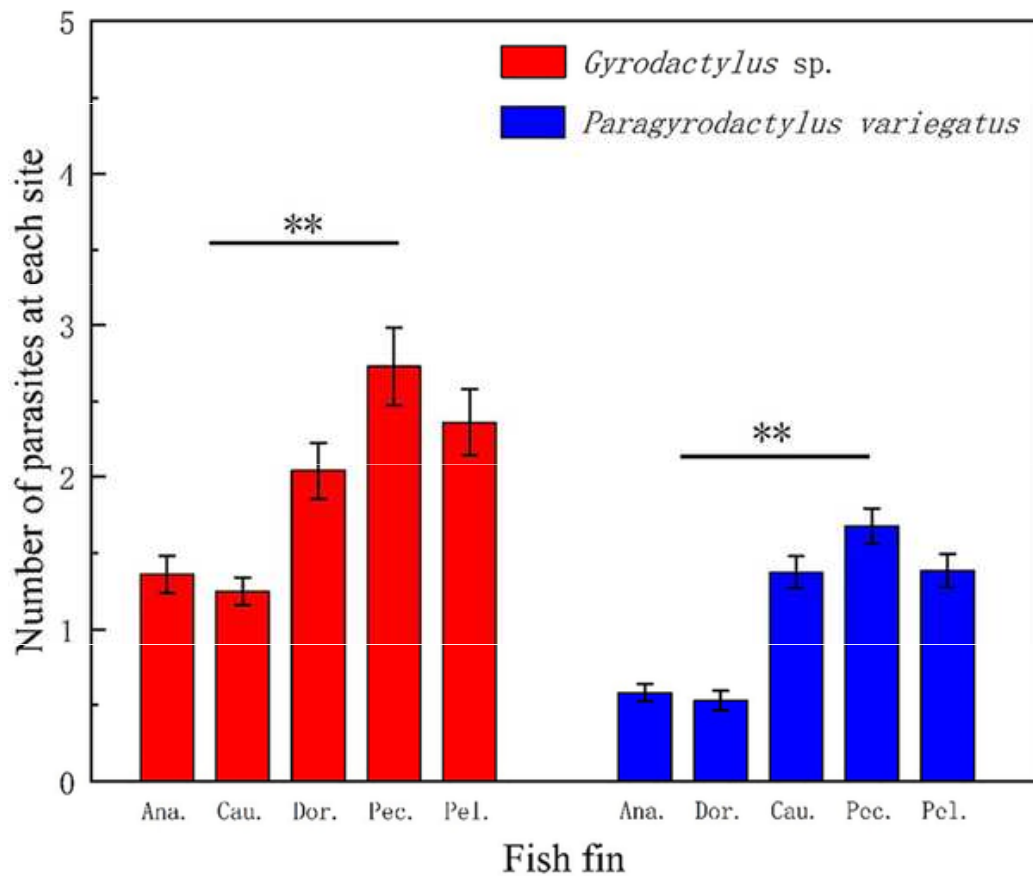
+ = Presence of parasite, - = absence of parasite

Seasonal occurrence of *Diplostomum* sp. and *Contracaecum* sp. from *Labeobarbus marequensis* at the Nwanedi-Luphephe dams

Sezónní cyklus/dynamika výskytu cizopasníka ?

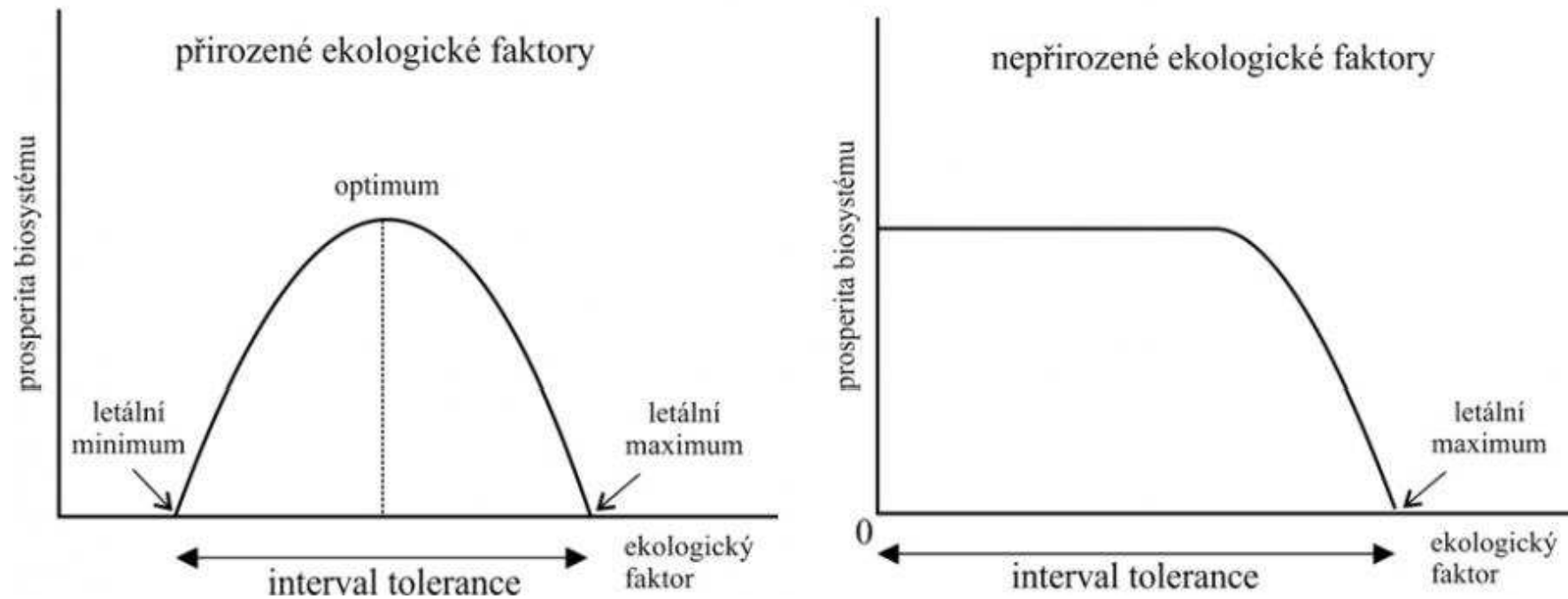


Sezónní cyklus/dynamika cizopasníka

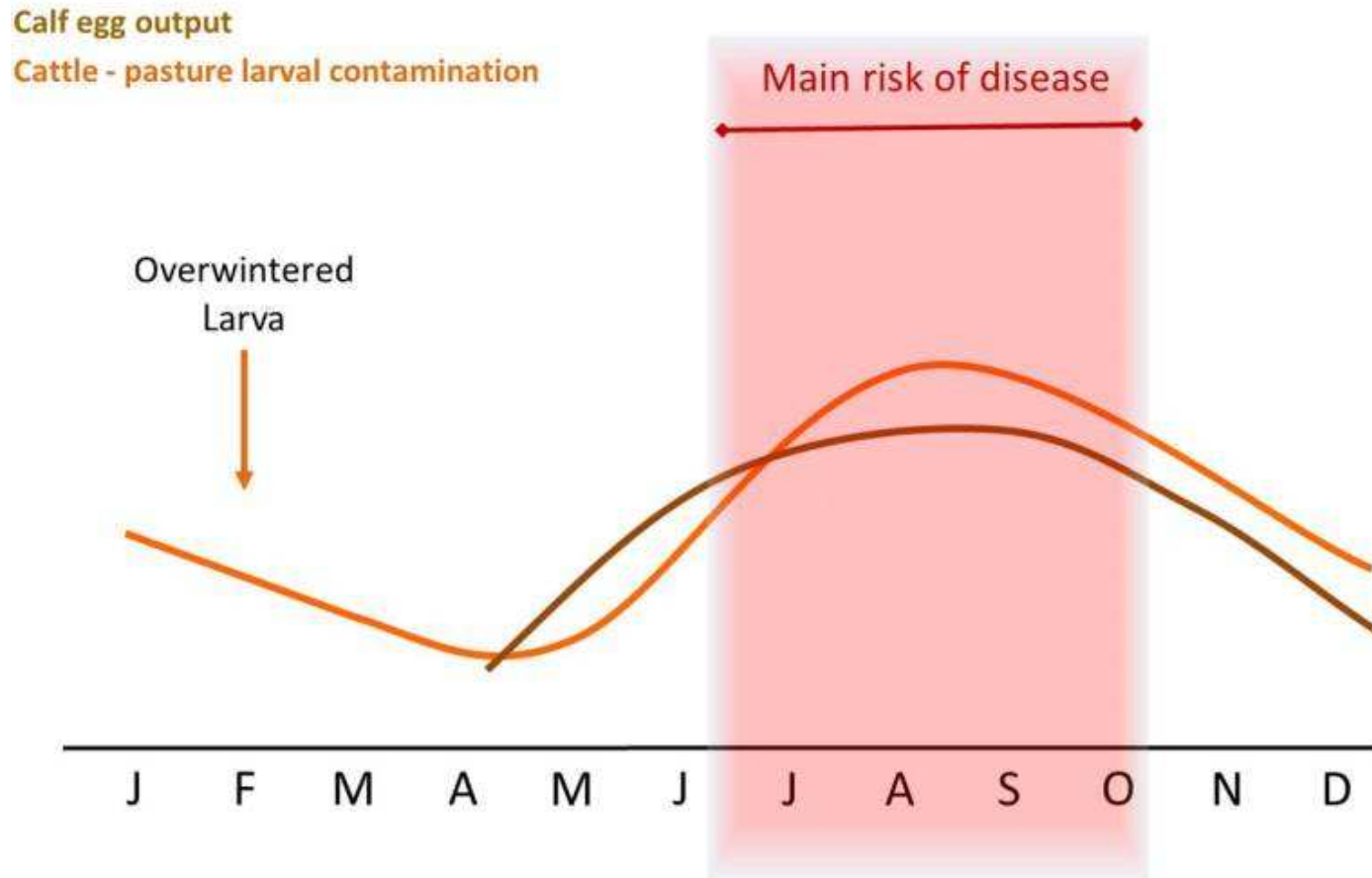


Tolerance vůči ekologickému faktoru

Interval tolerance

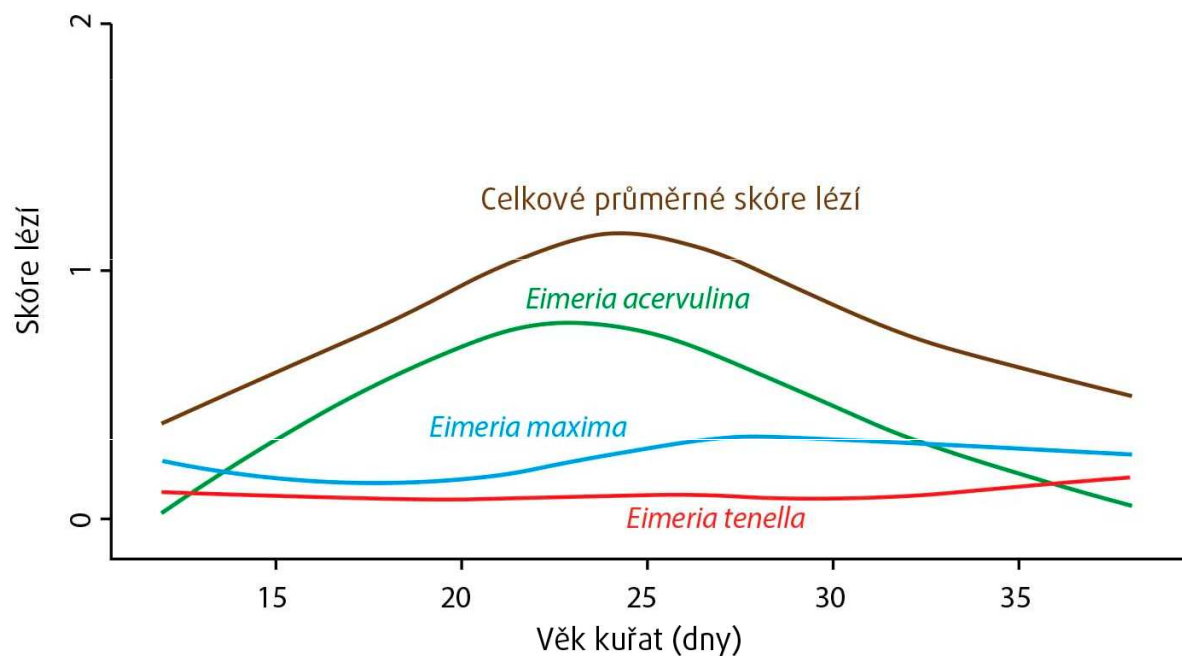


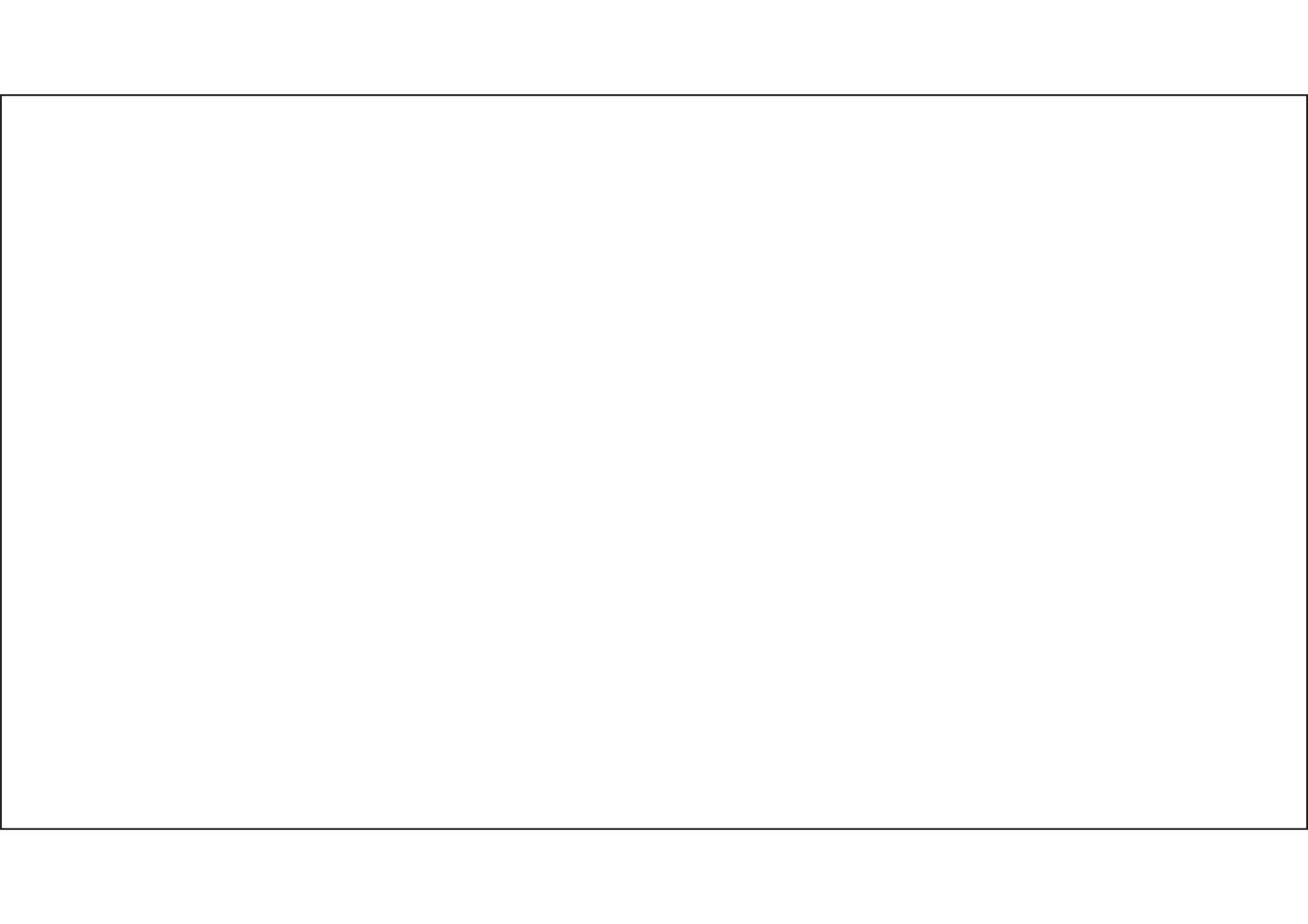
Sezónní cyklus/dynamika výskytu



Závislost na věku hostitele

Obrázek 2: Celkové průměrné skóre lézí a jednotlivá průměrná skóre lézí způsobených *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* a *Eimeria tenella* v závislosti na věku kuřat. Graf shrnuje data ze 4 692 evropských hejn v letech 2016-2019.

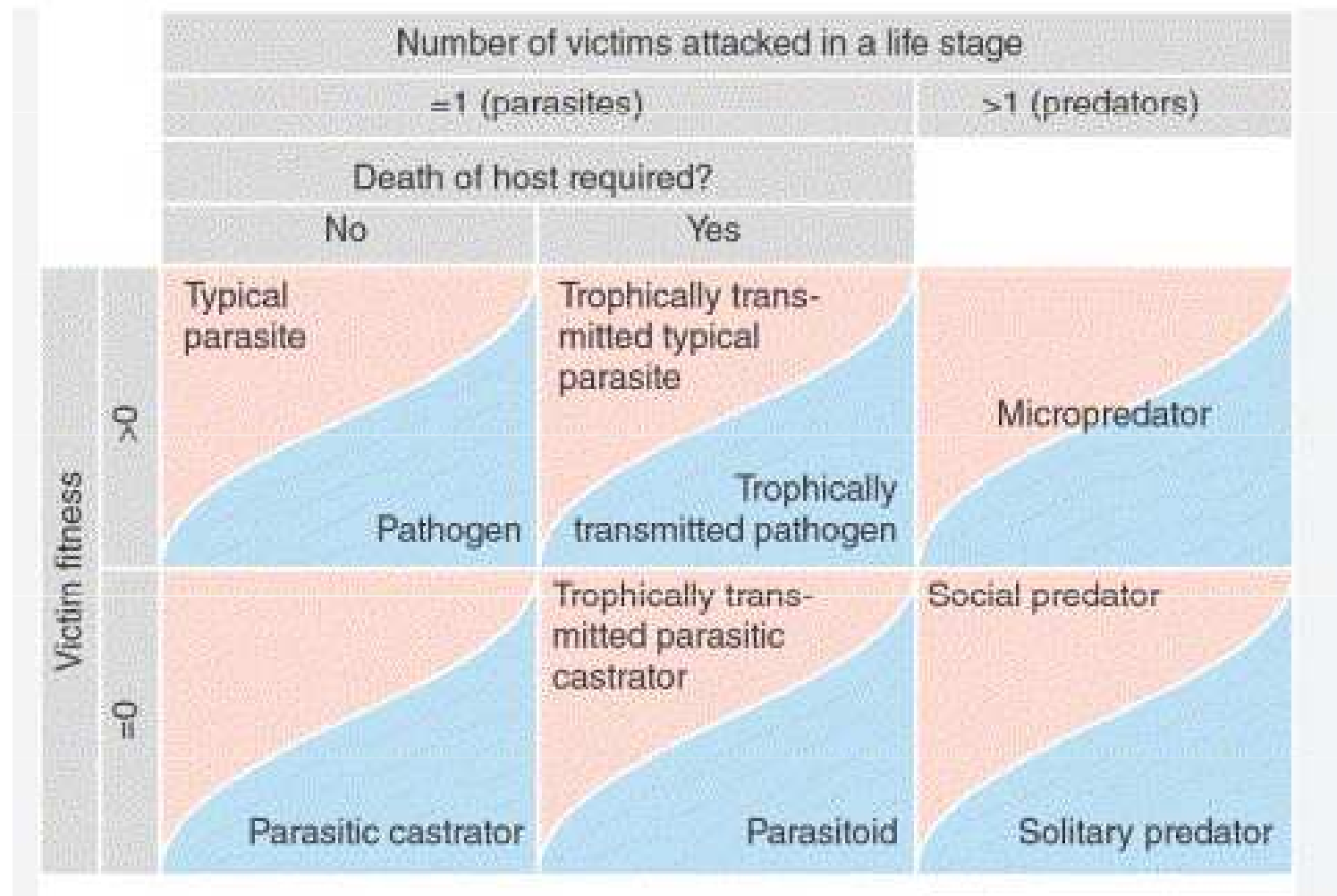




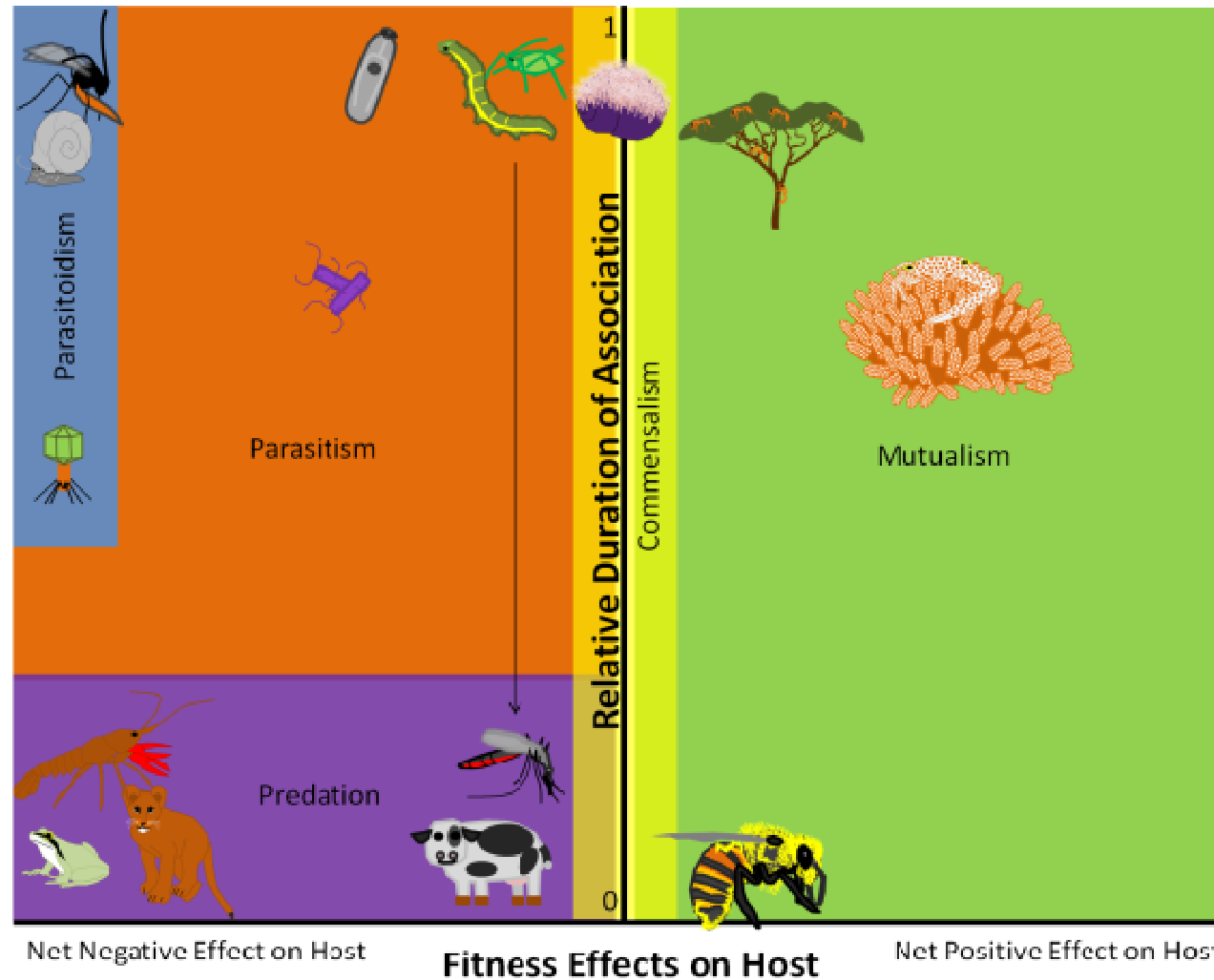


Strategie a typy parazitismu

Srovnání základních parazitárních strategií z hlediska vlivu na fitness hostitele



Srovnání vlivu na partnera ve vztahu



Srovnání životních strategií parazitismu

Micropredator

Ectoparasite

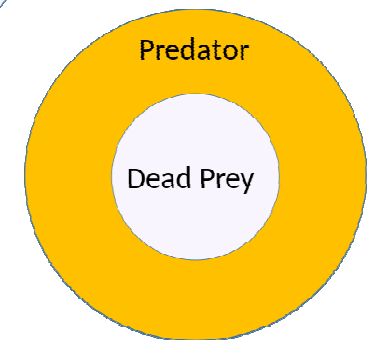
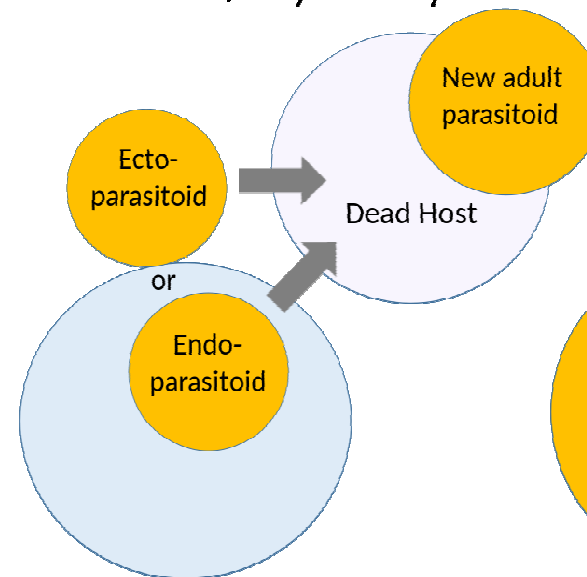
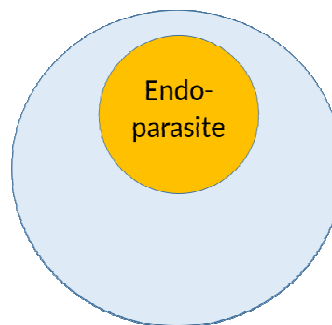
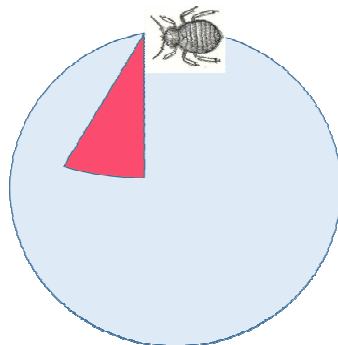
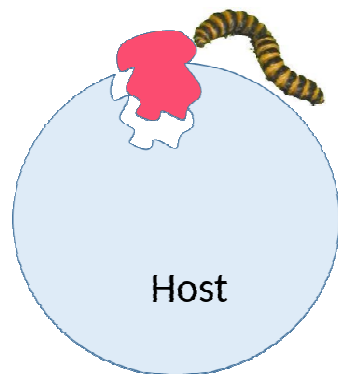
Endoparasite

Parasitoid

Predator

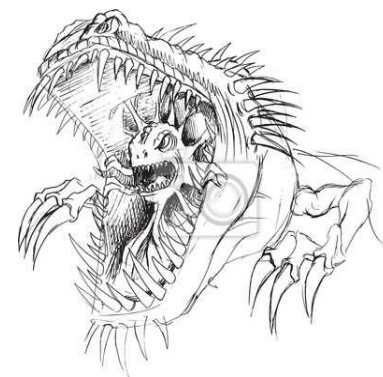
Part of Host "eaten" by Parasite or Micropredator

Host/Prey killed by Parasitoid or Predator



6 hlavních strategií parazitismu

- Parazitismus – přenosný přímo
- Parazitismus přenosný troficky (predací)
- Parazitismus přenosný vektorem
- Parazoidismus
- Parazitární kastrátor
- Mikropredátor



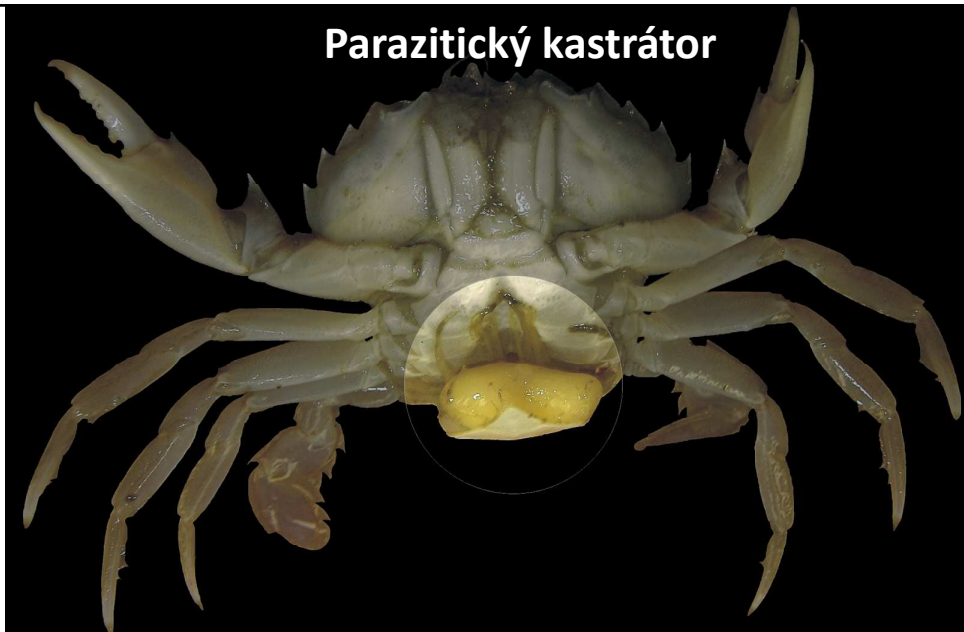
Přenos přímý



Přenos trofický



Parazitický kastrátor



Přenos vektorem



Parazitoid



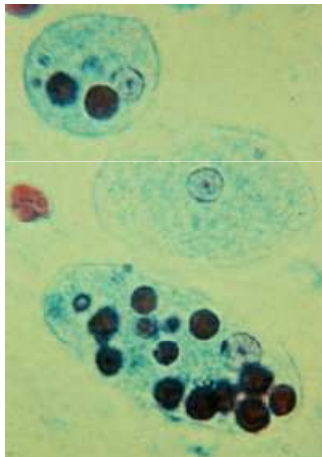
Přenos přímý



(1) Paraziti přenosní přímo

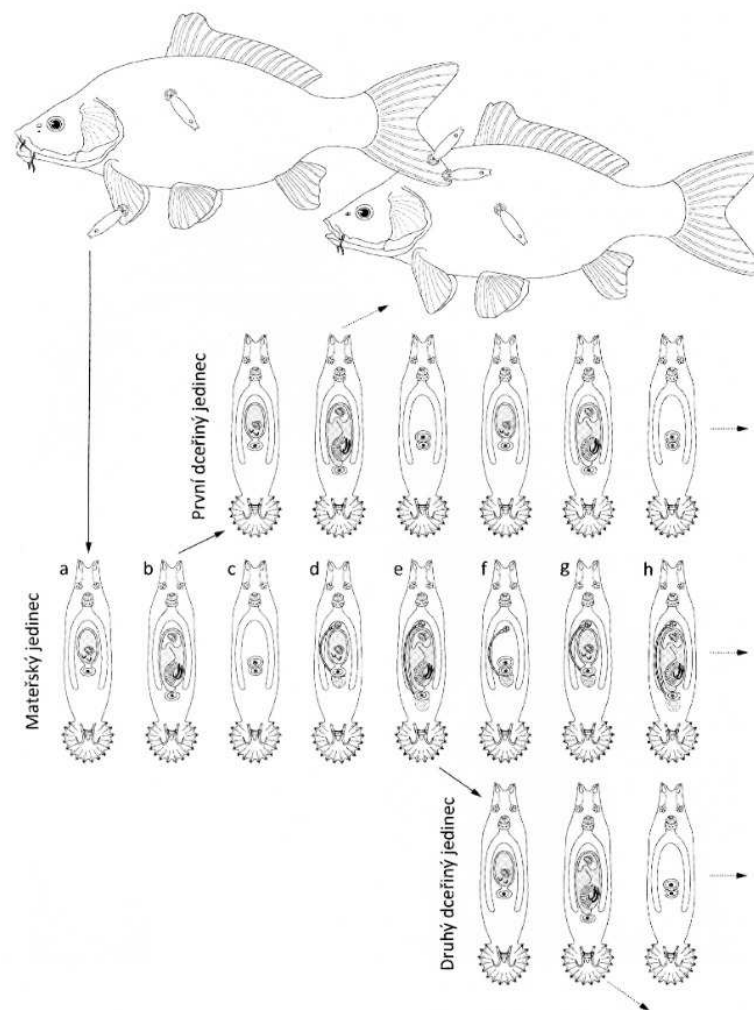
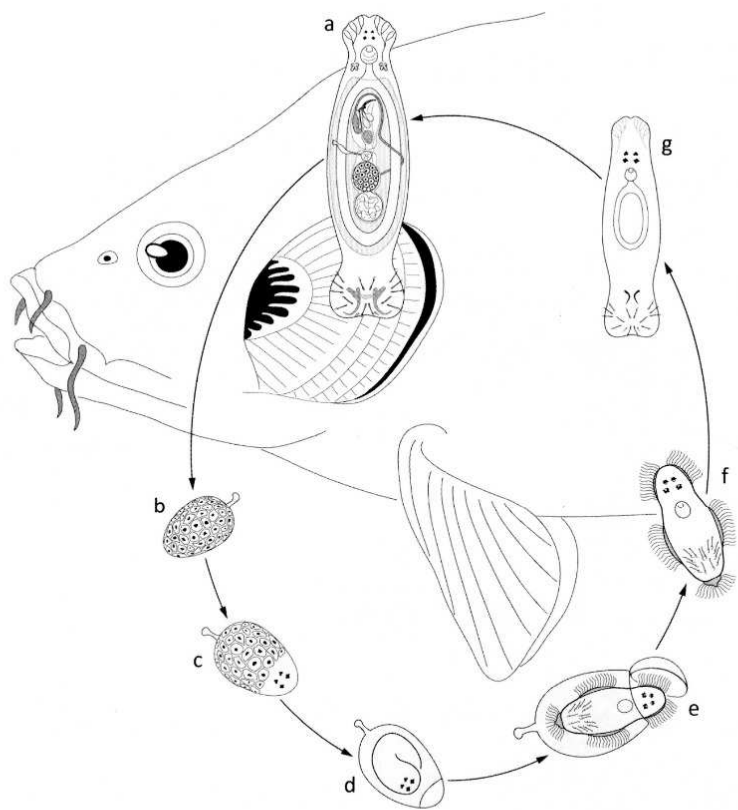
Lamblie střevní je parazitický prvok z řádu diplomonád. V širším pojetí se jedná o několik druhů, které lze od sebe odlišit na základě charakteristických morfologických znaků u trofozoitů. Onemocnění způsobené lamblie se označuje jako giardióza či lamblióza.

Měňavka úplavičná je parazitický prvok z říše Amoebozoa. Způsobuje lidskou měňavkovou úplavici a dále např. onemocnění jater. Vyskytuje se kosmopolitně, nejvíce však v rozvojových zemích, kde je rozšířená díky špatné hygieně a teplému a vlhkému klimatu

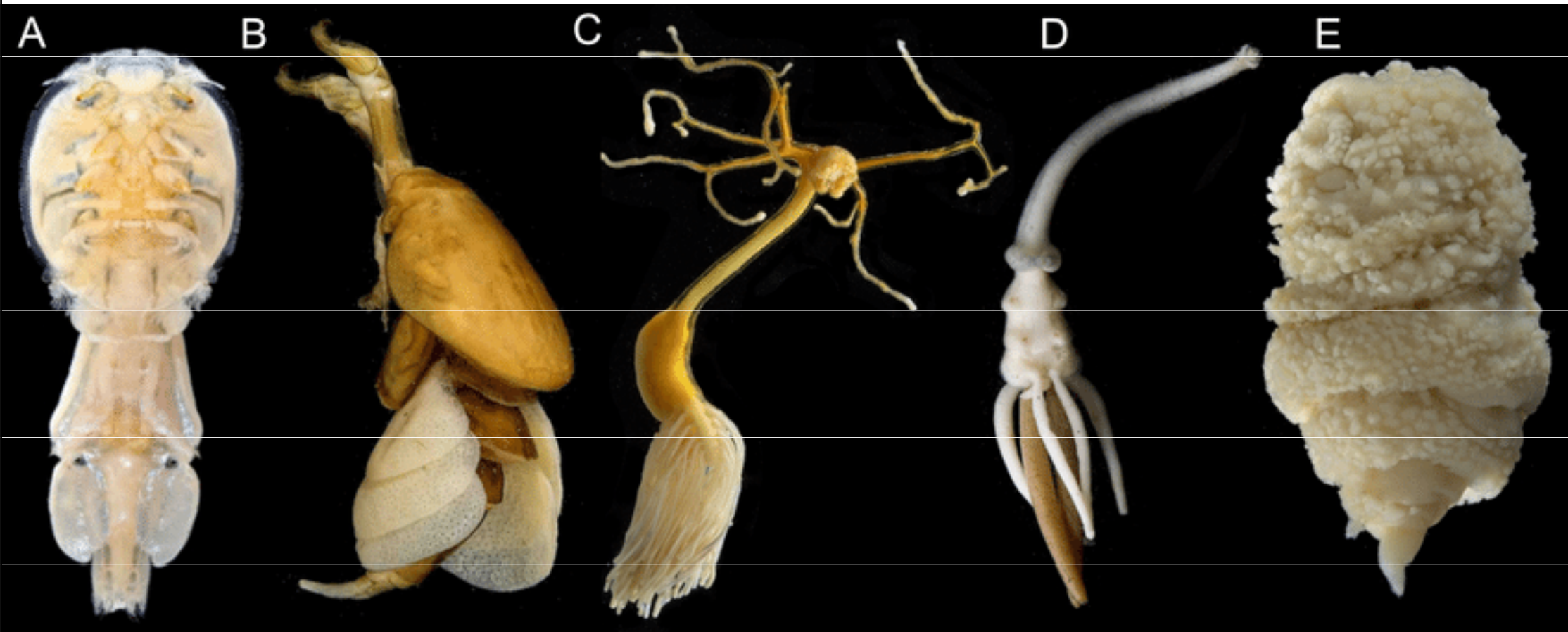


Svalovec stočený je parazitická hlístice, jejímž hostitelem jsou savci a ptáci. Onemocnění způsobené larvami těchto červů se nazývá trichinelóza. U člověka jde o nebezpečné onemocnění, jež má příčinu vždy v konzumaci syrového nebo polosyrového masa.

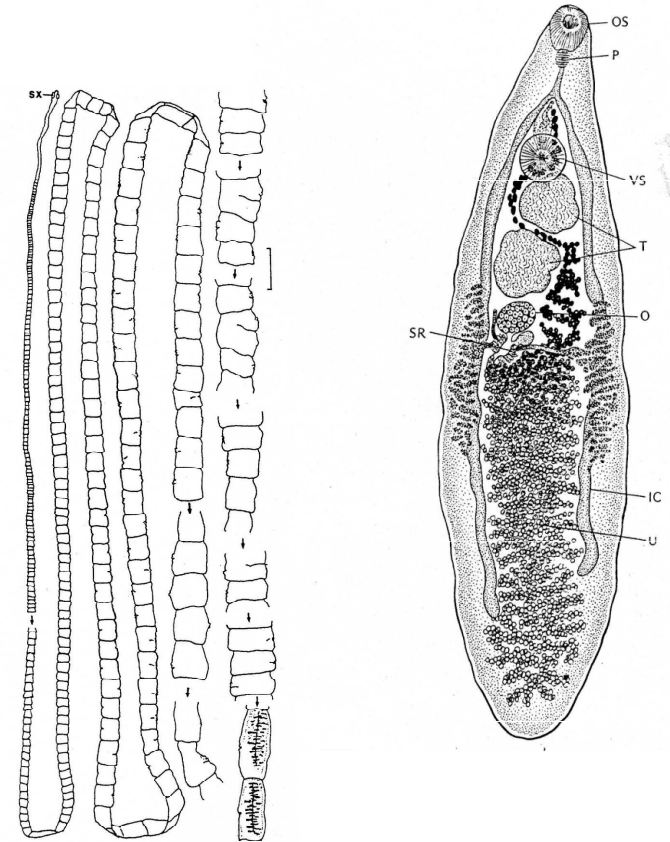
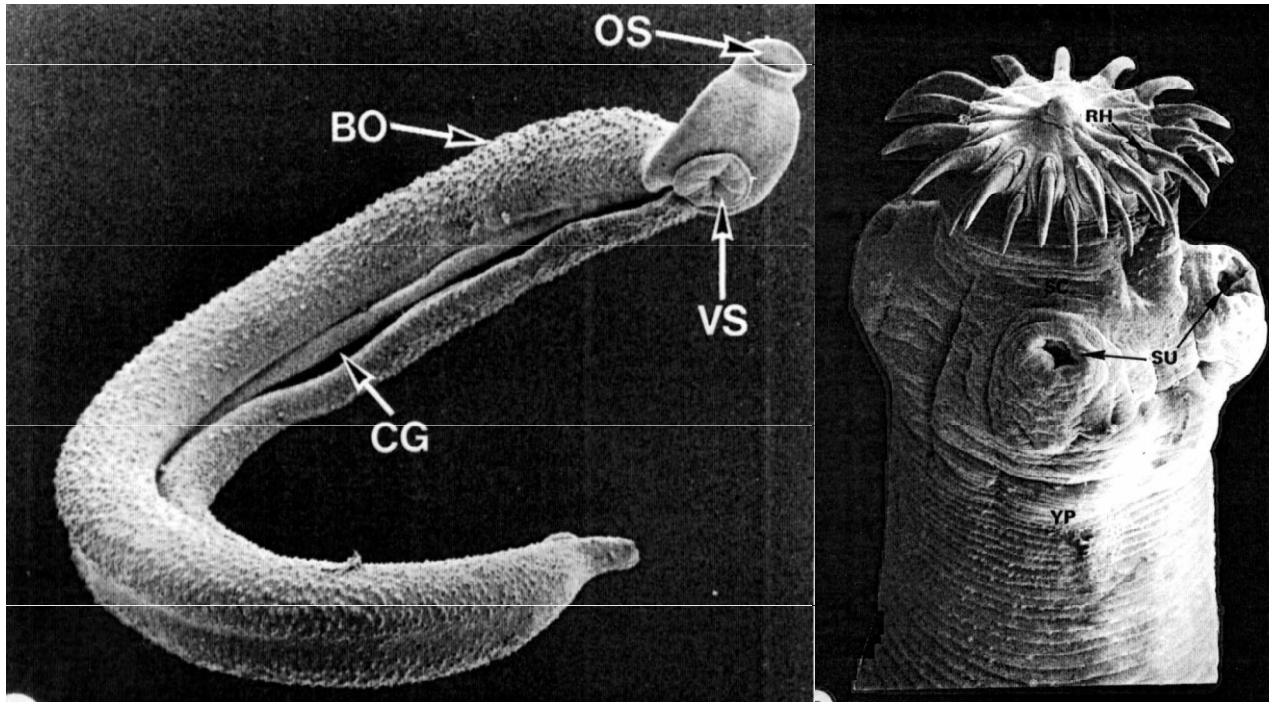
(1) Paraziti přenosní přímo - Monogena



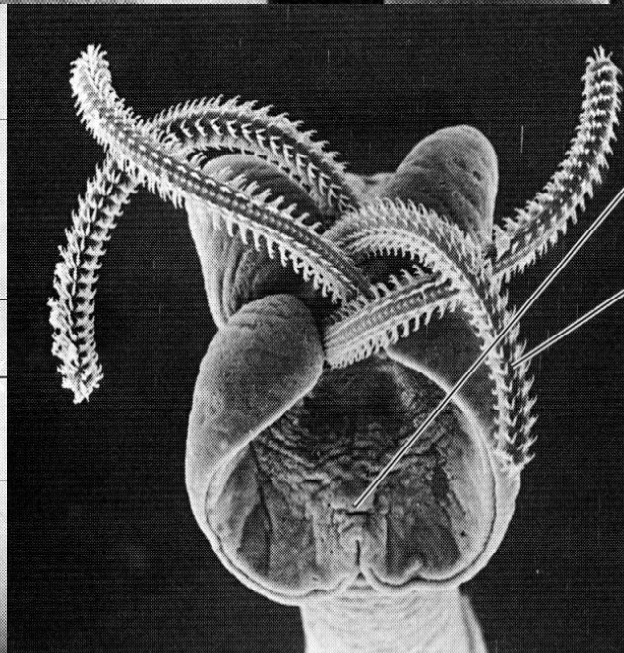
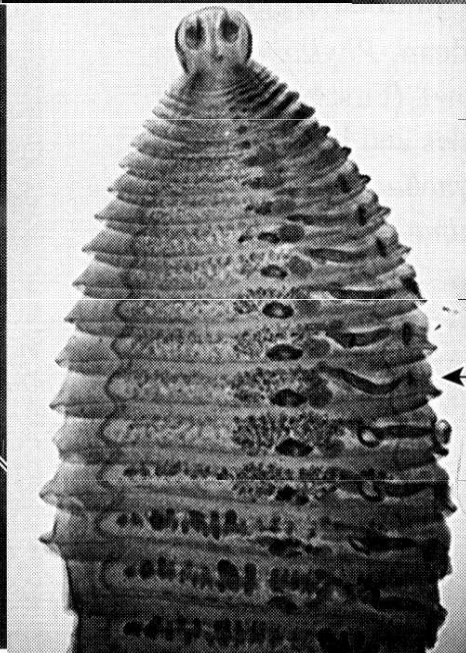
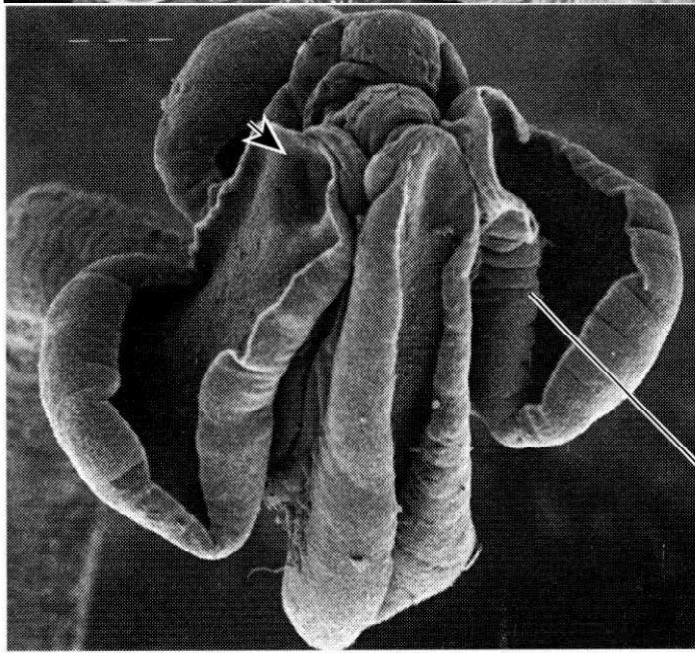
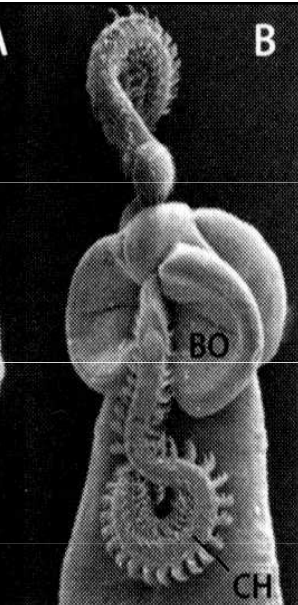
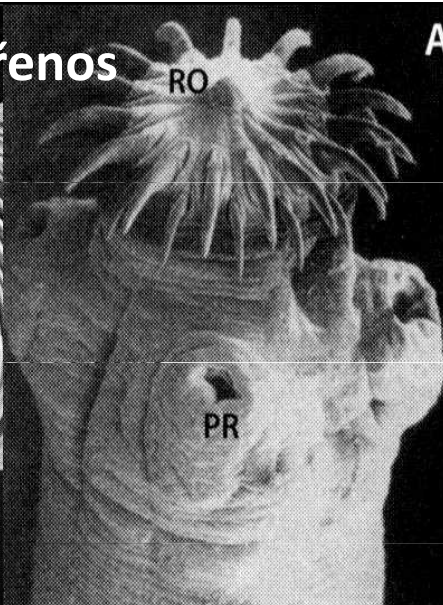
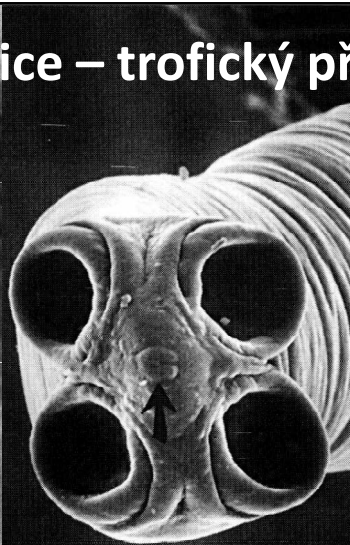
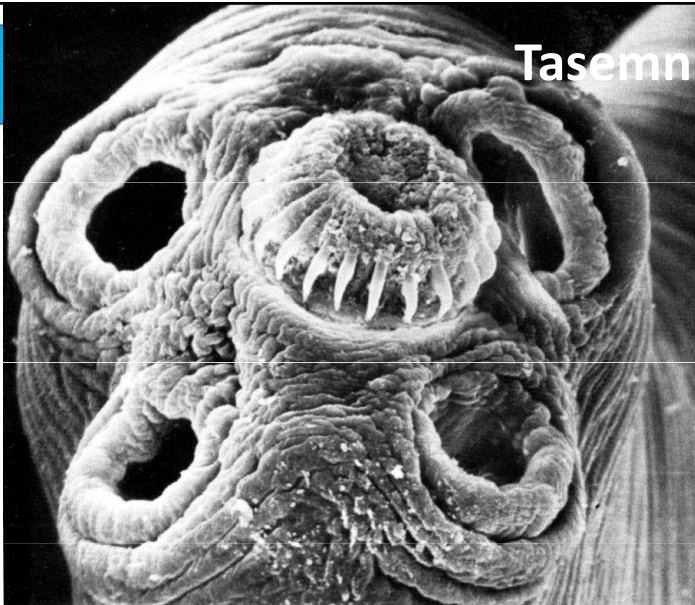
Parazitická Copepoda



(2) Paraziti přenosní troficky – motolice, tasemnice



Tasemnice – trofický přenos



(3) Paraziti přenosní vektorem - filárie



Příklady vektorů cizopasníků

Vector: “a living carrier (e.g.an arthropod) that transports a pathogenic organism from an infected to a non-infected host”. A typical example is the female *Anopheles* mosquito that transmits malaria

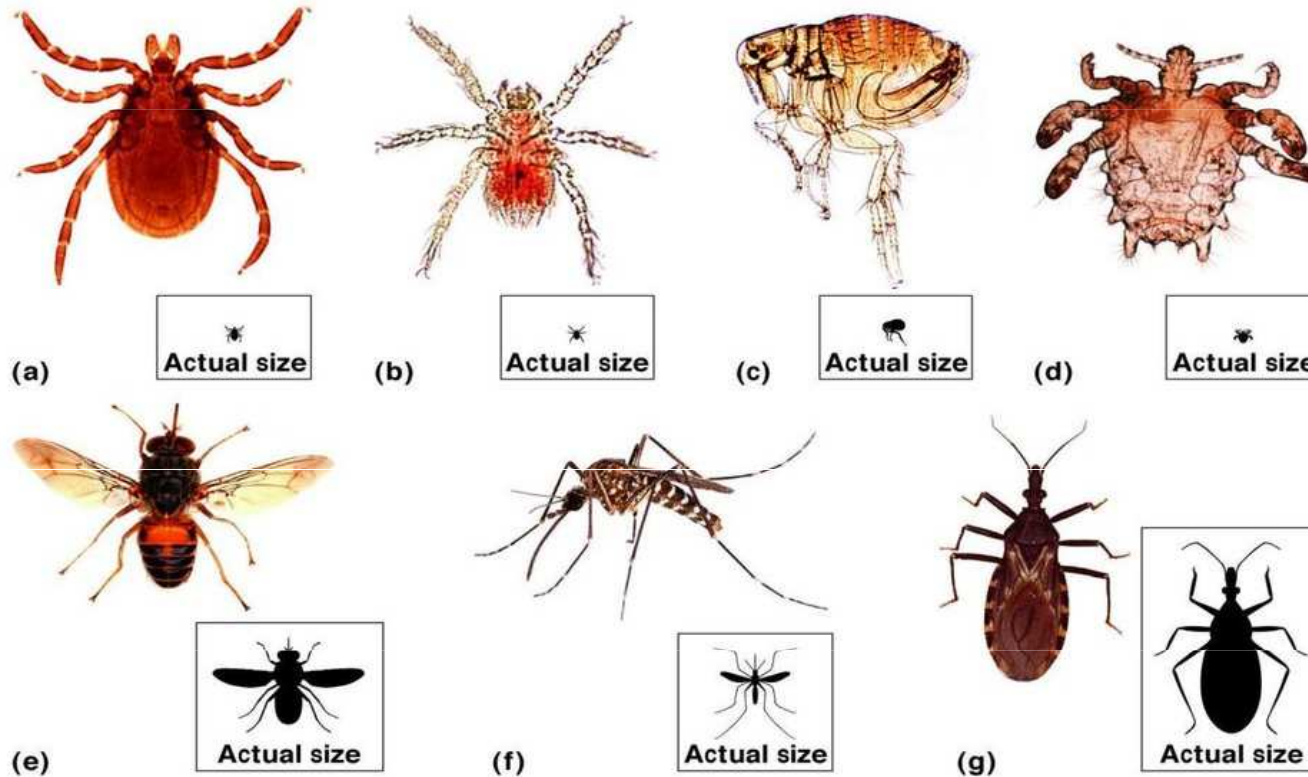


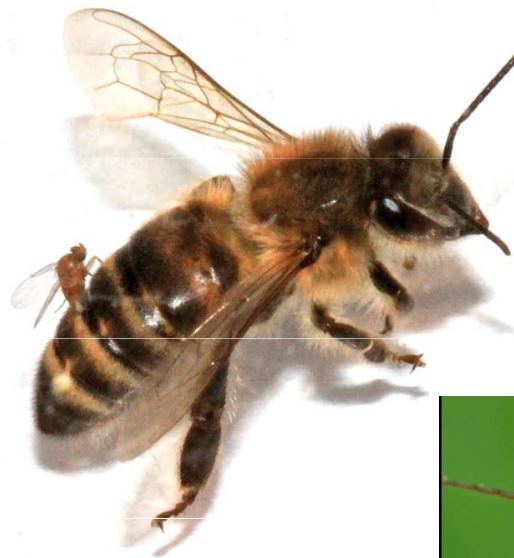
Figure 23.24

Parasitoidismus

Parazitoid je organizmus, který se vyvíjí v těle nebo buňkách jiného organismu a na konci tohoto vývoje svého hostitele usmrcuje a často i zkonzumuje. Někteří parazitoidi svého hostitele „jen“ sterilizují. Liší se tak od klasického parazita tím, že svého hostitele



Vosička čeledi Braconidae - parazitoid



Parasitoidismus

▶ Jeden hostitel !

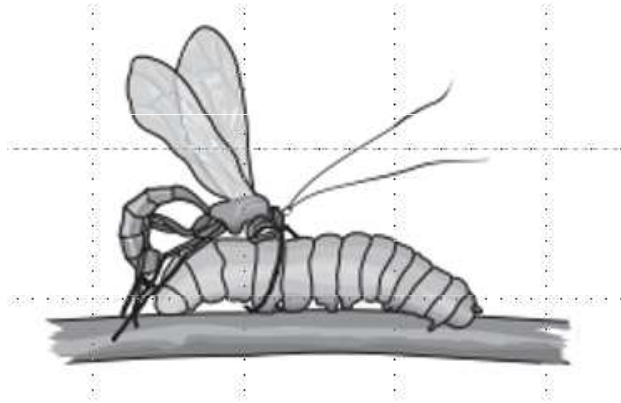
▶ Hostitel je usmrcován !

▶ Parasitické larvy o hmyzu Diptera (Tachinidae) a Hymenoptera (Chalcidoidea, Braconidae), fyziologické adaptace (endosymbiotické viry)

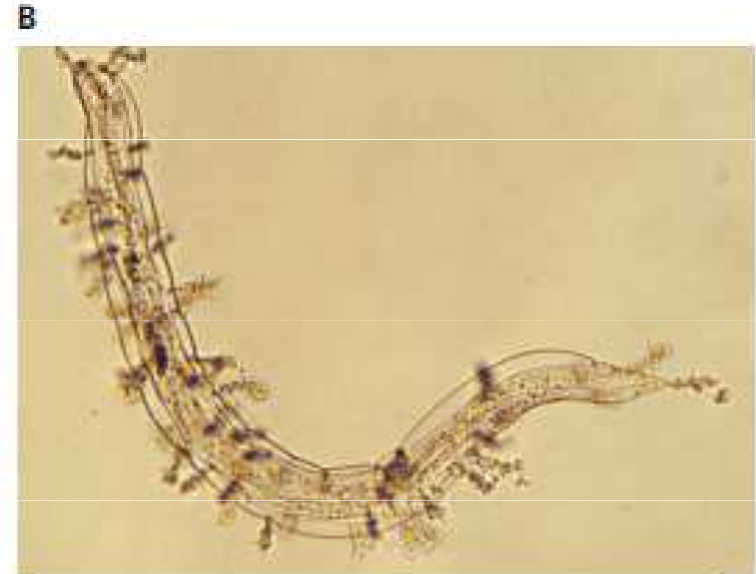
▶ Samičky kladou vajíčka do hostitele, líhnoucí se larvy jsou parazitické



Parazitoidismus



Dva příklady parazitoidů:



- (A) Samička blanokřídlé parazitoidní vosičky *Aleiodes indiscretus* klade vajíčka do housenky motýla *Lymantria dispar*.
- (B) Půdní nematodi požírají konidie parazitoidní plísně *Harposporidium anguillulae*, které se zachycují v hltanu hlístic a posléze rostou a zrají jako mycelium v těle hostitelského nematoda a usmrcují jej, když je jejich vývoj dokončen. Hyfy plísně pak penetrují kutikulu napadené hlístice a dávají vznik konidioforům, které produkují další konidie infekční pro další hlístice.

Příklady - Parazitoidismus

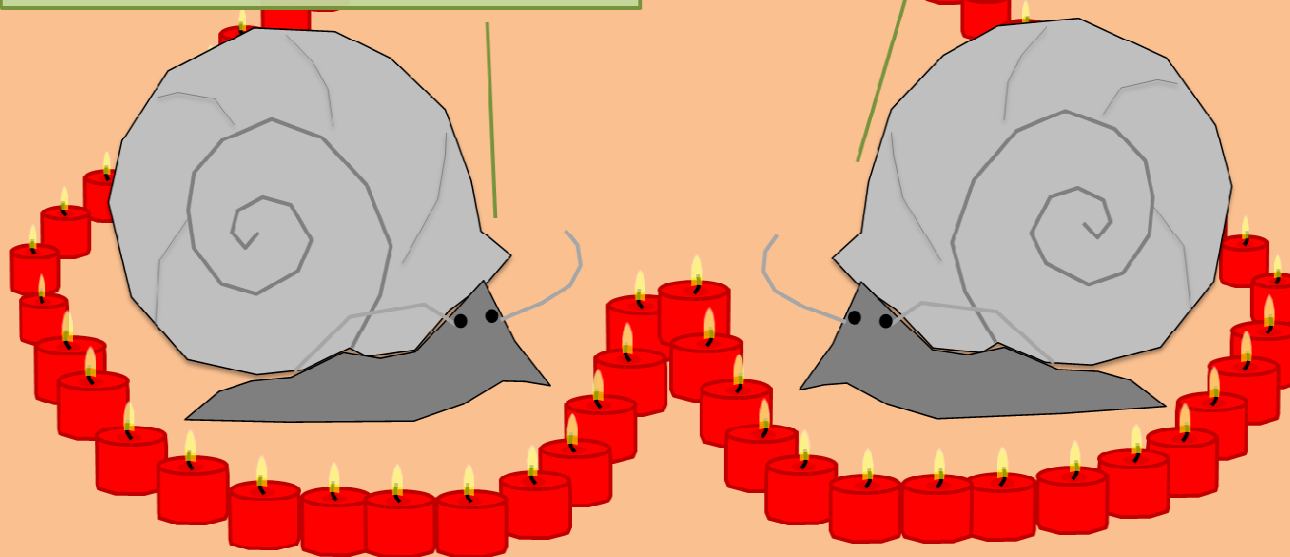
- **Parazitoidismus** – strategie blízká predaci – zabíjí svého hostitele na konci vývoje – vyžírání orgány a tkáně – živá konzerva – velikost srovnatelná.
- **Hostitelé** jsou všechna vývojová stadia hmyzu i dalších bezobratlých – např. housenky motýlů, larvy blanokřídlých, pavouci.
- **Nevyměšují** – slepé střevo – defekace až po ukončení vývoje v H
- **Hyperparazitismus** – parazitace larev blanokřídlých - parazitoidů
- Nejčastěji **Hymenoptera** – 50tis a **Diptera** – 15tis druhů, ale i brouci, motýli, síťokřídli – odhad až 25% hmyzu.
- Zástupci **Hymenoptera** – lumci (Ichneumonidae), lumčici (Braconidae), vejřitky (Proctotrupeoidea), mšicomary (Aphidae), vejcomary (Scelionidae), chalcidky (Chalcidoidea)
- Hlavně **Apocrita** – štíhlý pas – adaptace na vpich vajíček do H
- **Primitivní vosy** (Scoliidae, Tiphiidae, Mutillidae) – kladélko – žahavý orgán – ochromení H – pak kladení vajíčka.
- **Hrabalky** (Pompiloidea) svého H zahrabou do podzemního hnízda,



Parazitární kastrace

Listen, Leslie... I just found out that I've been parasitized by trematodes. I don't have much time. The snail doctor says that I have just one week to do an entire lifetime's worth of reproduction. Can you help me out?

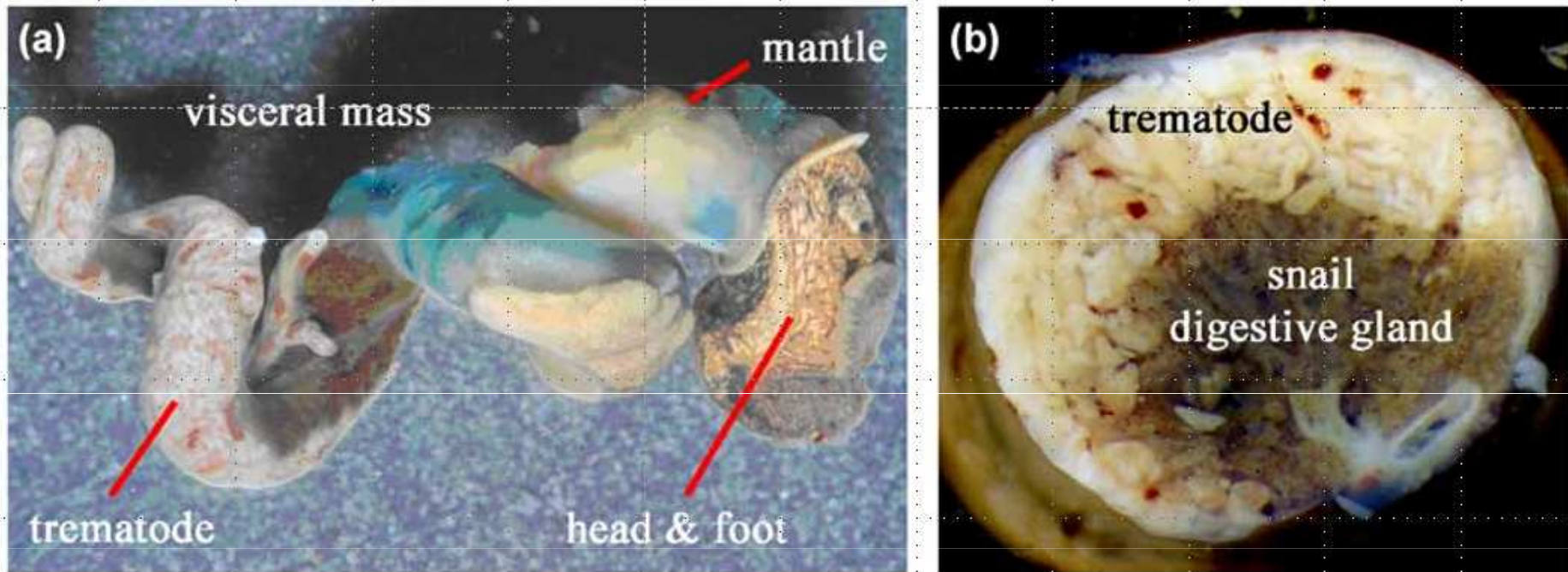
This was a really nice first date, Garylina.



Playing the 'fecundity compensation' card: oldest trick in the book.

Parazitický kastrátor

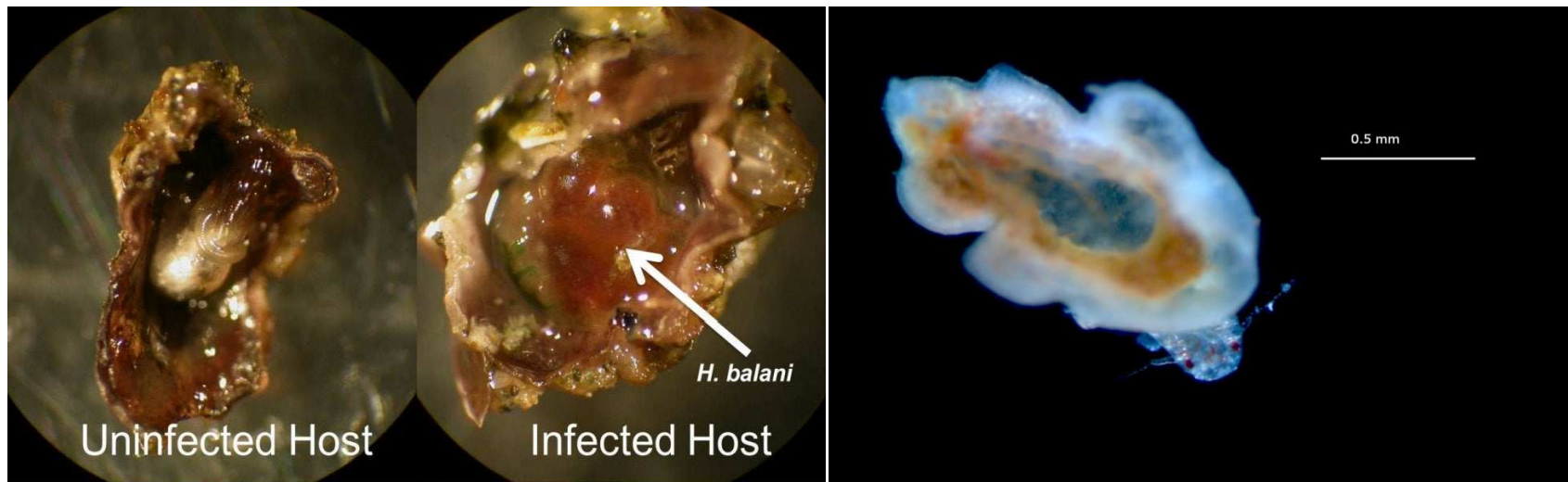
Parazitární kastrace je strategie mající za následek reprodukční/evoluční smrt svého hostitele. Jak parazitoid tak kastrátor se velikostně blíží velikosti hostitele, zatímco ne-kastrující paraziti jsou řádově mnohonásobně menší. U obou strategií je rovněž hostitel mnohem méně vnímavý vůči další parazitární nákaze.



The snail *Cerithidea californica* castrated by trematode parthenitae. (a) Snail infected with *Himasthla rhigedana* extracted from the shell. (b)

Parazitický kastrátor

- ▶ Energie sloužící hostiteli k reprodukci je využívána parazitem
- ▶ **Parazitický kastrátor** - zabíjí hostitele v evolučním slova smyslu
- ▶ **Částečný kastrátor** – přechod mezi typickým parazitem a parazitickým kastrátorem

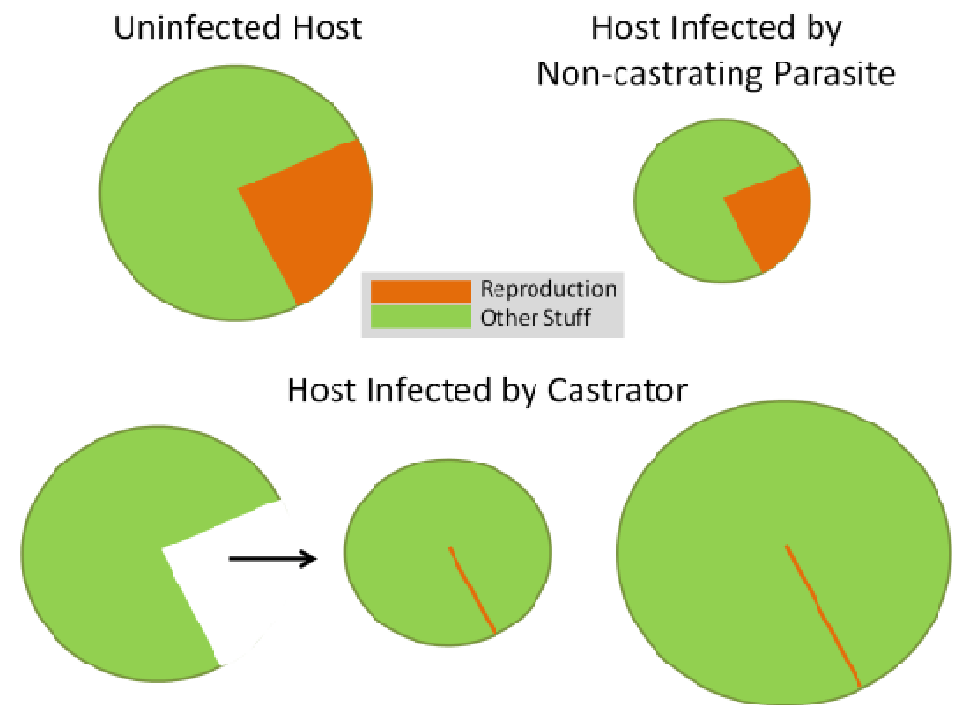


Parazitární kastrace

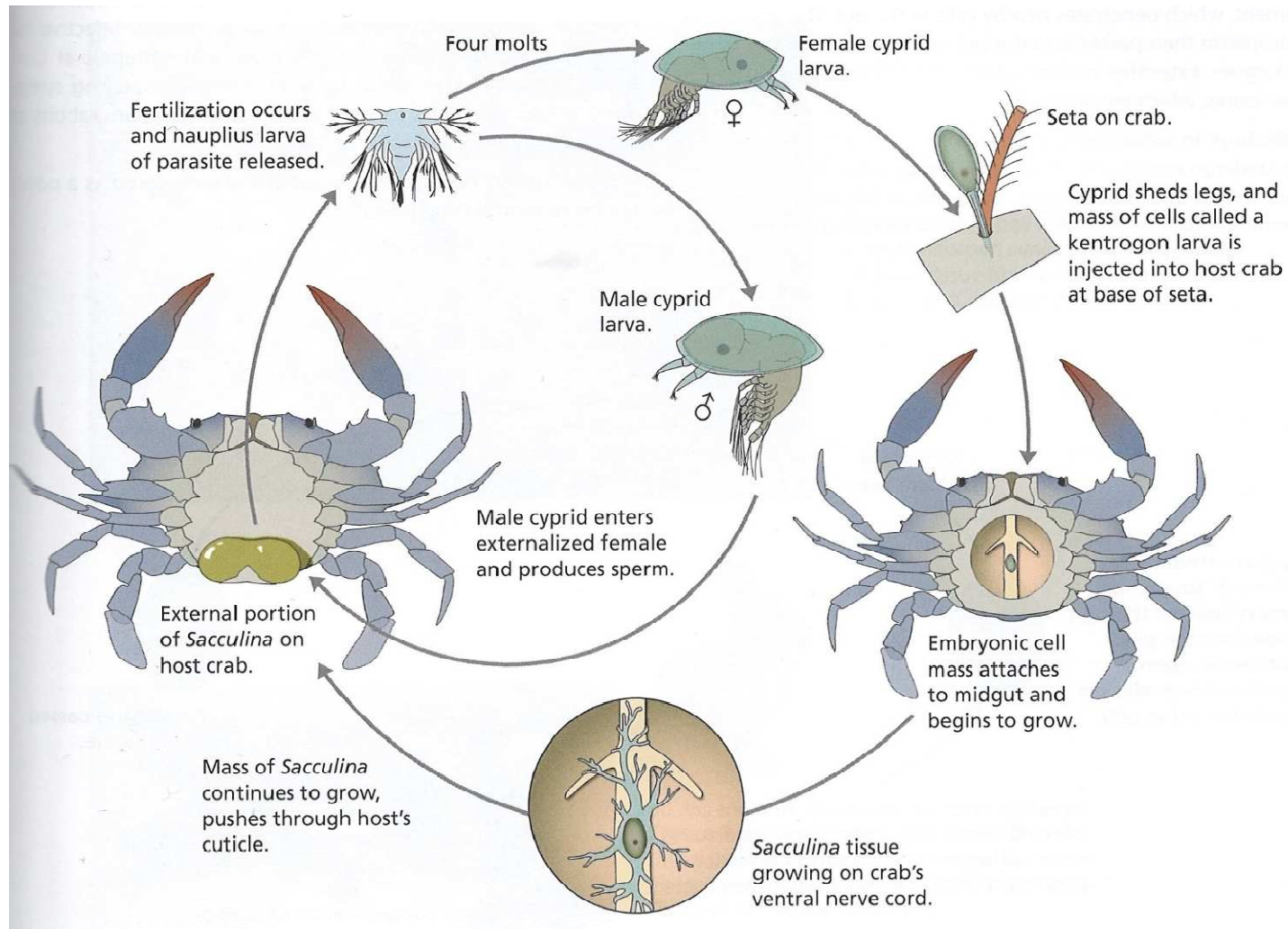
Parazitická kastrace je strategie parazita, která zcela nebo částečně zablokuje reprodukci svým hostitelem k jeho vlastnímu prospěchu. Toto je jedna ze šesti hlavních strategií v rámci parazitismu



Krab napadený parazitárním kastrátorem *Sacculina carcini*

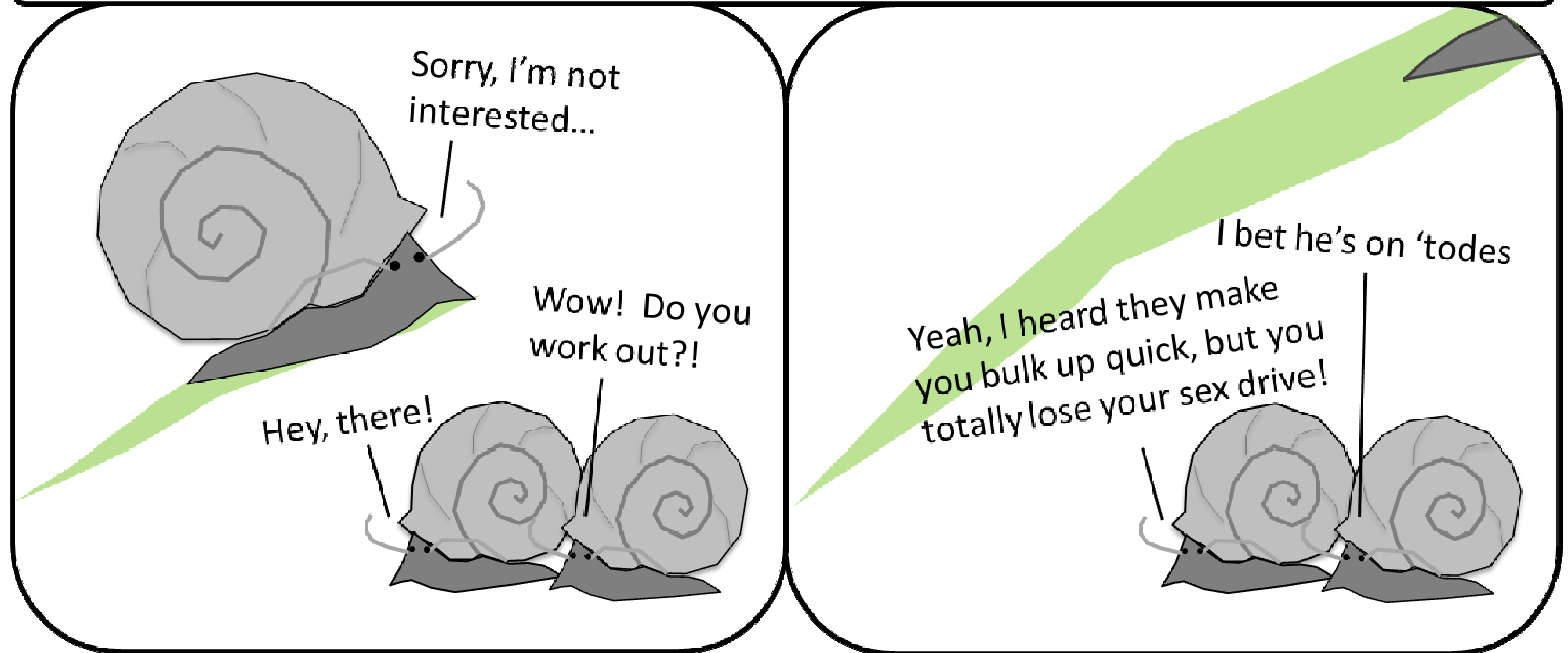


Parazitický kastrátor - Sacculina

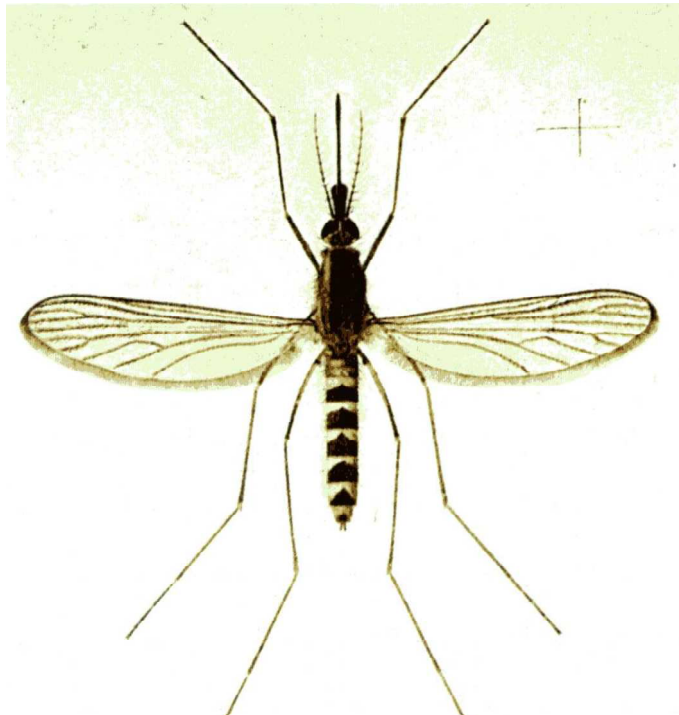


Důsledek kastrace - gigantismus

Trematodes and Snail Gigantism



Mikropredátor - krevsající členovci



Rozmanitost členovců - blechv

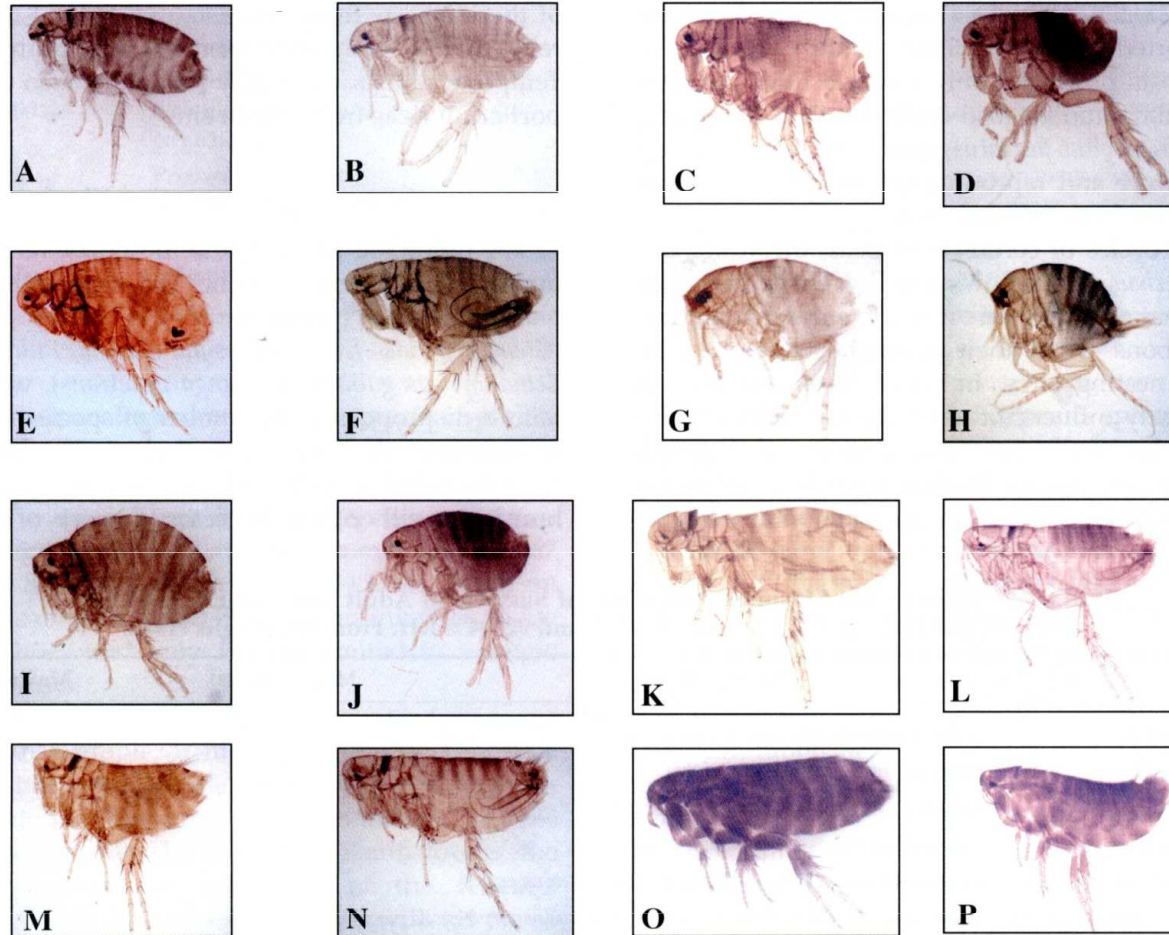


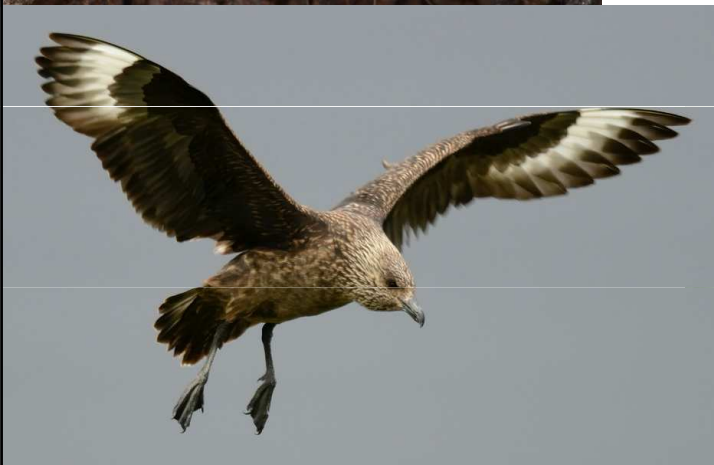
FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L); *Nosopsyllus fasciatus* female (M) and male (N); *Ceratophyllus gallinae* female (O) and male (P).

Vedlejší typy parazitismu

- Kleptoparasitismus
- Hyperparazitismus
- Sexuální parazitismus
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus
- Adelfoparasitismus
- Pseudoparasitismus
- Vampyrismus
- Parazitismus u rostlin
- Mykorizní epiparasitismus
- Mutualismus/Symbióza
- Komezalismus
- Forézie
- Cleaning symbiosis
- Herbivorie



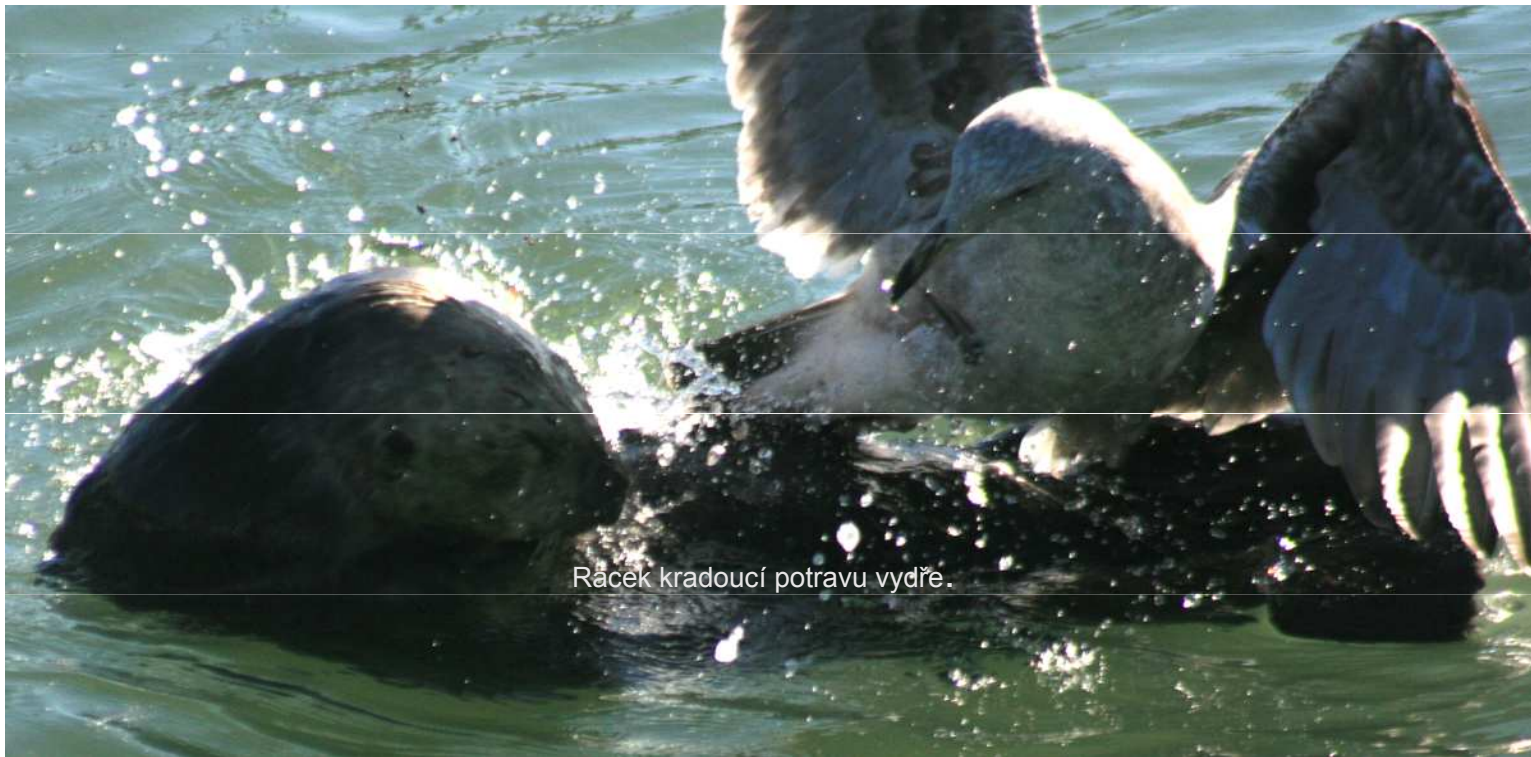
Hyperparazitismus	Sociální parazitismus	Hnízdní parazitismus
Kleptoparazitismus	Adelfoparazitismus	Sexuální parazitismus



Kleptoparazitismus

V případě kleptoparazitismu (pochází z řeckého κλέπτης (*kleptēs*), „zloděj“), paraziti kradou potravu svým hostitelům. Tento typ parazitismu se často týká blízkce příbuzných ať už ve smyslu stejného druhu nebo mezi druhy v rámci stejného rodu nebo čeledi. Například mnoho linií včel „cuckoo bees“ kladou vajíčka do hnízd jiných druhů včel stejné čeledi.

Kleptoparazitismus je relativně čtený i u ptáků, kde některé fregatky jsou specializované na pirátské získávání potravy od jiných mořských ptáků ihned poté co ji tito ptáci uloví.



Ráček kradoucí potravu vydře.

Kleptoparazitismus – potravní parazitismu



Kleptoparazitická moucha *Milichia patrizii*, zastaví mravence (*Crematogaster*).
Moucha uchopí mravencovy tykadla a nastane automatická regurgitace mravence.
To umožňuje mouše získat potravu, kterou si nahromadil mravenec.

Kleptoparasitismus

Zvláštní formou parazitizmu je pirátství, zlodějství, jakási krádež jídla označovaná jako **kleptoparazitizmus**, který je zvláště častý u ptáků.

Mnohé druhy chaluh pronásledují ostatní ptáky (zvláště pak racky a rybáky) tak dlouho, dokud neupustí svoji kořist, kterou pak chaluha dokáže většinou chytit dříve, než dopadne na vodní hladinu - chaluha příživná (*Stercorarius parasiticus*)

V některých populacích orlů bělohavých se až třetina jedinců živí na úkor ostatních.

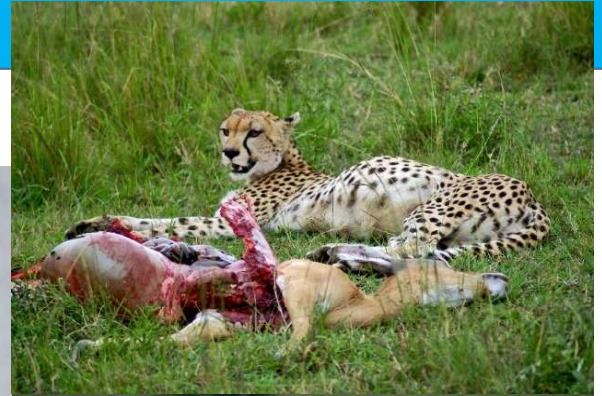
Potravní parazitizmus je častý také u savců – například lvi často kradou kořist levhartům, hyeny zase lvům a šakali gepardům.

Chrobáci („hovniválové“) kradou navzájem kuličky trusu, které slouží jako potrava jejich larvám.

Kleptoparazitismus - příklady



Kleptoparasitismus - příklady



Craticulina species. Tento druh je Cuckoo bee
kleptoparasitem *Philanthus* v jižní Africe.

Argerodes flavescens na pavučině
Argiope pulchella.

Kleptoparasitismus – příklady - lidé

- Lidský intraspecifický kleptoparasitismus (člověk krade potravu člověku) je běžné v dobách hladomoru.
- Sokolnictví – člověk využívá dravé ptáky pro lov a nebo kormorány pro lov ryb.
- V národní parku Waza v Kamerunu (2006) bylo pozorováno pronásledování lvů, což vede k poklesu jejich populací.

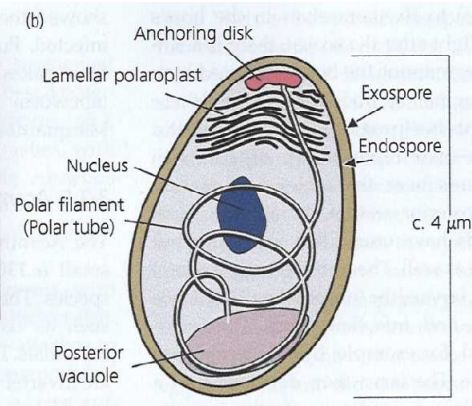
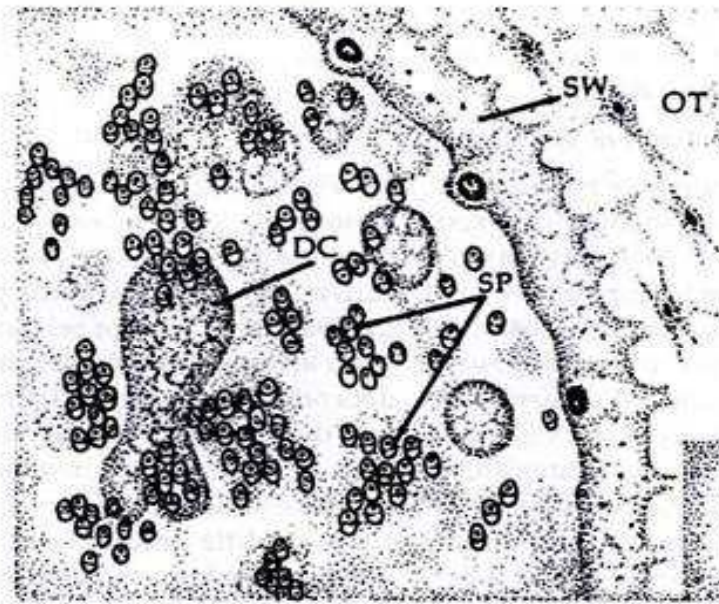
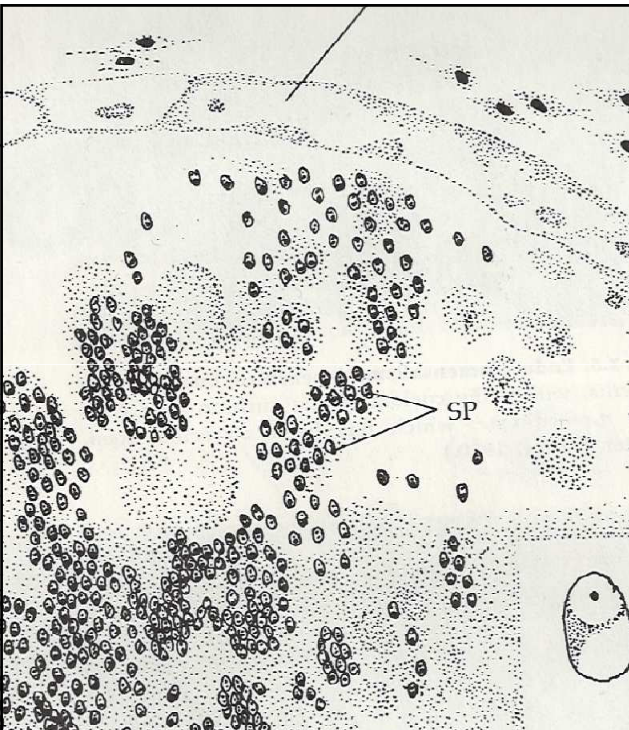


Hyperparasitismus

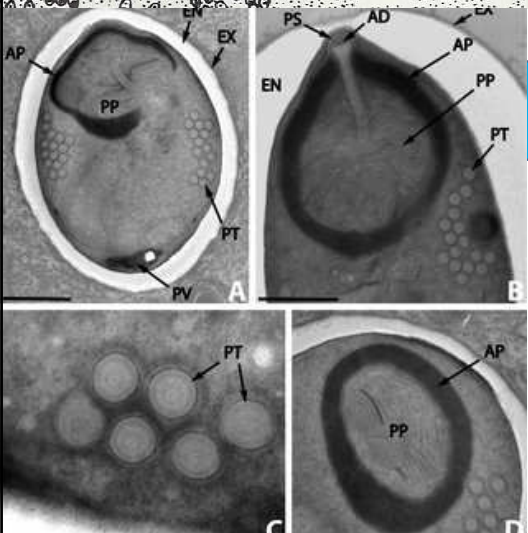
Hyperparaziti se živí na úkor jiných parazitů, svých hostitelů, např. protozoa žijící uvnitř těl helmintů nebo fakultativní nebo obligátní parasitoidi, jejichž hostitelé jsou buď praví paraziti nebo parasitoidi.



Hyperparaziti mohou kontrolovat populace svých hostitelů a jsou často využíváni v biologickém boji v agrikulturách a v určitém smyslu i v medicíně. Kontrolní efekt můžeme vidět např. ve způsobu, kdy CHV1 virus pomáhá kontrolovat poškozování amerického ořešáku bakterií *Cryphonectria parasitica* a kdy tento bakteriofág může být pro uvedenou bakteriální infekci limitující. Je pravděpodobné, že i přes malý stupeň poznání, můžeme předpokládat, že většina patogenních mikroparazitů bude mít svoje hyperparazity, kteří budou mít v agrikultuře a medicíně uplatnění.



Drawing exhibiting hyperparasitism of a portion of a sporocyst of the tematode *Bucephalus* sp. showing brood chamber filled with *Nosema dollfusi* spores and cellular debris containing spores. *Bucephalus*, in turn, is a parasite of the American oyster, *Crassostrea virginica*. Inset showing a single spore (DC, developing cercaria of *Bucephalus*; OT, oyster tissue; SP, spores of *N. dollfusi*; SW, sporocyst wall of *Bucephalus*)



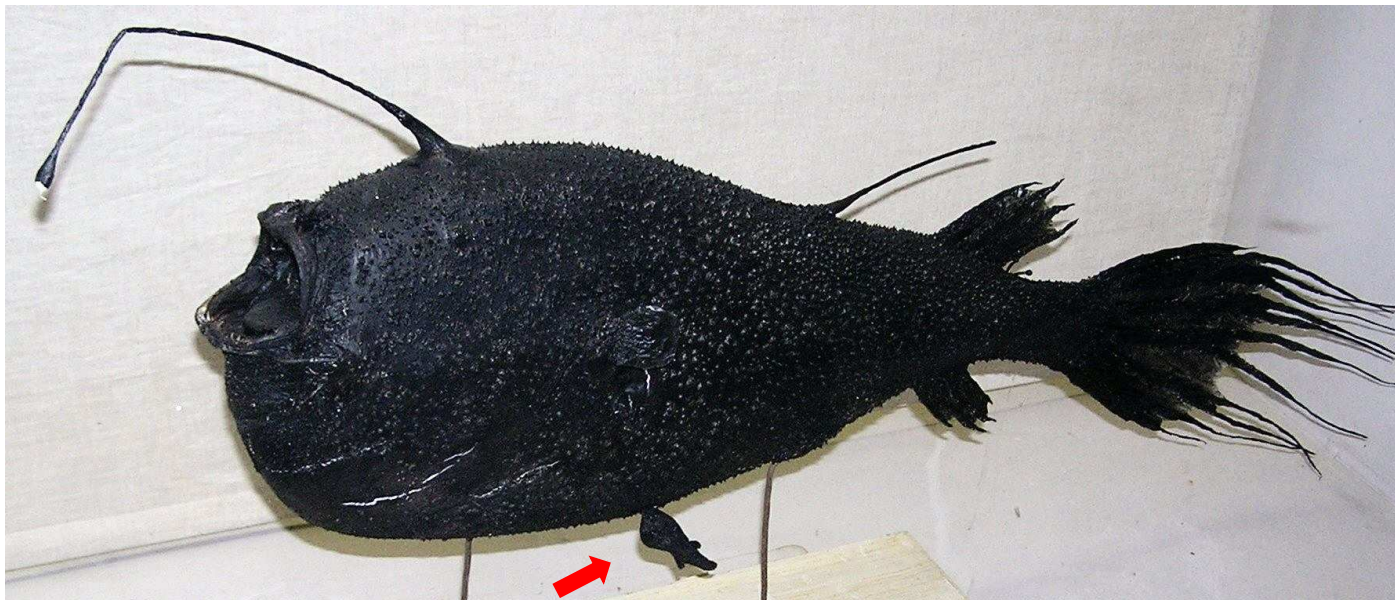
Hyperparazitismus

Sporocysta motolice *Bucephalus* sp. napadená spori mikrosporidie druhu *Nosema dollfusi*, což je jinak parazit americké ústřice *Crassostrea virginica*



Sexuální parasitismus

Unikátní strategii mají hlubinné ryby druhu *Ceratias holboelli*, kde samec je redukován na velice malou velikost těla a je tzv. sexuální parazit. Z hlediska svého přežití zcela závisí na samici svého druhu. Je přichycen na její spodní straně těla a není schopen ani přijímat potravu. Samice jej živí a chrání před predátory, zatímco samec jí toto ničím neopětuje. Jediné co jí poskytuje jsou spermie, které samice potřebuje pro vznik nové generace.



Samec ryby *Ceratias holboelli* žije jako malý sexuální parazit permanentně přichycený na spodní straně těla samice.

Sexuální parazitismus - intracelulární bakterie Wolbachia

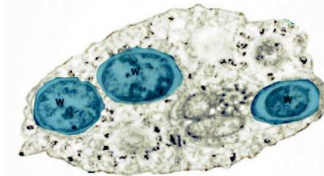
Wolbachia jsou **primárně reprodukční parazité**, kteří mají několik různých účinků na hostitele, včetně **feminizace, indukované partenogeneze, zabíjení samců a nekompatibility spermií a vajíček**, která je známá jako cytoplazmatická inkompatibilita.

Wolbachia dokáže **účinně manipulovat s biologií hostitelských buněk** a vyvinula vzájemný vztah se svými hostiteli. Tyto a další účinky Wolbachie jsou diskutovány, stejně jako nedávné pokroky v pochopení cytologických interakcí mezi bakteriemi a jejich hostitelem.

Diskutuje se o zachování **globální pandemie Wolbachie**, včetně faktorů, které ovlivňují šíření Wolbachie, přenos mezi hostitelskými druhy a přetrvávání v hostitelské linii. Je také zdůrazněna užitečnost typizace multilokusových kmenů pro charakterizaci pohybu a rozmanitosti těchto bakterií.

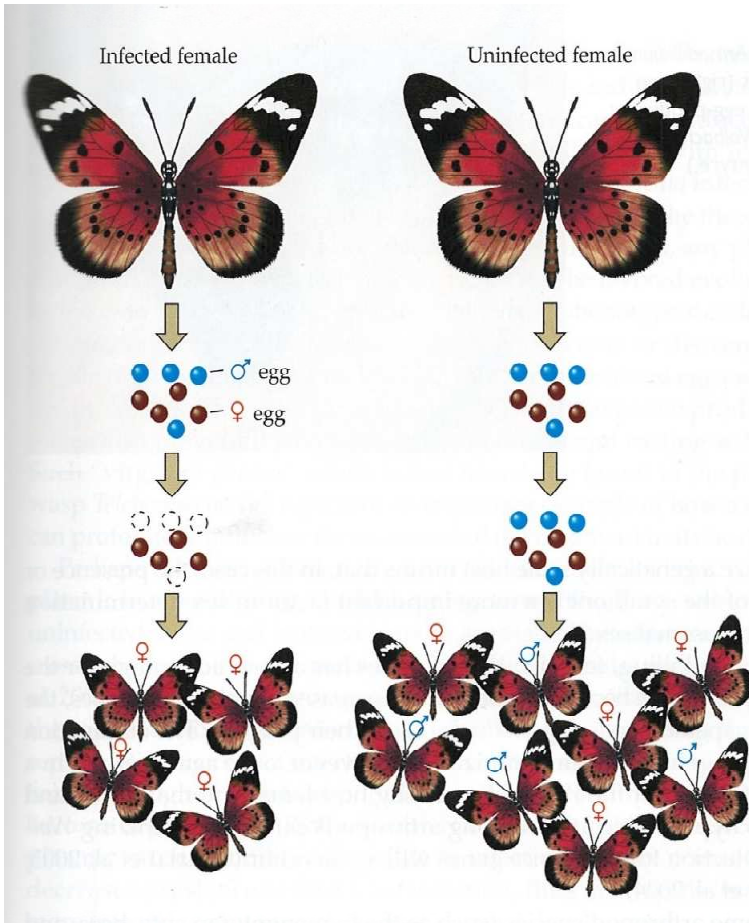


Působení symbiotické bakterie *Wolbachia* na fitness jejího hostitele



- Mnoho parazitů využívá svého hostitele jen jako zdroj potravy (např. krevsající členovci – **fakultativní parazitismus**)
- Naproti tomu jiní paraziti jsou těsně spojeni s hostitelem po celý svůj život (např. tasemnice, motolice - **obligátní parazitismus**)
- **Symbiotická bakterie rodu *Wolbachia*** napadající buňky řady představitelů hmyzu a jiných bezobratlých je příkladem **obligátního vztahu**.
- V těle hostitele **napadá *Wolbachia* řadu různých typů jeho buněk**, pokud je přítomna v **ováriích nebo v testes**, zásadně **modifikuje sexuální chování** svého hostitele
- Např. napadení **samci jsou buď usmrcováni**, nebo **vyvíjejí se jako samice**, nebo **nejsou schopni se množit** se samicemi, pokud tyto ještě nejsou *Wolbachii* napadeny.
- U některých hostitelů se **infekce hostitelů projeví** tím, že se **samice začnou množit partenogeneticky**, aniž se před tím potkaly se samci.

Vliv intracelulárních bakterií rodu *Wolbachia* na potomstvo motýlů druhu *Acaea encedana*.

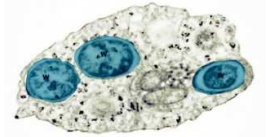


U motýlů *Acaea encedana* infikovaných bakteriemi *Wolbachia*, **zárodky samců během vývoje umírají (vlevo)**. Protože všechny vajíčka nenapadených samicích zárodků se normálně líhnou (vpravo), napadené samice produkují pouze polovinu svých zárodků jako nenapadené samice. **Tyto samičky tak mají lepší přístup ke zdrojům.**



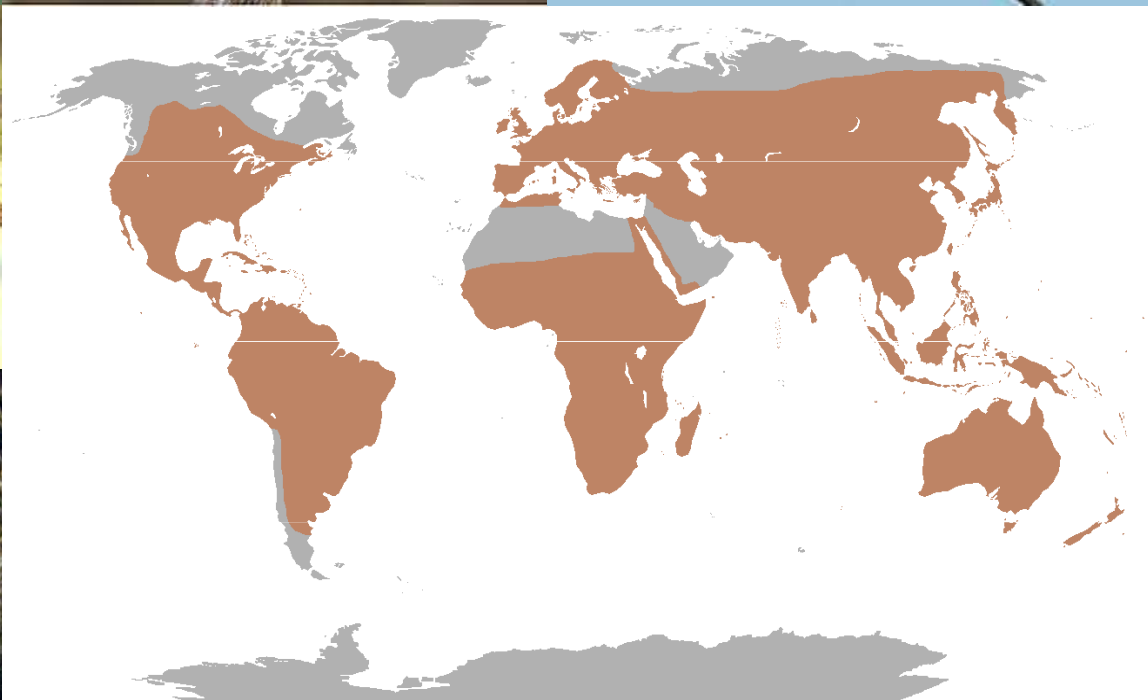
Wolbachia jsou běžné intracelulární bakterie, které se vyskytují u členovců a nematodů. Tito endosymbionti alfa-proteobakterií se **přenášejí vertikálně** prostřednictvím **hostitelských vajíček** a mění biologii hostitele různými způsoby, včetně **indukce reprodukčních manipulací**, jako je **feminizace, partenogeneze, zabíjení samců a nekompatibilita spermií a vajíček**. Mohou se také **pohybovat horizontálně přes hranice druhů**, což má za následek **rozšířenou a globální distribuci** v různých bezobratlých hostitelích.

Souhrn působení Wolbachie na hostitele



1. **Zabíjení samců**: tím snižuje kompetici o zdroje, příbuzenský výběr
2. **Feminizace**: napadení samci se vyvíjejí jako samice, nebo neplodné pseudosamice
3. **Partenogeneze**: *Wolbachie* pomáhají samicím se množit partenogeneticky (vosy *Trichogramma*)
4. **Cytoplazmatická inkompatibilita**: neschopnost samců s wolbachii rozmnožit se se samicemi, které je nemají, nebo mají wolbachie jiného kmene (reprodukční bariéra, speciace).

Hnízdní parazitismus



Hnízdní parazitismus

Hnízdní parazitismus je termín popisující rozmnožovací strategii některých **ptáků, ryb a hmyzu**, která spočívá v kladení vajec do cizích hnízd a přenechání péče o mláďata jeho majitelům. Toto chování je v různé míře známo **asi u 1 % ptačích druhů**.

Hnízdní parazitismus se dělí do několika kategorií:

- **Příležitostný (fakultativní) hnízdní parazitismus**

spočívá v příležitostném naklazení vajec do hnízda vlastního nebo příbuzného druhu a je pozorován u řady druhů, např. u **špačka obecného, sýkořice vousaté, vlaštovky obecné, některých kachen** etc.)

- **Pravý (obligátní) hnízdní parazitismus**

spočívá v systematickém kladení vajec do hnízd jiného druhu nebo druhů (druh sám o vejce nikdy nepečuje). Tato strategie je běžná u **kukaček** (takto parazituje **téměř polovina ze 130 známých** druhů) a dalších druhů, **snovač kukaččí** (medozvěstky)

čeledi *Indicatoridae*, vdovky rodu *Vidua*, **kachna kukaččí, péřovec kukaččí, zlatěnky rodu *Chrysis*** a další).

Hnízdní parazitismus – kukačka obecná



Hnízdní paraziti jsou živočichové, kteří se spoléhají na ostatní, aby za ně vychovávali jejich mladé. Tato strategie se objevuje mezi ptáky, hmyzem a rybami. Tito paraziti mláďat manipulují hostitelem, ať už stejného nebo jiného druhu, aby vychoval jejich mláďata, jako by to byly jeho vlastní, obvykle pomocí **vaječných mimiker**, s vejci, která se podobají hostiteli.

Vosa kukaččí



Hnízdo *Polistes dominula*,
hostitelem Kukaččí vosa
P. sulcifer



Hostitel krmí parazita



Hejno kachen



Rákosník velký



Vejce rákosníka velkého s jedním
o něco větším vejcem kukaččím



Vlhopec aztécký

Straka evropská



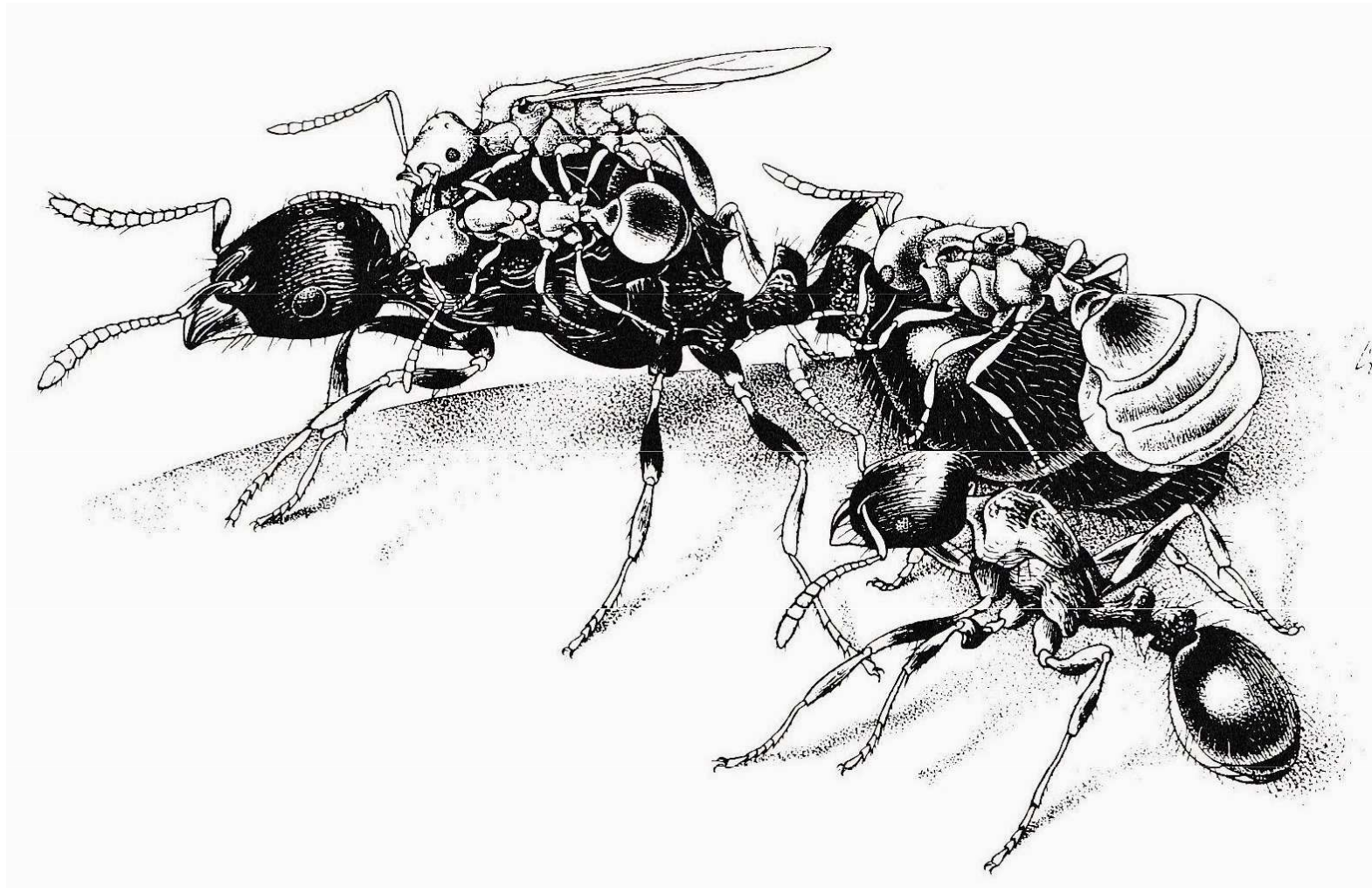
Synodontis multipunctatus – Peřovec kukaččí



Hnízdní parazitismus

Synodontis petricola

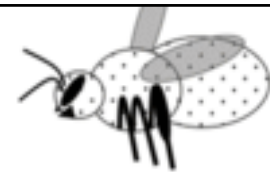
Sociální parazitismus



Sociální parazitismus a otrokářství

- Nejčastěji **Hymenoptera**
- **Parazitické druhy** jsou závislé na členech kolonie sociálního hmyzu – Formicidae, Myrmicidae a včely.
- **Sociální parazitismus** vznikl několikrát na sobě nezávisle – různé strategie a sociální organizace jak u parazitoidů tak u hostitelů.
- Dva typy – (1) **složená hnízda** a (2) **smíšené kolonie**
- **(1) složená hnízda - nepříbuzné druhy** – P krade potravu a žere potomstvo H v mraveništi a nebo 2 druhy žijí společně - jeden ovládá druhý a je jím krmen regurgitovanou potravou
- **(2) smíšené kolonie:**
 - dočasný sociální parazitismus (DSP)
 - Otrokářství (dulosis)
 - Stálý parazitismus (inkvilinismus) bez otrokářství
- **DSP** – oplozená královna pronikne do kolonie H – maskuje se - zabije původní královnu – produkuje potomky a nahradí původní druh
- **Otrokářství** – využití pro práci – mravenci – nájezdy do hnízd - kradou larvy a kukly. Otrokáři často nejsou schopni získávat potravu – adaptace – čelisti zabíjející bránící se dělnice.
- **Invilinismus** - nejčastější strategie u mravenců – P královnu nezabíjí, ale využívá celou strukturu a organizaci kolonie pro svůj prospěch. P produkuje pouze sexuální kastu a případně vojáky.
- Smíšené kolonií – **fylogenetická příbuznost partnerů** – hypotézy vzniku
- Hnízdní parazitismu i u včel – cca 15% druhů – včela naklade vajíčka do hnízda jiného druhu – larva zlikviduje vejce či larvu H. Parazitická včela je často podobná svému H.

Adaptace u sociálního parazitismu



1. Host nest location

Adaptace parazita

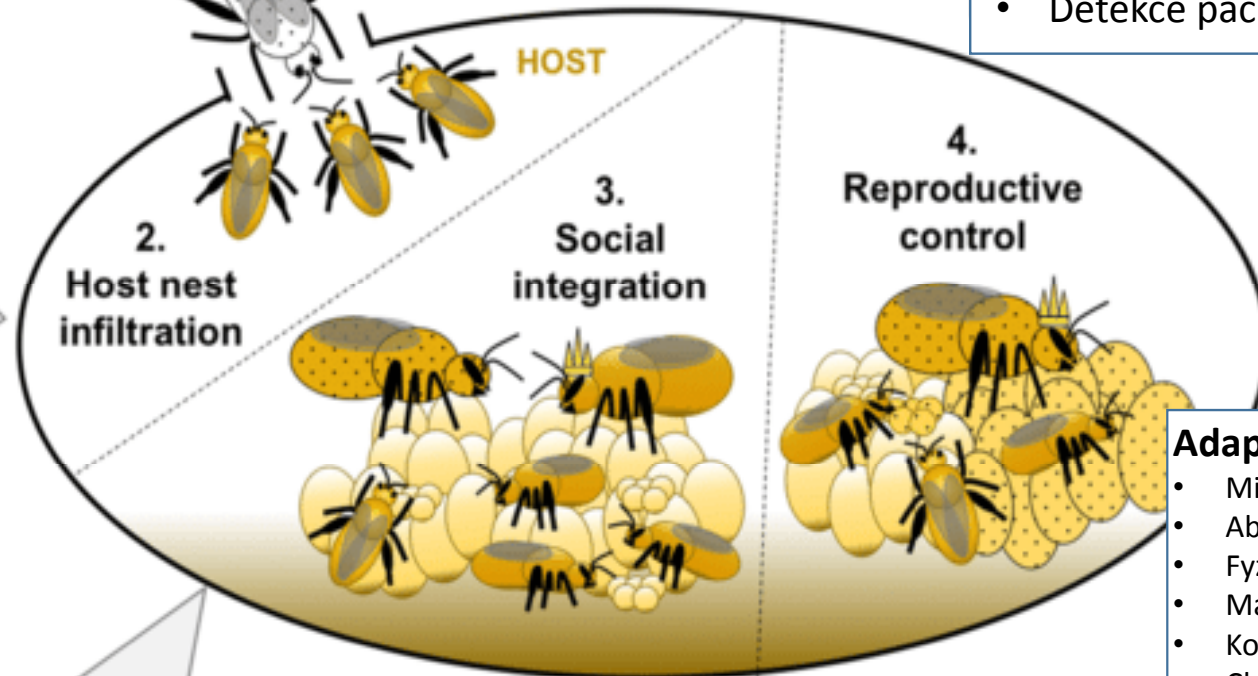
- Detekce pachu hostitele

Adaptace parazita

- Zvýšená agresivita
- Ochranné chování
- Chemická ochrana
- Rostoucí armor

Anti Adaptace

- Zvýšená agresivita
- Rostoucí armor



Adaptace parazita

- Chemická nevýznamnost
- Chemická kamufláž
- Chemické mimikry

Anti Adaptace

- Více rozmanitá diskriminace

Adaptace parazita

- Mimikry ferilitních signálů královny
- Absence ferilitních signálů
- Fyzická dominance
- Manipulace dělníky pečujících o mladé
- Kontrola produkce potomků hostitele
- Chemické mimikry vajíček
- Tolerance/intolerance cizí královny

Anti Adaptace

- Rychlejší reprodukce
- Destrukce vajíček parazita
- Diversifikace ferilitních signálů

Sociální parazitismus



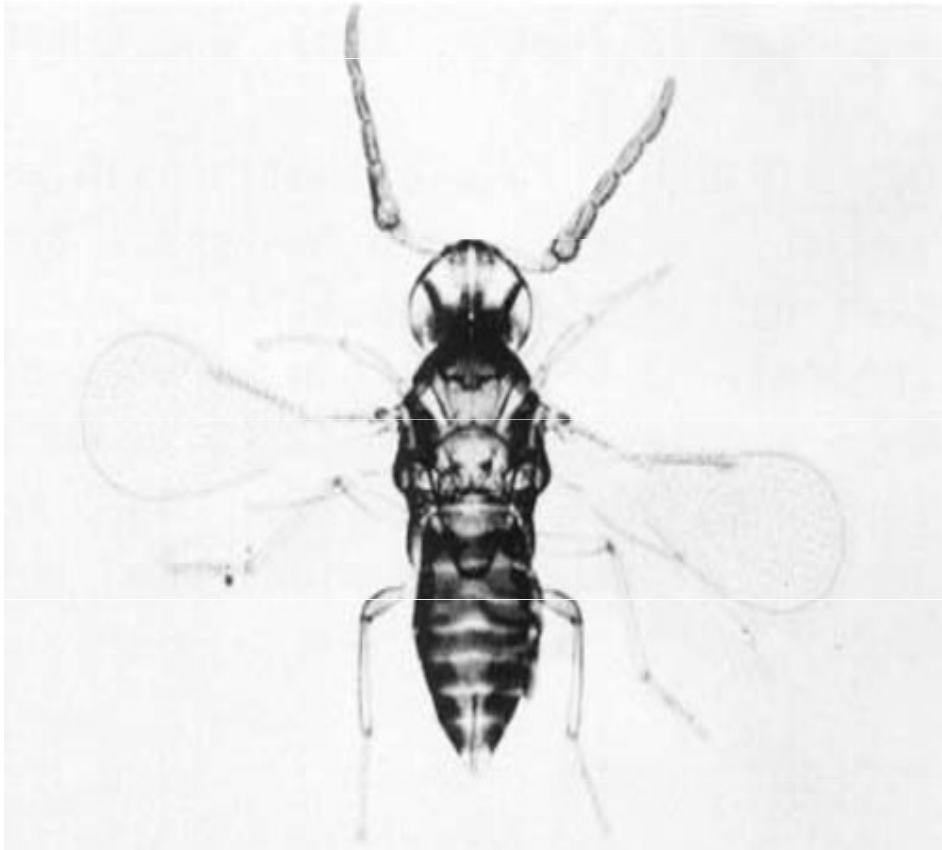
Adelfoparasitismus – sourozenecký parazitismus

Adelfoparasitismus, (z řeckého ἀδελφός (adelphós), bratr), také známý jako **sourozenecký parazitismus**, se vyskytuje tam, kde je hostitelský druh blízce příbuzný parazitovi, často ve stejné rodině nebo rodu.

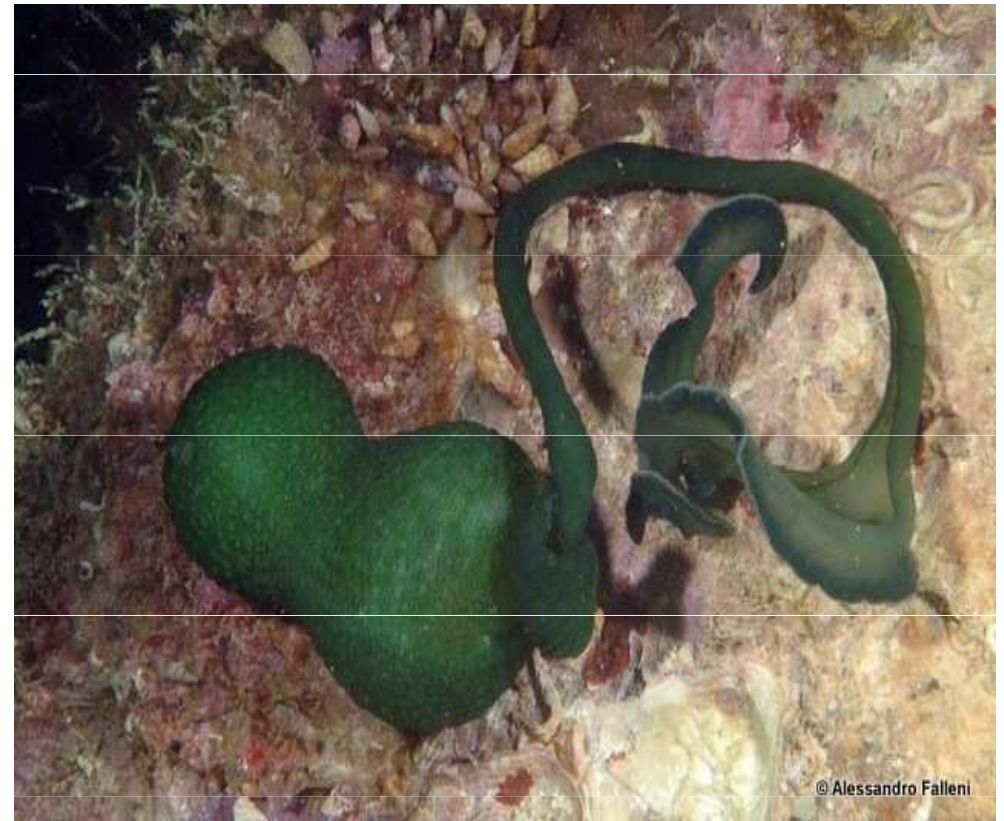
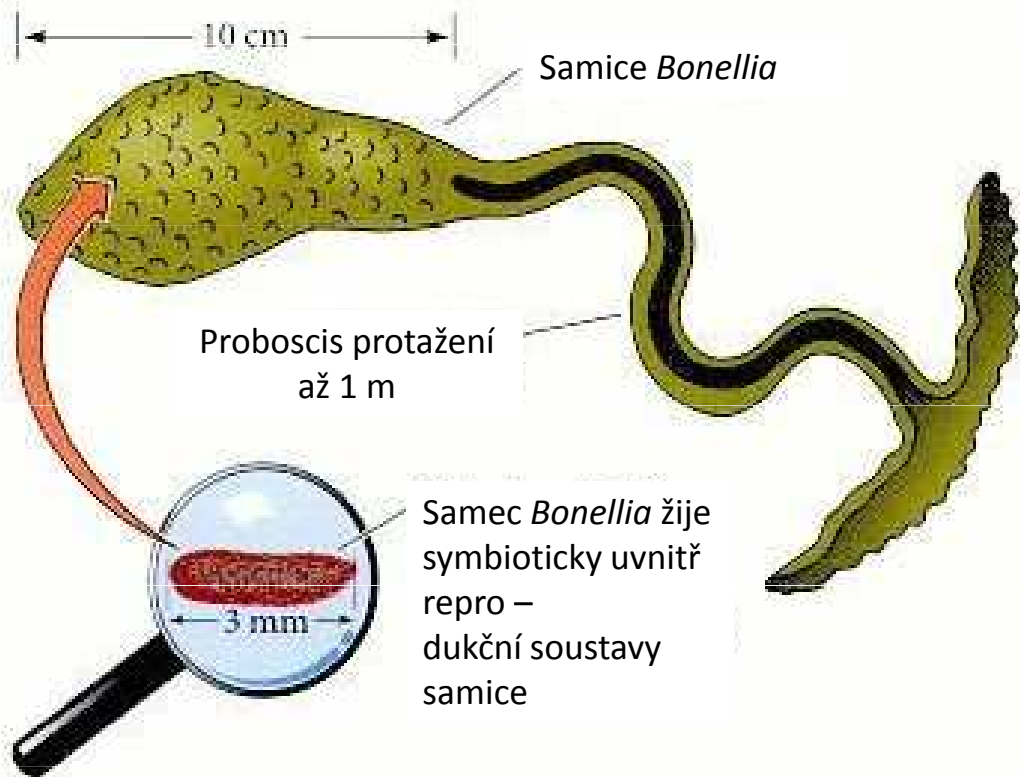
- Citrusového parazitoida, ***Encarsia perplexa***, jehož nespářené samice mohou klást haploidní vajíčka do plně vyvinutých larev svého vlastního druhu a produkovat samčí potomstvo.
- Mořský červ ***Bonellia viridis*** má podobnou reprodukční strategii, ačkoli larvy jsou planktonní.



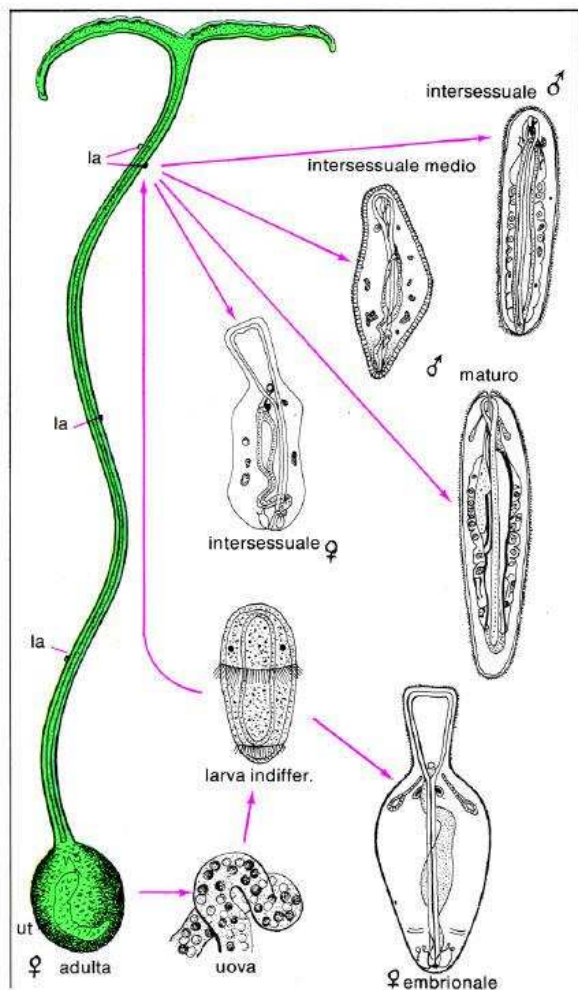
Příklad parazitoid - *Encarsia perplexa*



Bonellia viridis - Rypohlavec dvojhlavý



Bonellia viridis

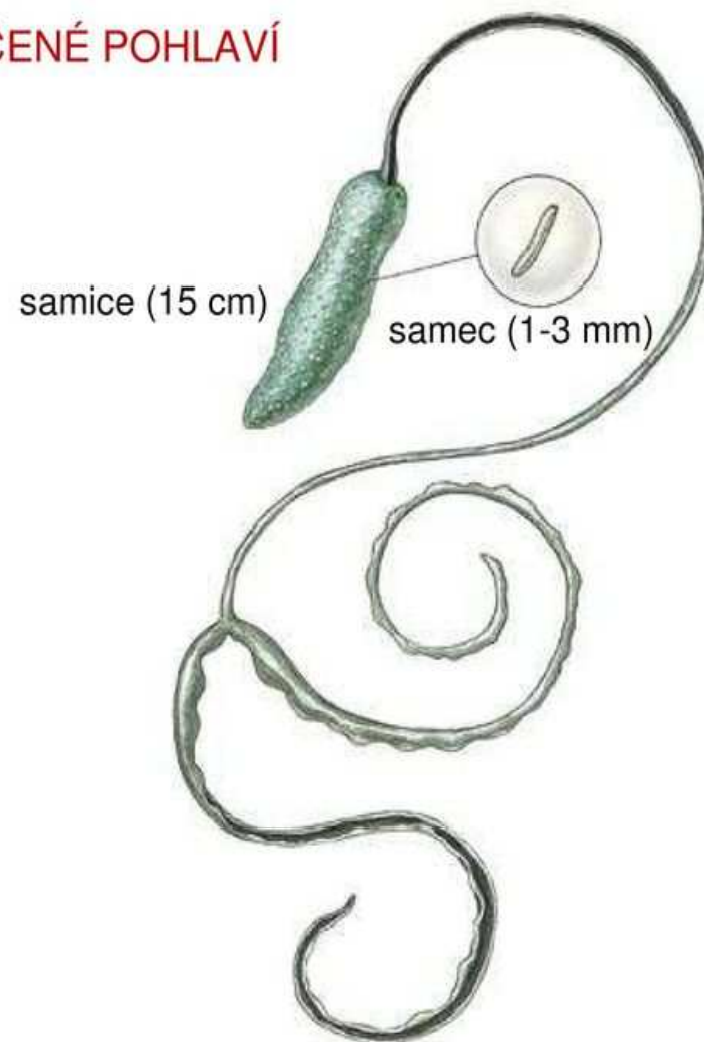


SOCIÁLNĚ URČENÉ POHLAVÍ

Určení pohlaví u *Bonellia viridis*

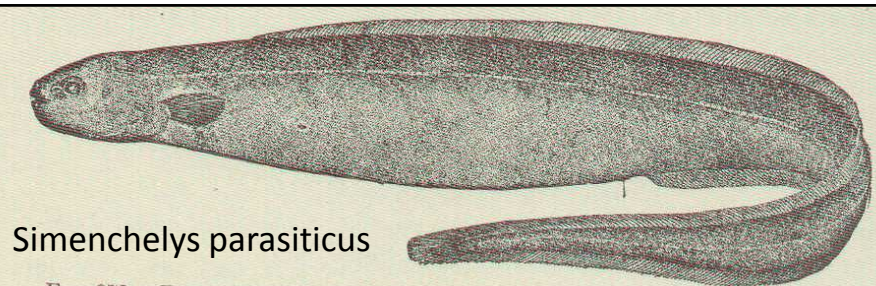
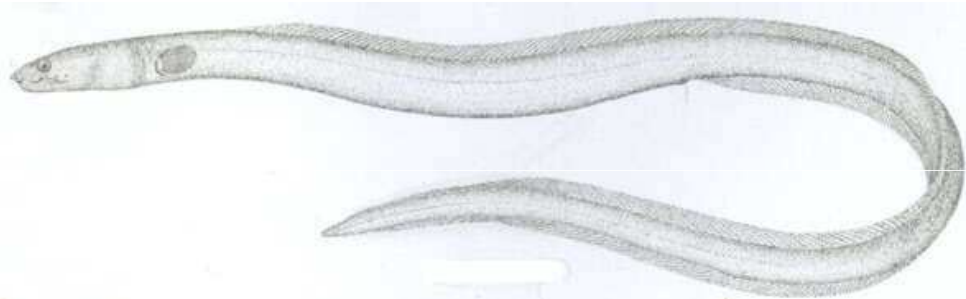
Samice žije přichycena na mořském dně. Samec miniaturní (jeho tělo sestává v podstatě jen z reprodukčních orgánů), žije přichycen na těle samice či uvnitř těla samice.

Larvy planktonní. Pokud larva nalezne příhodné místo na přichycení se na mořském dně, stane se z ní samice. Pokud narazí na samici, je ovlivněna látkami, které samice produkuje (bonellin) a stane se z ní samec.



Bonellia viridis (čeled' rypohlavci)

Pseudoparasitismus úhořů

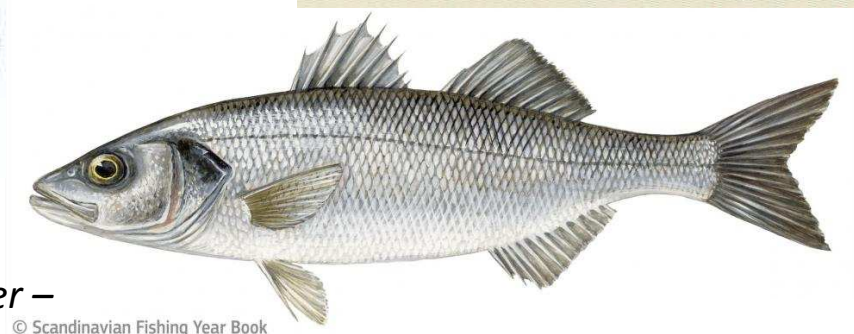


Simenchelys parasiticus

Fig. 272.—Pug-nosed Eel, *Simenchelys parasiticus* Gill. Sable Island Bank.



Pisododonophis cruentifer –
parazituje u sea bass



© Scandinavian Fishing Year Book

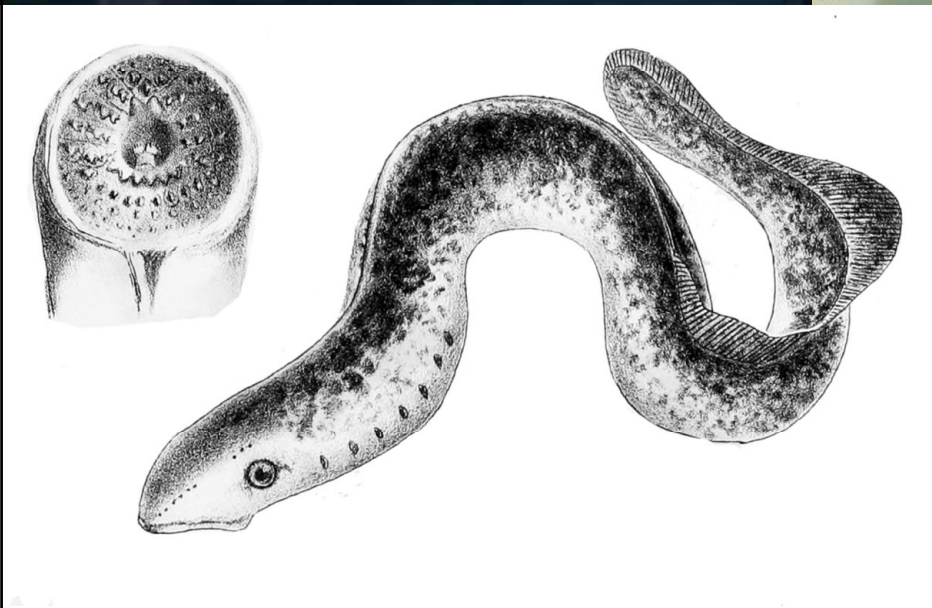
Myrichthys acuminatus –
parazituje v coelomatické dutině jew fish

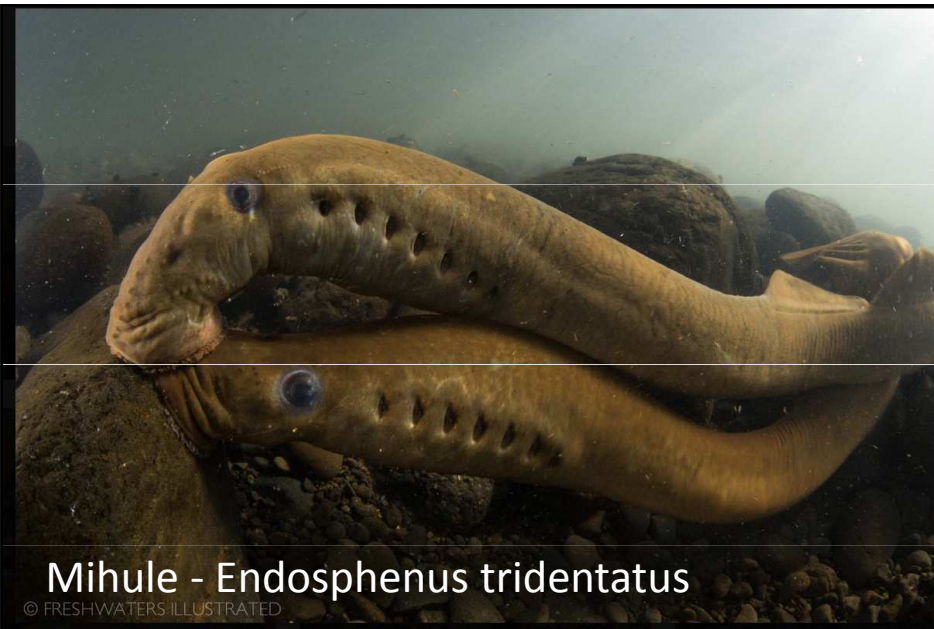


Ophichthus apicalis –
parazituje v tělní dutině
percoidních ryb



Petromyzon marinus – mihule mořská





Mihule - *Endosphenus tridentatus*

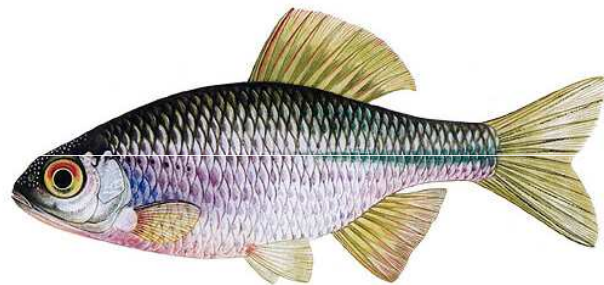
© FRESHWATERS ILLUSTRATED



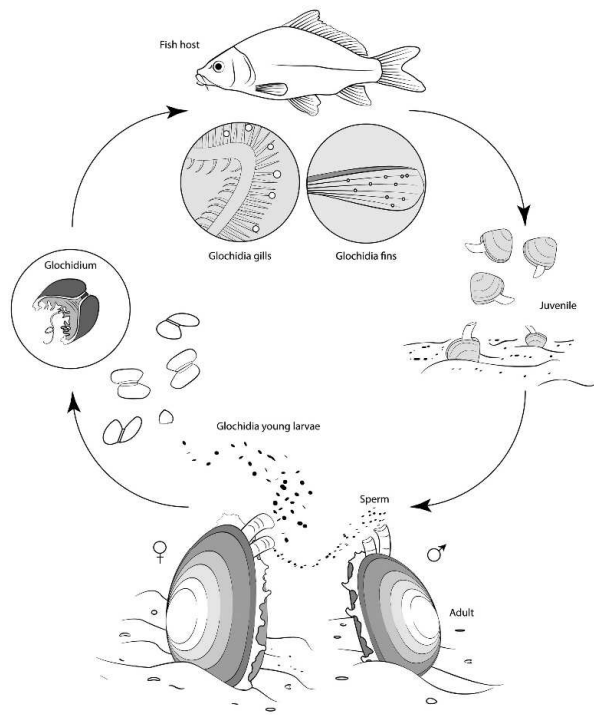
AD.org

Jeremy Monroe © FI

Ryby jako (endo)paraziti – hořavka duhová



Mussel life cycle



Škeble rybníčná



je největší druh měkkýše v České republice. Obývá klidné bahnitě vody, větší rybníky, tůně, slepá či pomalu tekoucí říční ramena a velké bažiny.

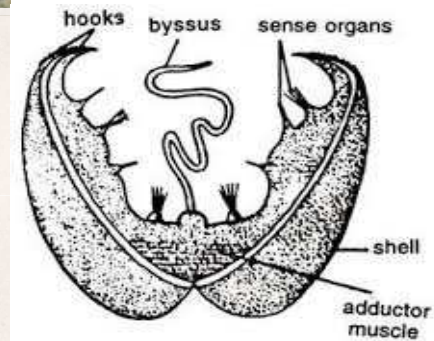
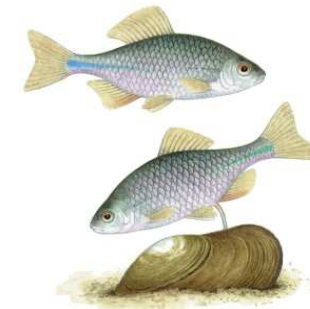


Fig. 26.10. Glochidium larva

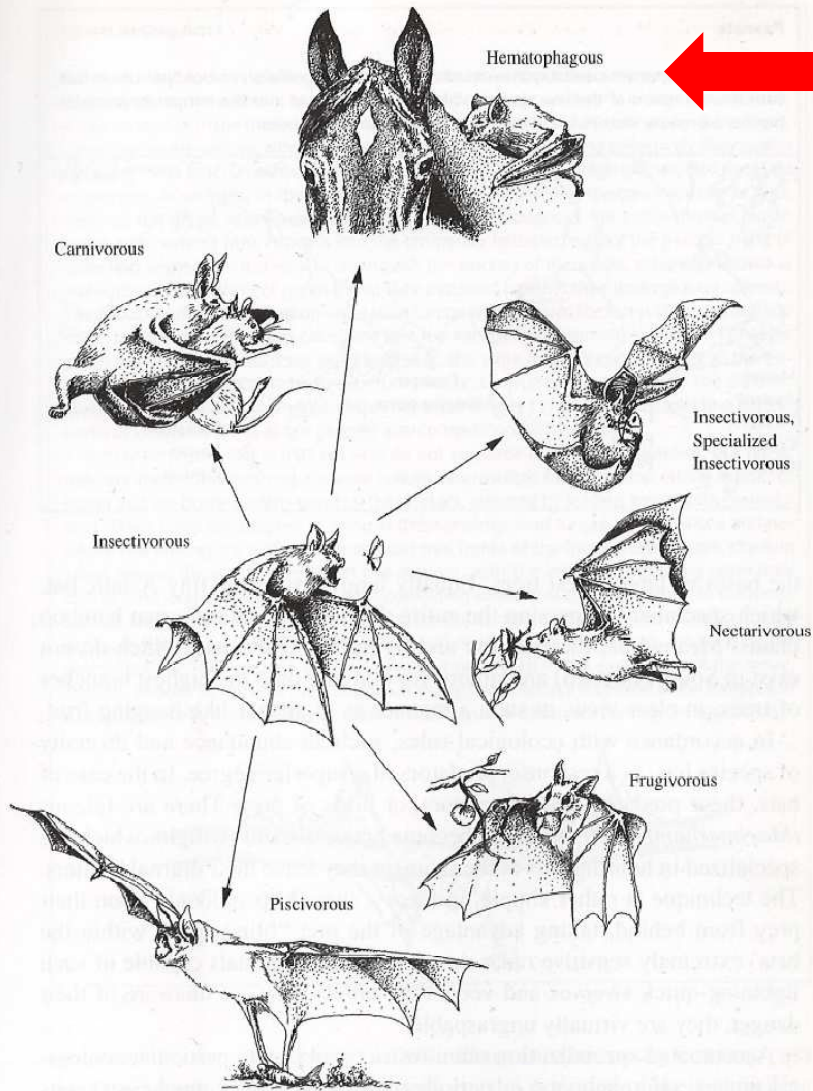


Krev sající netopýři – rodu *Desmodus* spp. (Vampirismus)



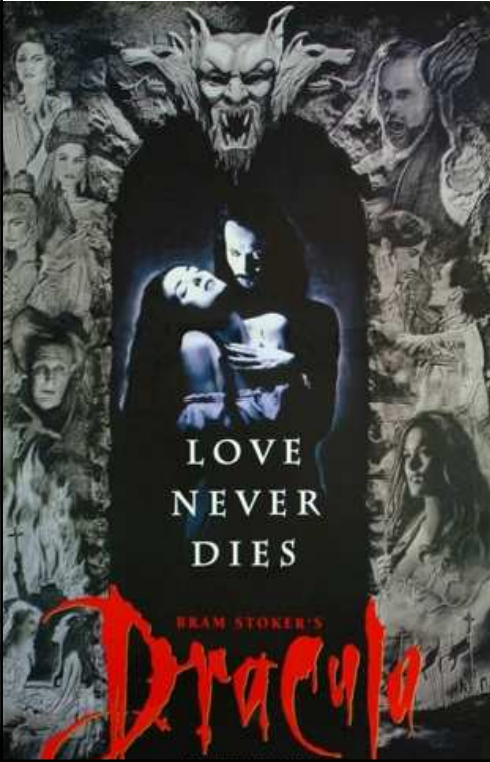
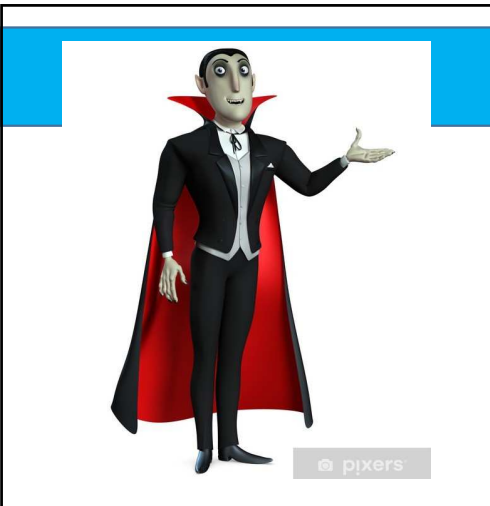
Žijí v amerických tropech a mohou sát krev na teplotně citlivých obratlovcích, především na krocanech, drůbeži, psech, kočkách, dobytku, koních a také na lidech. Jejich sání není fatální, ale může být branou sekundární infekce. Jsou vektorem koňské trypanosomózy, která je pro své hostitele patogenní a může být i letální.

Potravní strategie jihoamerických netopýrů



South American bats have evolved from their common insectivorous progenitors into various species, resorting to multiple strategies and specialized behavior adaptations in order to take best advantage of the available resources and avoid alimentary competition among themselves.





Upíři a vampyrismus 😊 – ženy typu vamp 😞

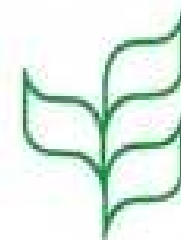




Parazitismus rostlin
Fytoparaziti/Fytoparazitismus

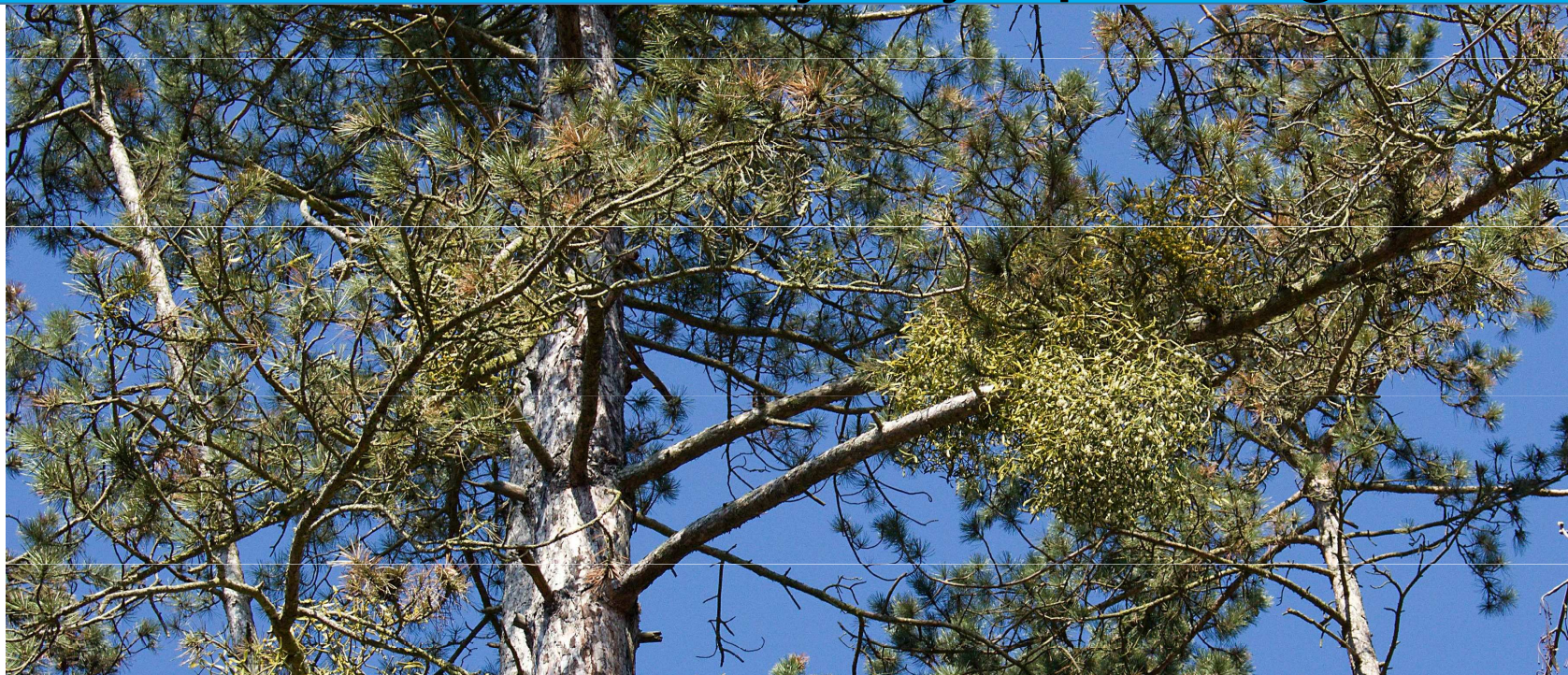


Obrovská rozmanitosť rastlín



Convention on
Biological Diversity

Parazitické rostliny - fytopatologie



Vyšší rostliny jako paraziti

- Pouze dvouděložné rostliny
- Dříve měly normální fotosyntetický aparát a kořenový systém
- Celkem téměř 4 500 rostlinných druhů na celém světě.
- Četné druhy čeledí: *Santaceae*, *Loranthaceae*, *Cuscutaceae*, *Orobanchaceae*, *Rafflesiaceae*, *Hydnoraceae*, *Balanophoraceae*, *Lauraceae*, *Myrtifloraceae*, *Convolvulaceae*, *Lennoceae*, *Scrophulariaceae*

Parazitické rostliny – kdo je kdo ?

- PARAZIT – organismus životně závislý na příjmu živin z hostitele. Adaptacemi, mutacemi a selekcí je jeho celý život k tomuto účelu zaměřen.
- HOSTITEL – organismus, u něhož se během evoluce nevytvořila jediná adaptace, která by sloužila ke snadnějšímu napadení parazitem, právě naopak. Ve větší či menší míře jsou všechny adaptace zaměřeny na zachování stavu před napadením a proti činnosti parazita.

Jmelí bílé pravé



Jmelí bílé jedlové



Jmelí bílé borovicové



Rafflesia arnoldii



Druh tropické parazitické rostliny
Je to bezlistá bylina, která parazituje
na kořenech a kmenech lián. Prorůstá
do hostitele sítě vláken. Nejznámější
je *Rafflesia arnoldii* – váha květu cca 10kg a
1m v průměru



Druhy Kokotic

Kokotice povázka-jetelová



Kokotice ladní



Kokotice evropská



Kriticky ohrožené druhy

Záraza ožanková



Záraza sivá



Záraza namodralá



Záraza šupinatá

Záraza písečná

Záraza hořčiková

Záraza nachová

Další druhy Kokrhel

Kokrhel luštinec



Kokrhel větší



Kokrhel sličný



Parazitické rostliny – 2 skupiny

HOLOPARAZITI

(úplní/obligátní paraziti)

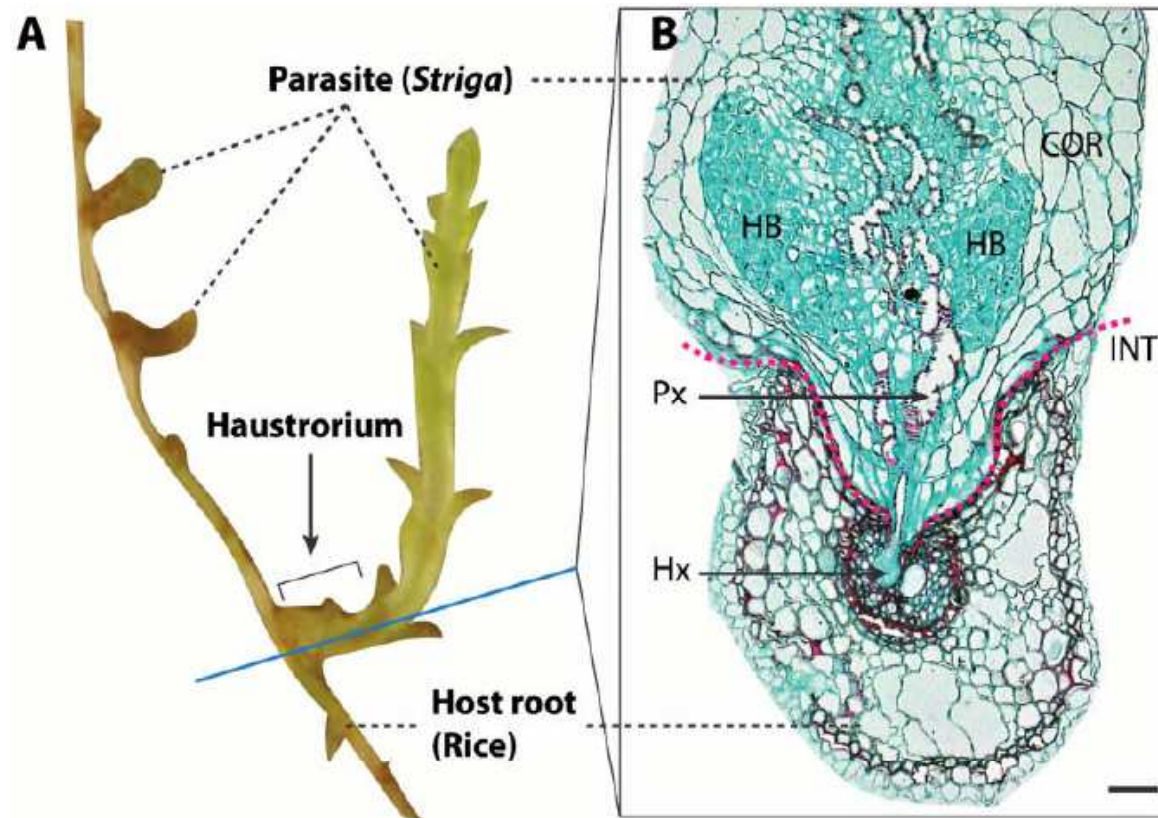
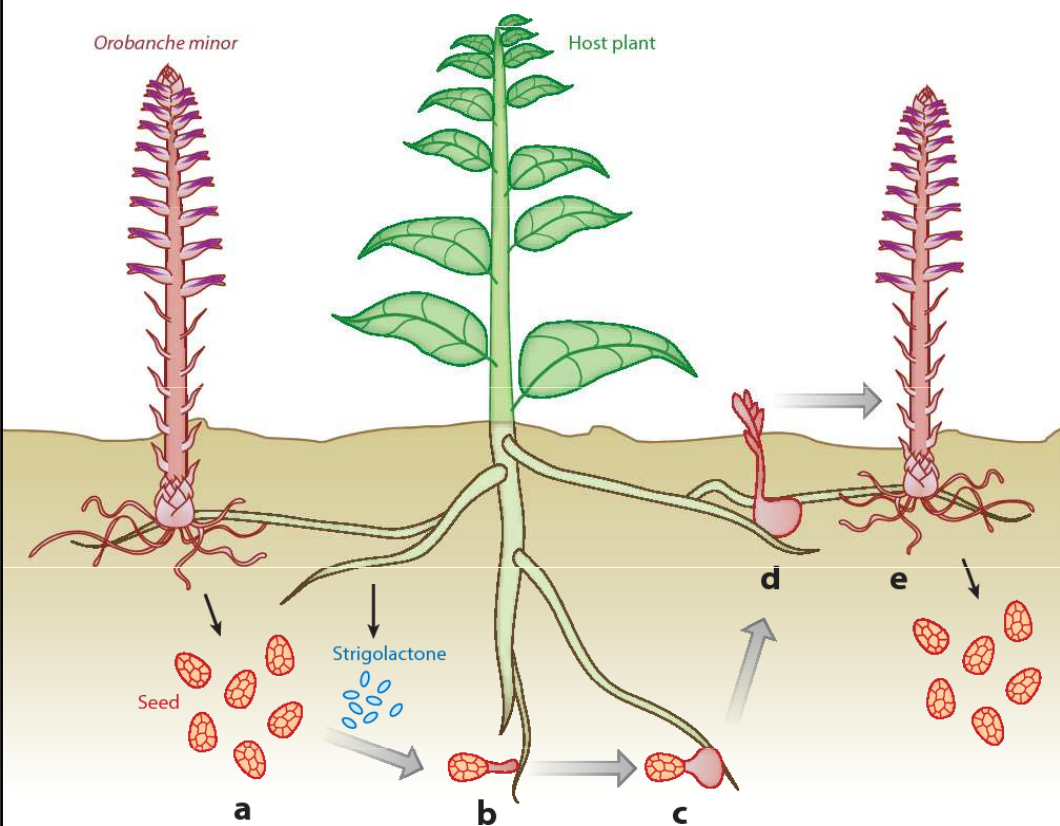
- Organické i anorganické látky
- Nemají chlorofyl
- Zcela závislí na hostiteli
- Na povrchu hostitele
- Listy i kořeny redukovány
- Haustoria do floému a i do xylému
- Příklady:
 - Záraza (kořeny lučních rostlin)
 - Podbílek (kořeny listnatých dřevin)
 - Kokotice (na jeteli aj.)

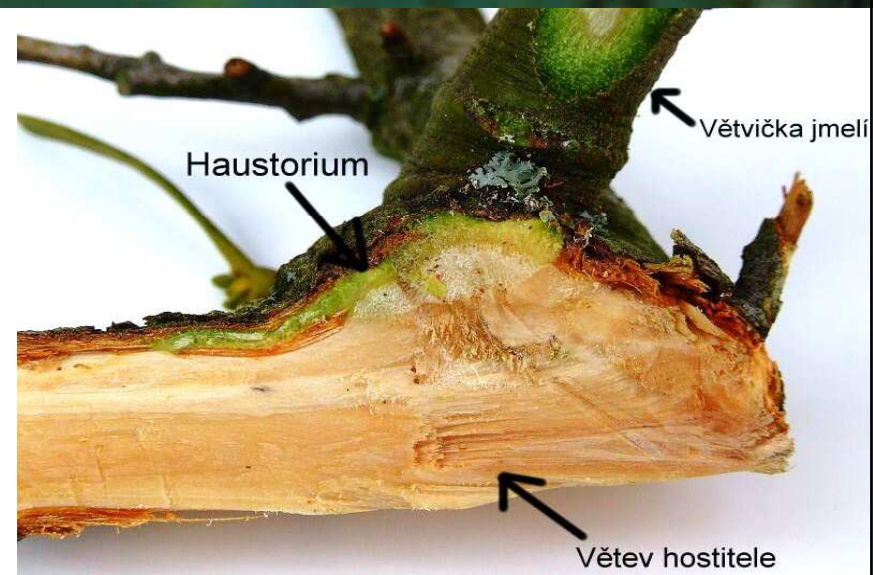
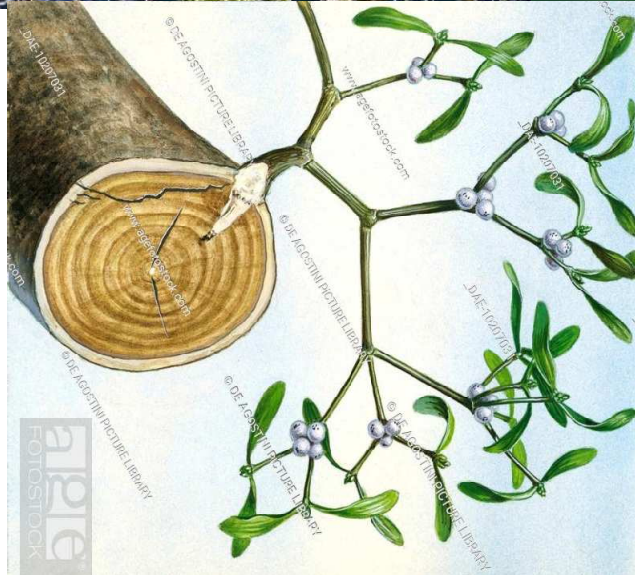
HEMIPARAZITI

(polo/fakultativní paraziti)

- Voda a minerální látky
- Zelené, částečně schopné fotosyntézy
- Místa s dostatkem světla
- Haustoria buď jen do xylému nebo jen do floému a pak kořeny v půdě
- Příklady:
 - Jmelí, Ochmet (do xylému)
 - Světlík, černýš, všivec (do floému)

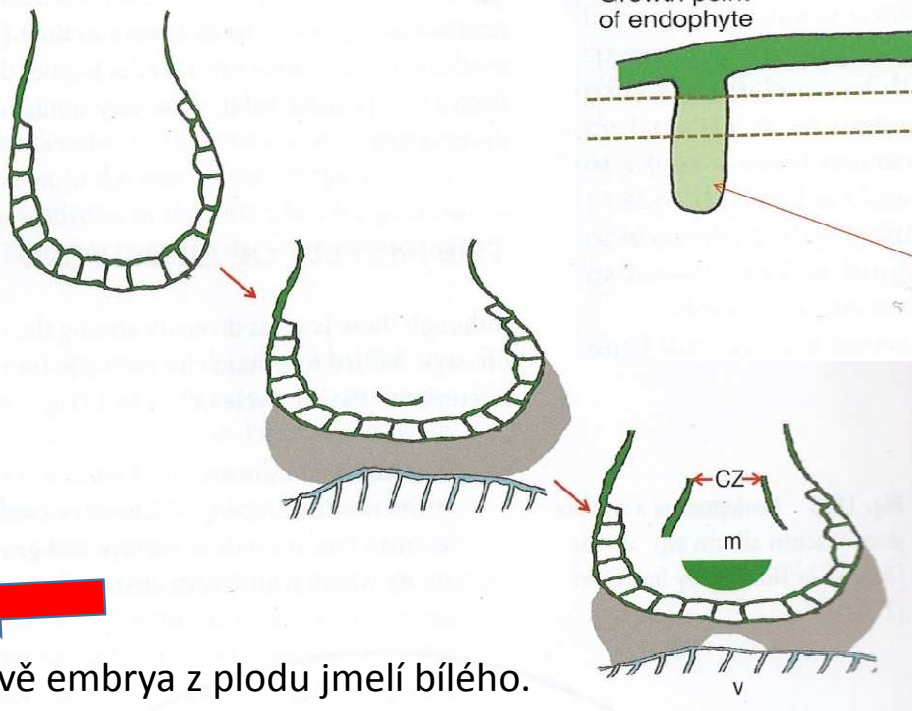
Napojení parazita na hostitele



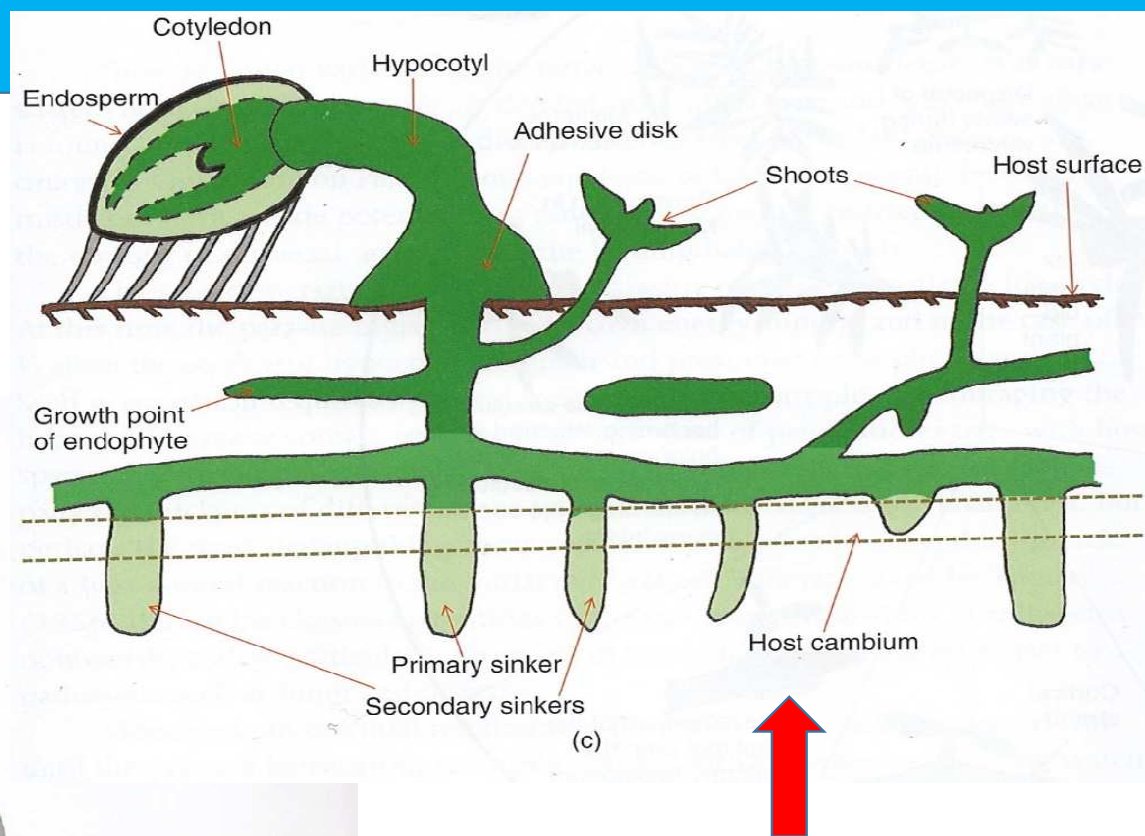


Haustorium jmelí pronikající do hostitele

Podélný řez dokumentující vývoj přichycovacího (adhesivního) disku na konci hypokotylu Jmelí bílého (m - oblast meristému, ze kterého vyrůstá haustorium; v – hostitelská rostlina)



Dvě embrya z plodu jmelí bílého.

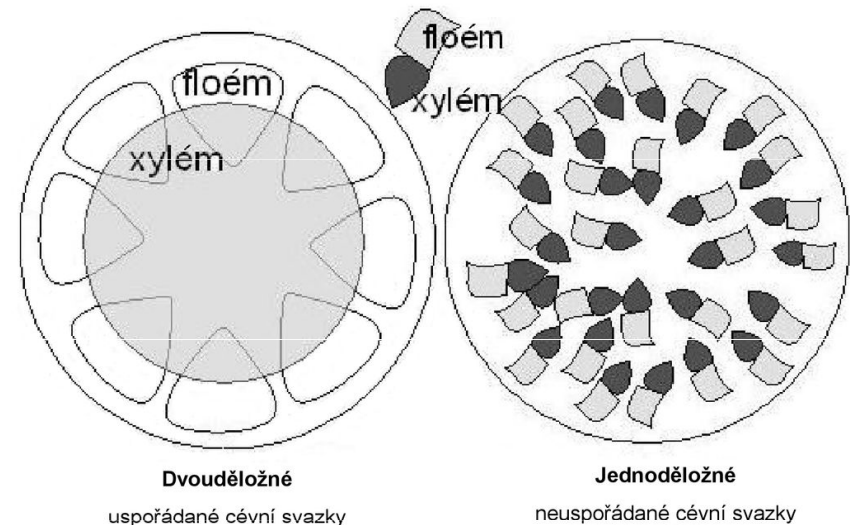
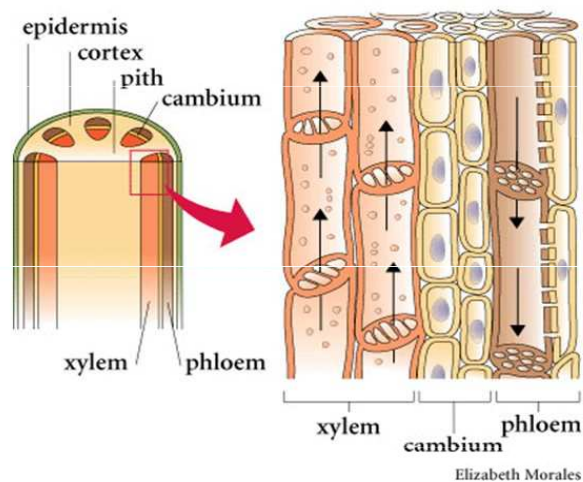


Vývoj endofytu jmelí bílého

Haustorium – základní adaptace k parazitismu

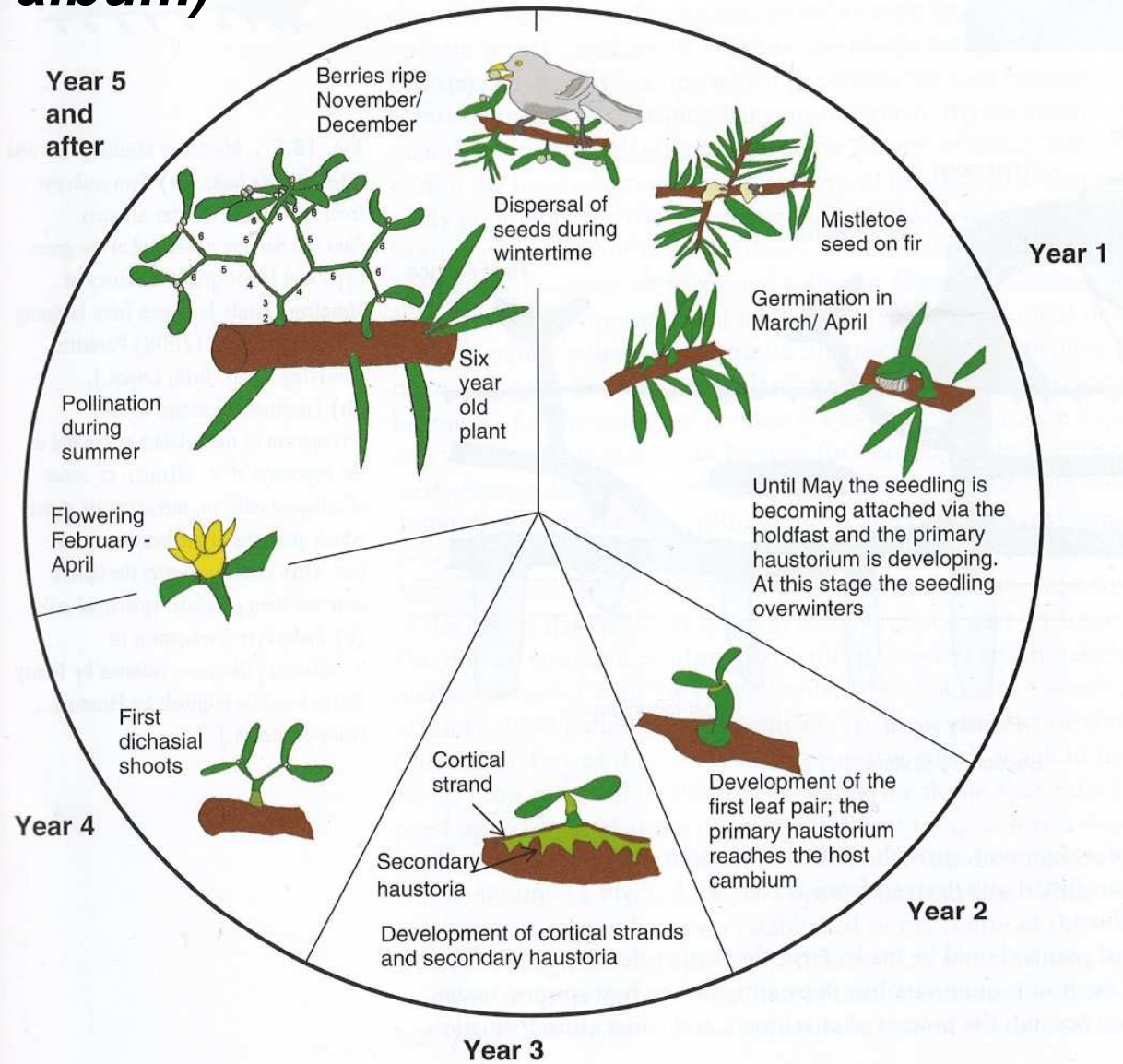
napojení na xylém: pasivní (přes buněčnou stěnu)
aktivní (transferové parenchymatické buňky)

napojení na floém: přes kontaktní buňku (objímající sítkovici)
pomocí sítka (vznikne, v boční stěně sítkovice vlivem působení parazita)





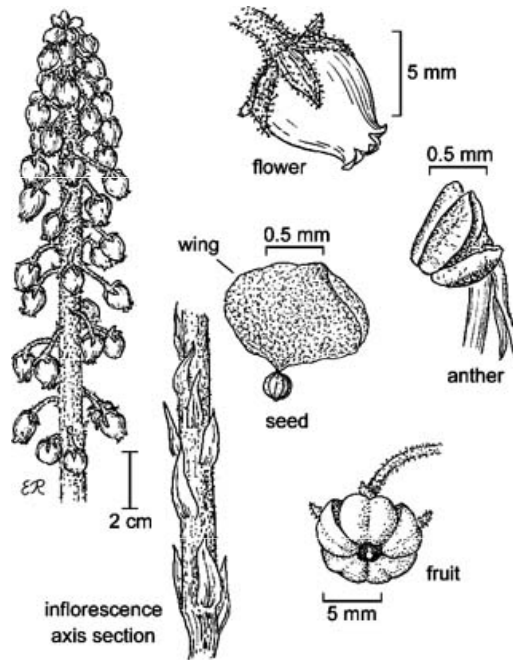
Vývoj jmelí bílého (*Viscum album*)



Mykorizní epiparazitismus

Mykorizní epiparazitismus

A



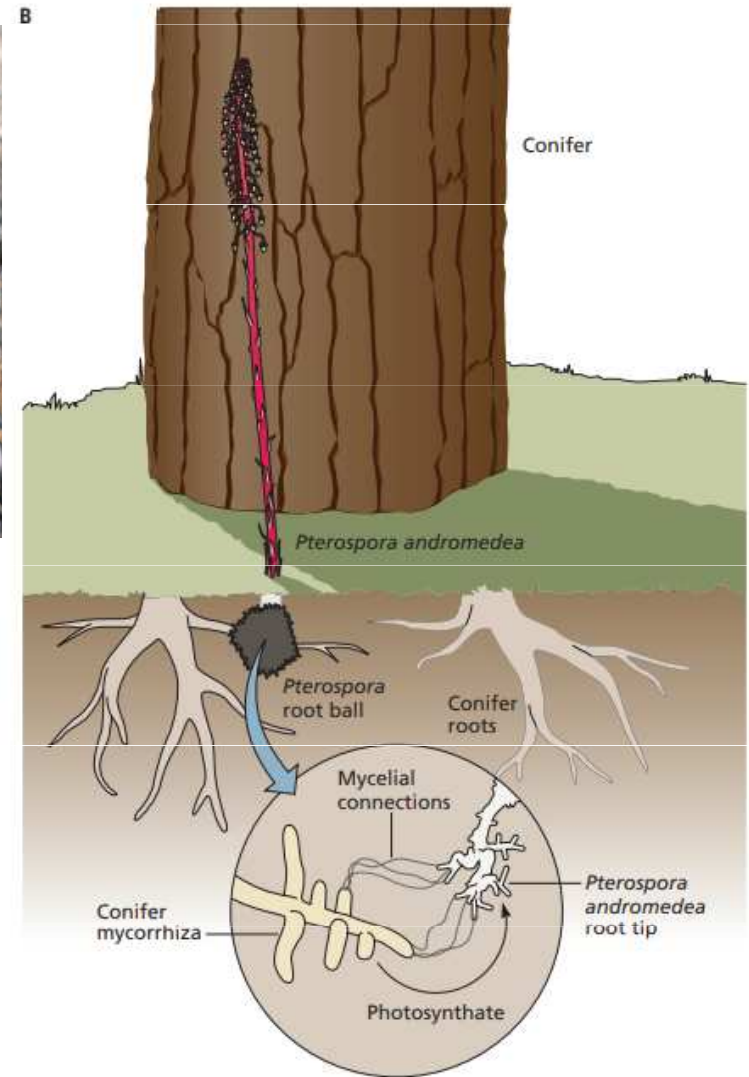
Pterospora andromedea

© Regents of the University of California

Mykorizní epiparazit, *Pterospora andromedea* (A) neobsahuje chlorofyl (B) organický uhlík přijímá díky mykorizní houbě (*Rhizopogon*), která slouží jako propojení mezi jejími kořeny a kořeny hostitelské rostliny, což je obvykle jehličnan. Je to příklad tak zvaného mykorizního epiparazitismu.



B





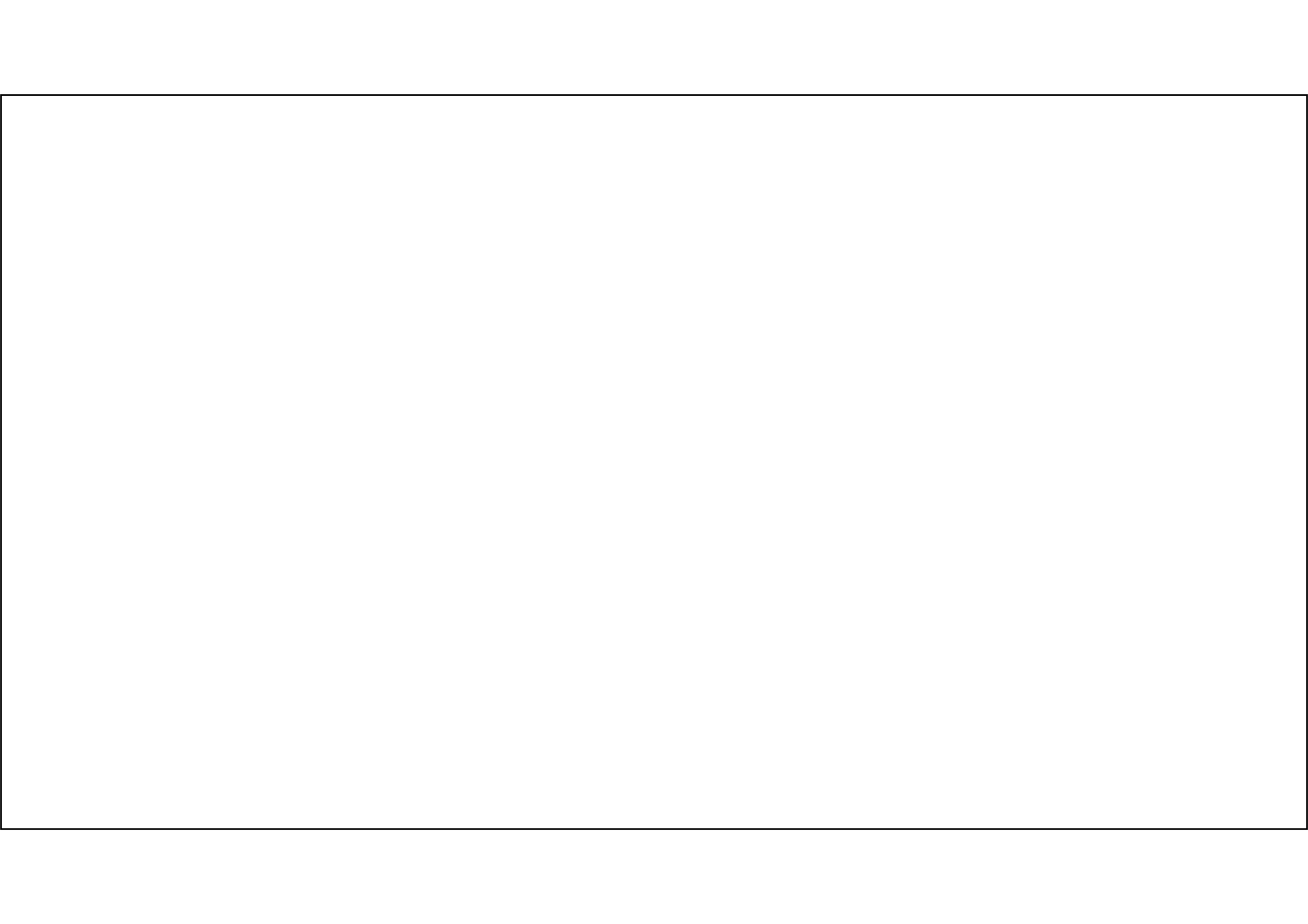
© Keir Morse

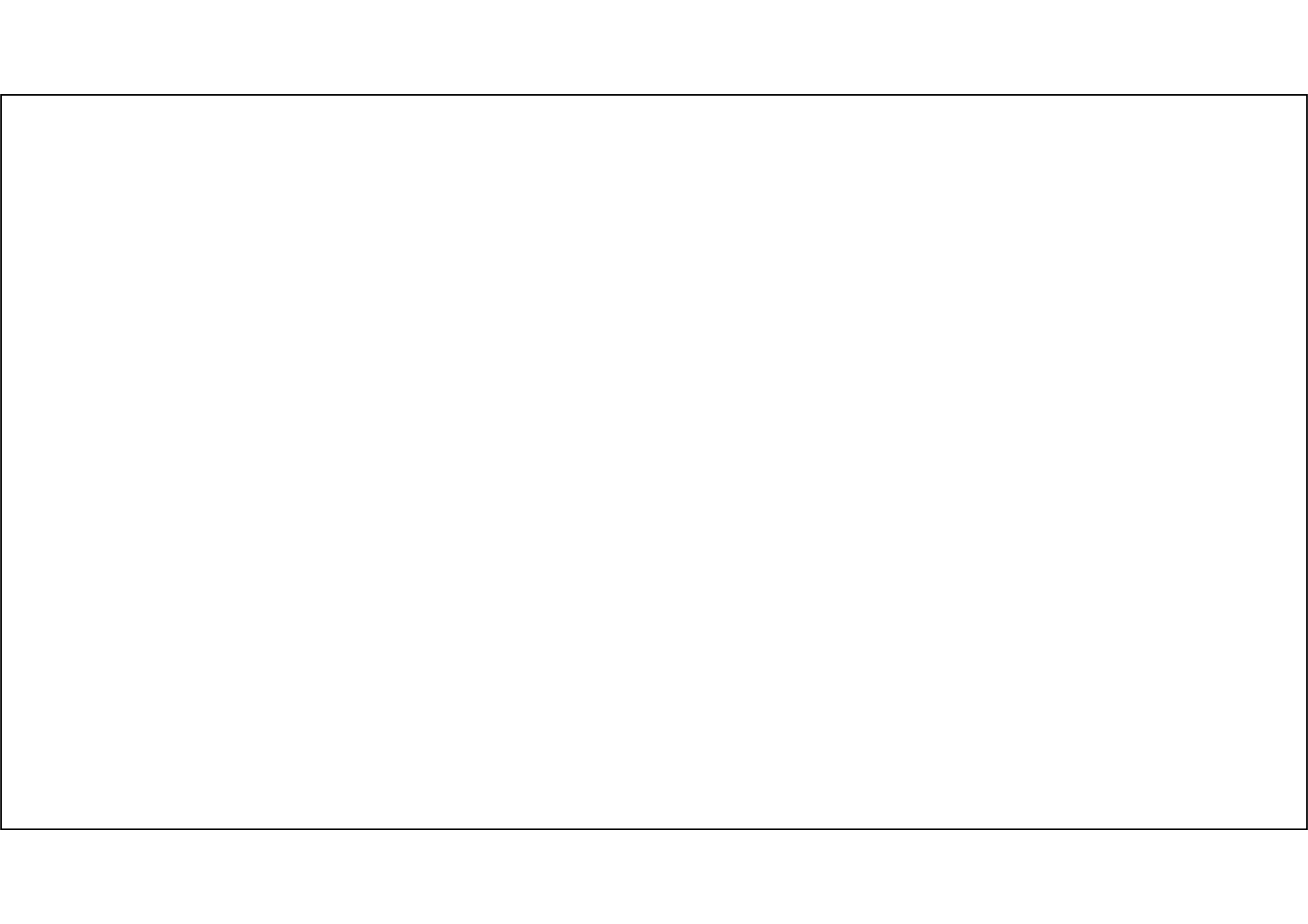


Slichter
2009



© Al Schneider





Typy mezidruhových vztahů

Název	druh A	druh B	Charakter vztahu
Neutralismus	0	0	Druhy žijí na stejném stanovišti, ale vzájemně se neovlivňují
Kompetice (konkurence)	-	-	Oba druhy soutěží o stejný potravní zdroj, vztah má zpravidla nepříznivý vliv na populace obou druhů
Komensalismus	+	0	Komezál (druh A) má ze soužití prospěch (potravní) jeho hostitel /druh B) však není ovlivněn
Protokooperace	+	+	Vzájemně výhodný volný vztah, organismy nejsou v těsném vztahu (na rozdíl od mutualismu)
Mutualismus	+	+	Těsná kooperace dvou druhů, dříve označováno jako symbióza
Amensalismus (allelopatie)	0	-	Inhibitor (druh A) produkuje látky toxické pro amenzála (druh B)
Parazitismus	+	-	Druh A parazitem druhu B; druh B určitou dobu přežívá, není druhem A přímo konzumován
Predace	+	-	Druh A je potravou pro druh B (výsledkem interakce je okamžitá likvidace druhu B)
Patogen	+	-	Je choroboplodný zárodek nebo původce nemoci (druh A) je to biologický faktor (organismus), který může zapříčinit onemocnění hostitele (druh B)

Parazit obligátní

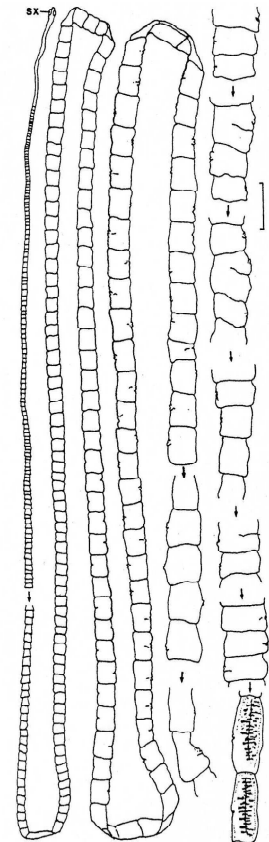
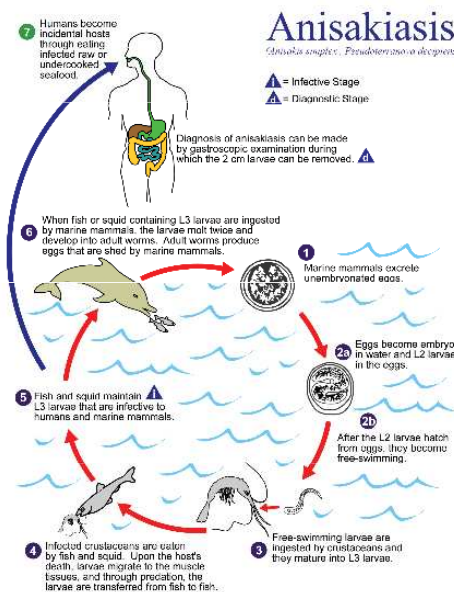
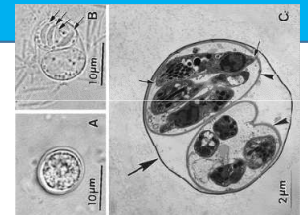
- ▶ Jeden hostitel a velmi slabé nebo
- ▶ žádné poškozování hostitele

▶ Hostitel přežívá !

▶ Andreson & May (1979) :
typický parazit – závisí na intenzitě
infekce (**makroparazit**)
patogen – nezávislý na intenzitě infekce
(**mikroparazit**)

Přenos parazitů:

- (1) přímo (např. kontaktem)
- (2) troficky (nezbytné je usmrcení hostitele)
- (3) vektorem (krev sající členovec)



		Number of Victims (Hosts or Prey) per Life Stage			
		1		>1	
		Death of host required?			
		No	Yes		
Victim Fitness	>0	Typical Parasite	Trophically Transmitted Parasite	Micropredator	
	0	Parasitic Castrator	Trophically Transmitted Parasitic Castrator OR Parasitoid	Typical Predator	



Herbivorie

Co je to herbivorie ?

- Herbivorie je **spotřeba rostlinných materiálů** živočichy a herbivoři jsou **živočichové schopni požírat rostliny**.
- Podobně jako u **interakce predátor-kořist** jsou u obou **důležité speciální adaptace**. Například, aby byla redukováno poškození rostlin působené herbivory, vyvinuly rostliny adaptace, které je chrání, včetně **mechanických trnů a ostnů** a **chemické ochrany**.
- Vědci **identifikovali tisíce obranných** chemických látek rostlinného původu včetně takových jako **nikotin a kokain** (Coley a Baron, 1996).
- Aby byl příjem rostlin **jako potravy maximální**, mají herbivoři **speciální adaptace**, které jim umožní získávat **z rostlin maximální množství živin**.
- Některý hmyz, jako např. **motýli**, mají **chemické receptory**, které jim **dovolují testovat** různé části rostliny, ještě před tím, **než je pozřou jako potravu**.
- Herbivoři z řad savců, často smyslová používají **čidla pro identifikaci pachu** nebo **detekci hořkých látek**. Preferují jako potravu **mladé listoví** obsahující **menší množství chemických látek**.

Herbivorie

Vztah herbivor - rostlina

Většinou nevede k úhynu jedince

Někdy pravá predace - fytoplankton, granivorie

V terestrických ekosystémech herbivoři odjímají kolem 18% biomasy,
ve vodních až 50%

Strava není příliš výživná - 0,03 - 7% dusíku (hmyz 10x tolik)

Velikost herbivorů rozmanitá: bezobratlí - velcí savci

Herbivorie

Hositelská rostlina

- ▶ Herbivor je menší jak rostlina

Trávy, byliny

- ▶ Spásání (kobylinky, skot)

Listy, výhonky

- ▶ Okus (srnky)
- ▶ Minování (hloubení chodbiček - larvy hmyzu)
- ▶ Sání (mšice, ploštěnky)

Granivorie, folivorie,
frugivorie,...



Herbivorie: kompenzační mechanismus na úrovni populace

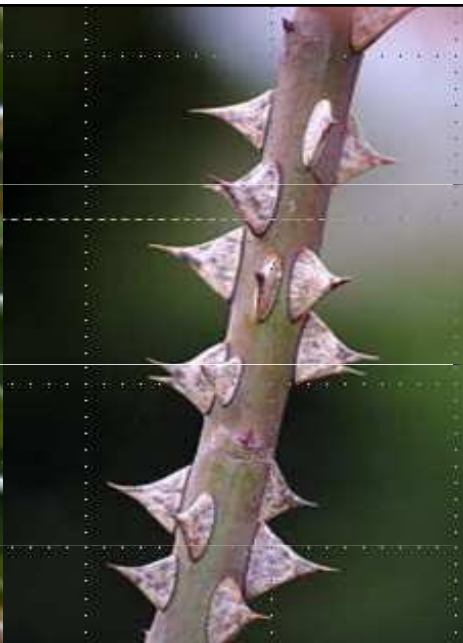
„Top down“

- ▶ Herbivoři jsou z hora regulováni predátory a patogeny

„Bottom-up“

- ▶ Ne vše zelené je jedlé
- ▶ Absence živin
- ▶ Přítomnost toxinů
- ▶ Těžká stravitelnost





Ochrana rostlin před predátory/herbivory