

Organismus jako prostředí !

Parazitismus jako ekologický pojem

Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších typů
ekosystémů

Ještě nezbytná úprava !

(47 až 60)

Osnova přednášky

- Fenomén parazitismu
- Co je parazitologie
- Paraziti a evoluce člověka
- První parazit ?
- Diverzita parazitů
- Typy parazitismu
- Hostitel a jeho klasifikace
- Význam parazitů
- Perspektivy parazitologie

Za Zemi jsou čtyři typy prostředí:



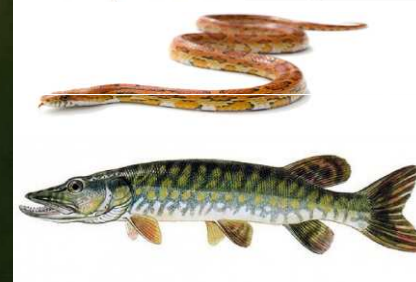
Voda

Půda

Vzduch

Organismy

Rozmanitost typů prostředí



Na Zemi 4 typy prostředí:

Hydrosféra - Voda

Litosféra - Půda

Atmosféra - Vzduch

Biosféra - Organismy →

Paraziti

1 druh organismu = 1 druh parazita → **Paraziti tvoří polovinu Biosféry**

Co je to parazit ?

Raison d'être for parasitologists !

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

Parazit – organismus (mikroorganismus, rostlina, živočich), který žije na těle nebo uvnitř těla jiného organismu (hostitele), živí se na jeho úkor a tím mu škodí.

Kdo to je parazitolog ?

Quaint person who seeks truth in strange places, person who sits on one stool, staring at another.

Co je to parazit/parazitismus ?

- 1) Původně označení těch, kteří **obsluhovali při chrámových slavnostech**
- 2) Později **označení prospěchářů** (příživníků), kteří dostanou jídlo za příjemnou konverzaci nebo poskytnutí nějaké služby
– běžné postavy v řecké komedii
- 3) O několik století později, život, **který čerpá z jiných životů**

Pojem **parasite** poprvé použit v **angličtině roku 1539**; slovo *parasite* pochází ze středověké francouzštiny *parasite* a to z latinského *parasitus*, a to vzniklo latinizací původního pojmu pocházejícího ze starověké řečtiny **παράσιτος** (*parasitos*), tj. „ten kdo ujídá ze stolu druhého“, a ten pak ze slov *παρά* (*para*) „vedle“ + *σῖτος* (*sitos*), „pokrmu“.

Parasitism - v angličtině tento pojem ukotven v roce 1611, *parasitism* - jeho původ se odvozuje z řeckého *παρά* (*para*) + *σιτισμός* (*sitismos*) „pojídání, tloustnutí“.



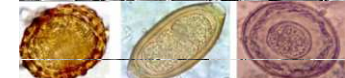
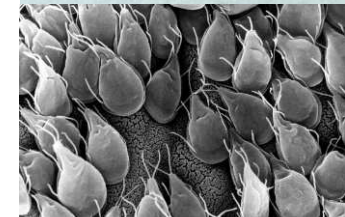
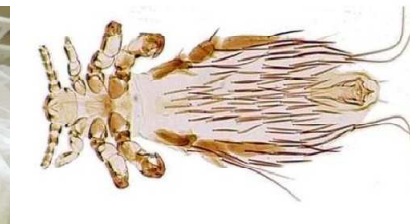
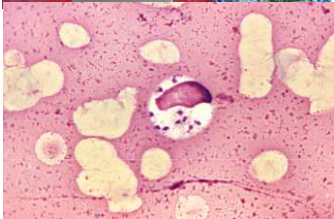
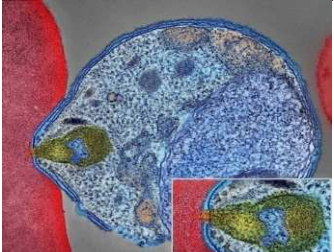
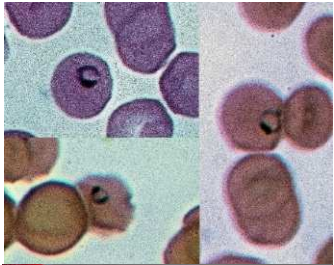
Maska parazita



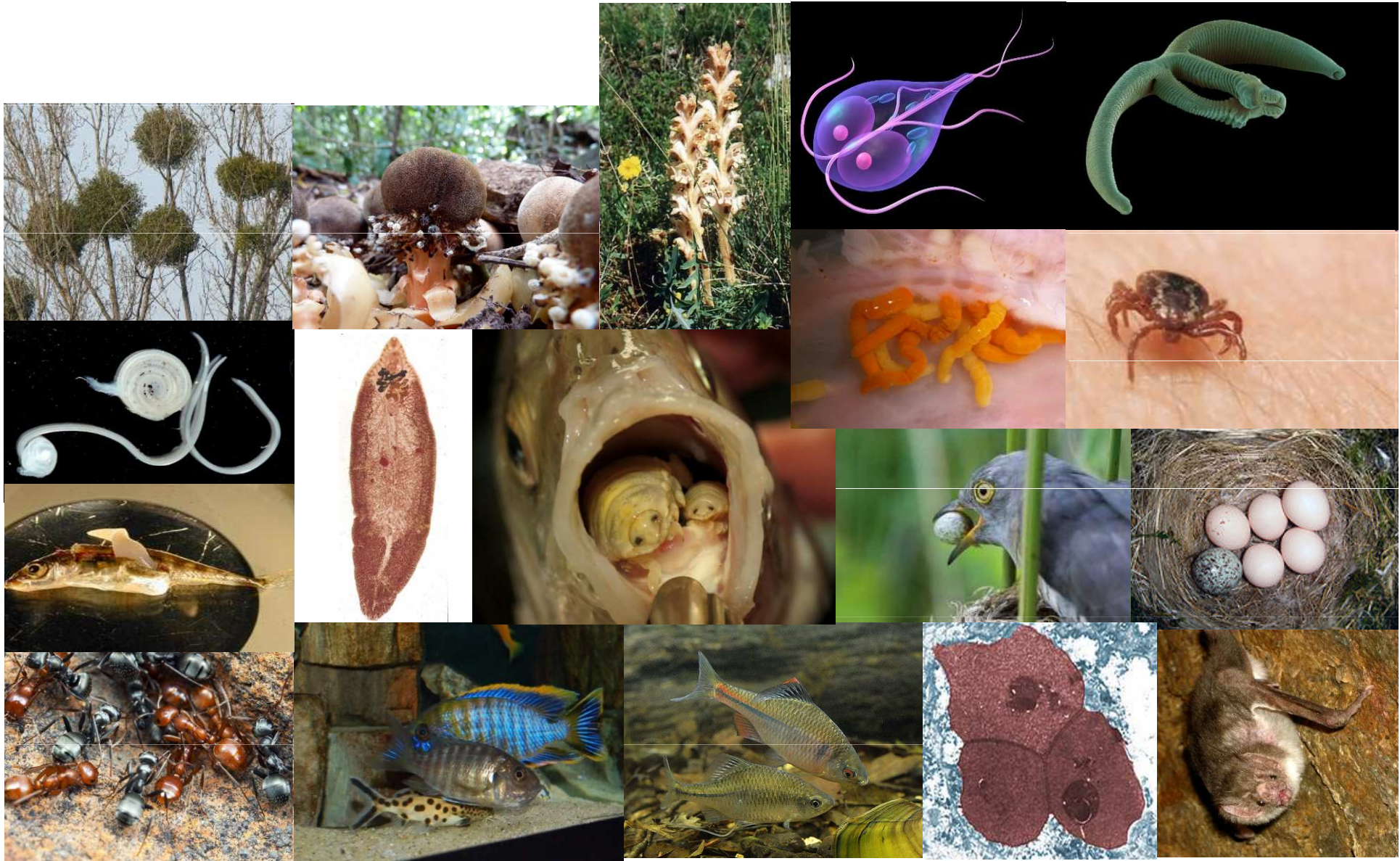
Schweinebandwurm (Taenia solium)

Parazit je organismus, který žije na jiném organismu zvaném hostitel nebo v něm. Patří mezi ně organismy jako:

- ***Plasmodium* spp.**, parazitický prvok, který způsobuje malárii. Čtyři druhy infekční pro člověka jsou *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. vivax* a *P. ovale*.
- ***Leishmanie***, jednobuněčné organismy, které způsobují leishmaniózu
- ***Entamoeba* a *Giardia***, které způsobují střevní infekce (úplavice a průjem)
- **Mnohobuněčné organismy a střevní červi (helminti)**, jako jsou *Schistosoma* spp., *Wuchereria bancrofti*, *Necator americanus* (měchovec) a *Taenia* spp. (tasemnice)
- **Ektoparazité**, jako jsou klíšťata, svrab a vši

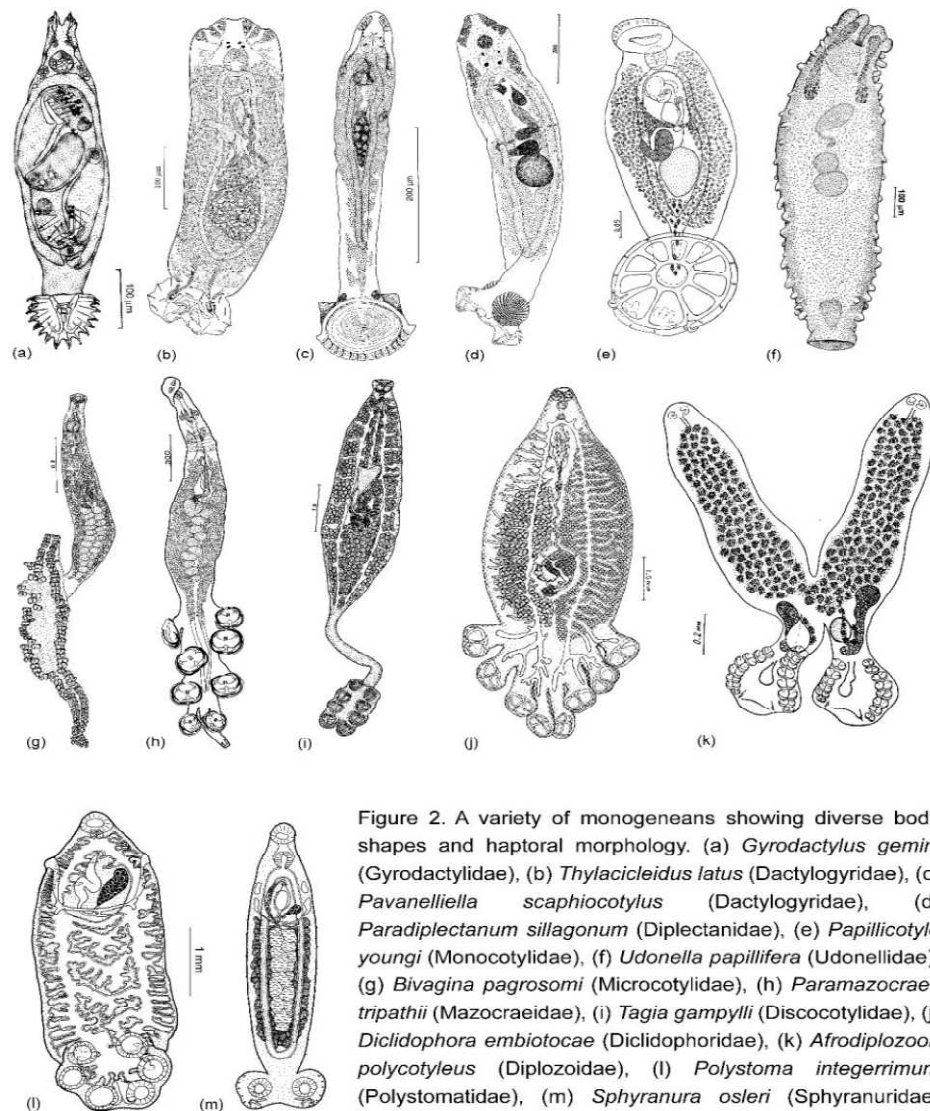


Rozmanitost cizopasníků

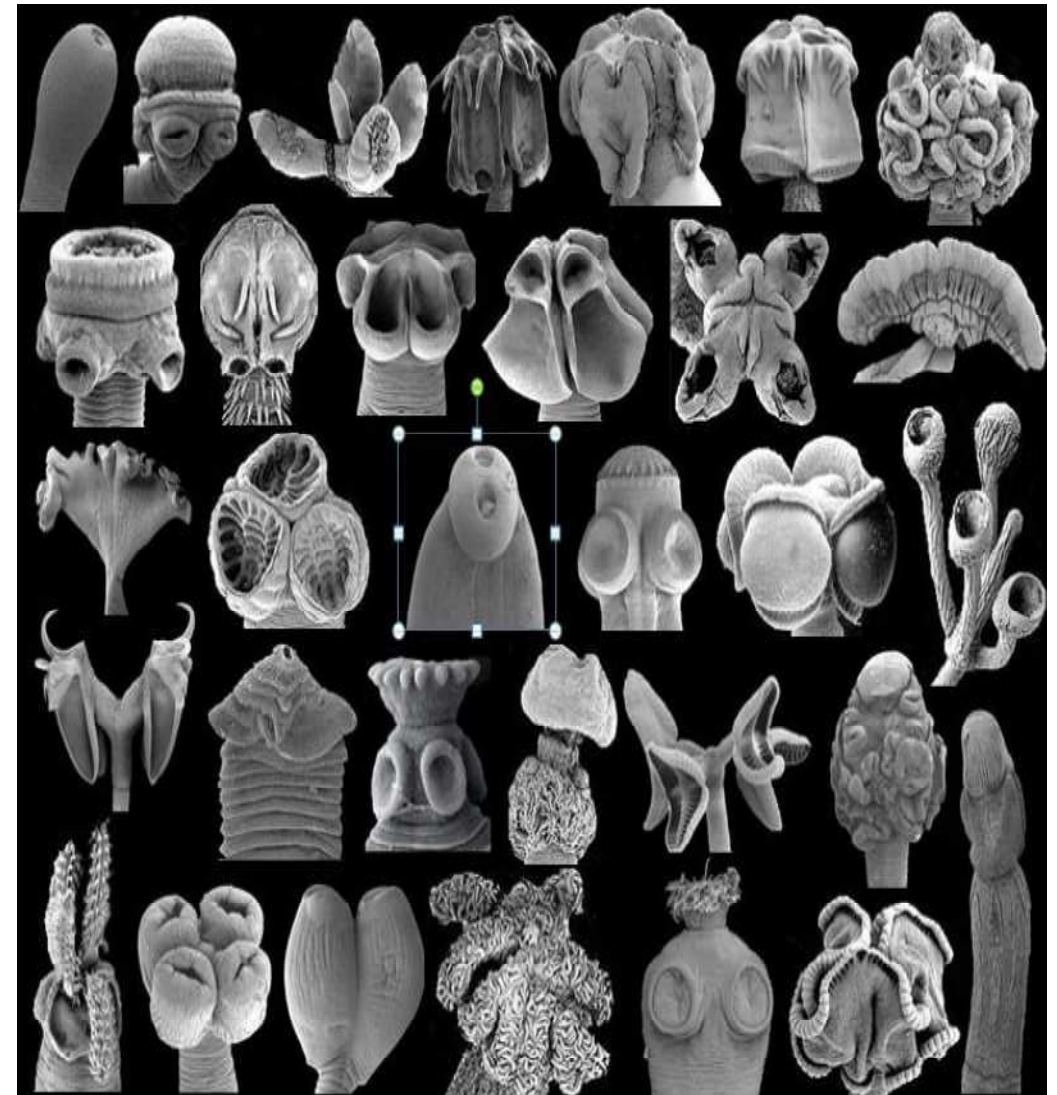


Nesmírná strukturální diverzita cizopasníků

Variety of **monogenean body shapes** and haptor morphology



Variety of types of **scolexes** of cestodes



Jaké jsou tři typy parazitů?

Mezi tři hlavní typy parazitů, kteří způsobují onemocnění u lidí, patří:

Prvoci

- Prvoci jsou jednobuněčné organismy, bez mikroskopu prakticky neviditelní. Mohou žít ve střevech nebo v krvi a tkáních. Mohou se šířit kontaminovanými potravinami nebo vodou, kontaktem mezi lidmi nebo kousnutím přenašeče.
- Existují desítky tisíc různých druhů prvoků. Odborníci je klasifikují podle toho, jak se pohybují. Mezi hlavní typy, které mají vliv na člověka patří:
- **Améba.** Améby vytvářejí dočasné panožky (pseudopodia) k pohybu. Améba *Entamoeba histolytica* způsobuje **úplavici**.
- **Nálevníci.** Nálevníci používají mnoho krátkých, vlasovitých řasinek k pohybu a sběru potravy. *Balantidium coli* (B. coli) je jediný nálevník, který postihuje lidi. Způsobuje úplavici.
- **Bičíkovci.** Bičíkovci používají jeden nebo více bičíků k pohybu. Bičíkovec *Giardia intestinalis* způsobuje **giardiózu** a *Trypanosoma brucei* způsobuje **spavou nemoc**.
- **Sporozoa** (Apicomplexa) jsou sporozoa neschopna pohybu. Přijímají potravu, kterou jejich hostitel tráví, nebo obsahují tělesné tekutiny svého hostitele. *Plasmodium* způsobuje **malárii** a *Cryptosporidium* způsobuje **kryptosporidiózu**.

Jaké jsou tři typy parazitů?

Mezi tři hlavní typy parazitů, kteří způsobují onemocnění u lidí patří:

Helminti

- Helminti jsou parazitičtí červi, kteří **obvykle žijí v gastrointestinálním (GI) traktu**. Člověka. Trávicí trakt je tvořen řadou dutých orgánů, které se navzájem spojují od úst až po konečník, včetně žaludku, tenkého a tlustého střeva. Helminti jsou v dospělosti viditelní pouhým okem – pohybují se **od většího než 1 milimetru do většího než 1 metr**. Mezi hlavní typy helmintů, které postihují lidi, patří:
- **Motolice**. Motolice se mohou šířit kontaminovanou vodou nebo některými vodními živočichy, včetně plžů, krabů a ryb. Existuje mnoho různých typů motolic, které mohou **infikovat lidskou krev, močový měchýř, játra, plíce, střeva a další orgány**.
- **Tasemnice**. Dospělé tasemnice jsou dlouzí, ploší červi žijící ve střevech, se živí se **živinami, které jejich hostitel získává z potravy**. Šíří se kladením vajíček do těla svého hostitele. Vajíčka pak opouštějí tělo hostitele s výkaly. Vajíčka se **šíří vodou nebo infikovaným jídlem, larvami v nedostatečně tepelně upraveným masem**.
- **Hlístice**. Škrkavky jsou relativně malé hlístice, kteří **žijí ve střevech**. Šíří se z **infikovaných výkalů nebo půdy**. Existuje mnoho různých druhů škrkavek.

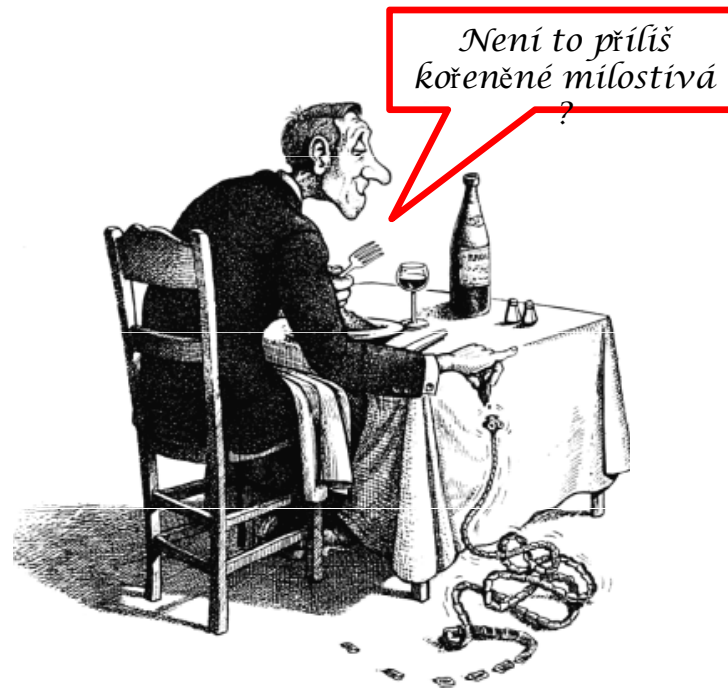
Jaké jsou tři typy parazitů?

Mezi tři hlavní typy parazitů, kteří způsobují onemocnění u lidí, patří:

Ektoparazité

- Ektoparazit je parazit, který **žije na povrchu těla svého hostitele**. Jsou to často **vektori - přenašeči (organismy, které přenášejí nemoci** mezi zvířaty a lidmi), které obvykle přenášejí infekce krví. Mnoho tvorů, které zdravotníci klasifikují jako vektory, se živí vaší krví. Obecně zahrnují:
- **Blechy**. Blechy jsou drobný, bezkřídlý hmyz se silnými zadními nohama, které používají ke skákání na velké vzdálenosti. **Infikované blechy mohou šířit nemoci, když sají na svém hostiteli nebo pokud hostitel omylem spolknou infikovanou blechu.**
- **Vši a mušky**. Vši jsou drobný, plochý hmyz, který se pohybuje plazem. **Vši žijí na vlasech na hlavě. Vši mušky žijí na pubickém ochlupení**, v blízkosti genitálií. Oba druhy vší se přenášejí z člověka na člověka blízkým kontaktem, který může zahrnovat pohlavní styk nebo sdílení osobních věcí, jako jsou prostěradla, polštáře nebo ručníky.
- **Roztoči**. Roztoči jsou malí pavoukovci (osminozí členovci), kteří jsou příbuzní pavouků a klíšťat. Jsou obvykle menší než 1 milimetr. Některé typy **mohou způsobit svrab**.
- **Klíšťata**. Klíšťata jsou pavoukovci. Jejich kousnutí obvykle nezpůsobuje bolest ani svědění. **Obvykle člověku zavrtají do kůže a pak sají krev**. Běžně se vyskytují v zalesněných oblastech nebo na travnatých polích.

Kdo je to parazitolog a jak se jím stát ?



Vědec zabývající se parazitologií se nazývá parazitolog !

„Quaint person who seeks truth in strange places, person who sits on one stool, staring at another“

Parazitologické nobelovky



Parazitologické „Nobelovky“

Nobelova cena! Nejvyšší meta, jaké může vědec dosáhnout. Parazitologové získávají toto ocenění nejčastěji v kategorii fyziologie a lékařství. Pro parazitology byl velmi významný rok 2015, kdy byla Nobelova cena udělena **Williamu C. Campbellovi** (A) a **Satoši Omurovi** (B) za lék proti parazitickým hlísticím a **Tchu Jou-jou** (C) za příspěvek k léčbě malárie. Ale nebylo to zdaleka poprvé, kdy parazitologové takto „zabodovali“. Nobelovy ceny se předávají od roku 1901 a hned



Patrick Manson

Sir Patrick Manson (A), objevitel přenosu malárie přes komáry rodu *Anopheles* zobrazené zde na poštovních známkách (B), byl skotský lékař, který se narodil 3. října 1844 nedaleko Aberdeenu a zemřel 9. dubna 1922 v Londýně ve věku 77 let. (Zdroj: A, Wikipedia; B, archiv Jana Votýpky)



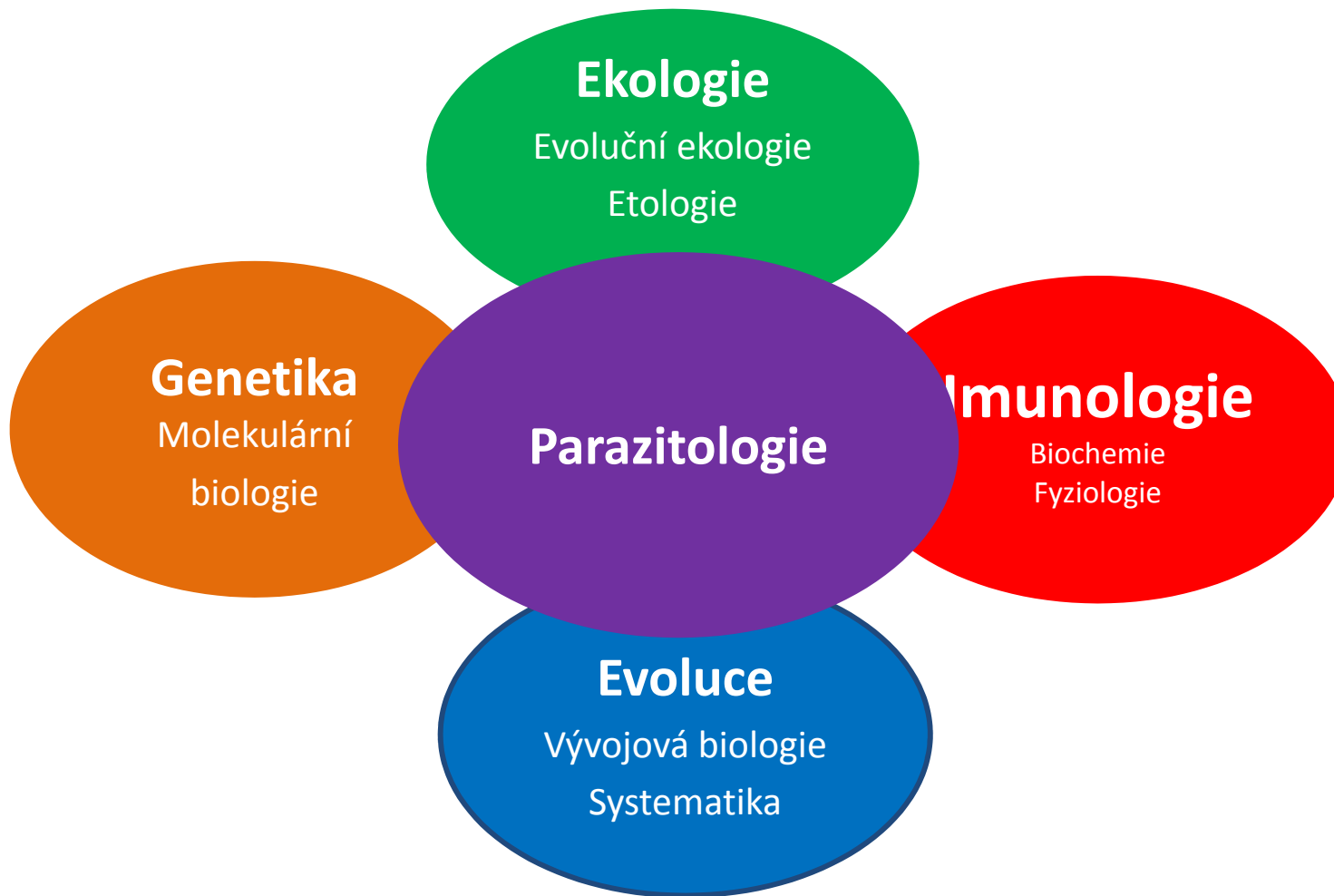
Parazitologické nobelovky

- **William C. Campbell** se narodil v roce 1930 v irském Rameltonu. Poté, co v roce 1952 získal bakalářský titul na Trinity College, University of Dublin, Irsko, získal v roce 1957 doktorát na University of Wisconsin, Madison, WI, USA. V letech 1957-1990 působil v Merck Institute for Therapeutic Research, v letech 1984-1990 jako vedoucí vědecký pracovník a ředitel pro výzkum a vývoj testů. Campbell je v současné době emeritním výzkumným pracovníkem na Drew University, Madison, New Jersey, USA.
- **Satoši Ōmura** se narodil v roce 1935 v prefektuře Jamanashi v Japonsku a je japonským občanem. V roce 1968 získal doktorát z farmaceutických věd na Tokijské univerzitě v Japonsku a v roce 1970 doktorát z chemie na Tokijské vědecké univerzitě. V letech 1965-1971 působil jako výzkumný pracovník na institutu Kitasato v Japonsku a v letech 1975-2007 jako profesor na univerzitě Kitasato v Japonsku. Od roku 2007 je Satoshi Ōmura emeritním profesorem na Kitasato University.
- **Tu Jou-jou** se narodila v roce 1930 v Číně a je čínským občanem. V roce 1955 absolvovala katedru farmacie na Pekingské lékařské univerzitě. V letech 1965-1978 byla odbornou asistentkou na Čínské akademii tradiční čínské medicíny, v letech 1979-1984 docentkou a od roku 1985 profesorkou na též institutu. Od roku 2000 je hlavním profesorem na Čínské akademii tradiční čínské medicíny.

Parazitologie jako vědecká disciplína

- **Parazitologie** je studium **parazitů**, jejich **hostitelů** a **vztahů** mezi nimi.
- Parazitologie jako **biologická disciplína** není vymezena nějakých konkrétním organismem nebo prostředím, ale především **způsobem jejich života – parazitismem**.
- Parazitologie je **komplexní věda** a využívá poznatků mnoha **dalších vědních disciplín**. Čerpá z technik, metod a poznatků řady oborů, jako např.: **cytologie a buněčná biologie, histologie, patologie, imunologie, fyziologie, biochemie, farmakologie, molekulární biologie a genetika, bioinformatika** a v neposlední řadě také **ekologie, evoluce a matematické modelování a statistika**.

Parazitologie jako komplexní věda



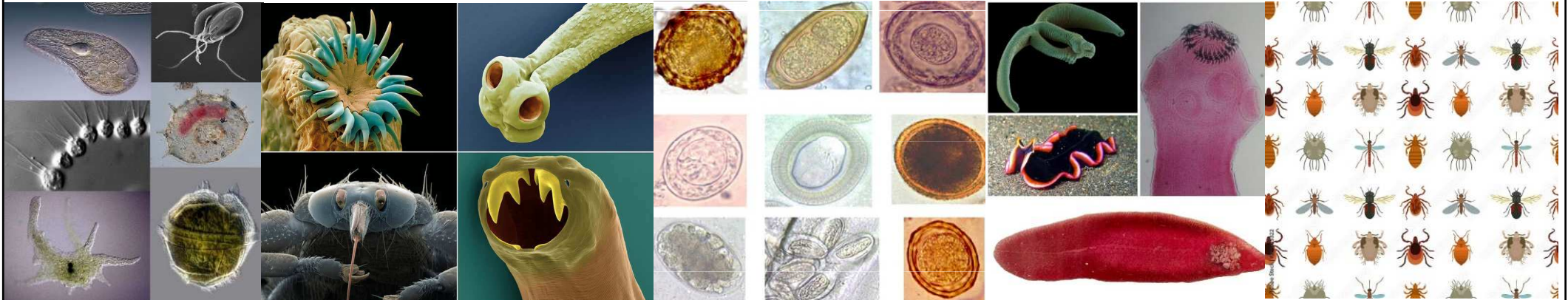
Základní oborové členění parazitologie

Klasické:

- Protozoologie
- Helminotologie
- Arachnoentomologie

Aplikované:

- Lékařská parazitologie
- Veterinární parazitologie
- Klinická parazitologie



Protista

Helminti

Členovci

Lékařská – humánní parazitologie

Parazitolog F. E. G. Cox poznamenal, že "**lidé jsou hostiteli téměř 300 druhů parazitických červů a více než 70 druhů prvoků**", z nichž někteří

- (1) **pocházejí z našich předků primátů a**
- (2) **někteří jsou získáni ze zvířat, která jsme domestikovali nebo s nimiž jsme přišli do styku během naší relativně krátké historie na Zemi.**

Jeden z největších oborů parazitologie, **lékařská parazitologie**, se zabývá **parazity, kteří infikují člověka, nemocemi** jimi způsobenými, klinickým obrazem **a reakcí** vyvolanou lidmi proti nim. Zabývá se také různými metodami jejich **diagnostiky, léčby** a v neposlední řadě jejich **prevencí a kontrolou**.

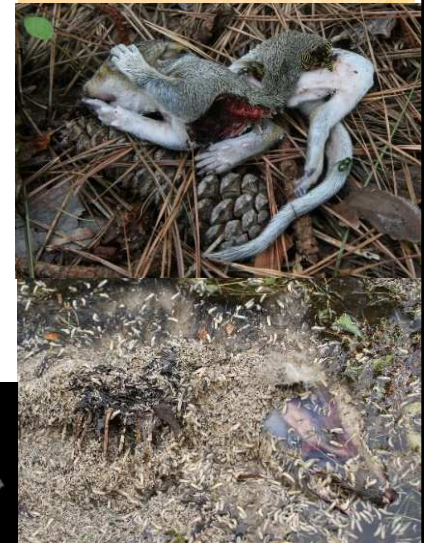
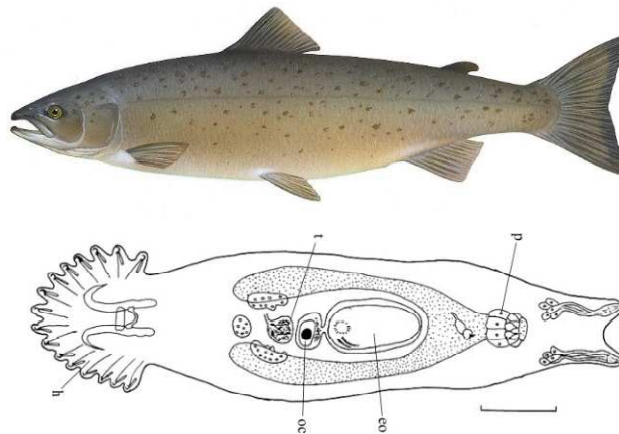
Lékařská parazitologie = Tropical Medicine !

Ekologický pohled ← PARAZITISMUS → Lékařský pohled

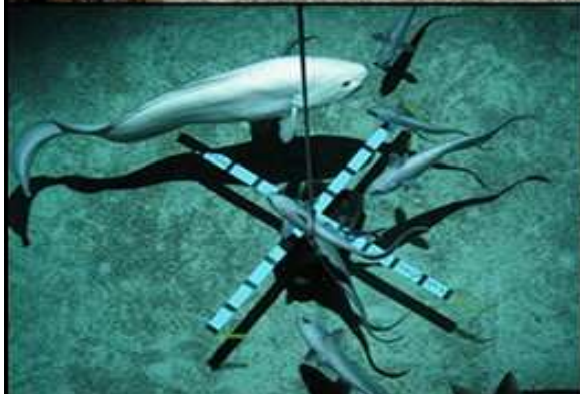


Veterinární parazitologie

- Studium parazitů, kteří způsobují ekonomické ztráty v **zemědělství** nebo **akvakultuře** nebo kteří infikují **zvířata v zájmovém chovu**. Příklady studovaných druhů jsou:
- ***Lucilia sericata*, masařka**, která klade vajíčka na kůži hospodářských zvířat. Červi se **vylíhnou a zavrtají se do masa**, čímž zvíře vystresují a způsobí farmářům **ekonomické ztráty**
- ***Gyrodactylus salaris, monogenea***, parazit lososa, který může vyhubit populace, které nejsou rezistentní.

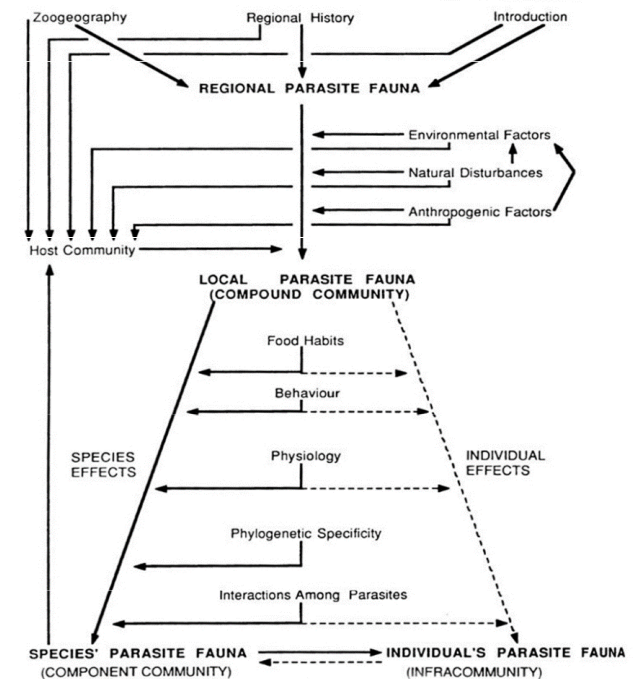
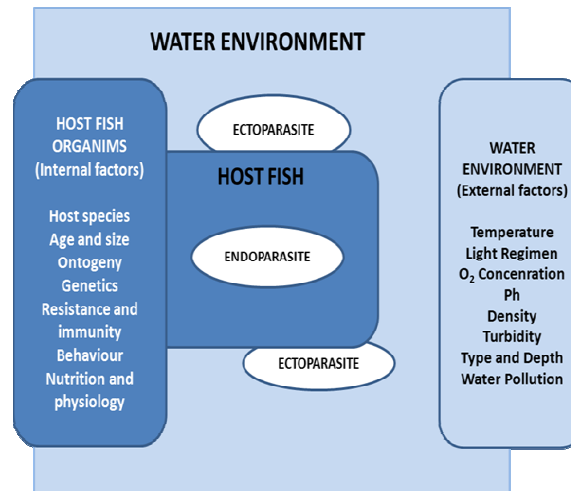
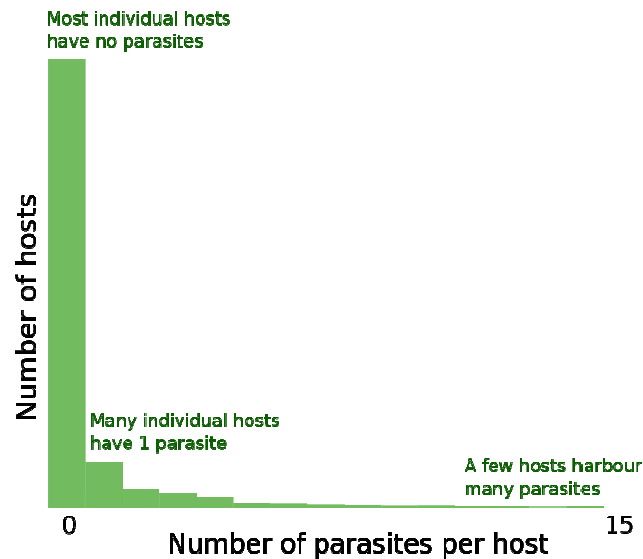


„Natural Science Parasitology“ EKOLOGICKÁ/EVOLUČNÍ PARAZITOLOGIE.

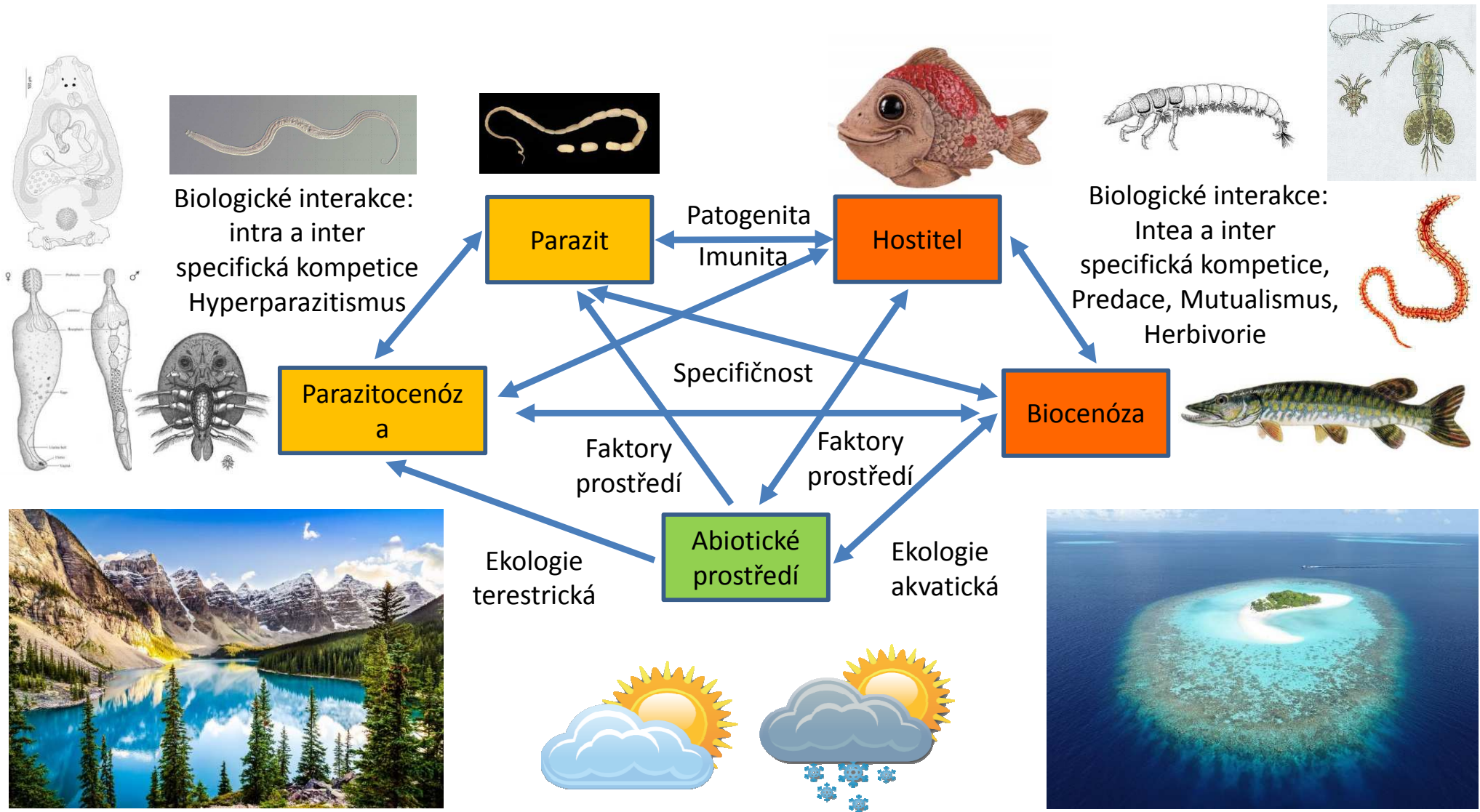


Ekologická (Natural Science) Environmentální parazitologie

Ekologie parazitů (neboli **ekologická parazitologie**) je studium intra- a interspecifických interakcí a **environmentálních vlivů**, které určují chování, abundanci, prostorovou distribuci a diverzitu parazitů (tzv. **parazit-centrická perspektiva**), stejně jako působení parazitů na chování, abundanci, výskyt, rezistenci a fitness jejich hostitelů (tzv. **hostitel-centrická perspektiva**).



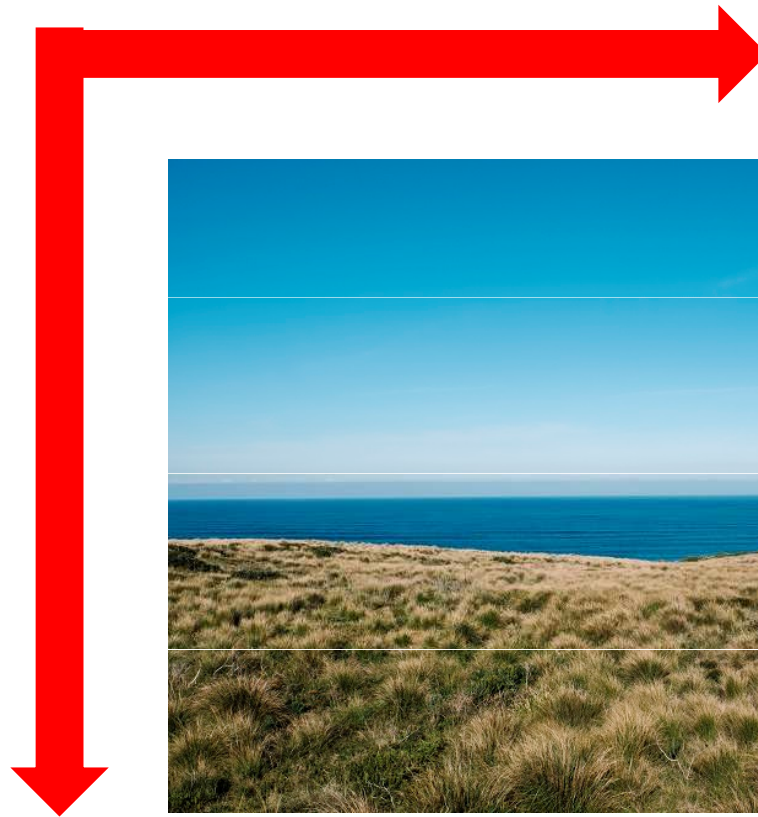
Vztahy mezi Parazitem, Hostitelem a Prostředím



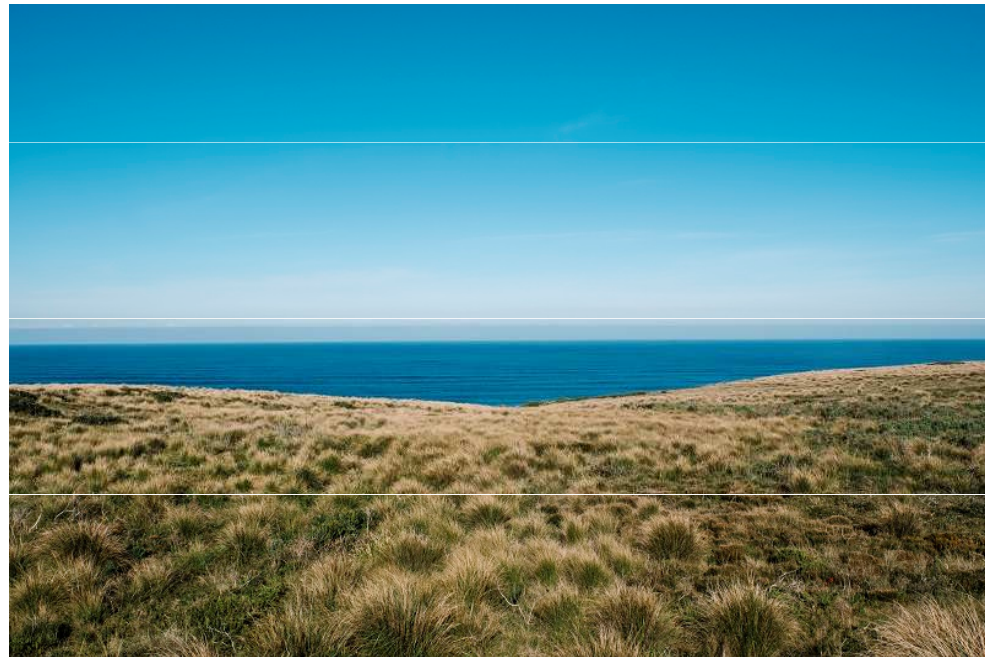
Šíření a přenos parazitů - „směr“ přenosu



Vertikální

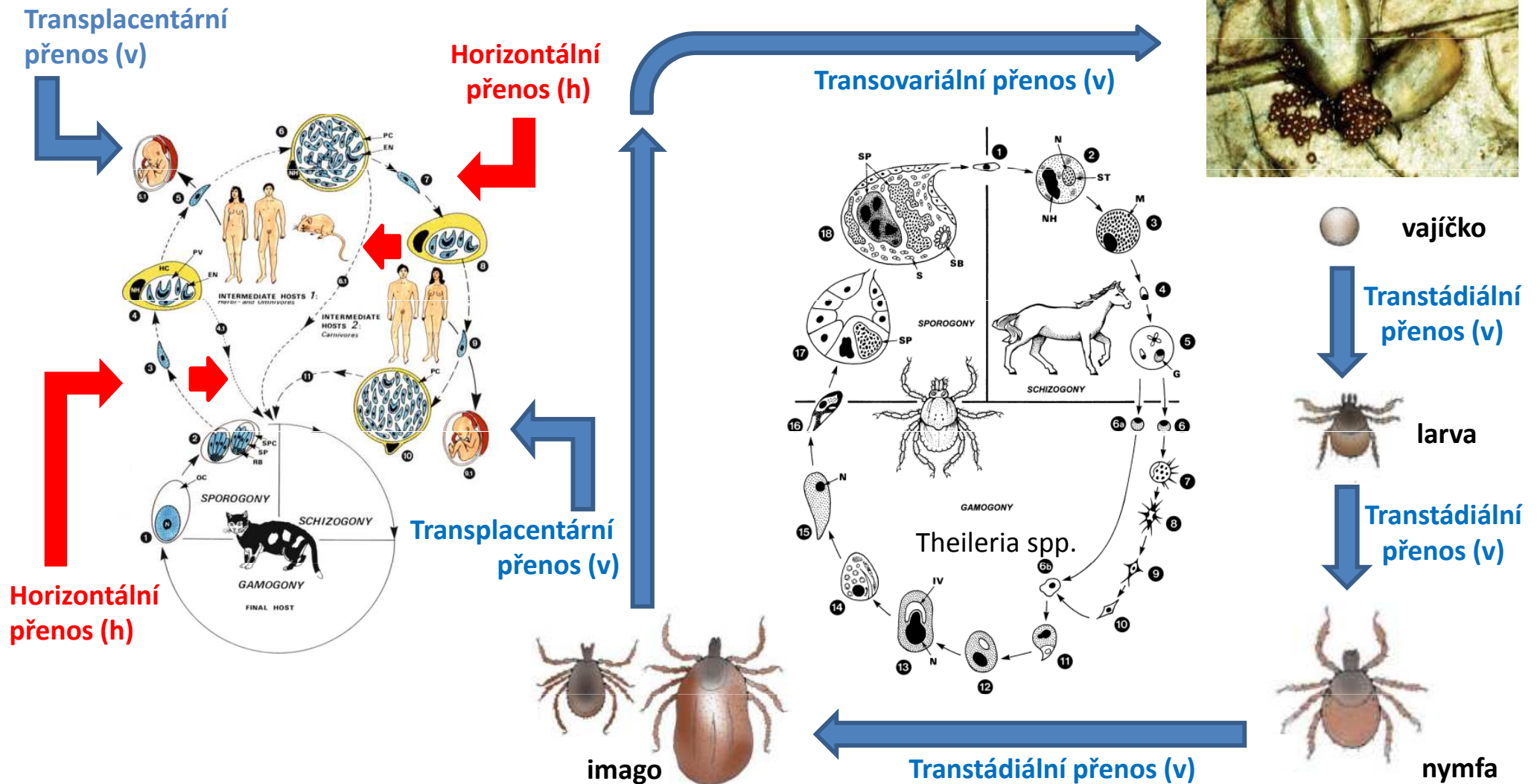


Horizontální



Horizontální a vertikální **osa** jsou dvě základní geometrické koncepce, které se využívají k **popisu polohy, orientace a pohybu objektů** v prostoru. V parazitologii **Horizontální** směr/přenos znamená šíření parazita mezi jedinci téže hostitelské skupiny/populace, např. **kontaktem**, zatímco jako **vertikální** šíření označujeme přenos z rodičů na potomstvo, tedy do příští generace, např. **transplacentárně**.

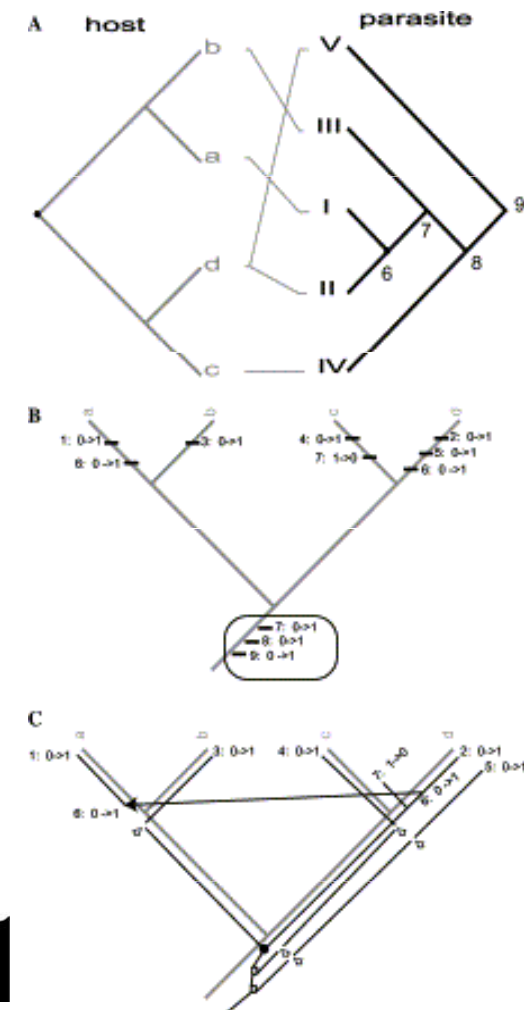
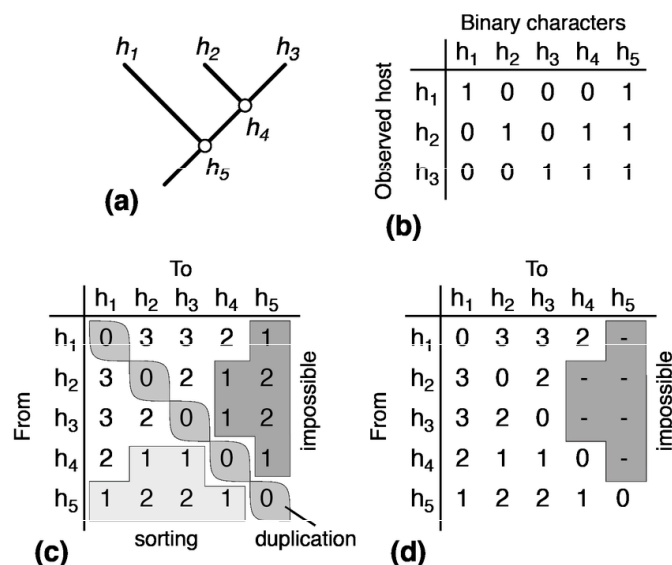
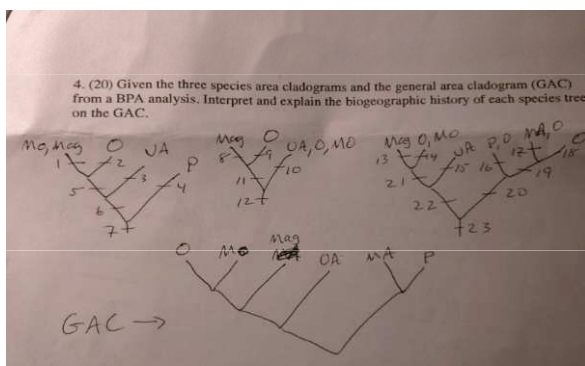
Přenos horizontální (h) versus vertikální (v)



Paraziti jako jazyk evoluce - metoda BPA !

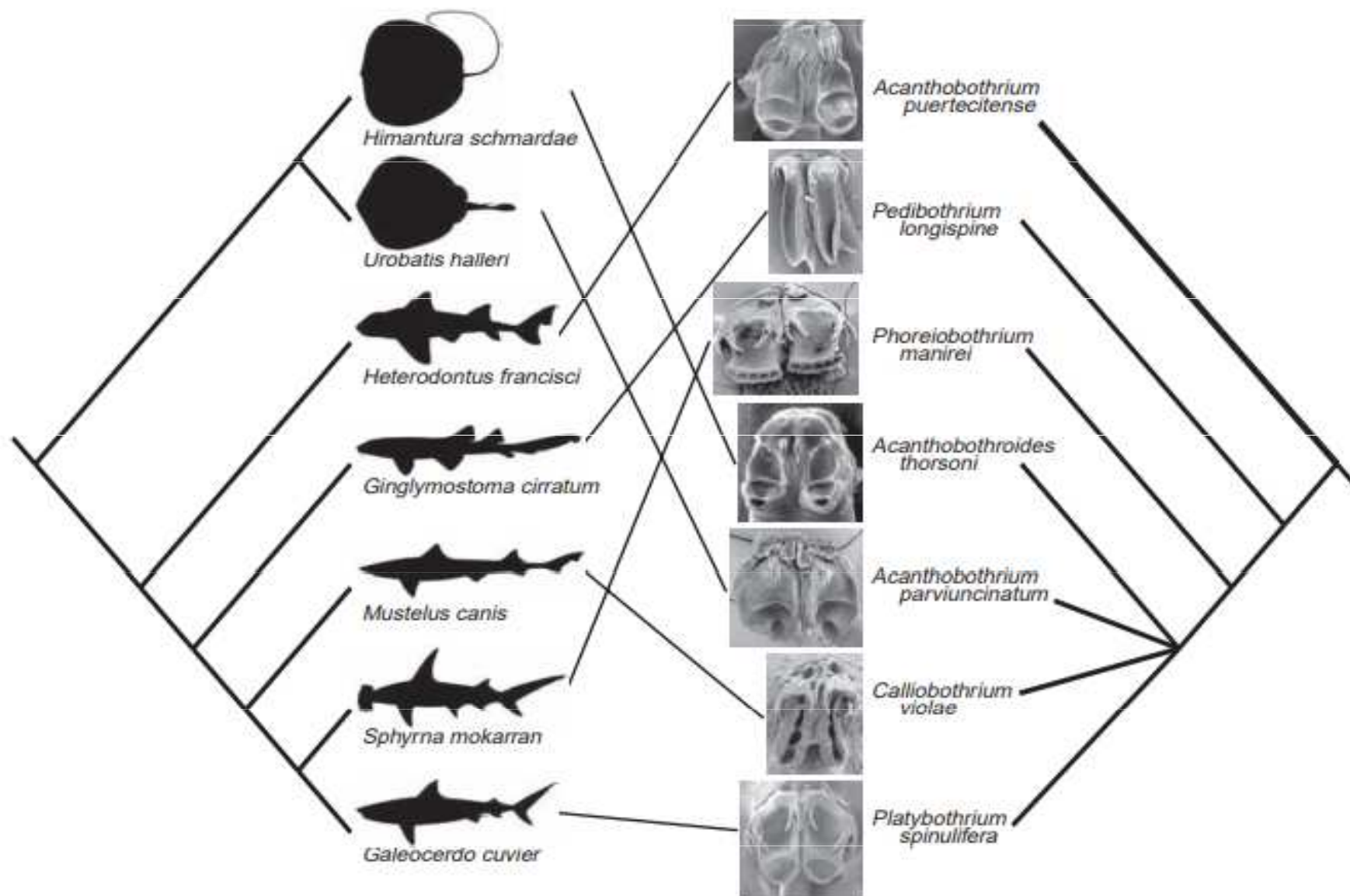


Prof. Daniel Brooks
Brooks Parsimononic Analysis

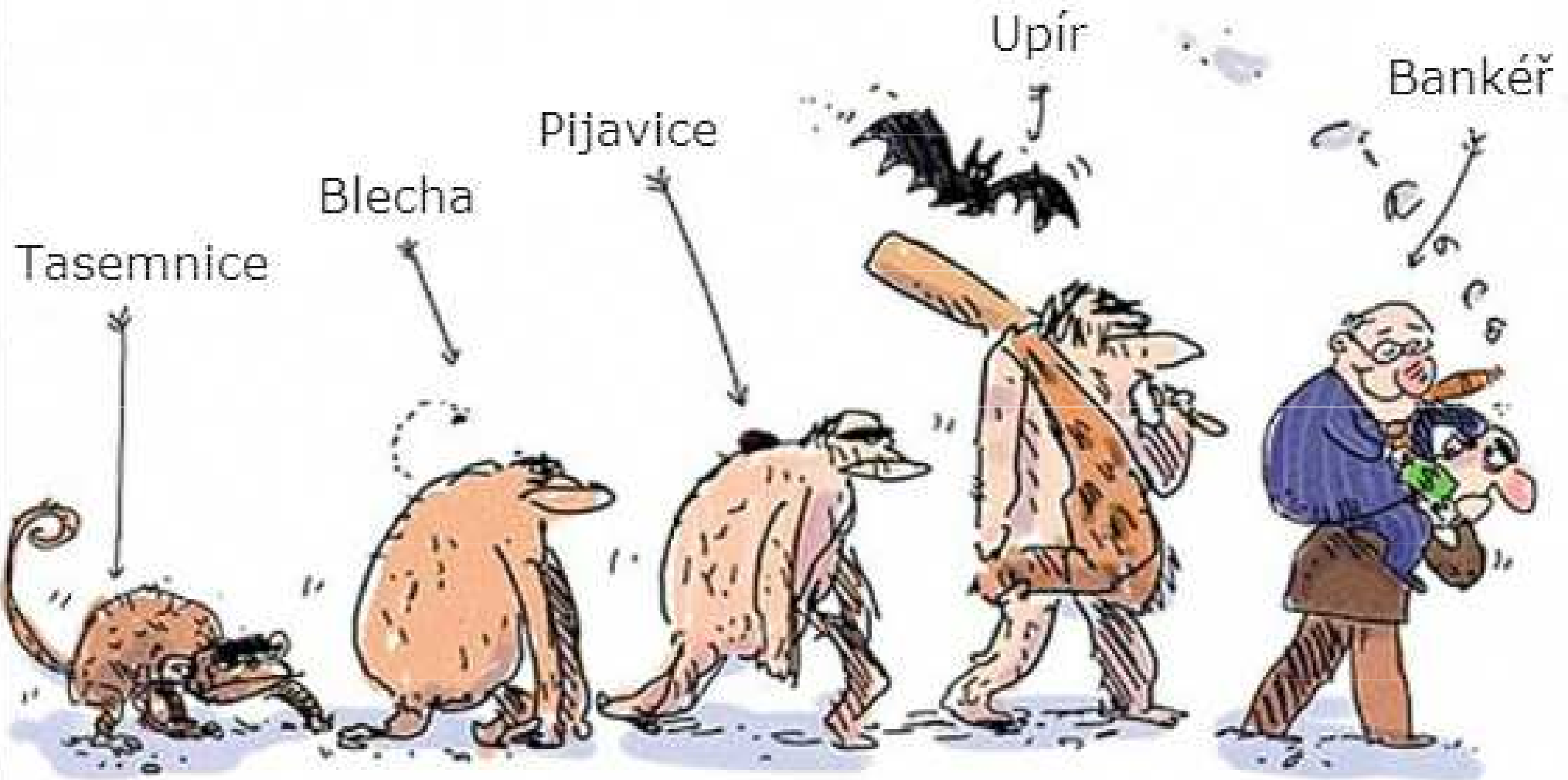


Vztah parazita a hostitele je typickým příkladem koevoluce !

Fylogenetický vztah mezi onchobothriidními tasemnicemi a jejich chrupavčitými hostiteli (Elasmobrancha)

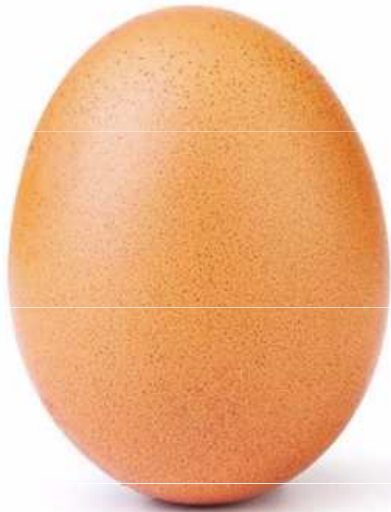


Evolve parazita



KUDELKA.

Vznik parazitismu (vejce nebo kuře)



- Parazitismus jako životní strategie je **jev odvozený** - **nejprve musí existovat potenciální hostitel.**
- Přejít 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, přísavky)**

Existoval během evoluce na Zemi nějaký praparazit ?



Robert Poulin

&



Serge Morand (2004)

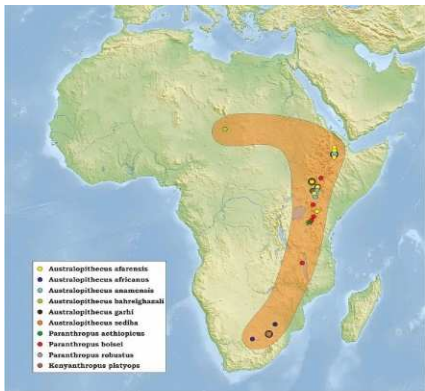
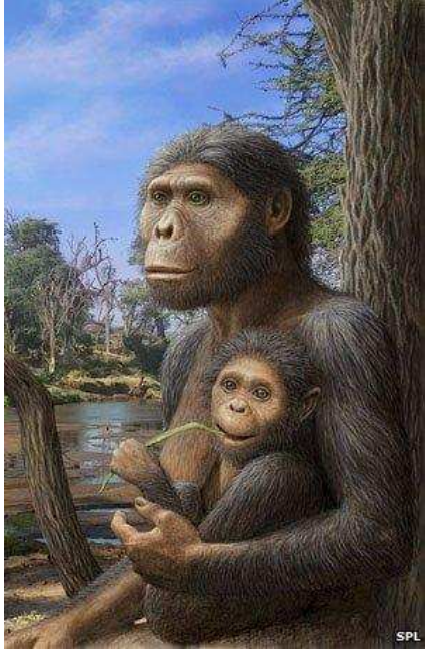
Vznik parazitismu >70 evolučních
přeskoků od volně žijících organismů
k parazitickým životním formám !

Parasite Taxon	Minimum Numbers of		Source
	Transitions	Living Species	
Phylum Mesozoa	1	>80	Barnes 1998
Phylum Myxozoa	1	>1,350	Okamura and Canning 2003
Phylum Platyhelminthes*			
Class Cercomeridea (subclasses Trematoda, Monogenea, Cestoidea)	1	>40,000	Brooks and McLennan 1993a; Rohde 1996
Phylum Nemertinea*	1	>10	Barnes 1998
Phylum Acanthocephala	1	>1,200	Amin 1987
Phylum Nematomorpha	1	>350	Schmidt-Rhaesa 1997
Phylum Nematoda*	4	>10,500	Blaxter et al. 1998; Anderson 2000
Phylum Mollusca*			
Class Bivalvia*	1	>600	Davis and Fuller 1981
Class Gastropoda*	8	>5,000	Warén 1984
Phylum Annelida*			
Class Hirudinea*	3	>400	Siddall and Bureson 1998
Class Polychaeta*	1	>20	Hernández-Aicánara and Solis-Weiss 1998
Phylum Pentastomida	1	>100	Barnes 1998
Phylum Arthropoda*			
Subphylum Chelicerata*			
Class Arachnida*			
Subclass Ixodida	1	>800	Klompen et al. 1996
Subclass Acari*	2	>30,000	Houck 1994
Subphylum Crustacea*			
Class Branchiura	1	>150	Barnes 1998
Class Copepoda*	9	>4,000	Humes 1994; Poulin 1995a
Class Cirripedia*			
Subclass Ascothoracida	1	>100	Grygier 1987
Subclass Rhizocephala	1	>260	Høeg 1995
Class Malacostraca*			
Order Isopoda*	4	>600	Brusca and Wilson 1991; Poulin 1995b
Order Amphipoda*	17	>250	Kim and Kim 1993; Poulin and Hamilton 1995
Subphylum Uniramia*			
Class Insecta*			
Order Diptera*	2	>2,300	Price 1980
Order Phthiraptera (suborders Ischnocera, Amblycera, Anoplura)	1	>3,000	Barker 1994
Order Siphonaptera	1	>2,500	Roberts and Janovy 1996

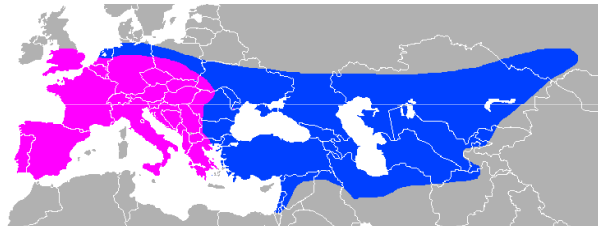
* Taxon also contains free-living species.

Člověk a paraziti dlouhá společná historie - koevoluce

Australopithecus africanus

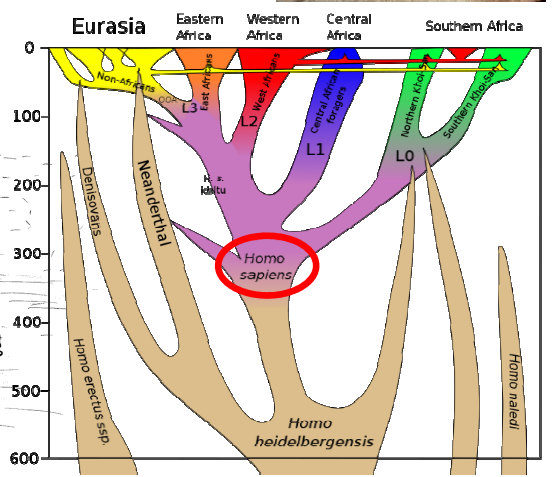
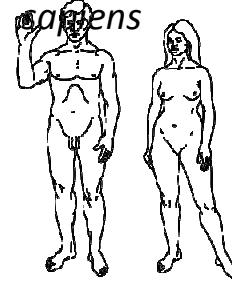


Homo neanderthalensis

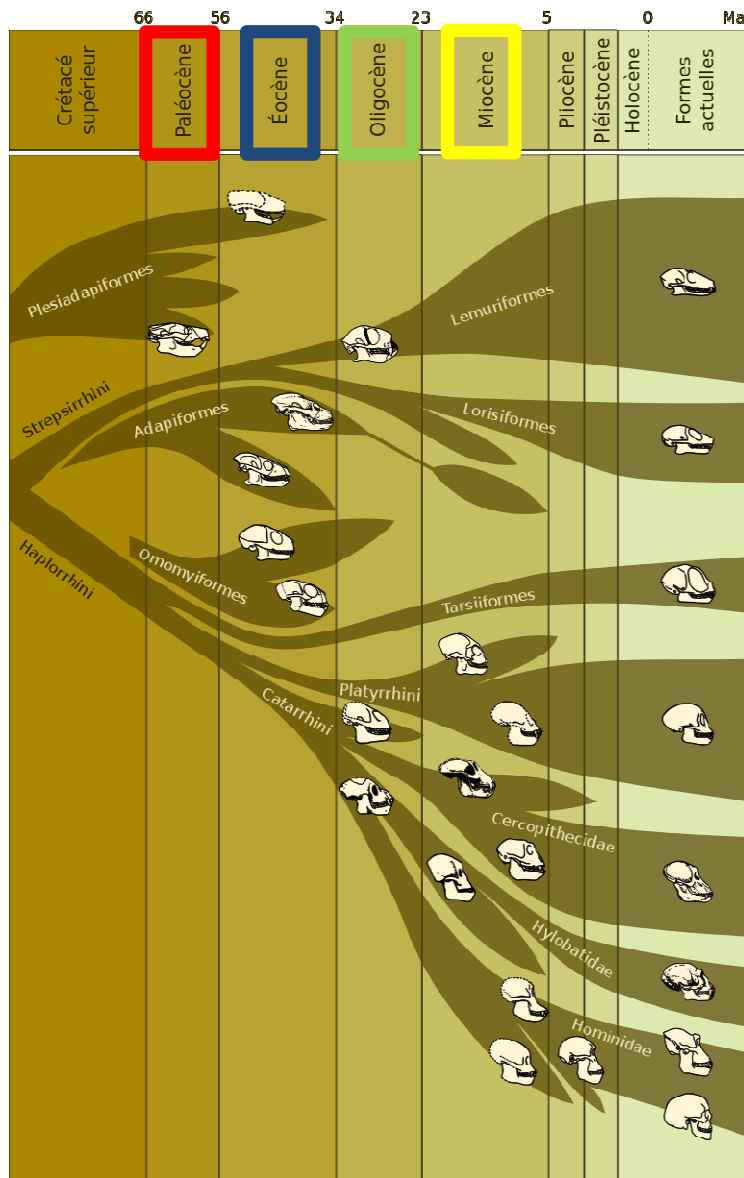


Homo heidelbergensis

Homo sapiens



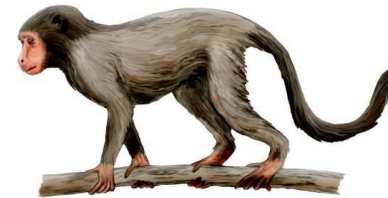
Strom evoluce od prvních primátů k hominidům



Purgatorius, dosud nejstarší známý primát (**PALEOCÉN**)



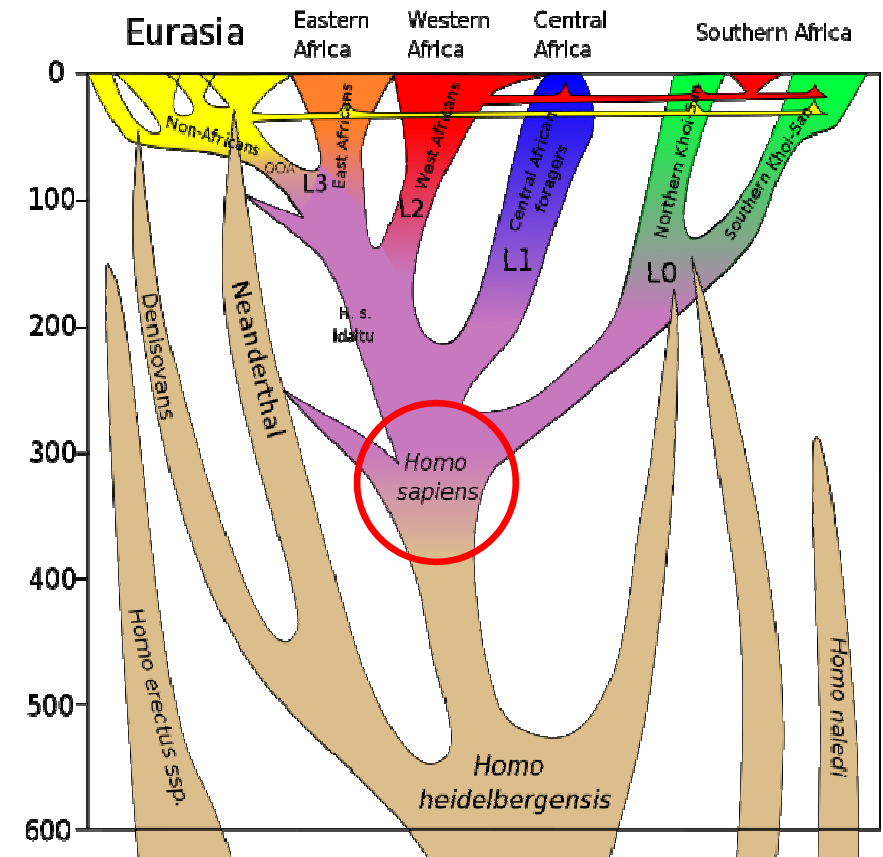
Necrolemur, jeden z nejstarších vyšších primátů (**EOCÉN**)



Aegyptopithecus, zástupce úzkonosých opic (**OLIGOCÉN**)



Proconsul ukazuje, jak asi mohl vypadat společný předek moderních hominoidů (**ČASNÝ MIOCÉN**)



Jaký je původ patogenů - parazitů člověka ?

(a) Lidské patogeny z Afriky:

Lidské papilovirus (HPV)

Virus herpes simplex (HSV)

Virus lidské imunodeficience (HIV)

(HIV)

... vyvíjející se mezi moderními

lidmi migrujícími z Afriky s

dalším přenosem mezi

moderními lidmi migrujícími

Afriky a jinými hominidy v

Eurasii (HPV, HSV)+ vši a

štěnice.

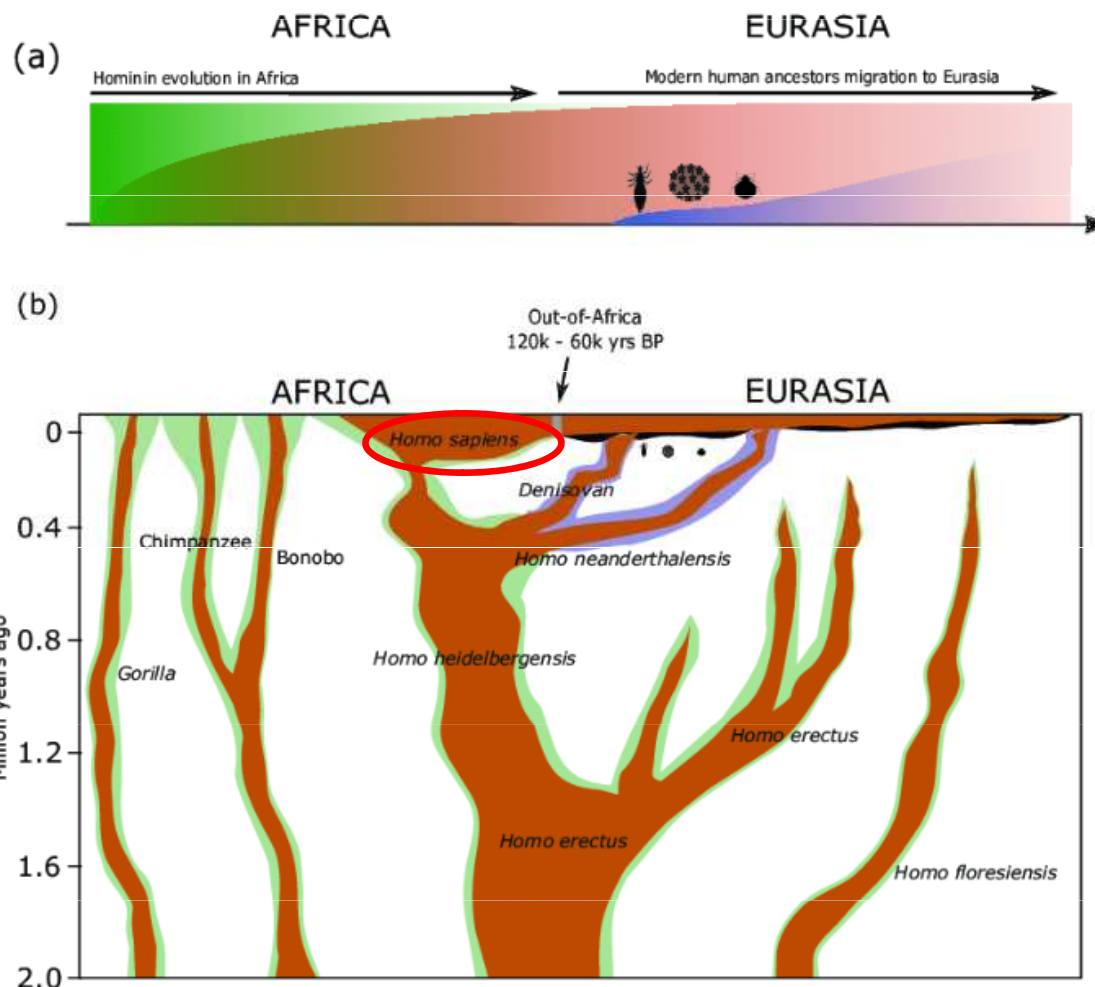
Důležitý zde byl sexuální

přenos od neandrtálců na

moderního člověka a přinesl

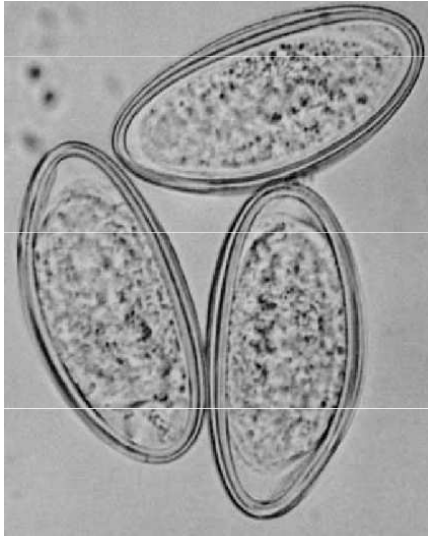
určitě HPV, HSV a ektoparazity,

kterí převládají dodnes.



(b) Většina moderních lidských patogenů se objevila v Africe, které se přenášely mezi skupinami předků hominidů a africkými lidoopy a dále se rozcházely a rozptylovaly mimo Afriku s odpovídajícími skupinami původních hominidů: evoluce populací neandrtálců a denisovanů výhradně v Eurasii s jejich patogeny. Patogeny spojené s moderními lidmi mimo Afriku jsou znázorněny černě. Evoluce hominidů se zvlněnými okraji naznačují Předpokládané populační fluktuace v čase.

Paraziti jako Dědictví a Suvenýr



Enterobius

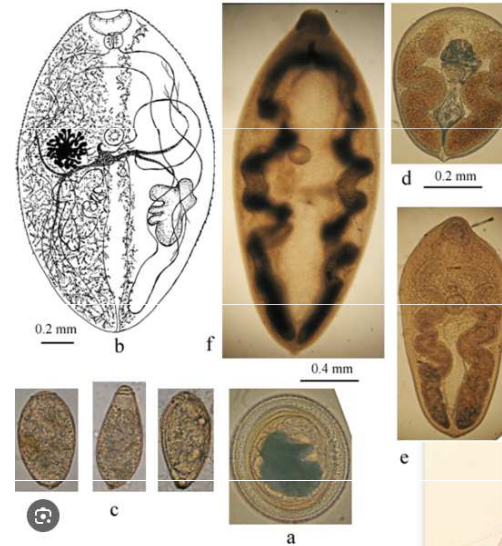


Trichuris

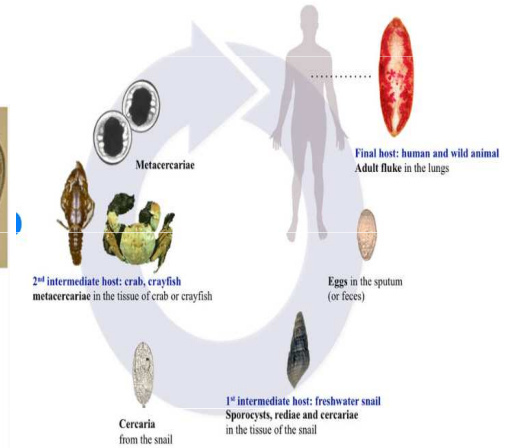
Trichinella



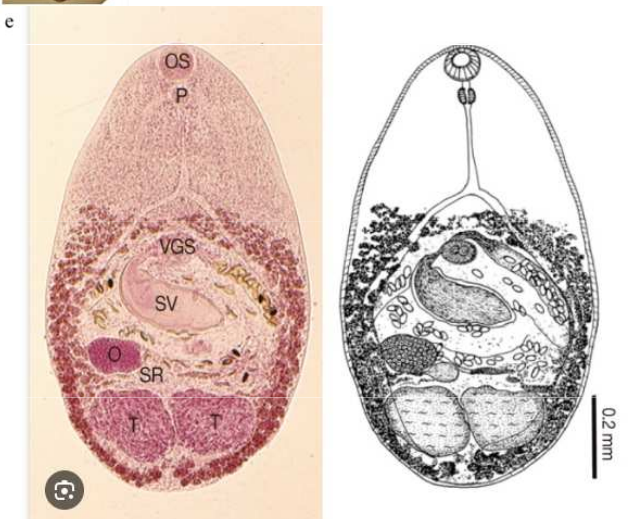
Diphyllobotrium



Cryptocotyle lingua

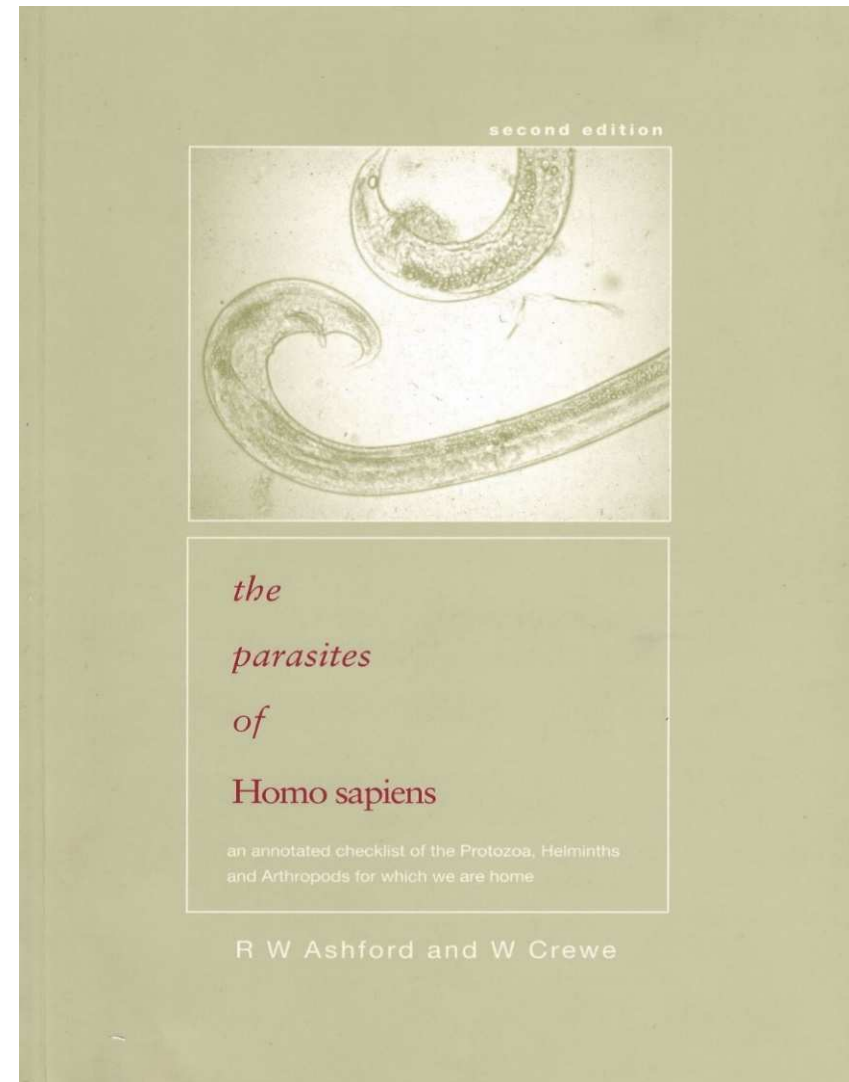
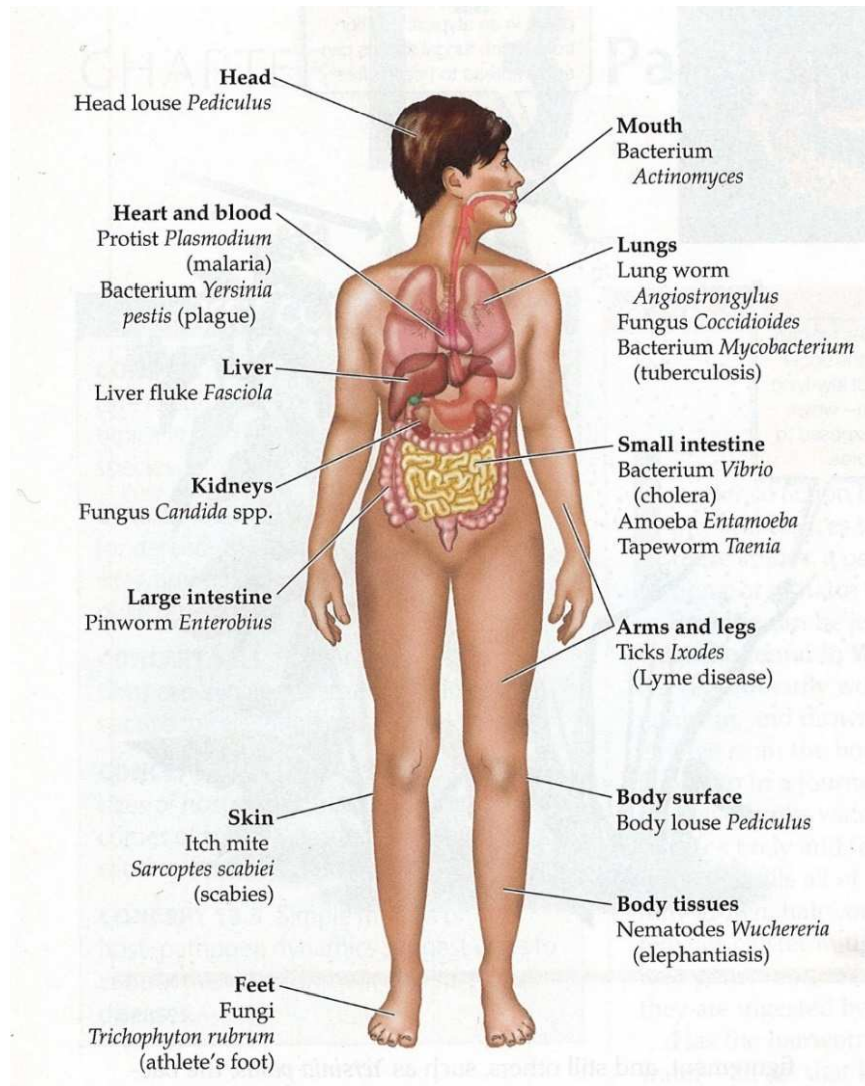


Paragonimus westermani

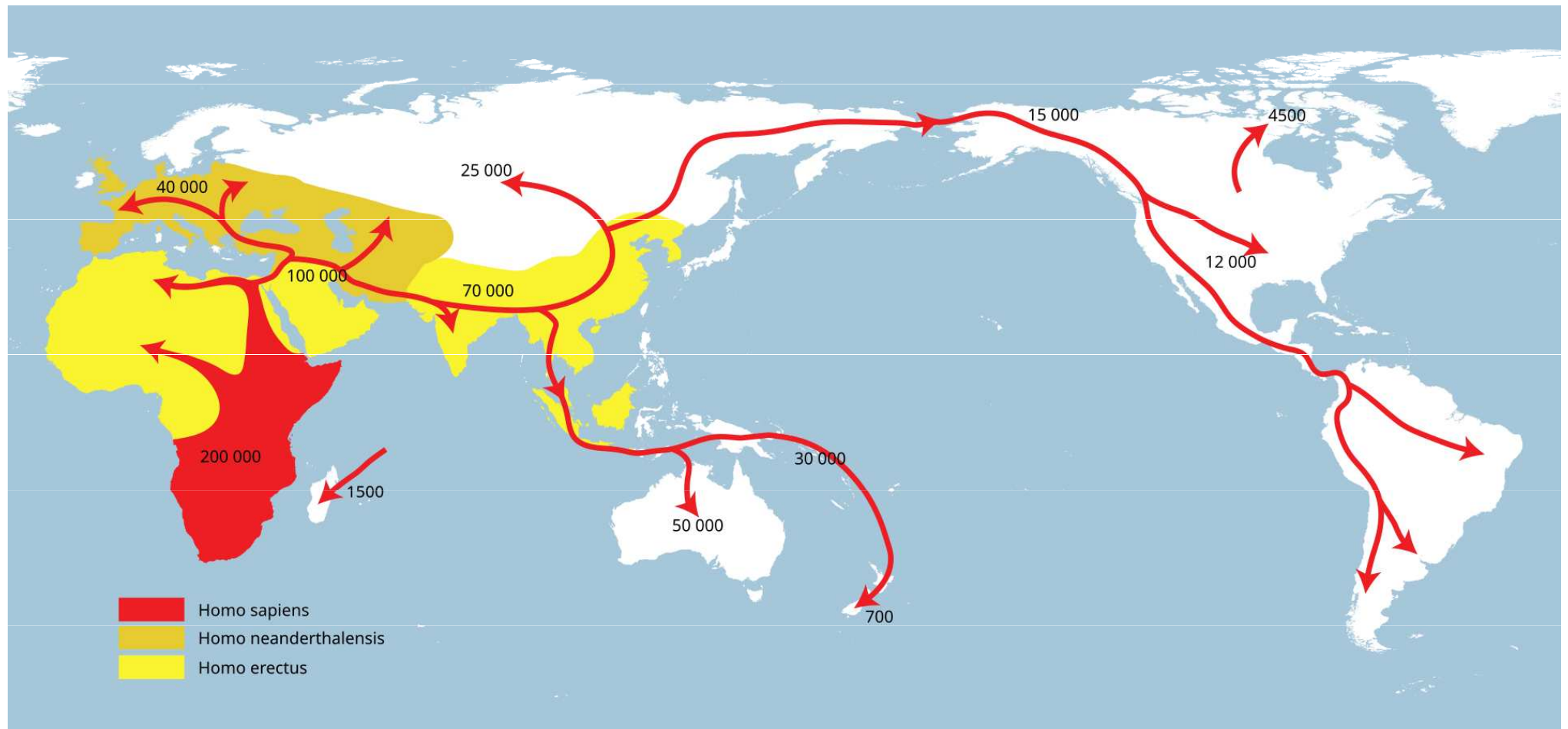


Lidské tělo jako habitat/hostitel

Rozdílné části lidského těla představují vhodné habitaty pro různé druhy cizopasníků

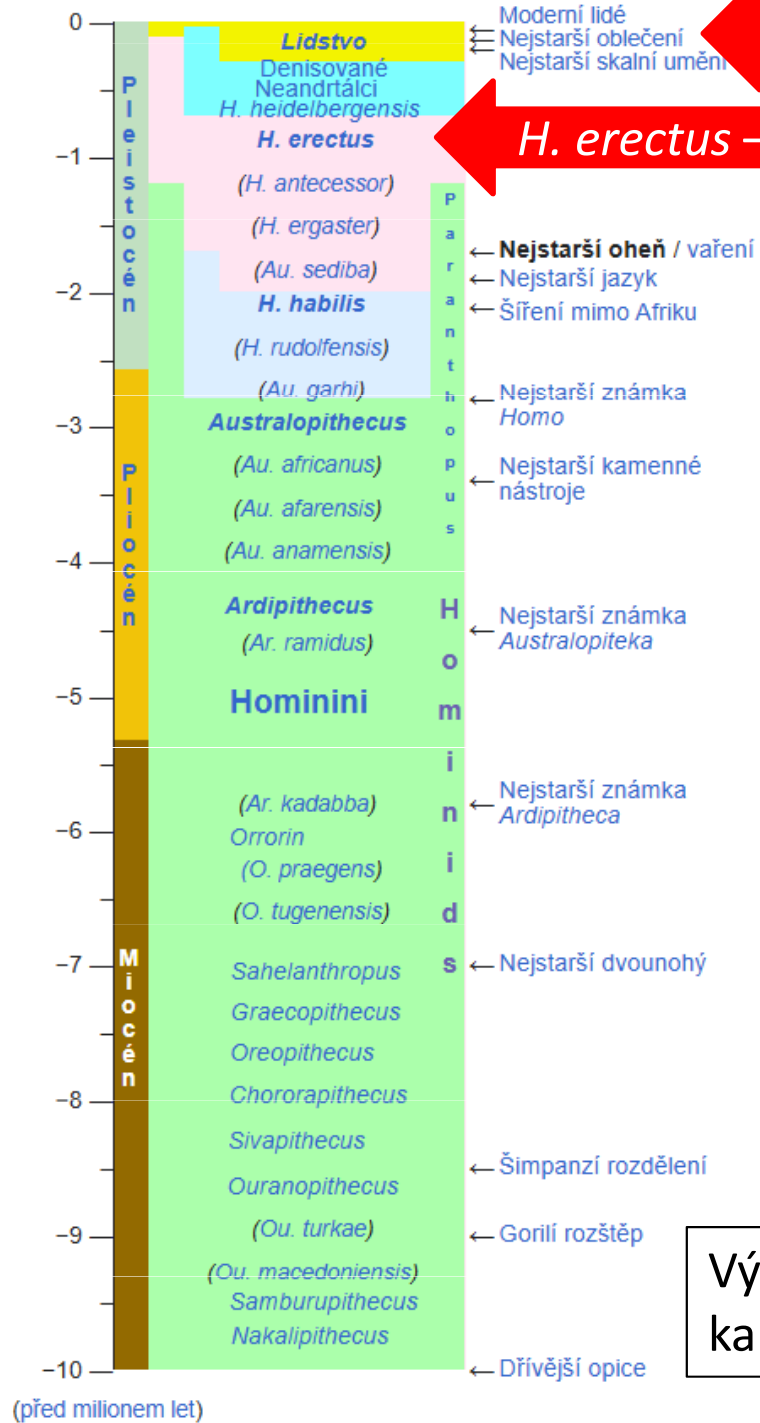


Postupné šíření *Homo erectus* (žlutá), *Homo neanderthalensis* (okrová) a *Homo sapiens* (červená) s počtem let od jejich objeven



Časová osa homininů

Tento rámeček: Zobrazit • diskuzi • Upravit



Nejstarší oblečení

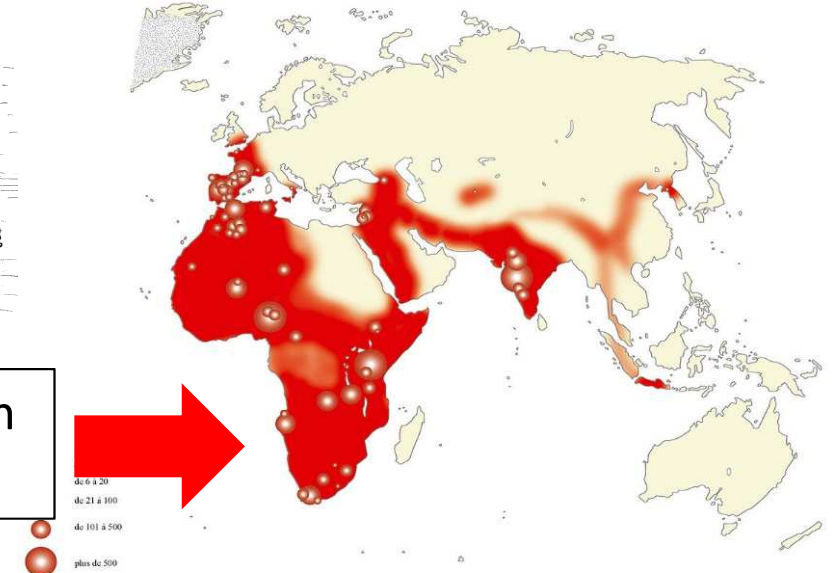
H. erectus – výroba nástrojů

Nejstarší oheň



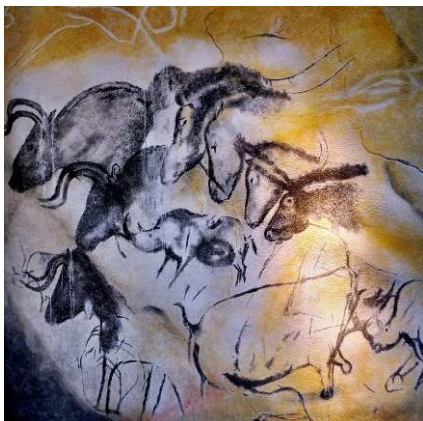
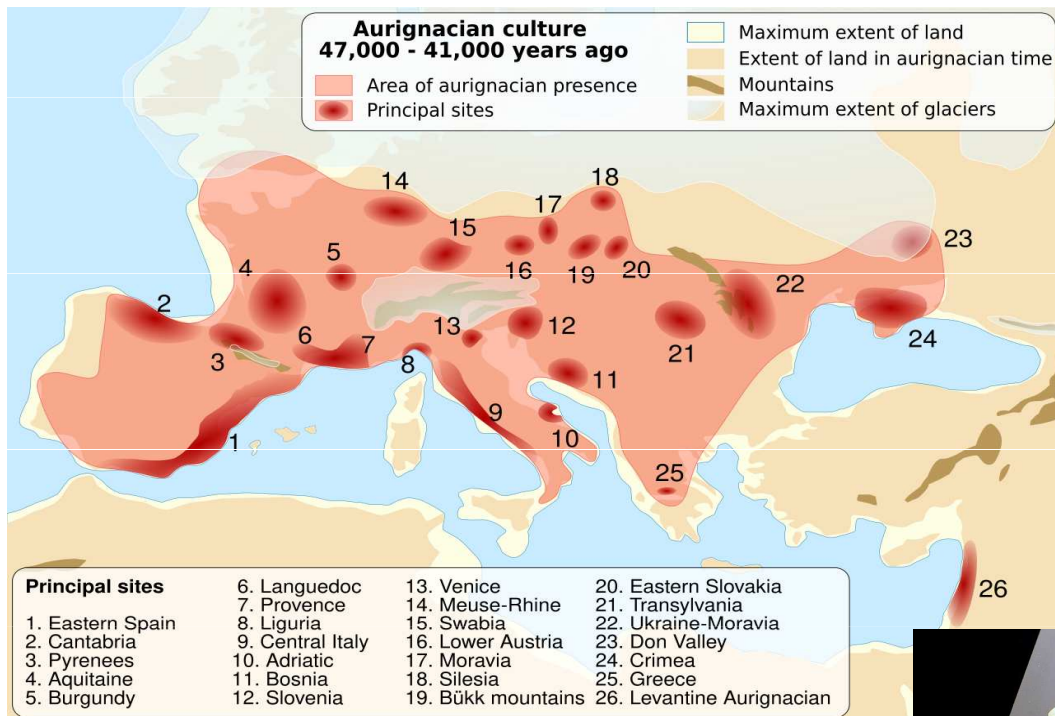
Výroba acheuleanských kamenných nástrojů

Acheuleanské nástroje byly vyráběny během **spodního paleolitu v Africe** a většině západní Asie, jižní Asie, východní Asie a Evropy a jsou **obvykle nacházeny s pozůstatky *Homo erectus***



Archeologické artefakty ze svrchního paleolitu

Aurignacien - archeologický průmysl svrchního paleolitu spojený s raně evropskými moderními lidmi (EEMH) trvající před 43 000 až 26 000 let

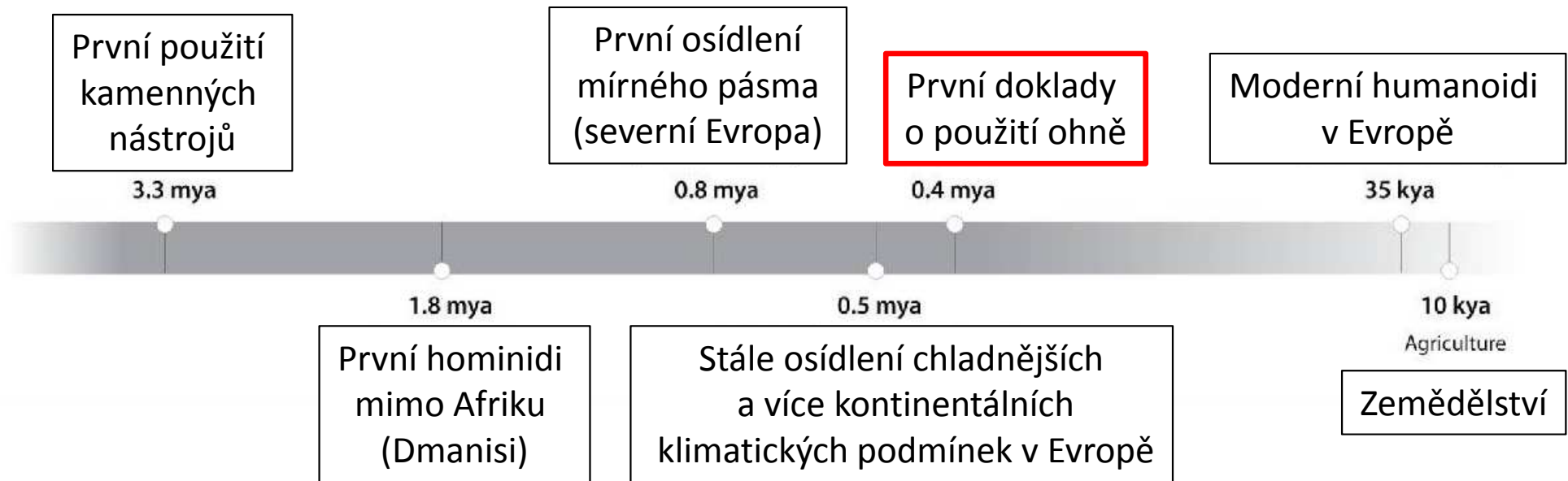


Mousterian - archeologické nálezy kamenných nástrojů, spojovaných především s neandrtálci

Mousterian z velké části definuje druhou část středního paleolitu, střední západoeuroasijskou starší dobu kamennou. Hlavním následujícím obdobím je aurignacké (asi 43 000 až 28 000 BP) *Homo sapiens*.

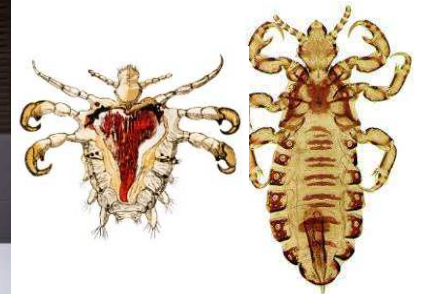
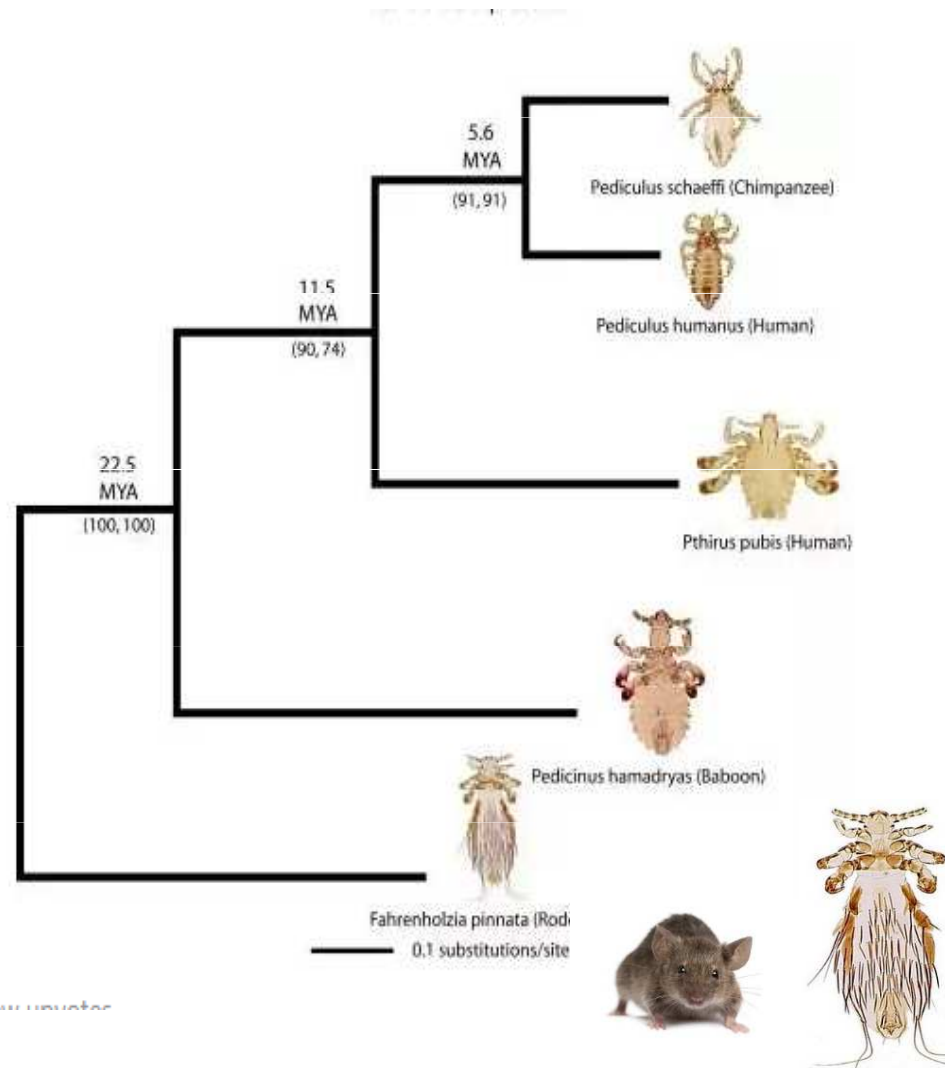


Role oheň při rozšíření člověka na Zemi



Časová osa hlavních události evoluce hominidů.

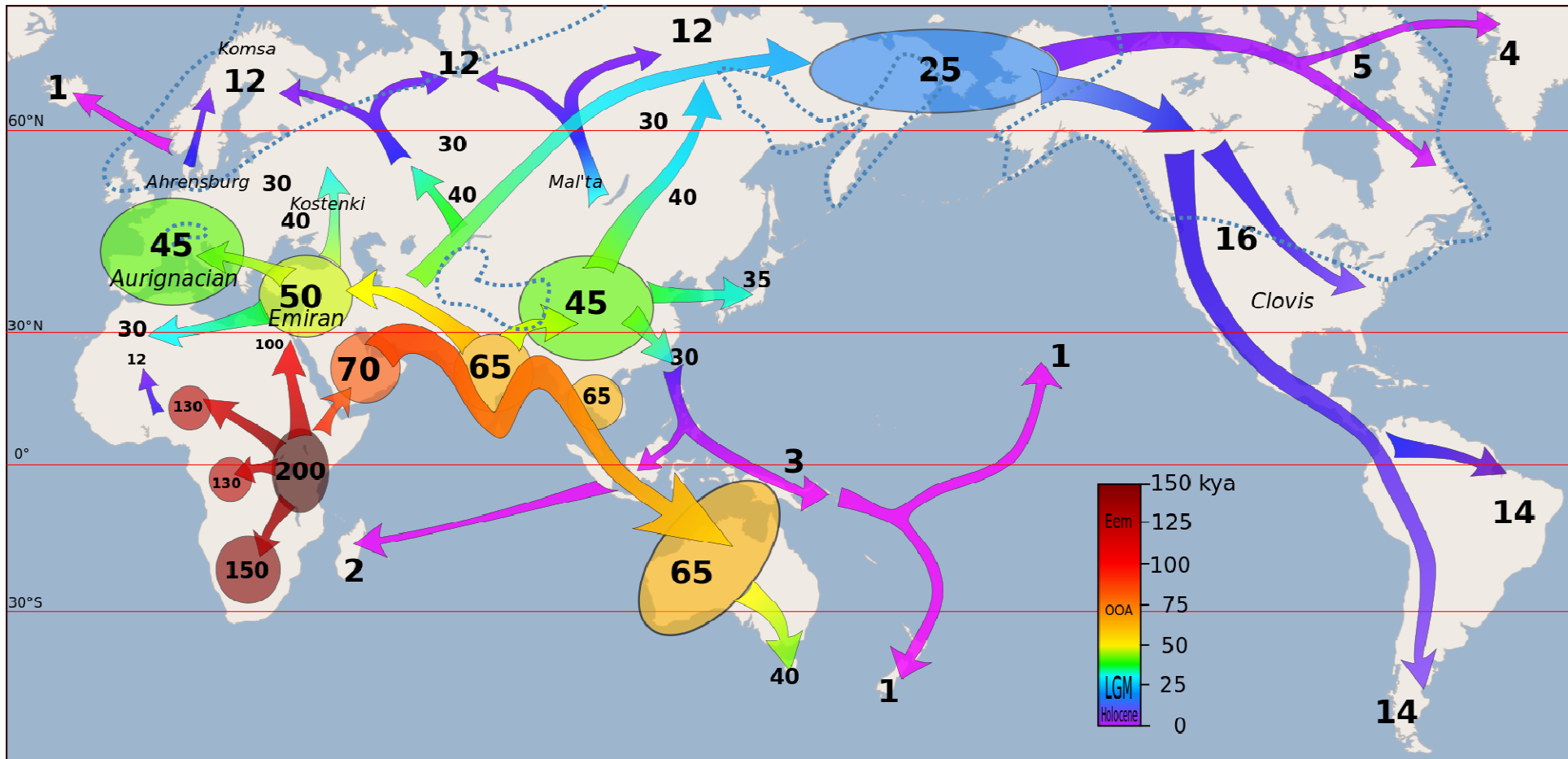
Fylogeneze primatoidních vší – indikace používání ohně a oblečení lidmi



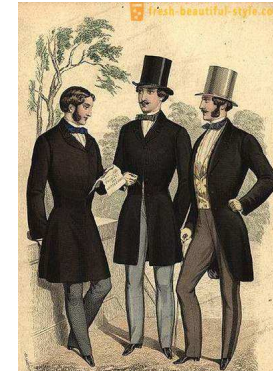
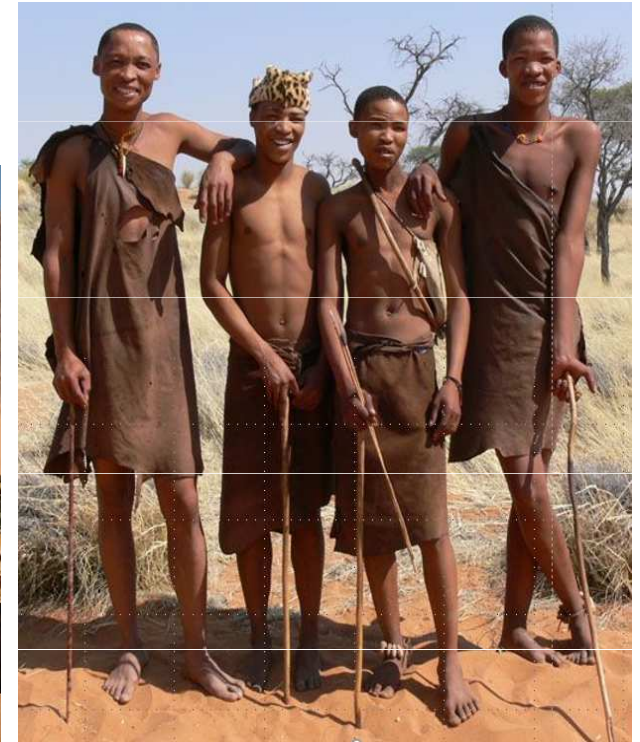
Divergence lidských vší

- *P. humanus* se vyskytuje ve dvou formách (na hlavě – veš šatní a na těle – veš dětská = ***Pediculus humanus capitis*** a ***Pediculus humanus humanus***), které jsou morfologicky podobné, ale ekologicky odlišné.
- **Vši šatní** žijí především v oblečení a jednou nebo dvakrát denně se stěhují na kůži, aby se nasály.
- **Vši dětské** se omezují na pokožku hlavy - vlasy a častěji se krmí. Vyvinuly se z lidských vší poté, co lidé ztratili ochlupení na těle, a poté, co jsme začali pravidelně nosit oblečení
- Zdá se, že genetické důkazy naznačují, že toto období bylo před 83 000 až 170 000 lety.
- **To by znamenalo, že oblečení se před tímto obdobím nosilo pravidelně – tedy až velice dlouho po prvním použití ohně !**

**Mapa Rané migrace lidí na základě teorie “Out of Africa”.
Číslo indikují dobu před tisíci lety (kya).**



Oděv jako adaptace na novou ekologickou niku ?

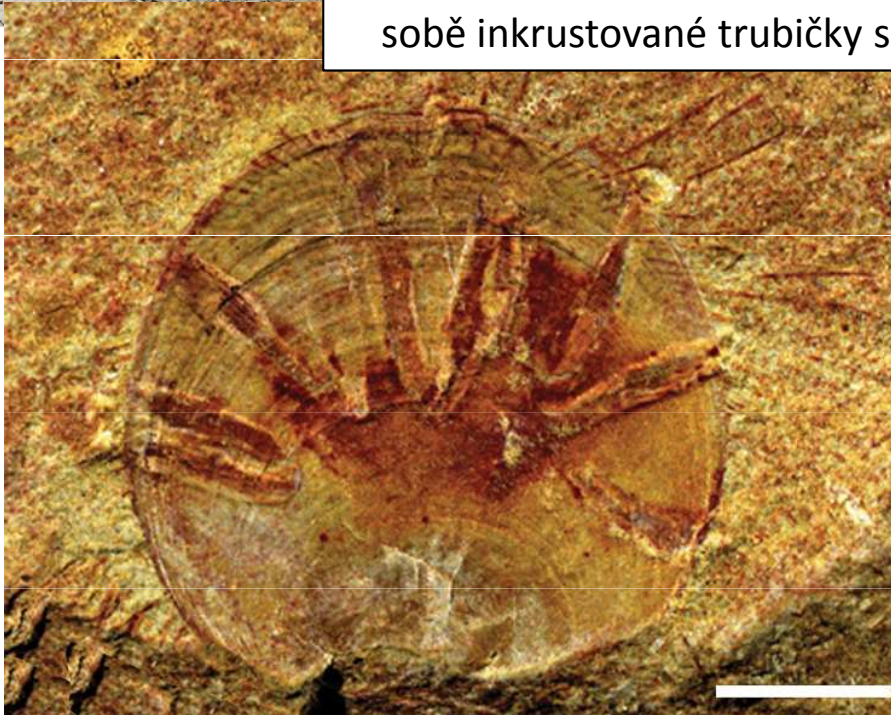


Nejstarší parazit na světě !

**Rekonstrukce společenstva brachiopodů
napadených pravěkými kleptoparazity**

Naleziště fosilií z období kambria
nedaleko Kunmingu v jižní Číně.

**Zkamenělý brachiopod; stáří více než 512 mil let mající na
sobě inkrustované trubičky sloužící k kleptoparazitismu.**



Rekonstrukce vzhledu pravěkého brachiopoda napadeného kleptoparazitem druhu (*Neobolus wulongqingensis*)



- Přestože jsou paraziti v moderních ekosystémech běžní, o **parazitismu v dávné minulosti víme jen málo**. A kdy se paraziti poprvé vyvinuli, zůstává záhadou. Tento nález **dokumentuje první známý příklad vztahu parazit-hostitel**.
- Fosilie poskytují obvykle hojné důkazy evolučních a ekologických změn, **důkazy o přímé interakci mezi fosilními organismy jsou extrémně vzácné** a zachovávají se s mnohem menší pravděpodobností.

Okolnosti tohoto vzácného nálezu

- Navzdory těmto problémům existují demonstrováné příklady fosilních parazitů. Tento nejnovější nález prokázal **nejranější interakci parazita a hostitele ve fosilních záznamech**.
- Byly prozkoumány velice zachované **515 milionů let staré fosilie** z jižní Číny patřící organismům nazývaným **brachiopodi**. Brachiopodi jsou mořští bezobratlí, kteří se podobají škeblím, ale ve skutečnosti jsou zcela odlišní.
- Podrobný výzkum odhalil, že **ztvrdlé trubičky pokrývající povrch** fosilních schránek ramenonožců a **kdysi je obývali parazitičtí červi**. Je zřejmé, že červi byli paraziti, protože byl identifikován jasný negativní účinek na hostitele, **brachiopodi bez parazitů byli mnohem větší**, než napadení (**gigantismus**).
- Dotyční parazité byli téměř jistě červi, **nevíme ale přesně, jaký typ červa**. Co je ale jisté, že tito červi byli připojeni ke svému hostitelskému ramenonožci po celý svůj život.
- **Na základě orientace trubiček** cizopasníky víme, že červi byli **kleptoparaziti**, což znamená, že **kradli potravu svému hostiteli dříve, než ji mohli pozřít**.

O 250 miliónů let starší než dinosauři !!!

Early Paleozoic
520 Mya

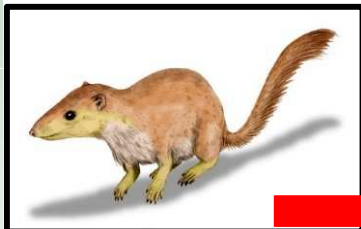
Late Paleozoic
275 Mya

Late Mesozoic
65 Mya

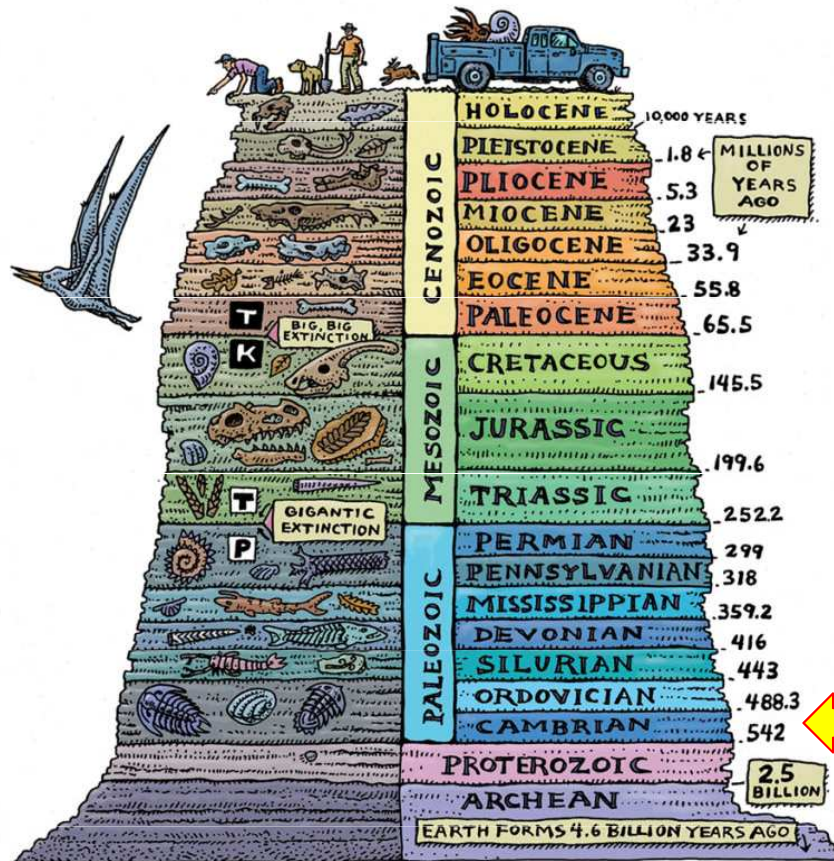
Cenozoic Era
Today

**Purgatorius, paleocén, 66 – 56 Mya;
nejstarší známý primát**

**LUCY – Australopithecus afarensis, 2,5 – 3,2 Mya;
nejstarší známý
humanoid**



Přehled geologických období



Geologická období (zjednodušeno)

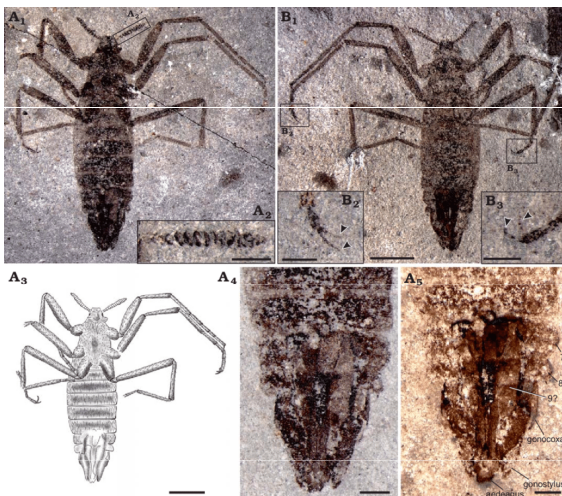
počátek před dneškem a délka trvání v milionech let

eon	éra	perioda	p ↕	d ↕
	kenozoikum	kvartér (čtvrtohory)	3	3
		neogén	23	20
		paleogén	66	43
fanerozoikum	mezozoikum (druhohory)	křída	145	79
		jura	201	56
		trias	252	51
	paleozoikum (prvohory)	perm	299	47
		karbon	359	60
		devon	419	60
proterozoikum (starohory)	neoproterozoikum	silur	444	24
		ordovik	485	42
		kambrium	539	54
	mezoproterozoikum	ediakara	635	96
		kryogén	720	85
	paleoproterozoikum	tonium	1000	280
archaikum (prahory)			1600	600
hadaikum			2500	900
			4031	1531
			4567	536

Šipky označují období ze kterého pochází náš nejstarší parazit !

Paleoparazitologie versus Archeoparazitologie

Paleoparazitologie (nebo „paleoparazitologie“) je **studium parazitů z minulosti** a jejich interakcí s hostiteli a vektory. Je to **podobor paleontologie**, nauka o živých organismech z minulosti. Někteří autoři definují tento pojem úžeji, jako „**Paleoparazitologie** je studium parazitů v **archeologickém materiálu**. Někteří specialisté navrhují, aby byl termín „**archeoparazitologie**“ aplikován na „...všechny **parazitologické pozůstatky vykopané z archeologických kontextů...pocházející z lidské činnosti**“ a aby „termín „**paleoparazitologie**“ byl aplikován na studie nelidského, paleontologického materiálu“.



Saurophthirus, ektoparazitický hmyz z Křídý



Cysty nalezené v pozdně románském hrobě ve Francii, in a corpse in a late Roman grave in France, interpretováno jako Hydatiíóza nebo Capillariáza



Parazitologie – Archeologie - Paleobiologie

(Koprolity – hroby – žumpy – jímky – mumie)



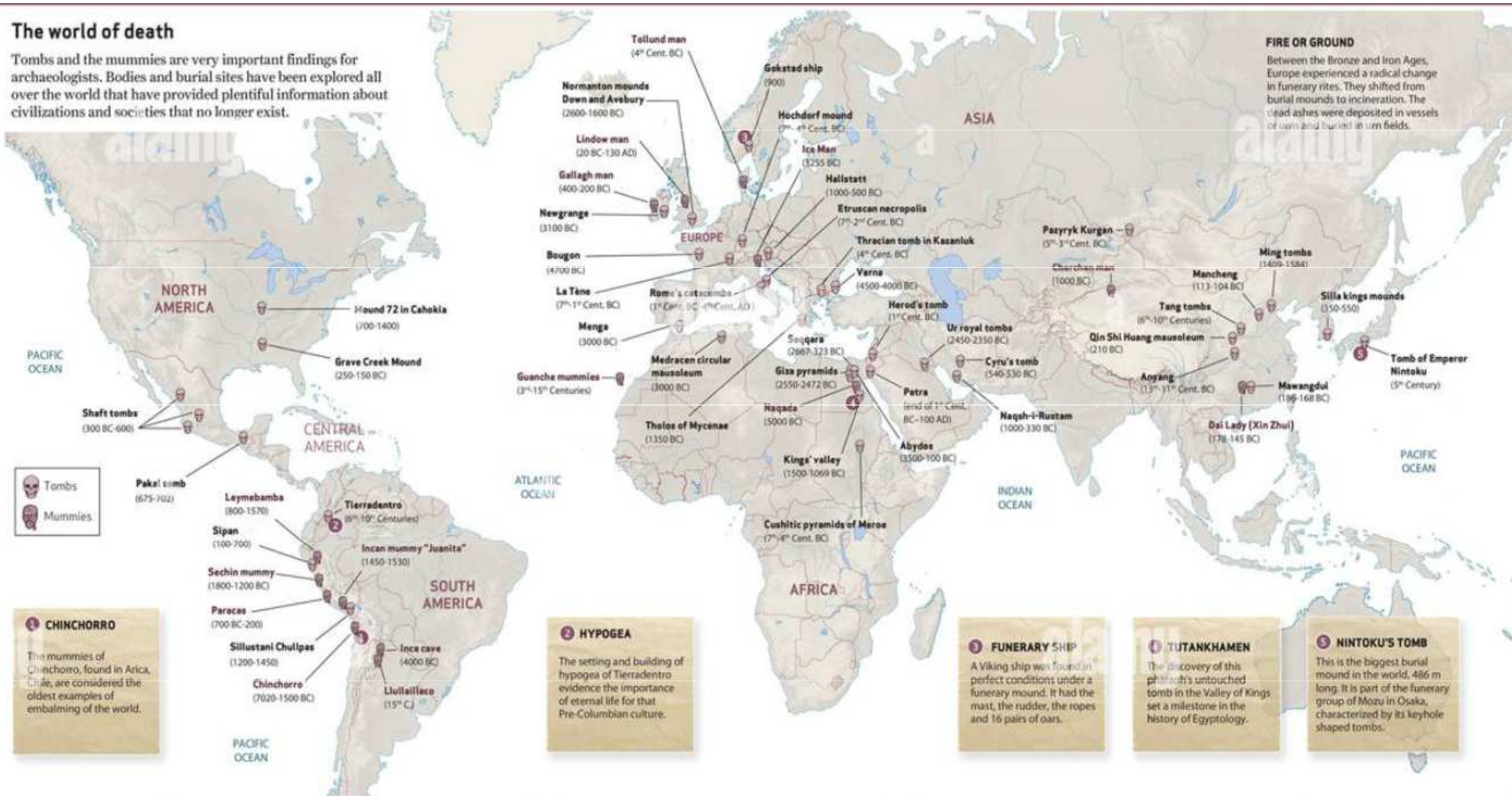
Koprolit (střevní kámen) je ztuhlý až zkamenělý výkal (exkrement) zvířat a lidí. V lékařství je se za koprolit považuje ztuhlá stolice, vznikající při chronické zácpě v tlustém střevě, či konečníku.

Mumie je mrtvé tělo člověka nebo zvířete, které bylo zachováno buď přirozeně (mrazem, vysušením pískem apod.) nebo uměle (balzamováním). K náhodné mumifikaci dochází, pokud se mrtvé tělo nachází ve vhodných přírodních podmínkách.

Výskyt starověkých hrobek a mumii ve světě

The world of death

Tombs and the mummies are very important findings for archaeologists. Bodies and burial sites have been explored all over the world that have provided plentiful information about civilizations and societies that no longer exist.



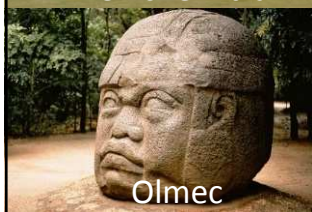
Paraziti mající vliv na život a zdraví člověka v dávných civilizacích



Mesa Verde



Chichen Itza



Olmec



Velikonoční ostrov



Caral



Machu Picchu



Stone Henge



Antický Řím



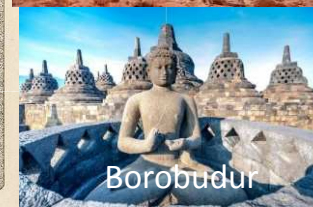
Gobekli Tepe



Angkor Wat



Petra



Borobudur

Časová osa dávných civilizací



Pěstní klín

Prehistory

3 million years to 3000 BC

Paleolithic

3 million years to 10000 BC

First human species 2.5 million years BC



Use of fire 1 million years BC



Neolithic

10000 BC

Agriculture begins 10000 BC



Acient Age

3000BC to 476AC

Invention of writing 3000BC



History

3000 BC to nowadays

Medieval Age

476 AC to 1492 AC

Fall of Western Roman Empire 476 AC



Modern Age

1492 to 1789 AC

Colombus discovered America 1492 AC



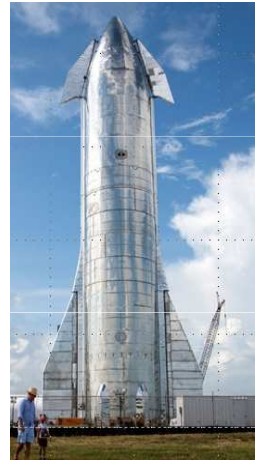
Contemporary Age

1789 AC to 2011 AC

French Revolution 1789 AC



Člověk na Měsíci 21. července 1969



SpaceX

Historické doklady o výskytu cizopasníků u člověka

Časová – evoluční osa:

- Pravěk
- Starověk
- Středověk
- Novověk
- Moderní dějiny

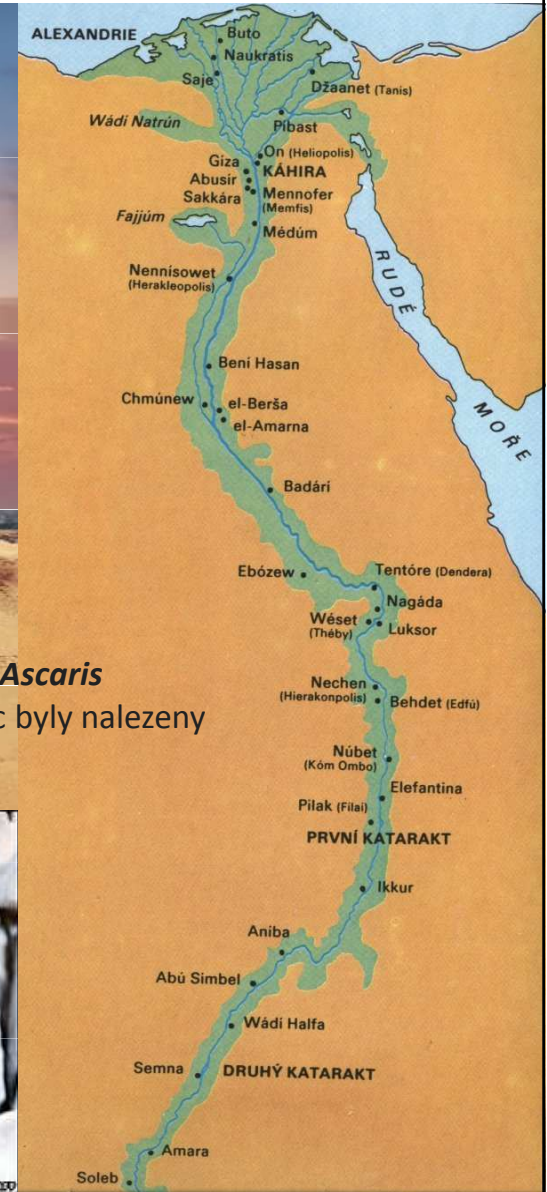
Civilizační - kulturní osa:

- Civilizace blízkého východu
- **Starověký Egypt a Núbie**
- Civilizace dálného východu
- Severoamerické kultury
- Civilizace jižní a střední Ameriky
- Prehistorická Evropa – pravěk
- Starověké Řecko a Římské impérium
- Středověká a **novověká Evropa**
- Paraziti, migrace a epidemie

Starověký Egypt a Nubie



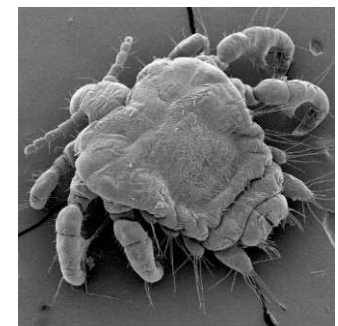
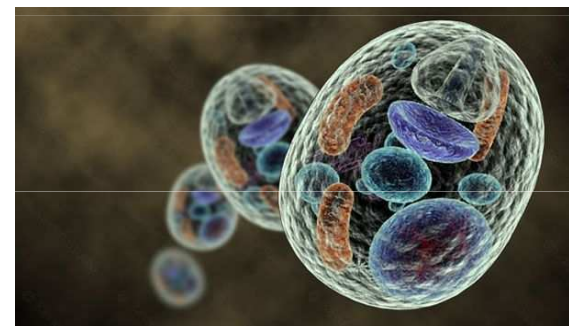
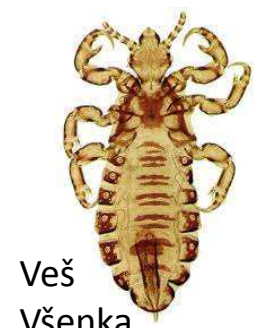
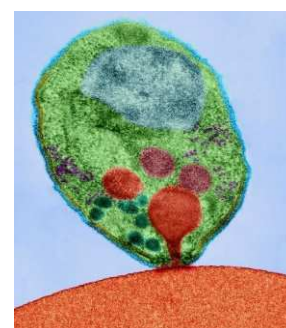
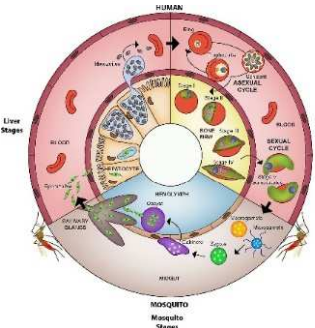
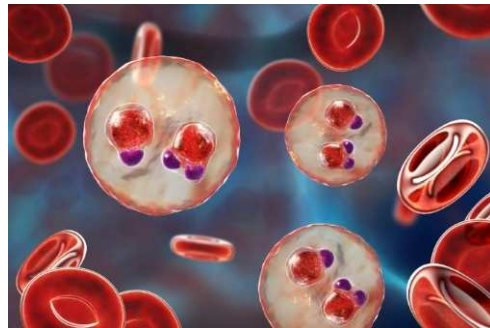
První údaje ze staroegyptských papyrů z doby cca 3000 – 4000BC. Rozlišovali *Schistosoma haematobium*, *Ascaris lumbricoides*, *Dracunculus medinensis*, *Strongyloides*, tasemnice rodu *Taeniathrynchus*. Vajíčka tasemnic byly nalezeny v mumiích s datováním cca kolem 2000 BC, 1250 BC a 1000BC.



Tutanchamon



Paraziti starověkého Egypta a Nubie



Evropa včera a dnes 😊



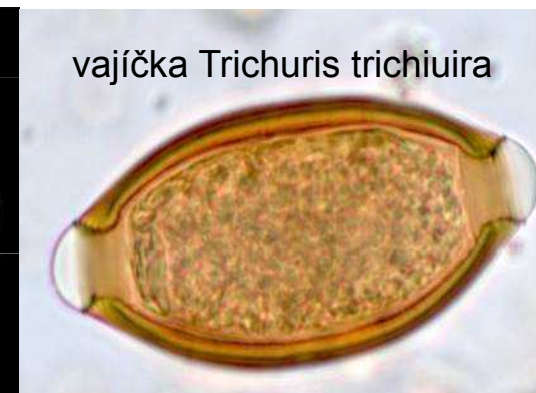
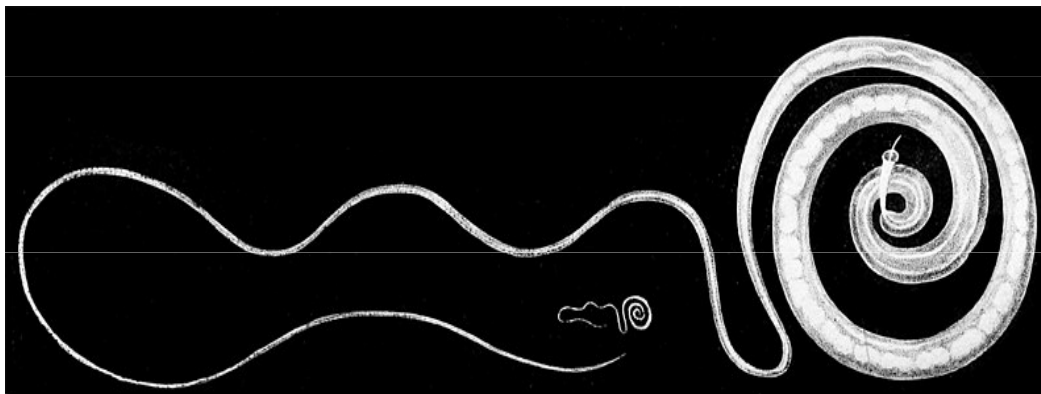
Ötzalské Alpy



Prehistorická Evropa



Nález Ötziho v Ötzalských Alpách v Rakousku (1991) z doby před 5300 let ve výšce 3200m



vajíčka *Trichuris trichiura*

Moderní parazitologie cca od roku 1870

Moderní parazitologie se vyvinula v 19. století s přesnými pozorováními a experimenty mnoha výzkumníků a lékařů; termín byl poprvé použit v roce 1870.



Fiktivní parazitismus: olejomalba *Paraziti* režie Katrin Alvarez, 2011

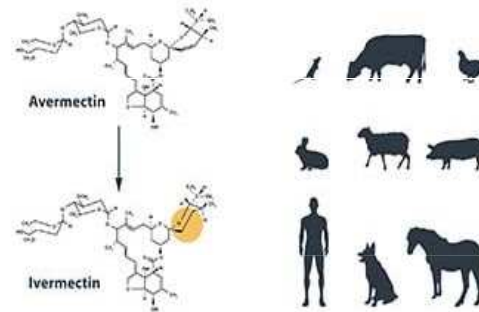
The 2015 Nobel Prize in Physiology or Medicine

William C. Campbell a Satoshi MOURA a Tu Youyou

Nobelova cena za fyziologii a medicínu za rok 2015 oceňuje objevy **týkající se nových terapií některých z nejničivějších parazitárních onemocnění: říční slepoty, lymfatické filariózy (elefantiázy) a malárie**. Rozšíření těchto nemocí je velmi podobné a na mapě světa je souhrnně zobrazeno modře.



Nobelovo shromáždění, které se skládá z 50 profesorů na Karolinska Institutet, uděluje Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu. Nominace posuzuje Nobelův výbor. Od roku 1901 je Nobelova cena udělována vědcům, kteří učinili nejdůležitější objevy ve prospěch lidstva.



Satoshi Ōmura hledal nové kmeny bakterií *Streptomyces* jako zdroj nových bioaktivních sloučenin. Izoloval mikroby ze vzorků půdy v Japonsku, kultivoval je v laboratoři a charakterizoval mnoho tisíc kultur *Streptomyces*. Z nich vybral asi 50 kultur, které vypadaly nejslibněji, a jednou z těchto kultur se později ukázal být *Streptomyces avermitilis* (vložený vpravo), zdroj Avermektinu.

Campbell zjistil, že **jedna z kultur *Streptomyces* byla velmi účinná při zabíjení parazitů a účinná látka, Avermektin, byla purifikována. Avermektin** byl dále modifikován na ivermektin, který se ukázal jako vysoce účinný u zvířat i lidí proti různým parazitům, včetně těch, kteří **způsobují říční slepotu a lymfatickou filariázu**.

Tu Jou-jou pátrala ve starověké literatuře o bylinné medicíně ve snaze vyvinout nové terapie malárie. Rostlina *Artemisia annua* se ukázala jako zajímavý kandidát a Tu vyvinul postup čištění, který z účinné látky Artemisinin učinil lék, který je pozoruhodně účinný proti malárii.

The 2015 Nobel Prize in Physiology or Medicine

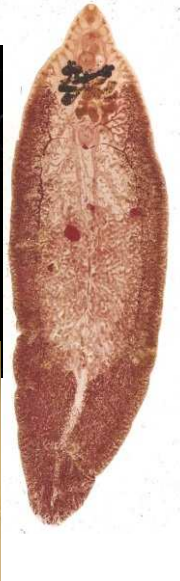
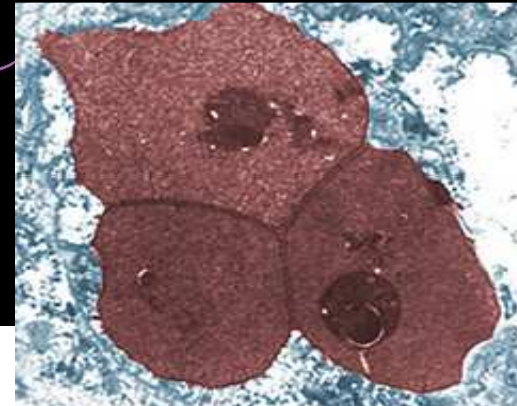
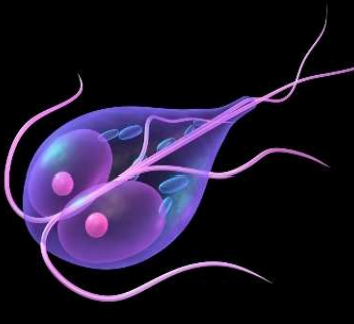
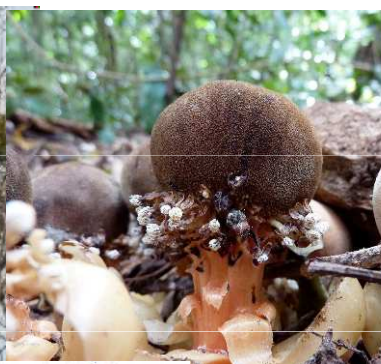


Diverzita cizopasníků

1 volně žijící druh – 1 druh cizopasníka – polovina biosféry paraziti

Parazitismus – velmi rozšířený biologický jev
úspěšná životní strategie

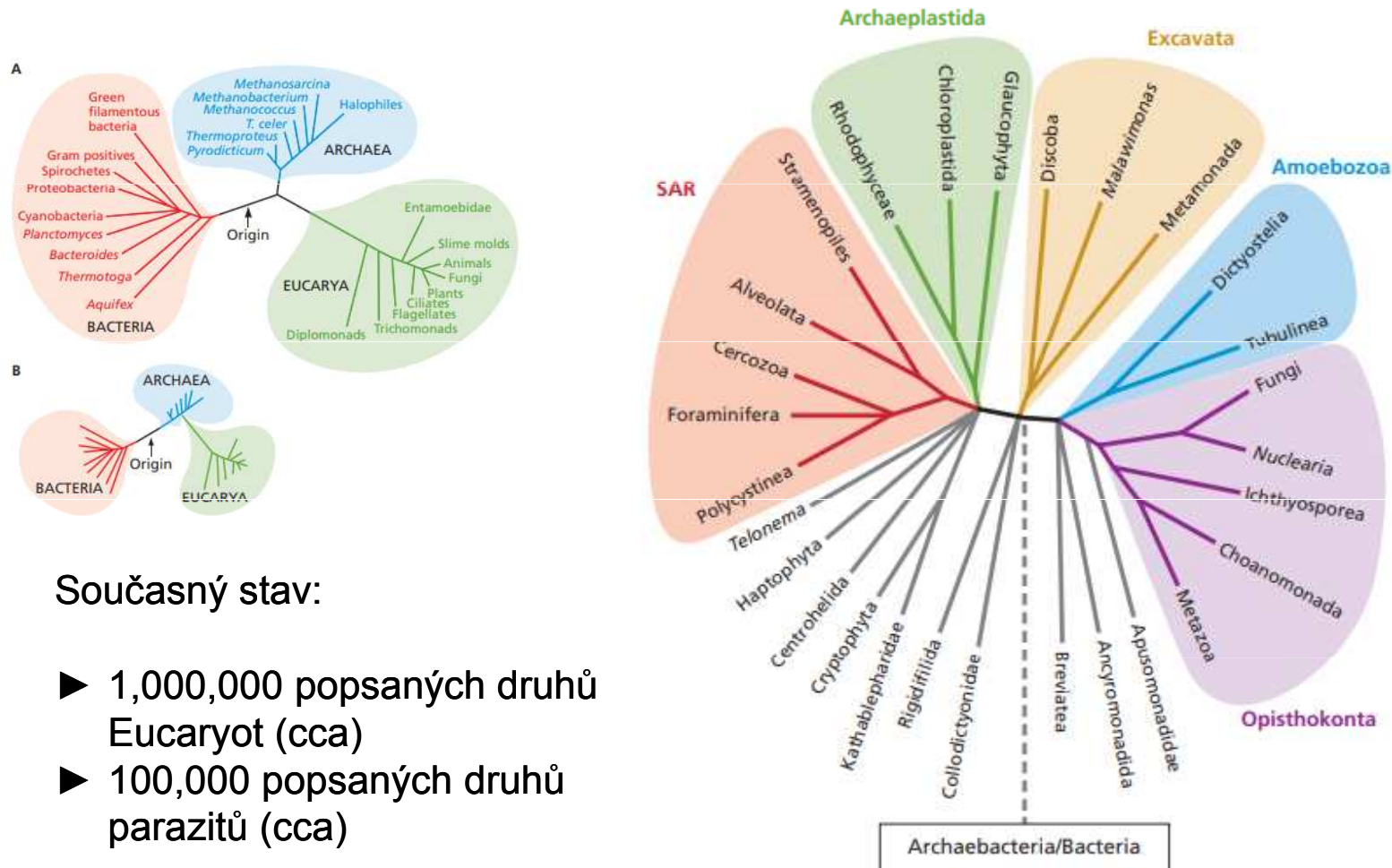
Rozmanitost cizopasníků



Diverzita cizopasníků

1 volně žijící druh – 1 druh cizopasníka – polovina biosféry paraziti

Parazitismus – velmi rozšířený biologický jev a úspěšná životní strategie

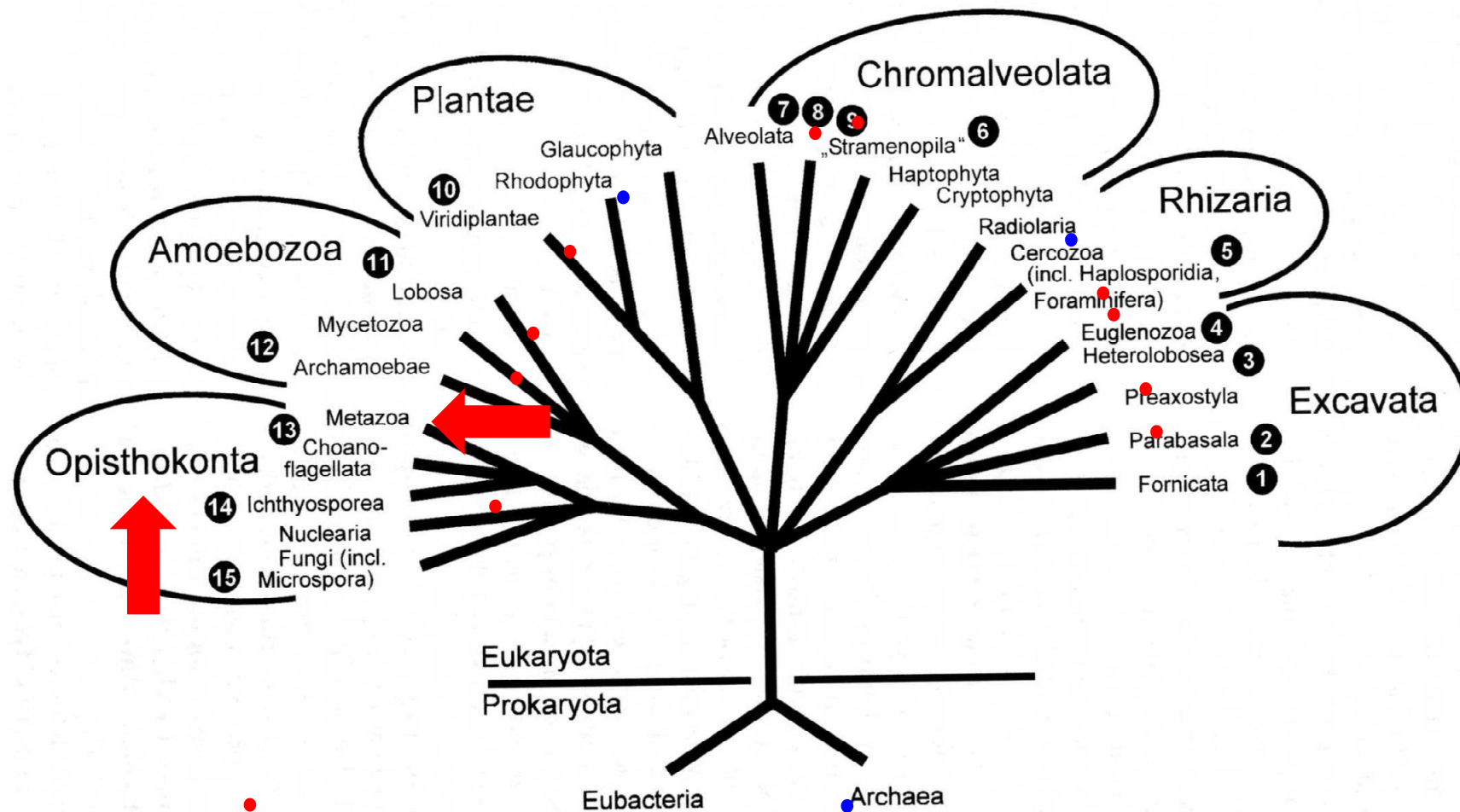


Současný stav:

- ▶ 1,000,000 popsaných druhů Eucaryot (cca)
- ▶ 100,000 popsaných druhů parazitů (cca)

(Poulin & Morand, 2004)

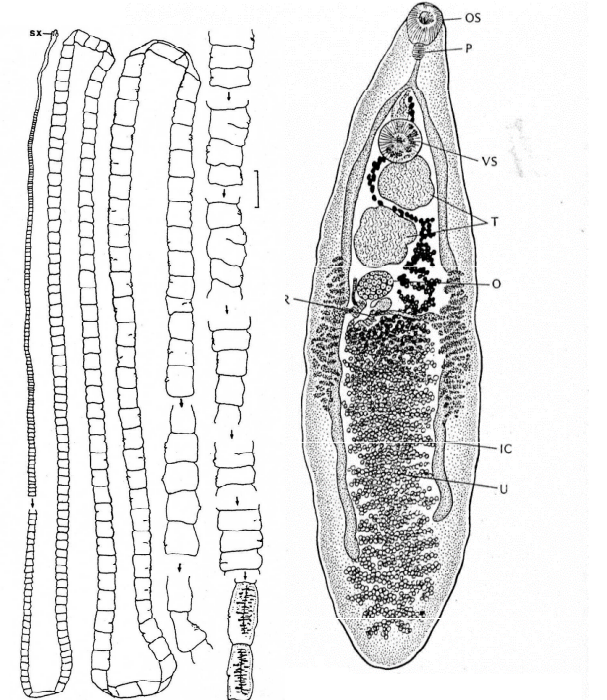
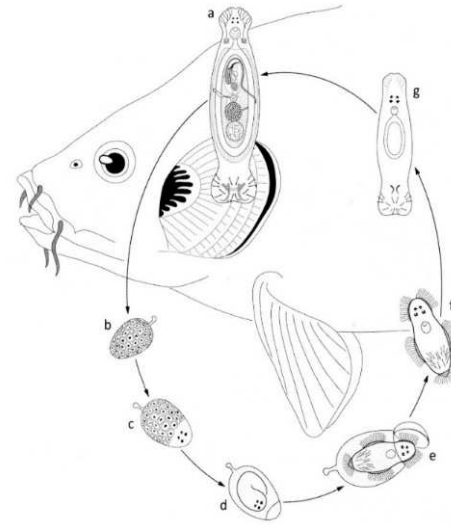
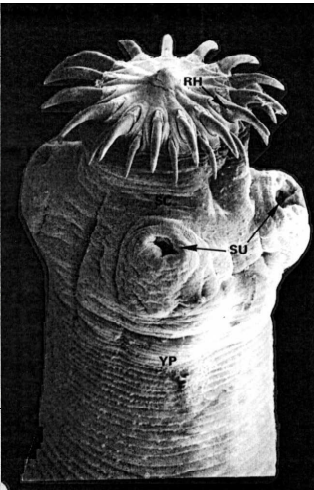
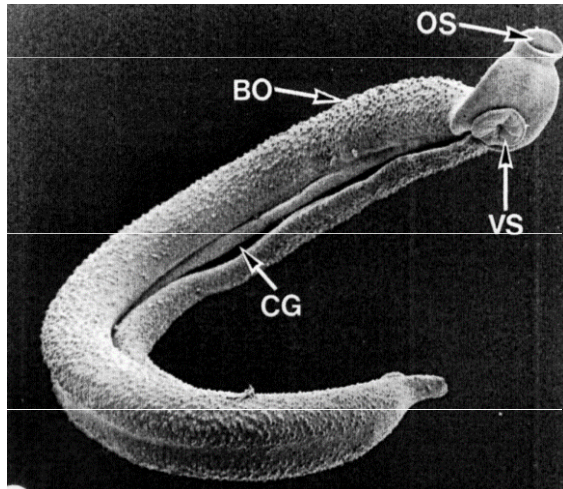
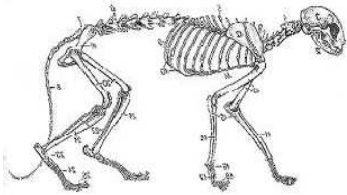
Výskyt parazitů u Eucaryota



Parasites of *Homo sapiens*

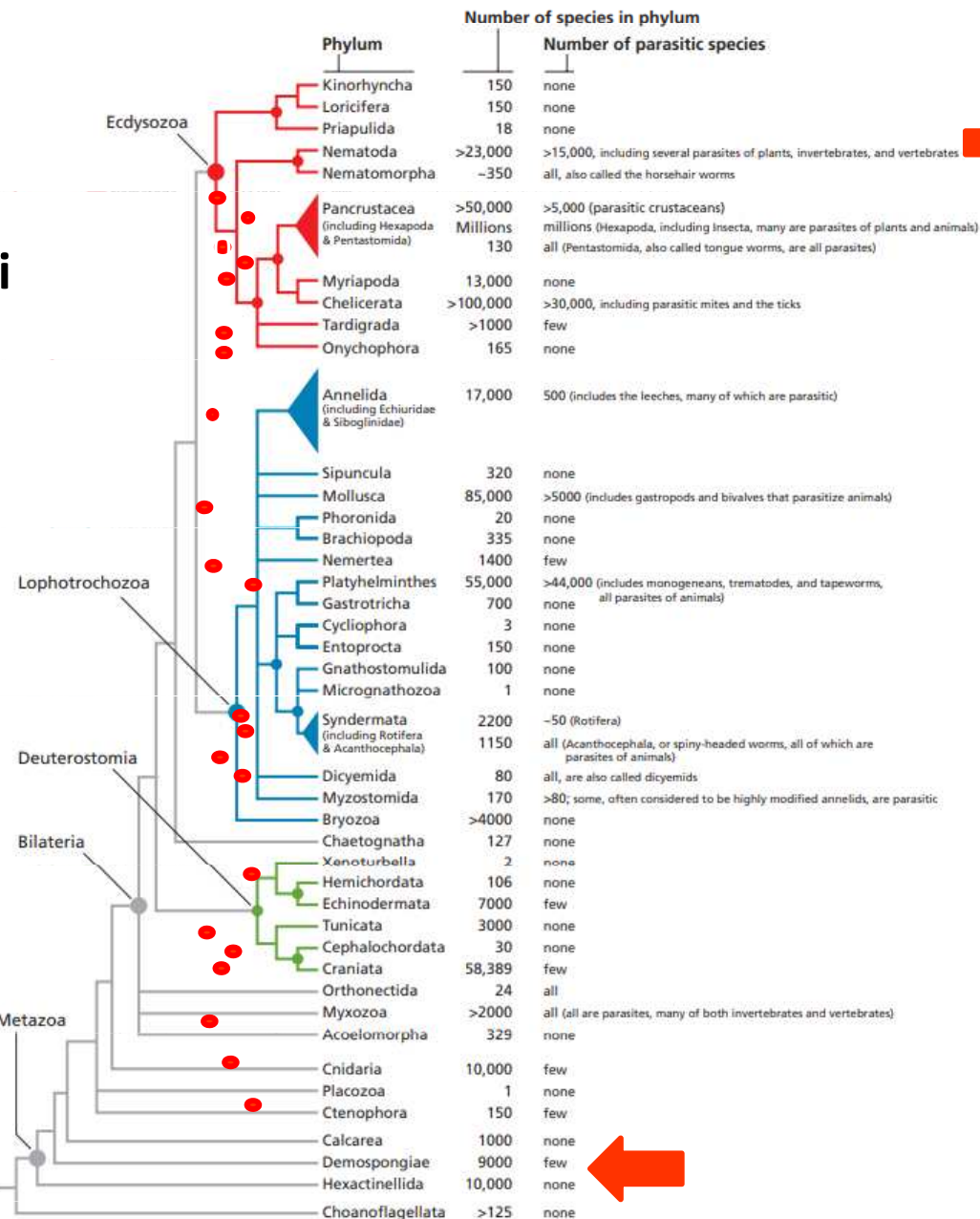
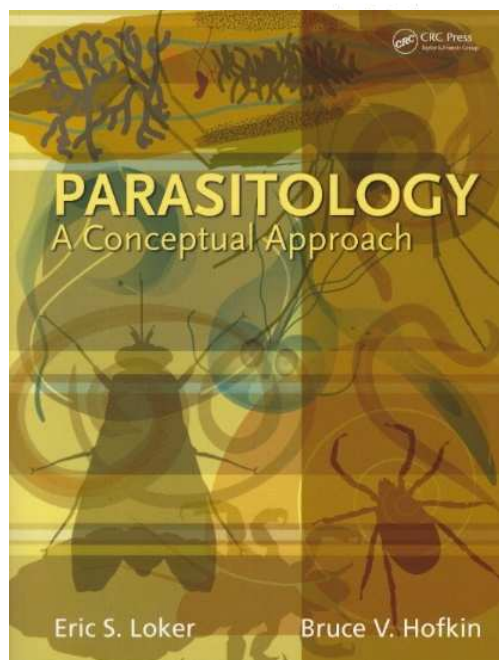
other non human parasites

Opisthokonta: kmen Metazoa



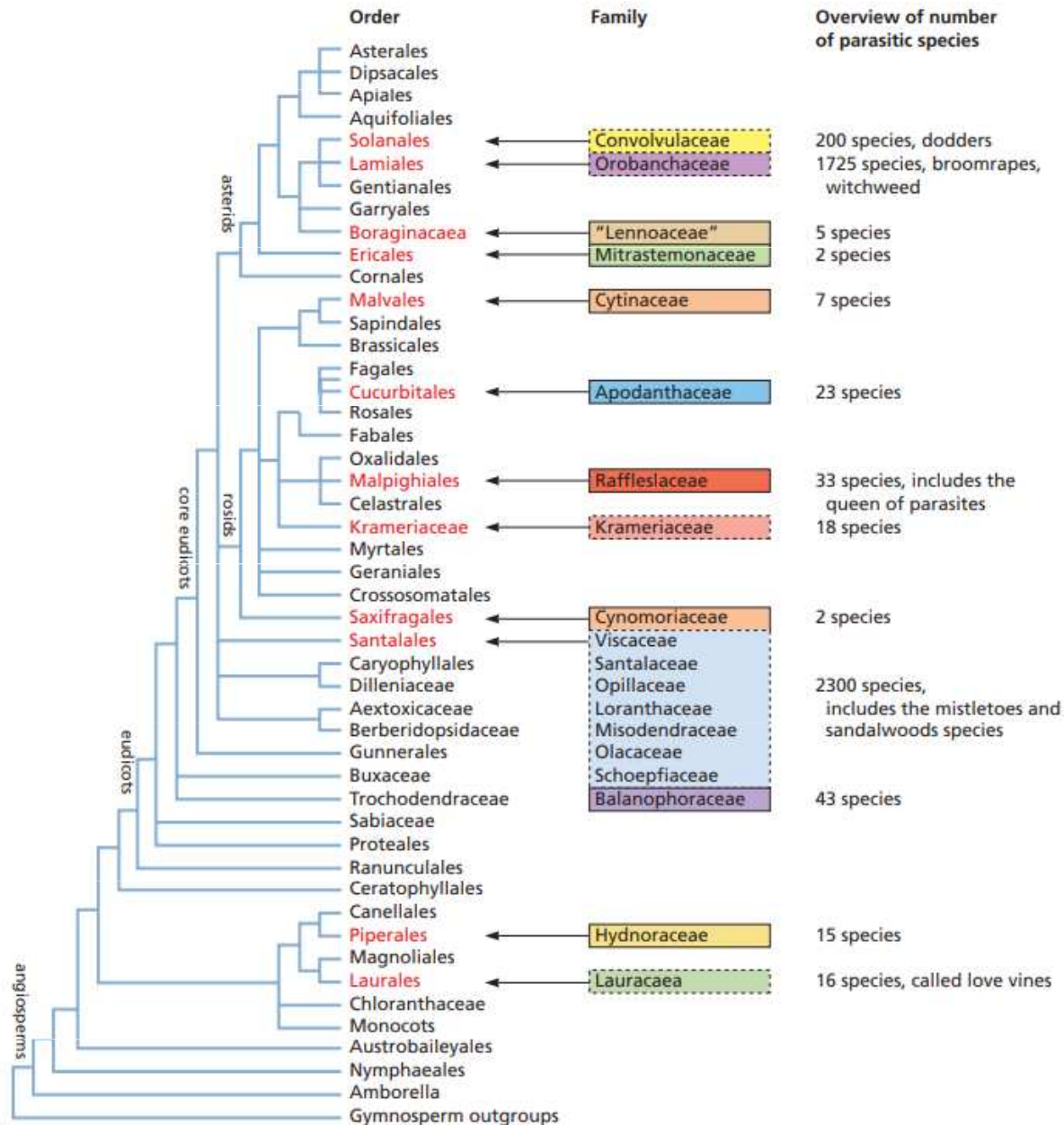
Výskyt parazitických forem ve fylogenezi živočichů (založeno na SS rDNA)

U 24 kmenů ze 43



Demospongiae (Porifera)
Ctenophora
Placozoa
Cnidaria
Myxozooma
Orthonectida
Craniata
Echinodermata
Myxostomida
Dicyemida
Rotifera
Acanthocephala
Platyhelminthes
Nemertea
Mollusca
Annelida
Chelicerata
Tardigrada
Pancrustacea
Hexapoda
Pentastomida
Nematomorpha
Nematoda
Vertebrata

Distribuce parazitismu mezi rostlinami



Parazitární nemoci člověka

Helmintózy	4,46 miliard
Ascaris lumbricoides	1221 mil
Ancylostoma	740 mil
Trichuris	795 mil
Filariózy	657 mil
Schistosomy	200 mil
Malárie	298-659 mil
Entamoeba histolytica	50 mil

Počet druhů cizopasníků

Plantae

Paraziti a hemiparaziti	R	2 620
-------------------------	---	-------

Fungi - paraziti rostlin	R	28 100
---------------------------------	---	--------

paraziti živočichů	Ž	4 000
--------------------	---	-------

Protista – paraziti rostlin	R	100
------------------------------------	---	-----

paraziti živočichů	Ž	7 505
--------------------	---	-------

Animalia

Plathelminthes	Ž	40 000
-----------------------	---	--------

Nematoda – paraziti rostlin	R	2 500
------------------------------------	---	-------

paraziti živočichů	Ž	10 000
--------------------	---	--------

Crustacea	Ž	4 500
------------------	---	-------

Arachnida	Ž	10 000
------------------	---	--------

Insecta – paraziti živočichů	Ž	15 500
-------------------------------------	---	--------

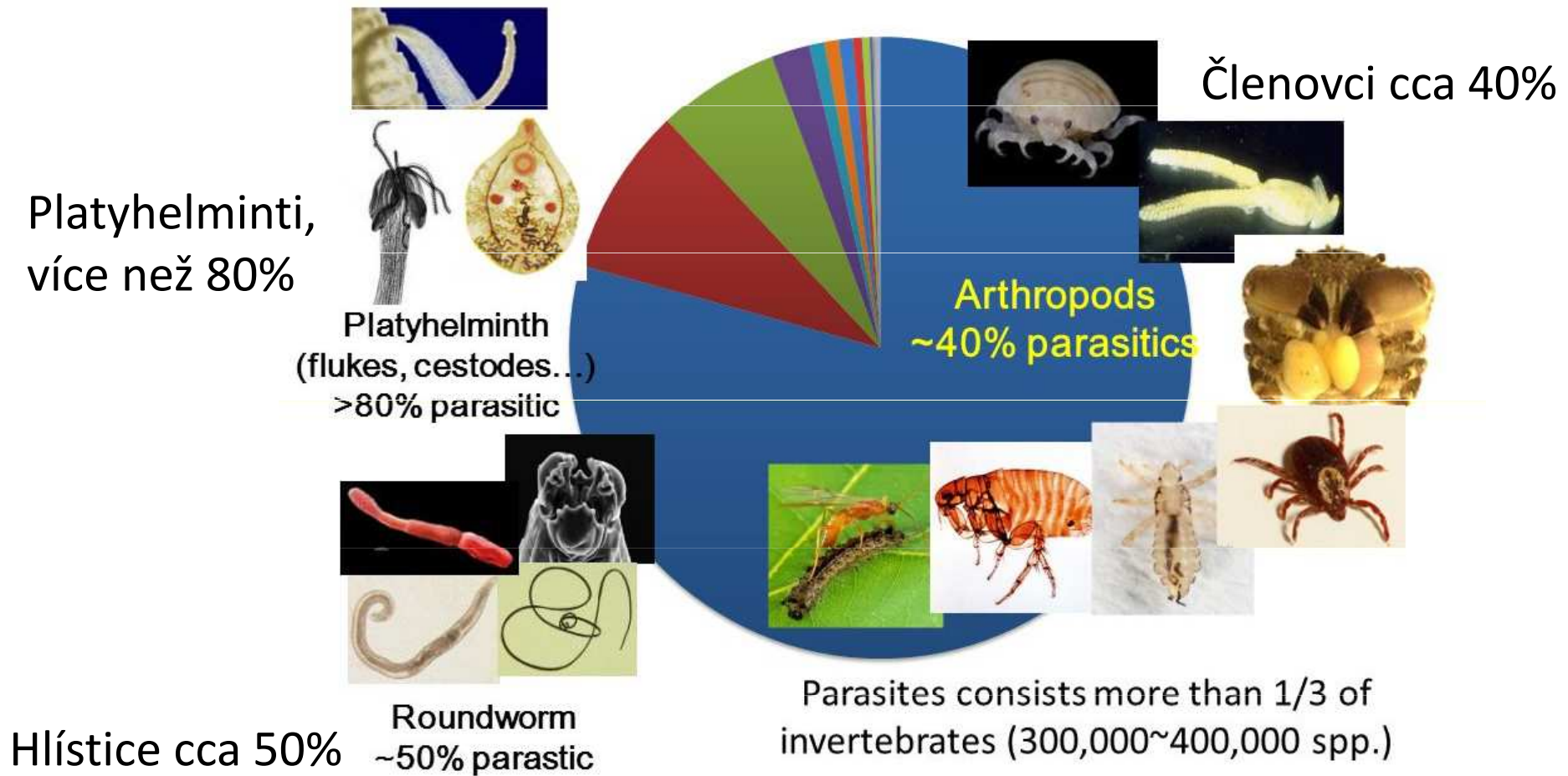
paraziti rostlin	R	63 300
------------------	---	--------

parazitoidi živočichů	Ž	107 500
-----------------------	---	---------

parazitoidi rostlin	R	159 000
---------------------	---	---------

Chordata	Ž	100
-----------------	---	-----

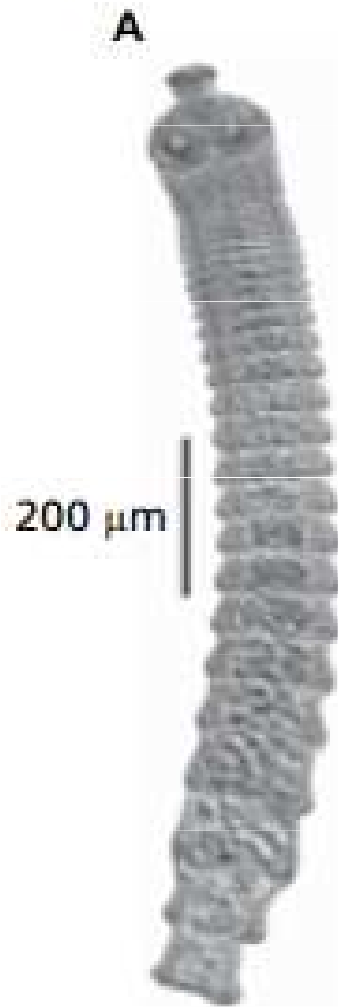
Kolik v (%) je na Zemi parazitů ?



Nově popsané druhy parazitů:

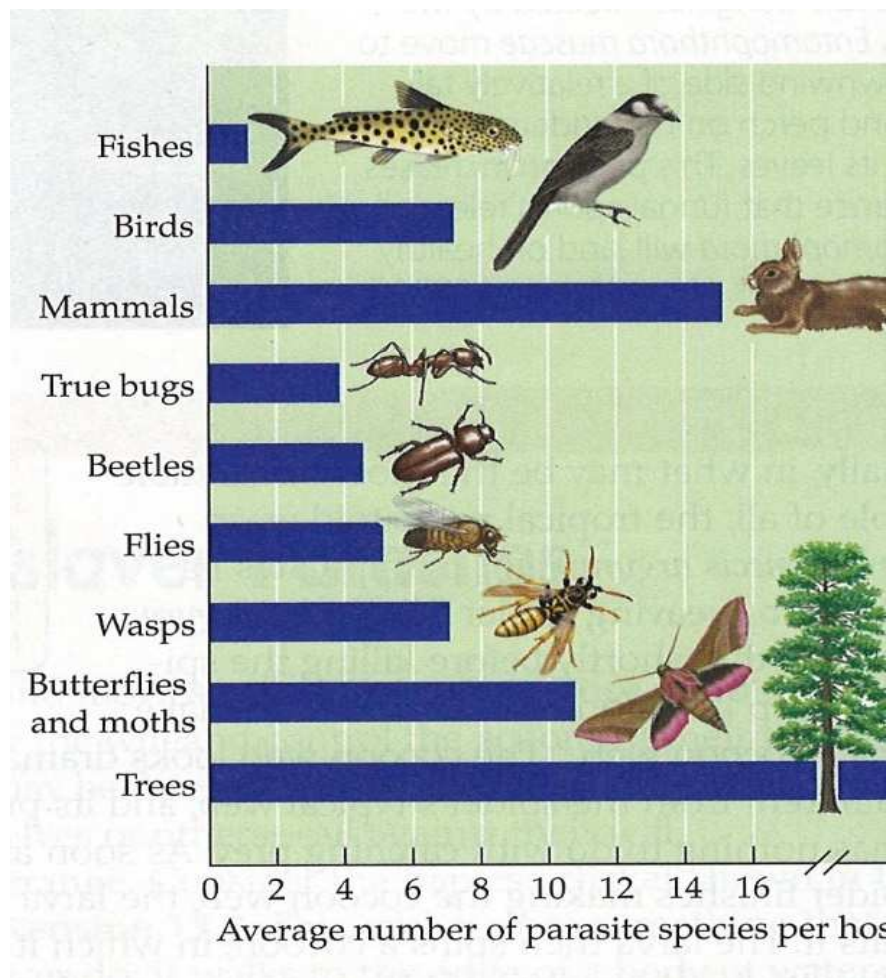
A – tasemnice *Rhodentolepis gnoskei* z hostitele *Suncus varilla*, jezero Mallawi,

B – pseudoblecha *Pseudopulex jursicus* z dinosaura *Pedopenna dauhugouensis* (Mesozoicum) z Číny.

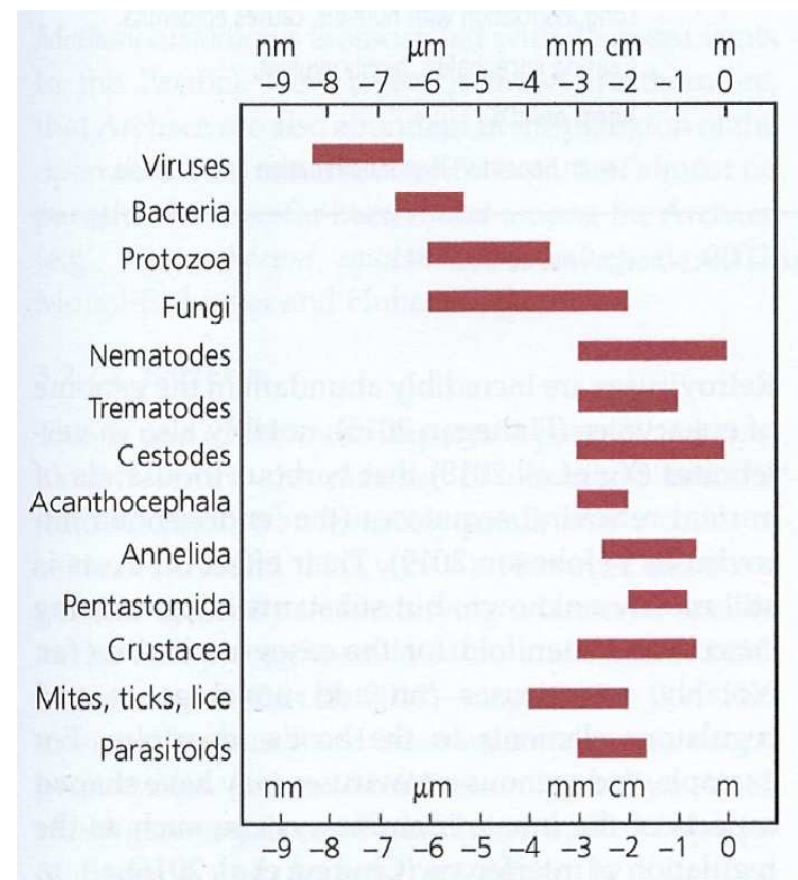


Kolik je druhů cizopasníků ?

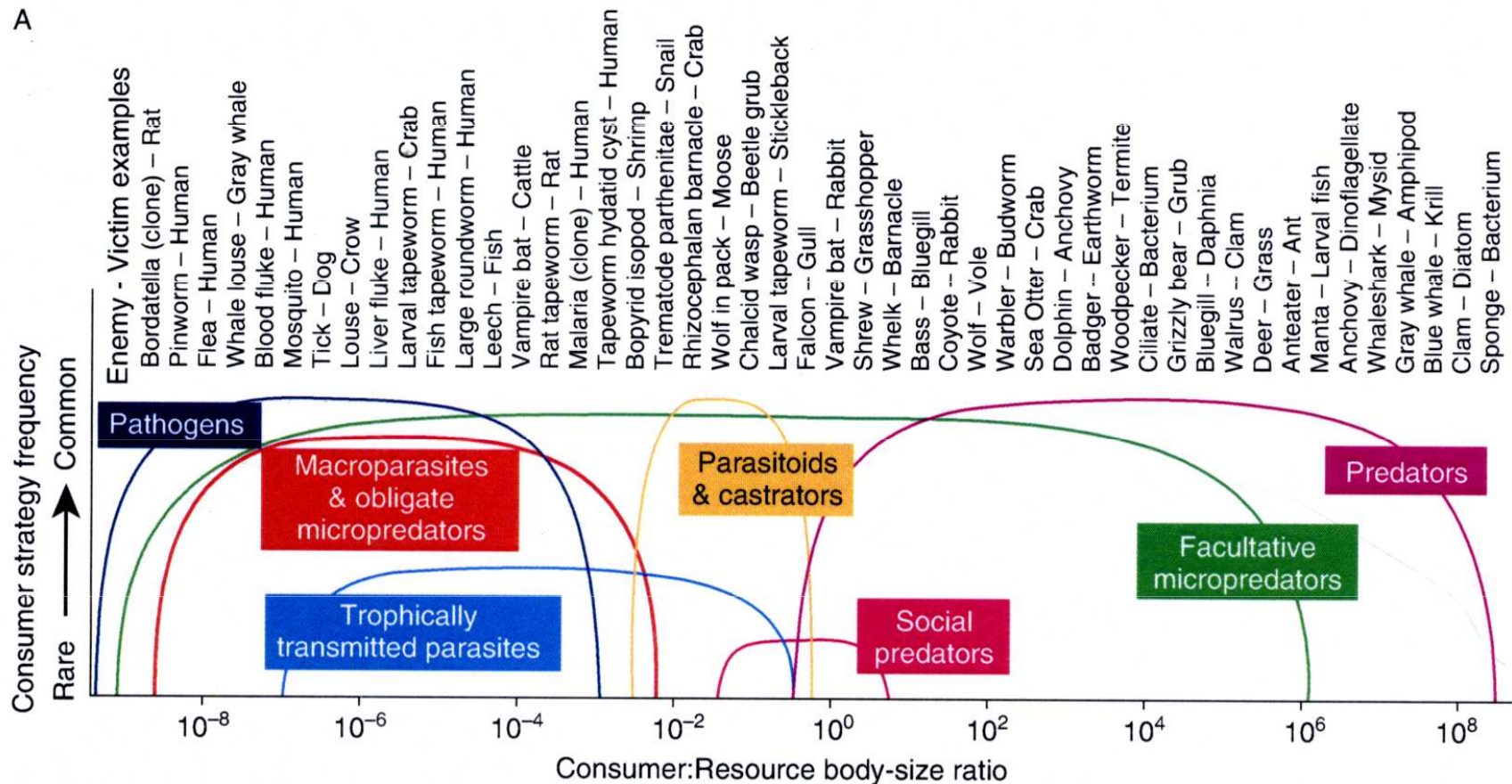
Kolik je na Zemi cizopasníků ?



Jaká je jejich velikost ?



Frekvence poměru relativní velikosti těla PARAZITA (konzumenta) a HOSTITELE (kořisti)



Co je to parazitismus ?

Parazitismus = vzájemný vztah, při kterém jeden druh získává výhodu, zatímco druhý je tímto vztahem poškozován.

Je parazitismus symbiósa ?

Symbiosa v přírodě

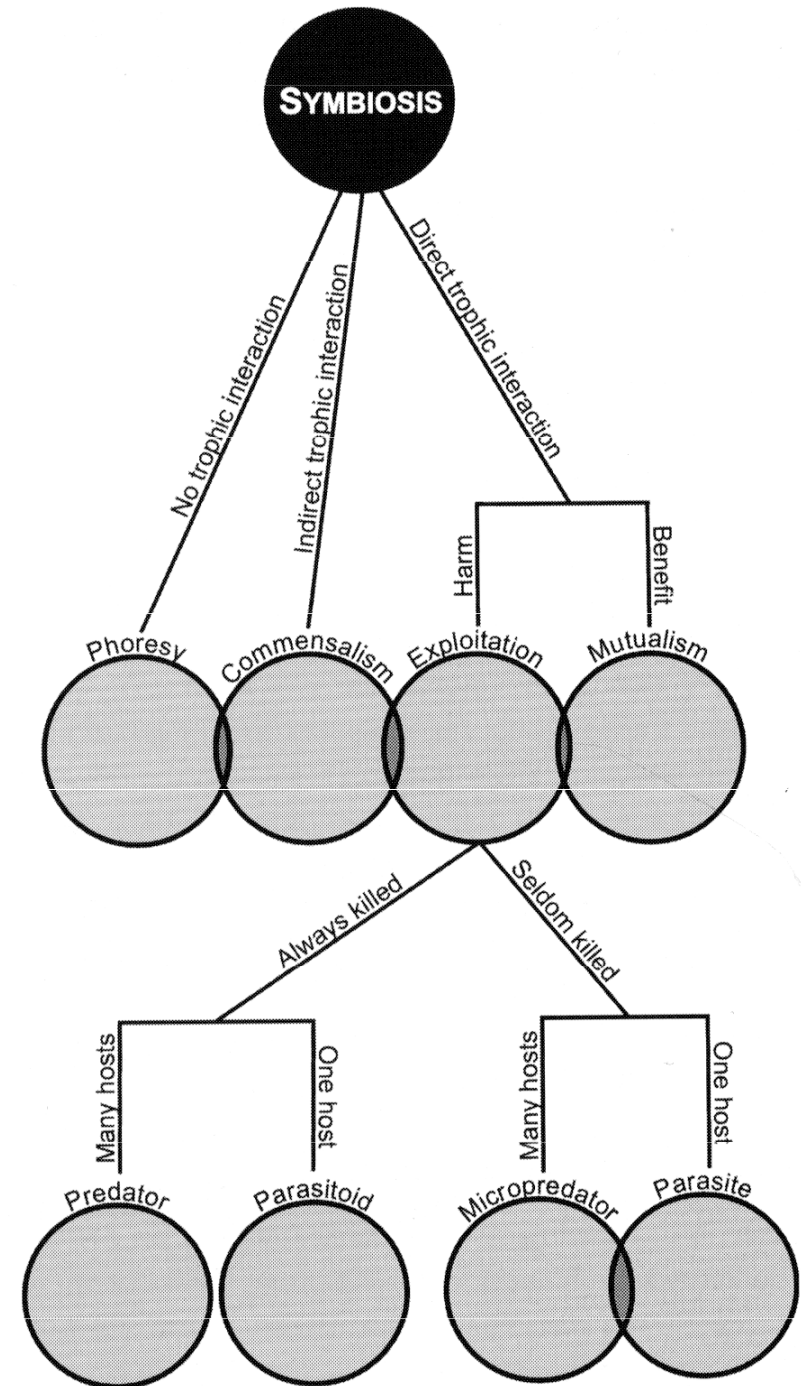


Mezidruhové vztahy

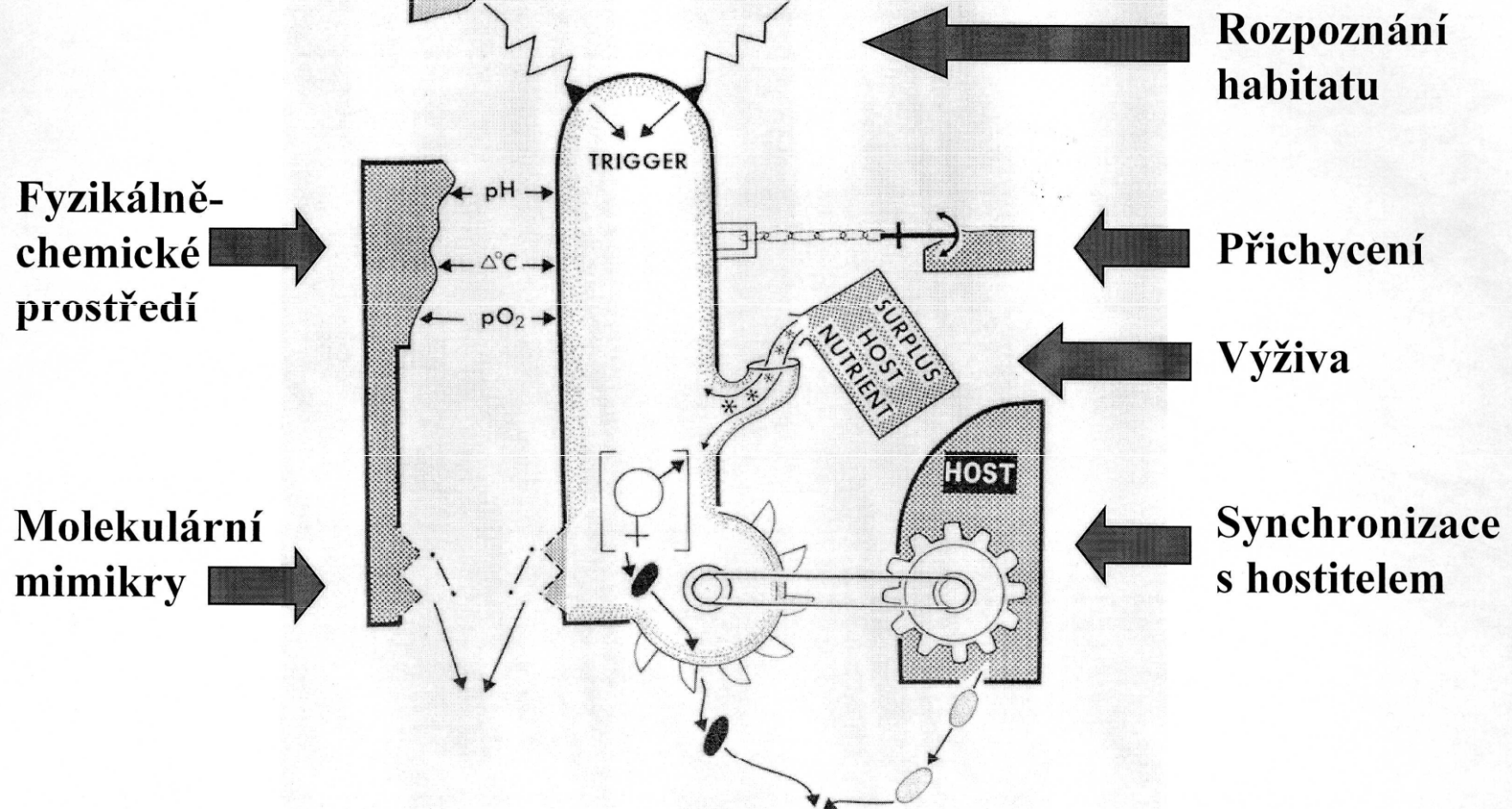
NÁZEV	DRUH A	DRUH B	CHARAKTER VZTAHU
neutralismus	0	0	druhy žijí na stejném stanovišti, ale vzájemně se neovlivňují
kompetice (též konkurence)	–	–	oba druhy soutěží o stejný potravní zdroj, vztah má zpravidla nepříznivý vliv na populace obou druhů
komensalismus	+	0	komensál (druh A) má ze soužití prospěch (zpravidla 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 označována termínem „symbióza“
amensalismus (též antibióza, resp. allelopatie)	0	–	inhibitor (druh A) produkuje látky toxické pro amensála (druh B), sám většinou není ovlivněn
parazitismus	+	–	druh A je parazitem druhu B (druh B určitou dobu přežívá, není druhem A přímo konzumován)
predace	+	–	druh B je potravou pro druh A (výsledkem interakce je okamžitá likvidace druhu B)

Je parazitismus symbióza ?

- Celý život a nebo alespoň jeho část žije na nebo uvnitř těla svého hostitele
- Živí se na jeho úkor → jeho efekt na hostitele může být škodlivý



Základní problémy parazita



(upraveno podle Smytha 1994)

Hlavní starosti parazita

1. Mít strategii úspěšného vyhledávání hostitele
2. Znat způsob jak vniknout do hostitele a zachytit se v něm
3. Adaptovat se vůči fyzikálně-chemickým podmínkám hostitele
4. Být schopen se v těle hostitele uživit
5. Umět se bránit před obranným systémem hostitele
6. Dokázat se v množit a šířit na další hostitele

Být parazitem není jednoduché !

Je to ale terno !

Výhody parazitismu

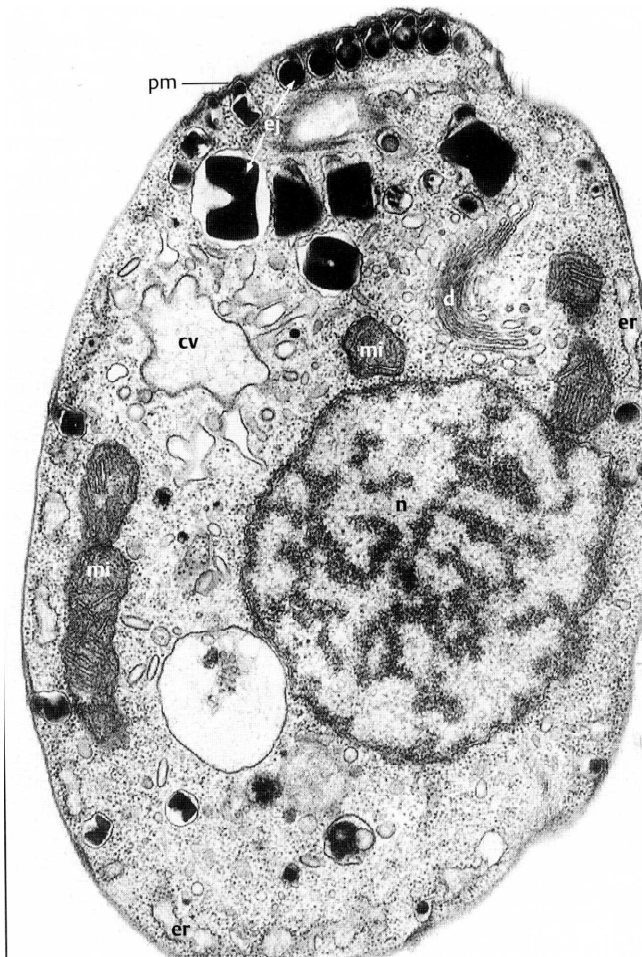
- 1) Po nalezení hostitele nemusí hledat dalšího
- 2) Permanentní dostupnost potravy
- 3) Redukovaná potřeba složitého získávání a zpracovávání potravy
- 4) Ochrana před extrémy vnějšího prostředí
- 5) Ochrana před predátory a nemocemi
- 6) Redukovaná potřeba mechanismů šíření (zajišťuje hostitel)
- 7) Větší tělesné proporce pro reprodukční orgány než u volně žijících živočichů

Nevýhody parazitismu

- 1) Extrémní specifičnost zvyšuje riziko vyhynutí
- 2) Nutnost vyhledat optimální místo lokalizace na/v hostiteli
- 3) Nutnost se adaptovat vnitřnímu fyziologickému prostředí hostitele
- 4) Nutnost překonávat imunitní systém hostitele
- 5) Rozšíření je omezeno na geografické rozšíření hostitele
- 6) Přenos je extrémně riskantní a většina potomků cizopasníka zahyne před dosažením vhodného hostitele.

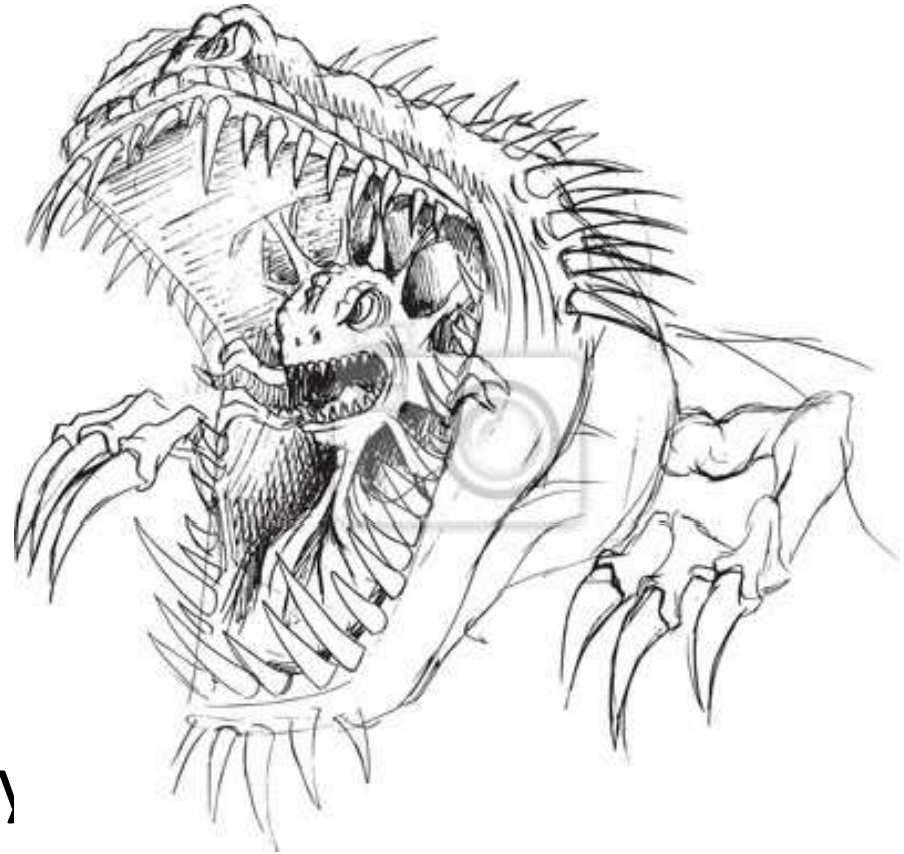
Adaptace prvoků k parazitismu

- Strukturální
- Biologické
- Fyziologické
- Biochemické
- Ekologické
- Molekulární



Typy parazitismu

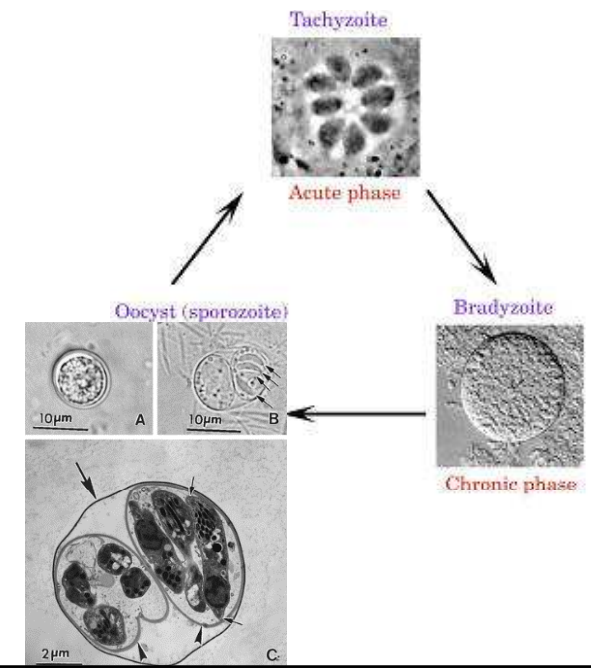
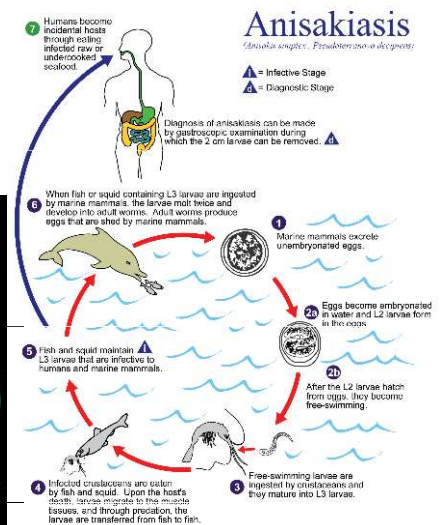
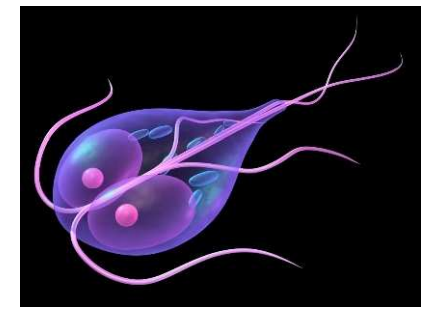
- Parazit (typický)
- Predátor
- Parazitoid
- Mikropredátor
- Parazitický kastrátor
- Parazitičtí obratlovci
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus u hmy
- Kleptoparazitismus
- Parazitické rostliny



Parazit - typický

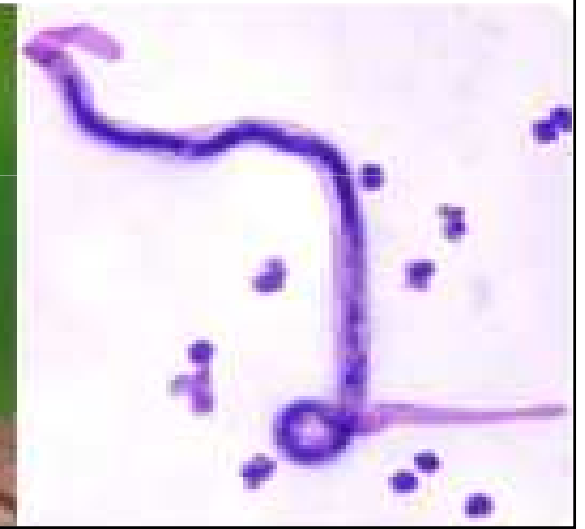
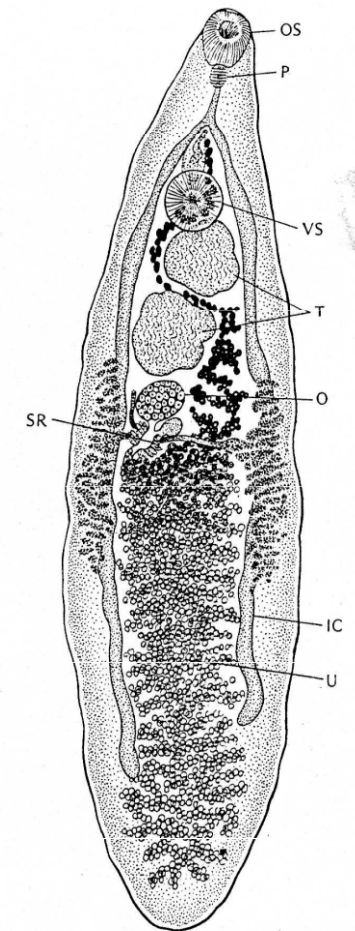
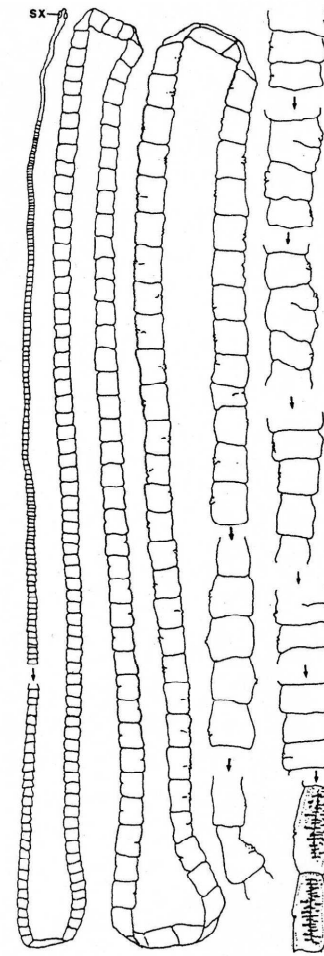
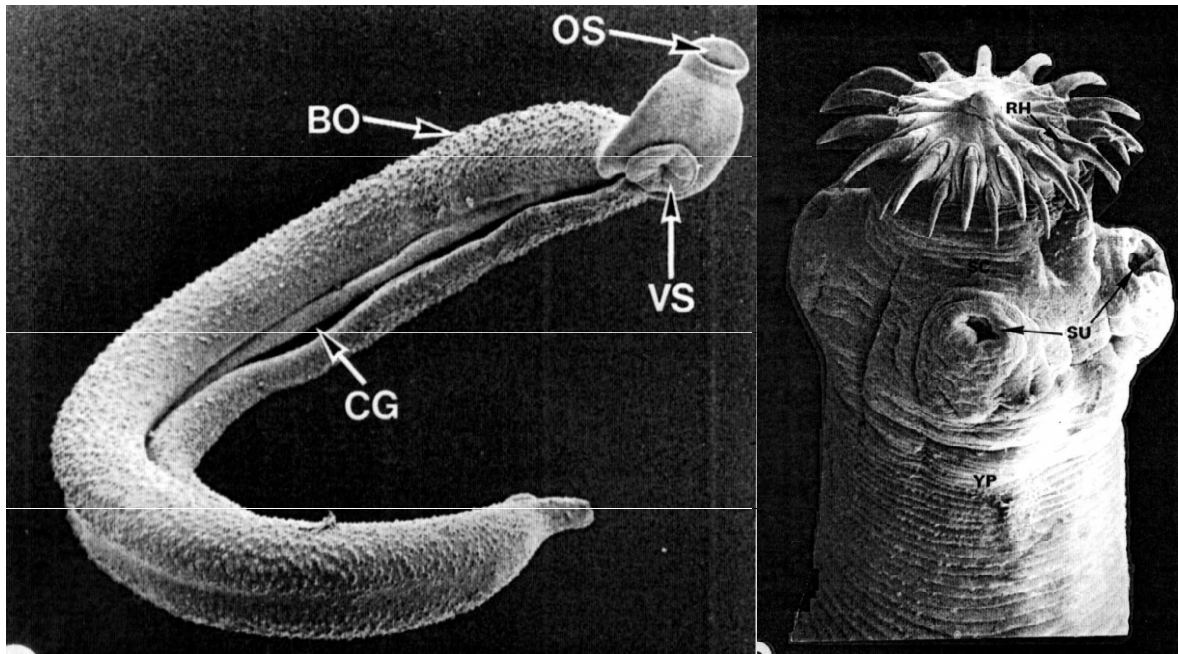
- ▶ Jeden hostitel a velmi slabé nebo
- ▶ žádné poškozování hostitele
- ▶ Hostitel přežívá
- ▶ Andreson & May (1979) :
typický parazit – závisí na intenzitě
infekce (**makroparazit**)
patogen – nezávislý na intenzitě infekce
(**mikroparazit**)

!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen
vyžaduje usmrcení hostitele



Paraziti – příklady

Obrovská rozmanitost



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)

Ekologické vymezení parazita !

Efekt na biologickou zdatnost	Počet obětí na 1 útočníka	
	Jedna oběť ←	Více obětí
Menší než 100% ↑	typický parazit ←	mikropredátor
100% (oběť má nulovou zdatnost)	parazitoid kastrátor	predátor

Predace



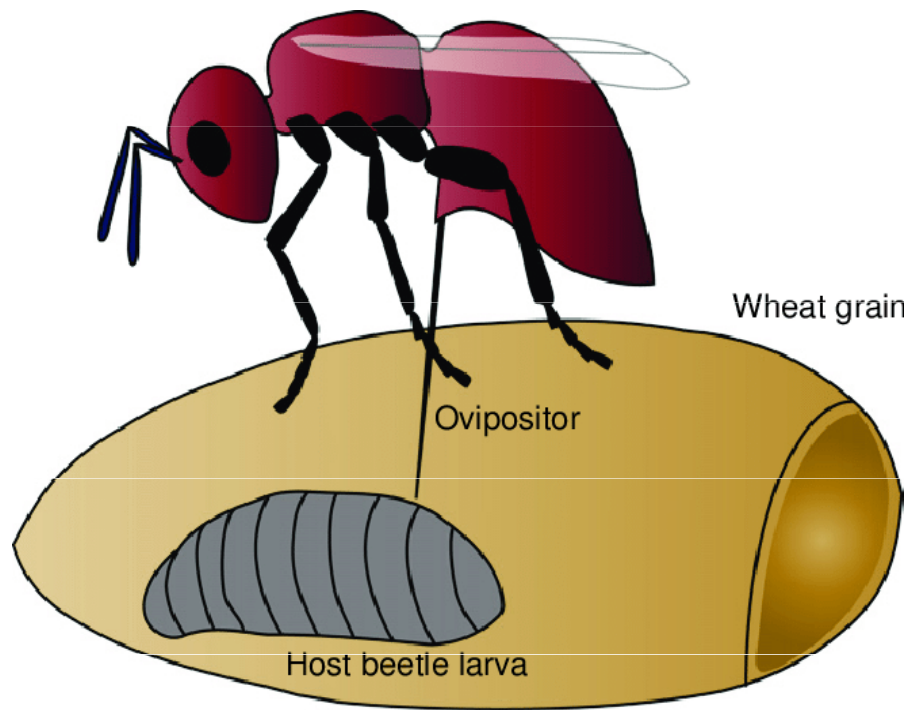
Parasitoid

- ▶ Jeden hostitel
- ▶ Hostitel je usmrcován
- ▶ Parasitické larvy o hmyzu Diptera (Tachinidae) a Hymenoptera (Chalcidoidea, Braconidae), fyziologické adaptace (endosymbiotické viry)
- ▶ Samičky kladou vejíčka do hostitele, líhnoucí se larvy jsou parazitické

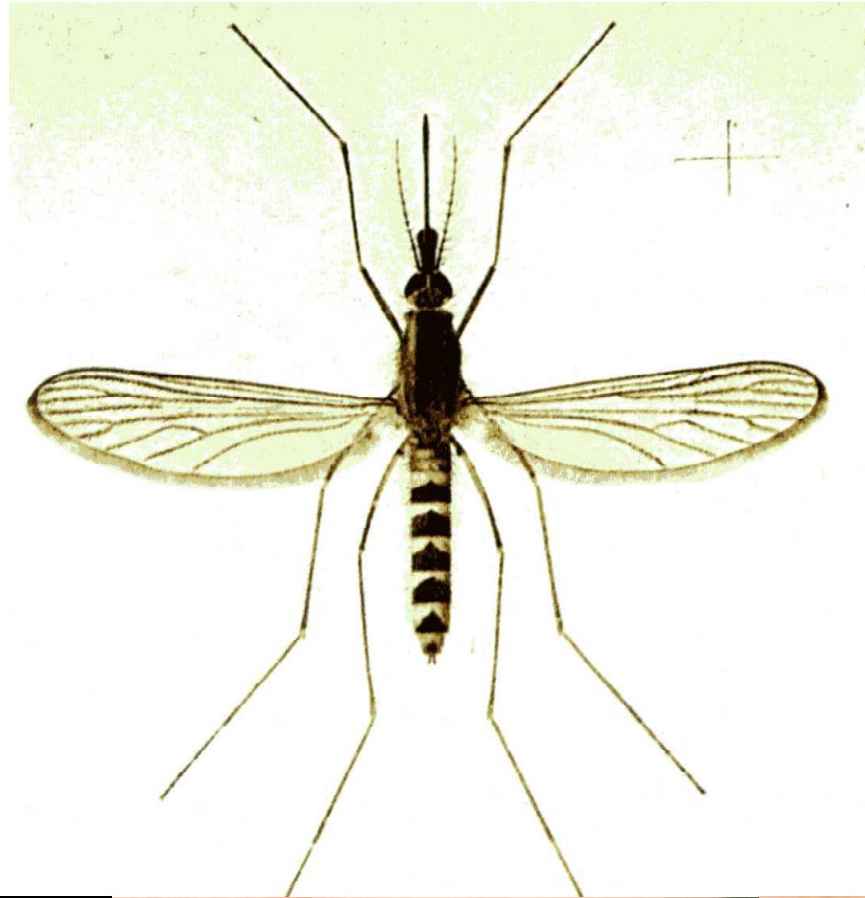


Formy parazitismu - parazitoidi

- **Parazitoid** – strategie blízká predaci – zabíjí svého hostitele na konci vývoje – vyžírá 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, síťokřídlí – odhad až 25% hmyzu.
- Zástupci **Hymenoptera** – lumci (Ichneumonidae), lumčici (Braconidae), vejřitky (Proctotrupoidea), 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,



Mikropredátor - krevsající členovci



Rozmanitost členovců - blechy

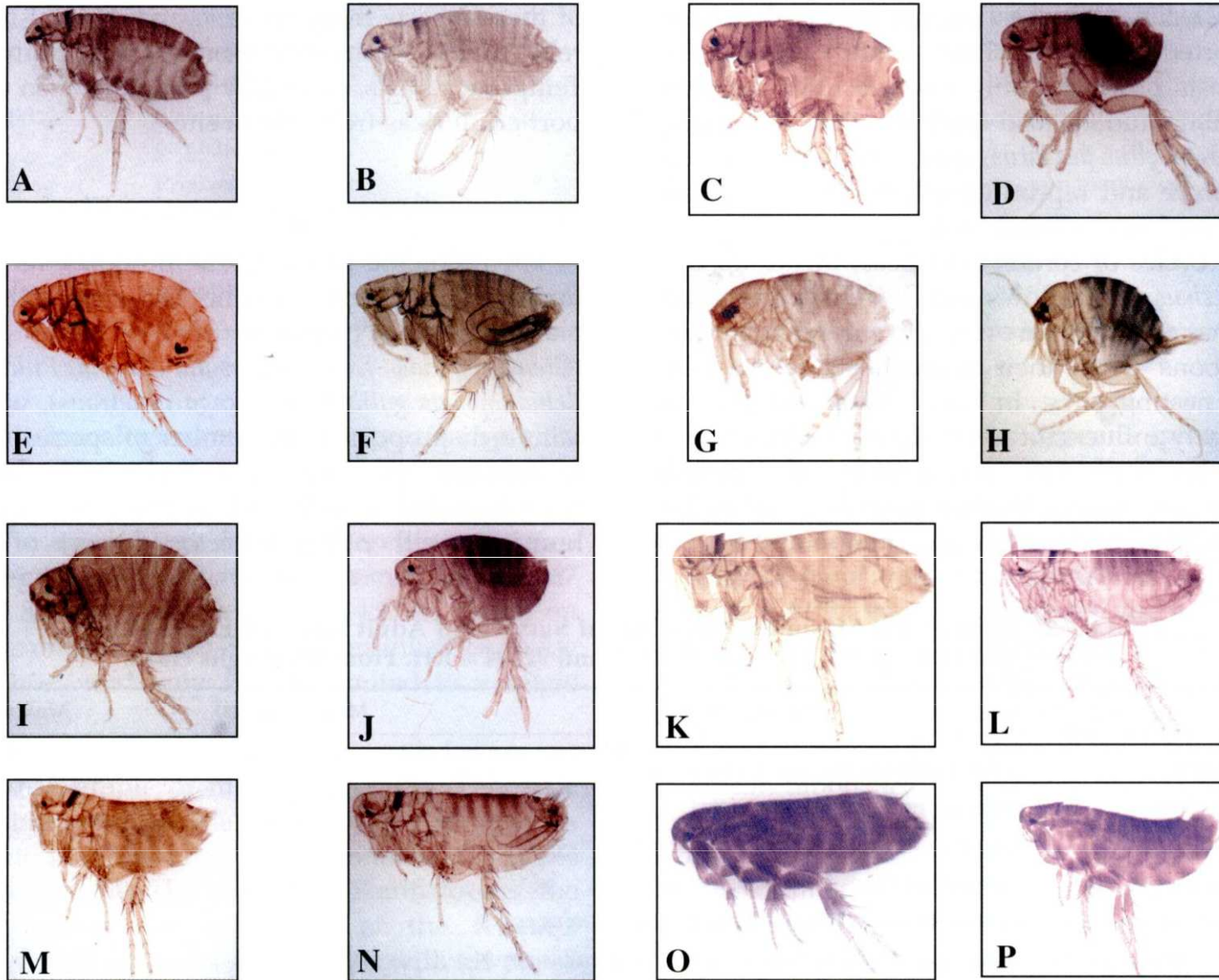
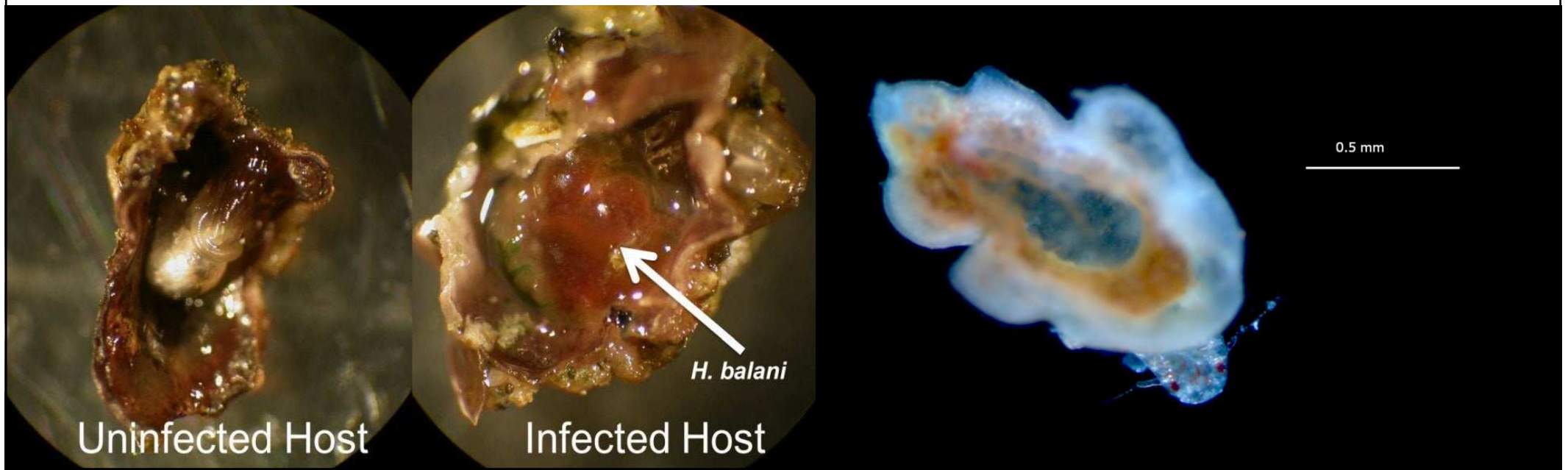


FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L);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

Parazitický kastrátor

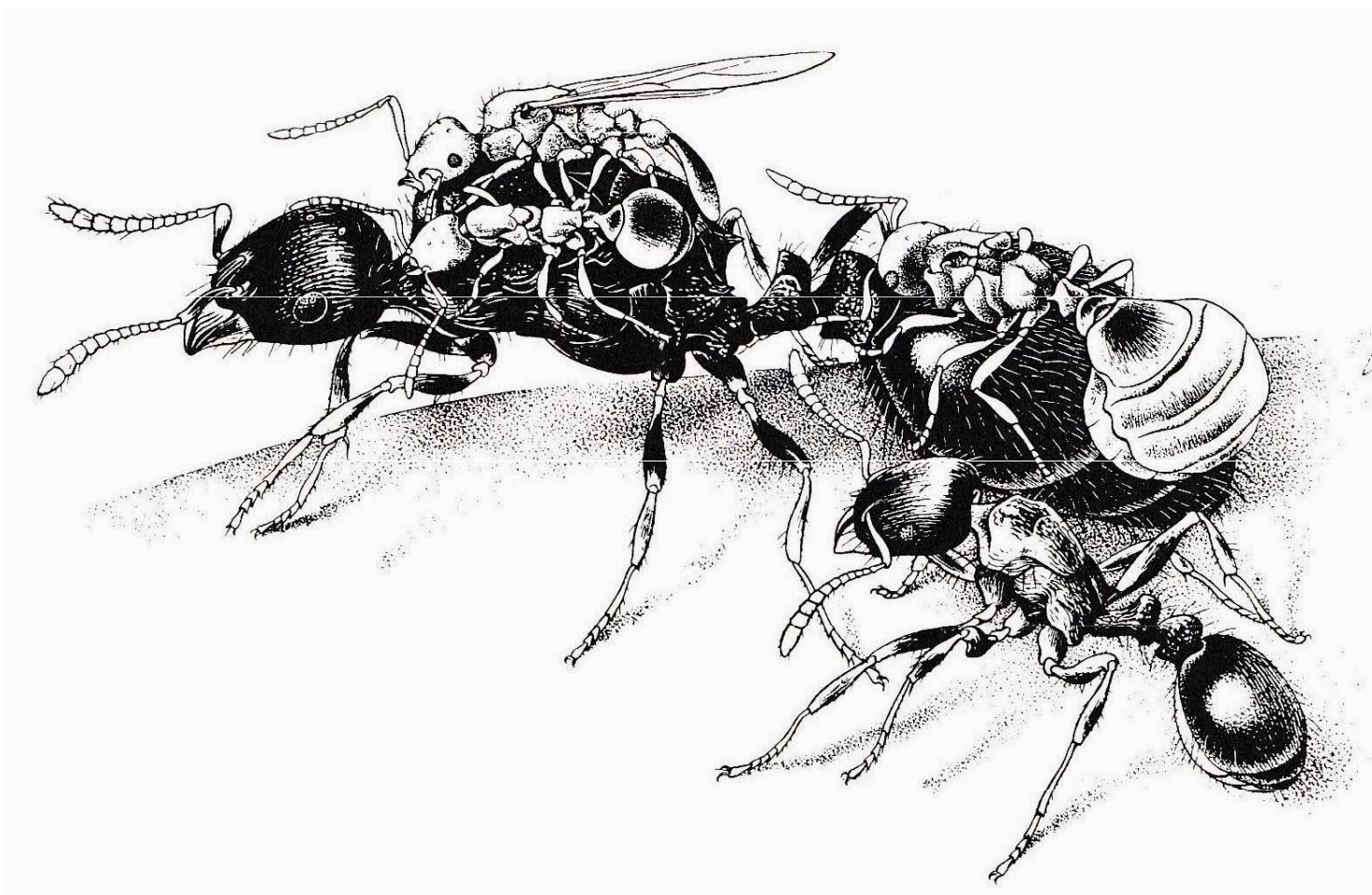
- ▶ Energie sloužící hostiteli k reprodukci je využívána parazitem
- ▶ **Parazitický kastrátor** - zabíjí hostitele v evolučním slova smyslu
- ▶ **Částečný kastrátor** – přechod mezi typickým parazitem a parazitickým kastrátorem



Hnízdní parazitismus – kukačka obecná



Sociální parazitismus



Sociální parazitismus a otrokářství

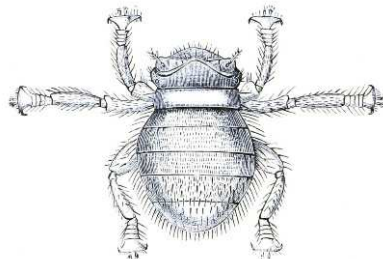
- Nejčastěji **Hymenoptera**
- **Parazitické druhy** jsou závislé na členech kolonie sociálního hmyzu – Formicidae, Myrmicidae a včely.
- **Sociální parazitismus** vznikl několikrát na sobě nezávisle – různé strategie a sociální organizace jak u parazitoidů tak u hostitelů.
- Dva typy – (1) **složená hnízda** a (2) **smíšené kolonie**
- **(1) složená hnízda** - nepříbuzné druhy – P kradе 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 brání se dělnice.
- **Inkvilinismus** - 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.
- Smíšení kolonií – fylogenetická příbuznost partnerů – hypotézy vzniku
- Hnízdní parazitismus 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.

Kleptoparazitismus - příklady



Kleptoparazitismus a forézie

- **Kleptoparaziti** – ujídají svému hostiteli od úst – snižují tak množství přijaté potravy – např. fregatky
- Jiné využití hostitele – **forézie** – hostitel slouží jako přepravní prostředek

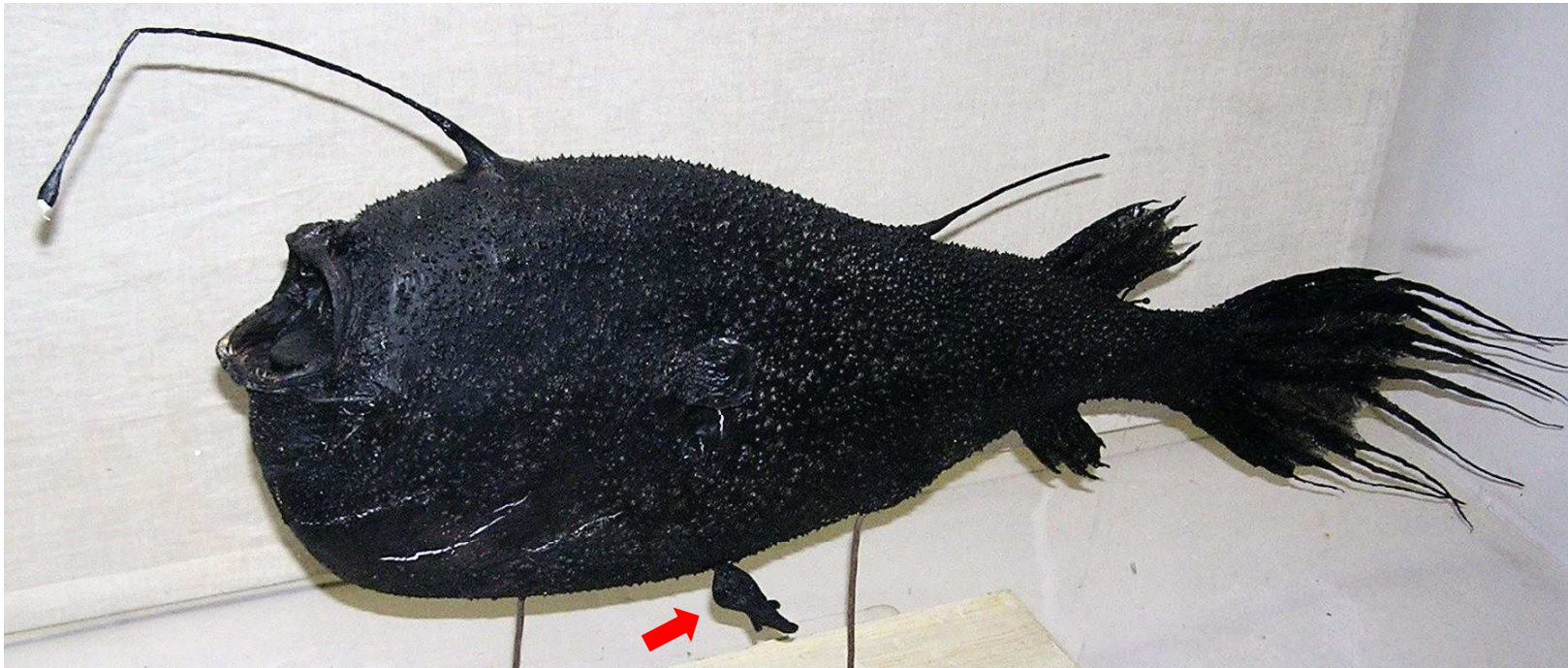


Braula coeca. (After Meinert.)

- **Braula coeca** – kleptomanická a foretická moucha
- okrádá různé hmyzí a pavoučí predátory
- Drobní kleptoparaziti – často malí roztoči – tiplíci – vykrádají pavoučí sítě
- Okrádání jsou často např. listoroží brouci – hovníválové – parazitují jim na kuličkách larvy much (Sphaeroceridae) – kulička jim slouží jako místo vývoje potomstva

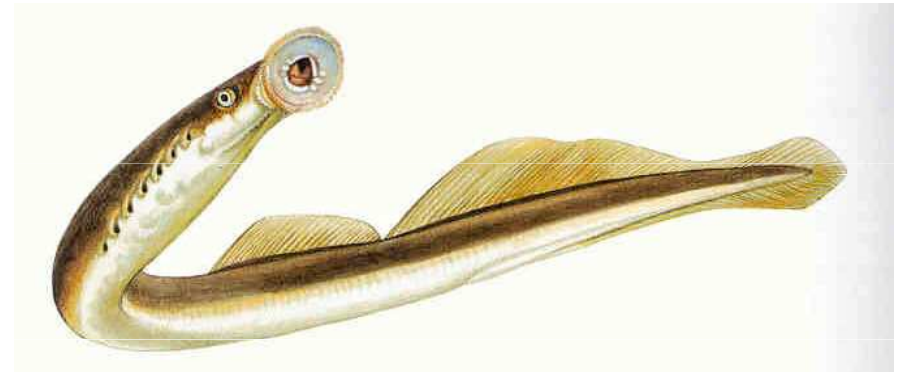
Sexuální parazitismus

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 Samice jej živí a chrání před predátory, zatímco samec ji toto ničím neopětuje. Jediné co ji poskytuje jsou spermie, které samice potřebuje pro vznik nové generace.

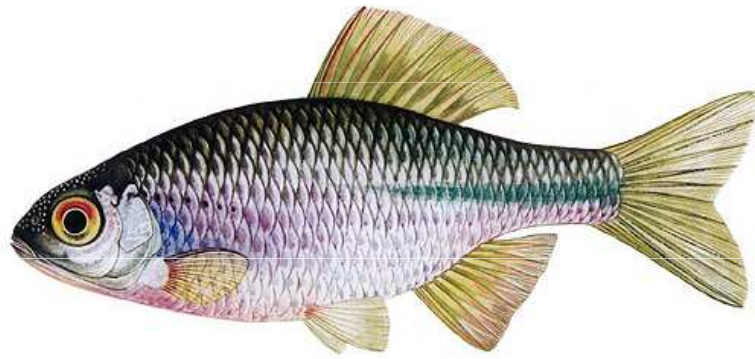


Samec ryby [*Ceratias holboelli*](#) žije jako malý sexuální parazit permanentně přichycený na spodní straně těla samice.

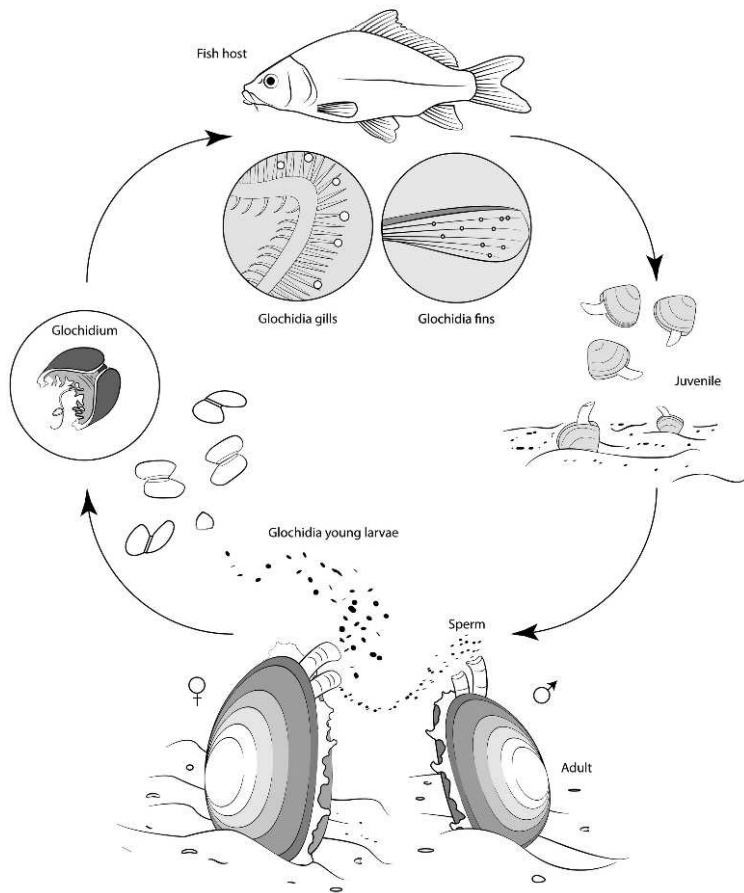
Ryby jako (ekto)paraziti - mihule



Ryby jako (endo)paraziti – hořavka duhová



Mussel life cycle



Škeble rybničná



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

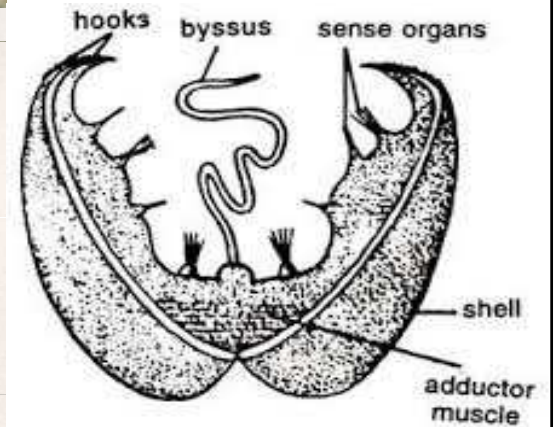


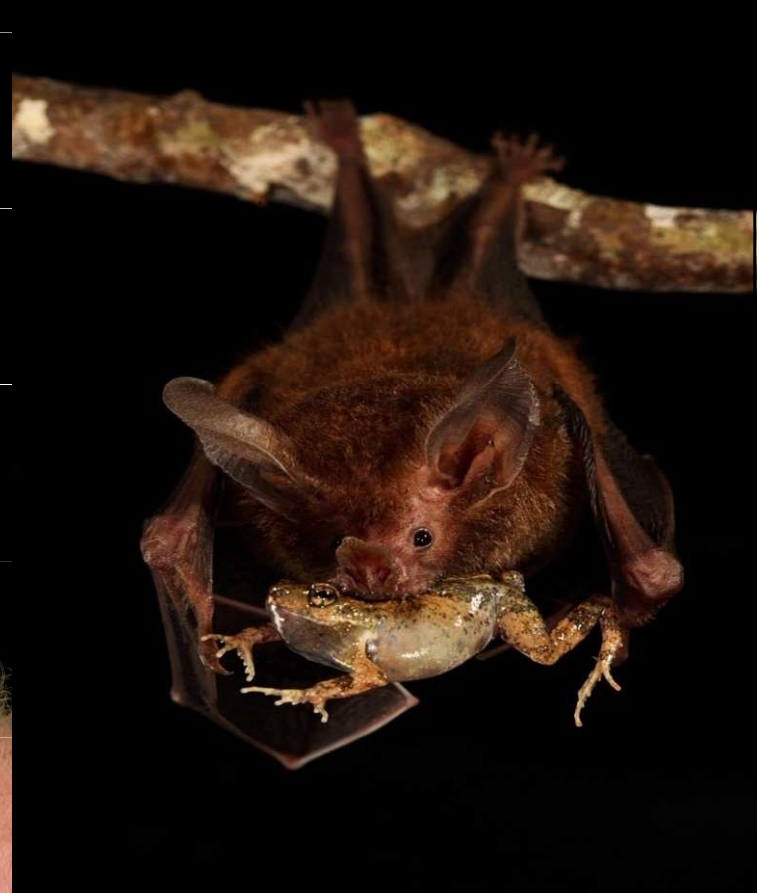
Fig. 26.10. Glochidium larva



Krev sající netopýři – rodu **Desmodus spp** (Vampyrismus)



Žijí v amerických tropech a mohou sát krev na teplokrevných 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.



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.

Vyšší rostliny jako paraziti

- Rostliny čerpající potřebné minerální látky a fotosyntetické asimiláty částečně, nebo úplně z jiných rostlin.
- **Asi 1% kvetoucích rostlin je parazitických, tj cca 4 500 druhů.**
- Vnikají do hostitele a napojují se na jeho cévní systém penetračními výběžky = **HAUSTORIA** (→ fyziologický a morfologický most mezi parazitem a hostitelem)
- Rozlišujeme dva typy parazitických rostlin:

HOLOPARAZIT - parazitické rostliny bez chlorofylu, jejich zásobování vodou, živinami a vázaným uhlíkem celkem závisí na jejich hostitelských rostlinách - Raflézie (*Rafflesia arnoldii*), Kokotice (*Cuscuta*), Záraza (*Orobanche*)

HEMIPARAZIT - rostlina schopná fotosyntézy; čerpá minerální látky a vodu kořeny zapuštěnými do jiných rostlin. Jmelí (*Viscum*), Světlík (*Euphrasia*), Kokrhel (*Rhinanthus*)

Parazitické rostliny – 2 skupiny

HOLOPARAZITI

(úplní/obligátní paraziti)

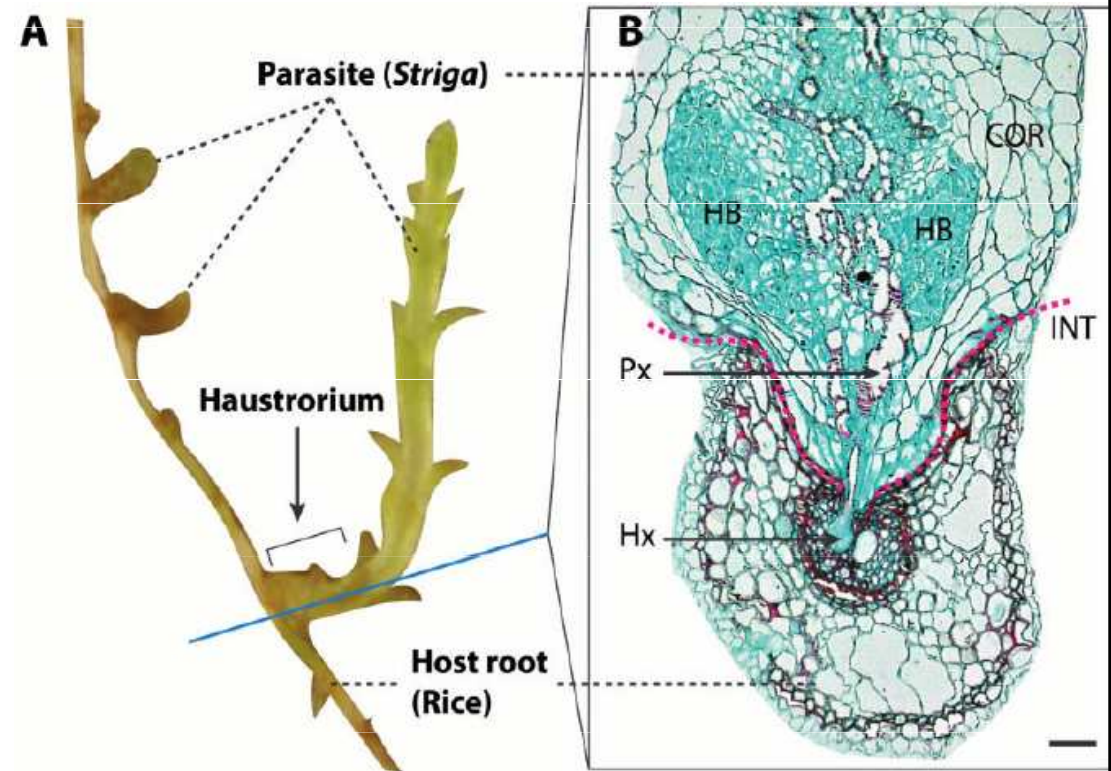
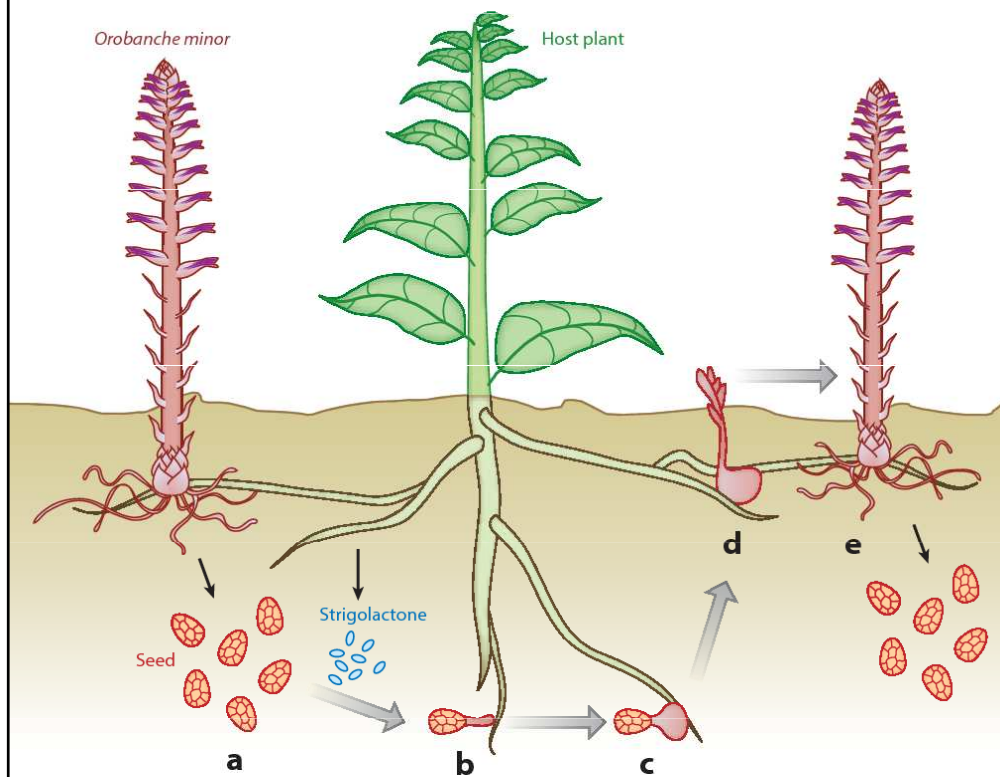
- Organické i anorganické látky
- Nemají chlorofyl
- Zcela závislí na hostiteli
- Na povrchu hostitele
- Listy i kořeny redukovány
- Haustoria do floému a i do xylému
- Příklady:
 - Záraza (kořeny lučních rostlin)
 - Podbílek (kořeny listnatých dřevin)
 - Kokotice (na jeteli aj.)

HEMIPARAZITI

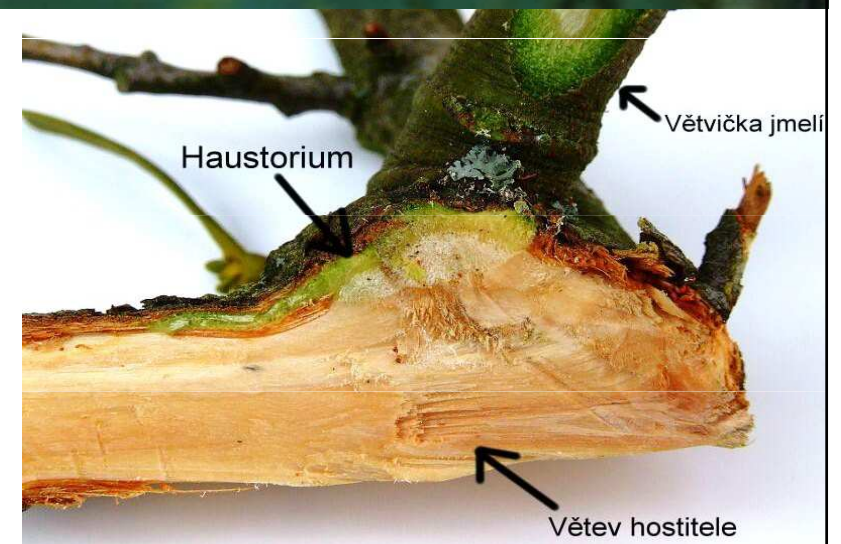
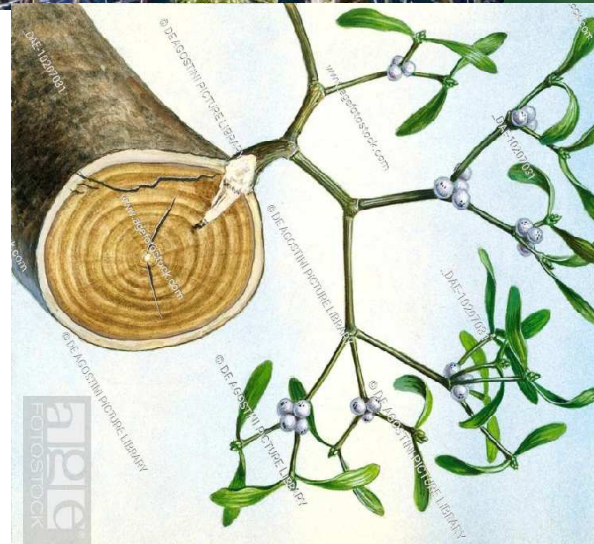
(polo/fakultativní paraziti)

- 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



Jmelí bílé – symbol vánočního štěstí



Jmelí bílé – parazit !



Parazitické rostliny - příklady

Kriticky ohrožené druhy

Záraza ožanková



Záraza sivá



Zářaza namodralá



Zářaza šupinatá

Zářaza písečná

Zářaza hořčiková

Zářaza nachová

Parazitické rostliny - příklady

Další druhy Kokrhelce

Kokrhel luštinec



Kokrhel větší



Kokrhel sličný



Parazitické rostliny - příklady

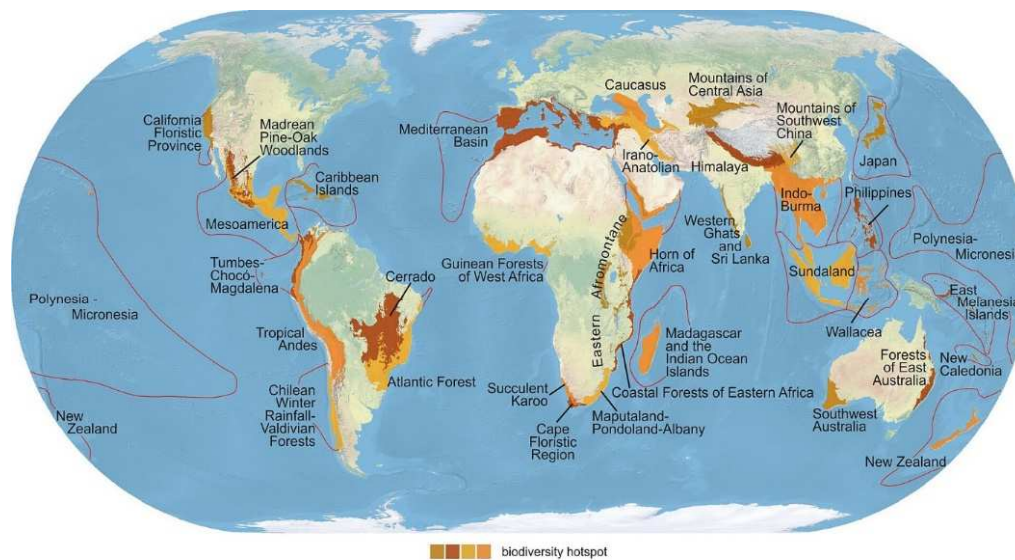
Rafflesia arnoldii



Organismus hostitele jako habitat/biotop ?

- V ekologii se **habitem/biotopem** rozumí řada zdrojů, fyzikálních a biotických faktorů, které jsou přítomny v oblasti, jako je podpora přežití a reprodukce konkrétního druhu. Na stanoviště druhu lze pohlížet jako na fyzický projev jeho ekologické niky. "**Stanoviště-habitat-biotop**" je tedy druhově specifický termín, který se zásadně liší od pojmů, jako je prostředí nebo vegetační společenstva, pro které je vhodnější termín "**typ stanoviště**.,,
- **Biotop/habitat se vždy vztahuje k určitému druhu organismu** – např. biotopem mlže velevruba malířského jsou vodní nádrže a pomalu tekoucí vodní toky.
- **Synonymem pojmu habitat/biotop je stanoviště.** Podle některých autorů je však pojem stanoviště užší než biotop. Například v biotopu pomalu tekoucí vody je více stanovišť: dno, břeh apod.

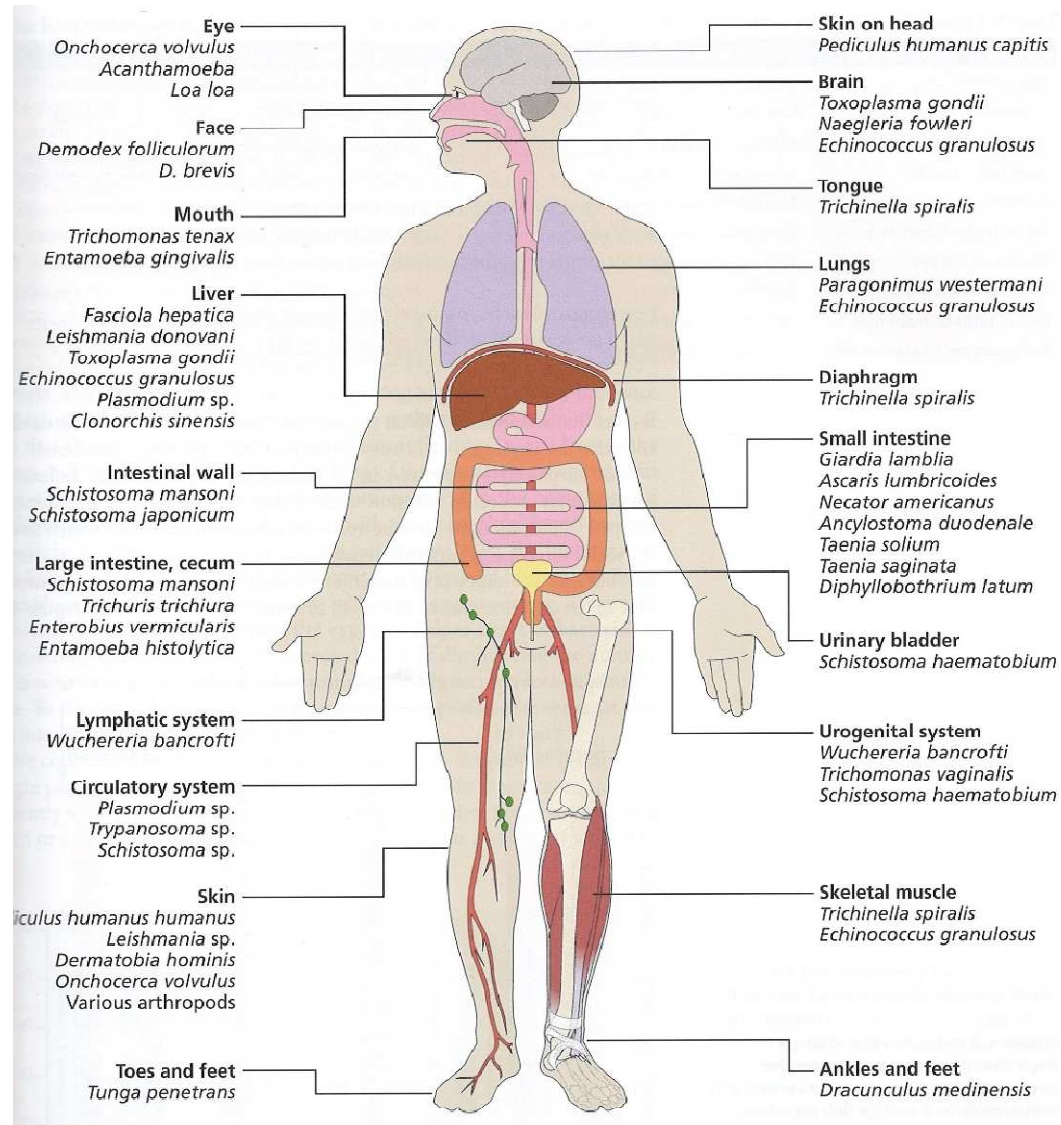
Příklady habitatů volně žijících organismů



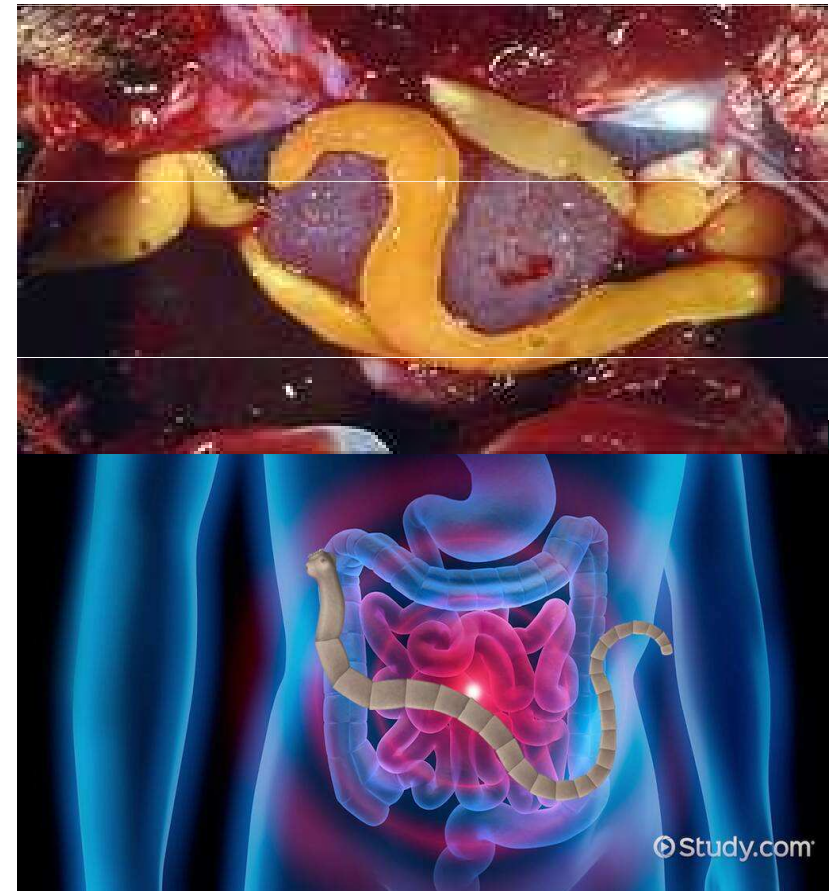
Conservation International (conservation.org) defines 35 biodiversity hotspots — extraordinary places that harbor vast numbers of plant and animal species found nowhere else. All are heavily threatened by habitat loss and degradation, making their conservation crucial to protecting nature for the benefit of all life on Earth.



Organismus jako habitat



Přehled specifických habitatů využívaných cizopasníky člověka



Hostitel jako ostrov, jak se na něj dostat ?

Organismus hostitele je ostrov, který je kolonizován cizopasníky. Hostitel pro parazita představuje stabilní prostředí, což je výhoda. Nevýhodou je ale to, že **není snadné organismu hostitele dosáhnout** a také to, může narazit na **aktivní obranu**.

V hostiteli dochází k četným interakcím mezi hostitelem, parazitem a dalšími v něm přítomnými parazity. Např. vrtejší dokážou ze střev svého hostitele „vystrnadit“ tasemnici. Echinostomní rédie vstupují v prvním meziphostiteli (vodní předožábří plž) do kompetice se sporocystami schistosom.



Co poskytuje parazitovi (definitivní) hostitel ?

- Parazit v něm dosahuje pohlavní zralosti a pohlavně se rozmnožuje
- Definitivní hostitel parazitovi poskytuje:
 - **Habitat** – „ubytování“
 - **Výživu** – „stravu“
 - **Rozšiřování** – „cestování“

„Host do domu, Bůh do domu ?“



Definitivní hostitel parazitovi poskytuje:

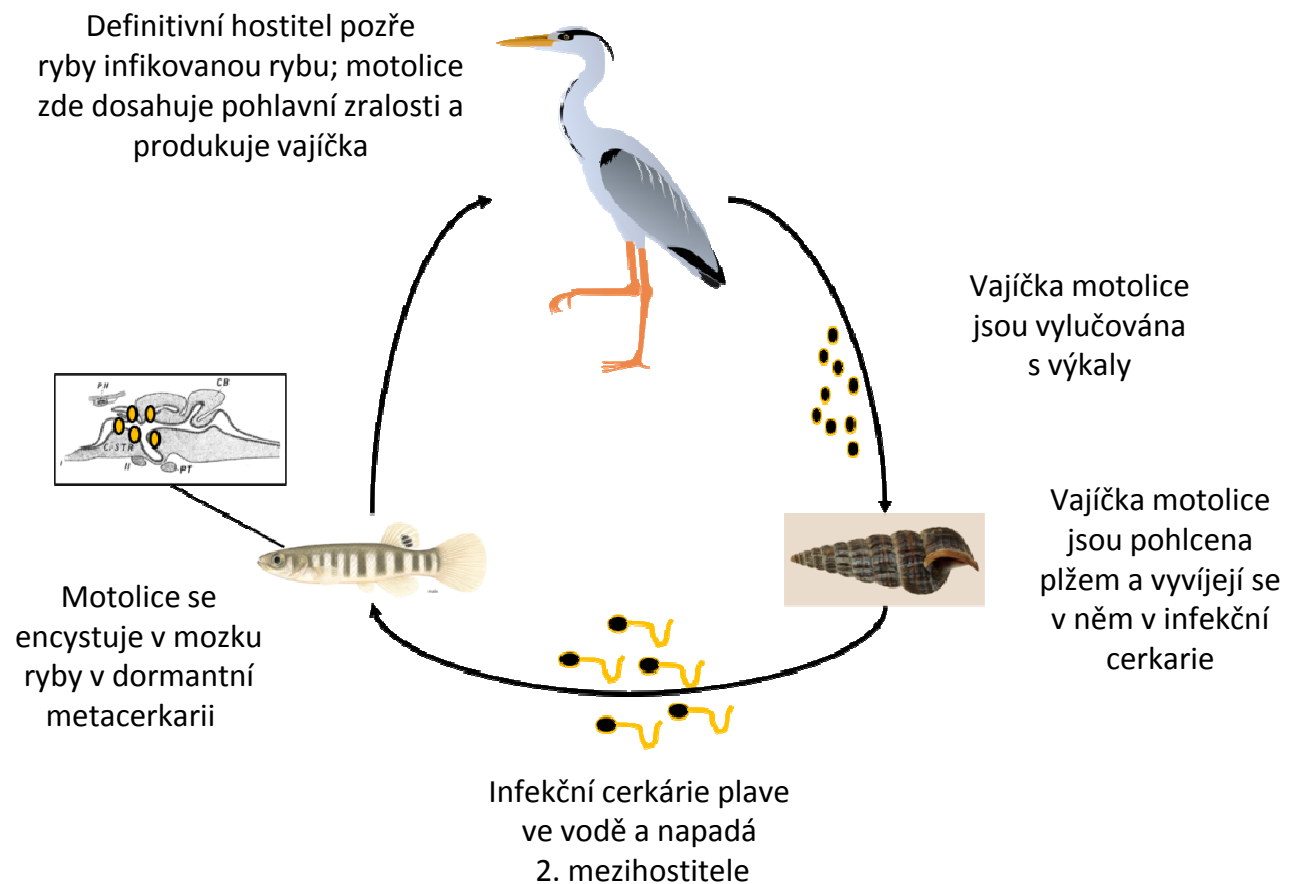
- Habitat – „ubytování“
- Výživu – „stravu“
- Rozšiřování – „cestování“



Typy hostitelů

(dle úlohy, kterou v životním cyklu parazita hrají)

- 1) Definitivní hostitel
- 2) Mezihostitel
- 3) Paratenický hostitel
- 4) Rezervoárový hostitel
- 5) Náhodný hostitel
- 6) vektor



1) Definitivní hostitel (definitive, final host)

= hostitel, ve kterém **parazit dozrává pohlavně** a produkuje **vajíčka** nebo **larvy**.



Schistosomóza – *Schistosoma mansoni*



Ascarióza – *Ascaris lumbricoides*

Definitivní
hostitel

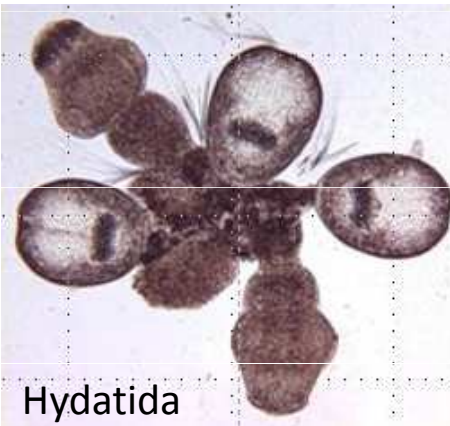


Taeniidóza – *Taenia solium*

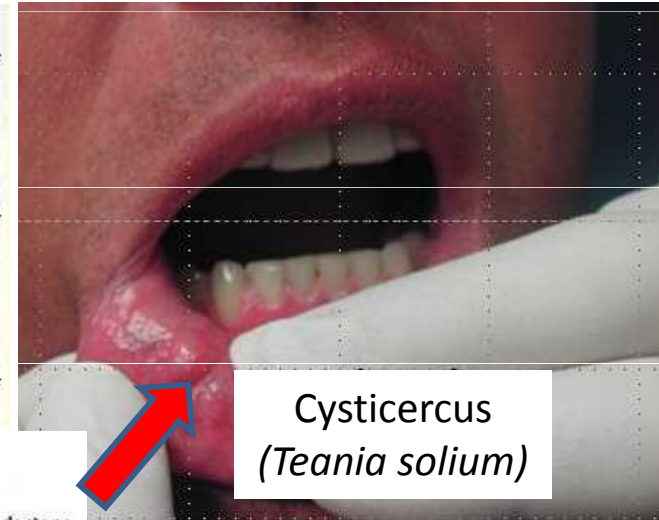
2. Mezihostitel (intermediate host) = hostitel (často bezobratlý, obratlovec), který je **nezbytný pro vývoj** larválních stadií parazita; parazit se zde vyvíjí do stadia invazního pro dalšího MH nebo pro DH



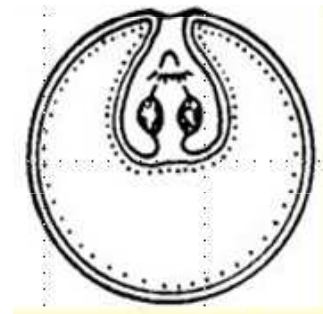
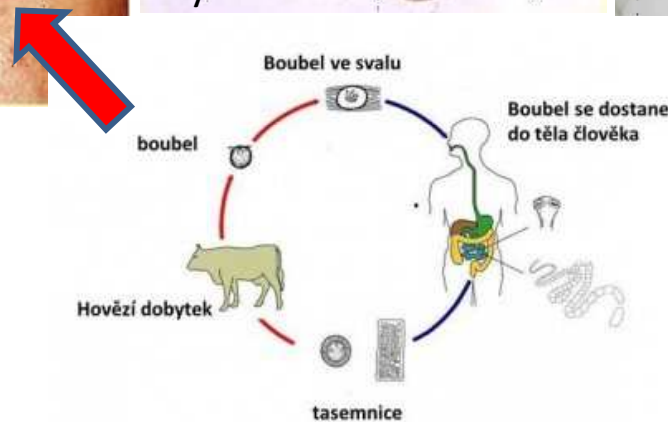
Echinokokóza, Hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



Hydatida



Cysticercus
(*Teania solium*)



Parazitární vektor – definice

- Vektor je organismus, který funguje jako zprostředkující hostitel parazita.
- Nejdůležitější je, že vektor přenáší parazita na dalšího hostitele.
- Dobrými příklady vektorů jsou komáři při přenosu malárie a klíšťata při přenosu boreliózy.



Mosquito



Mite



Triatominae



Cleg



Flea



Anopheles



Nit



Assassin bug



Lice



Bedbug



Butterfly vampire



Gadfly

EKTO-ENDOPARAZİTÉ



Klasifikace parazitů

Ekologické klasifikace parazitů

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

Makroparaziti - vyvíjejí a rostou
na/v hostiteli (helminti, členovci)

Ekologické klasifikace parazitů

Podle hostitelů

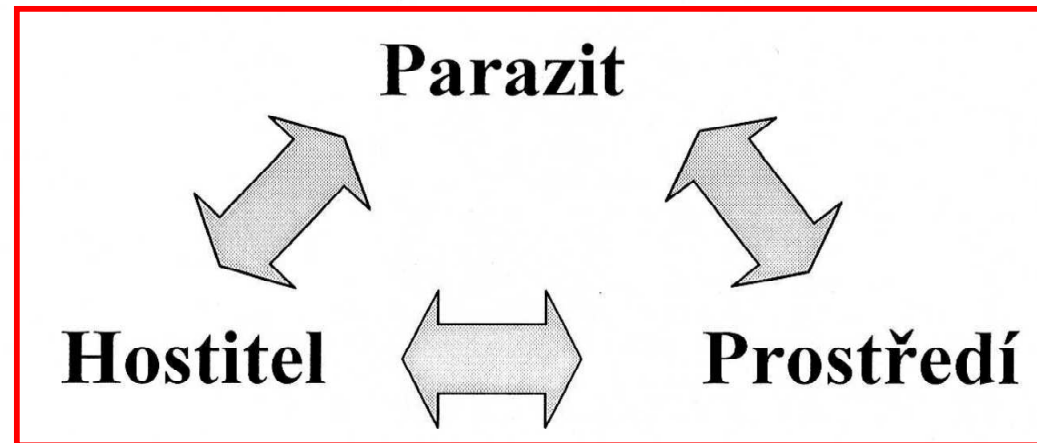
Podle lokalizace

Podle vazby na hostitele

Podle časového úseku, kdy parazitují

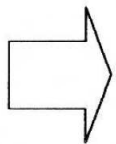
Podle typu životního cyklu

Podle způsobu výživy



Vzájemné působení:

- 1. dynamická rovnováha**
- 2. parazitární onemocnění**



Ekologická podstata parazitologie

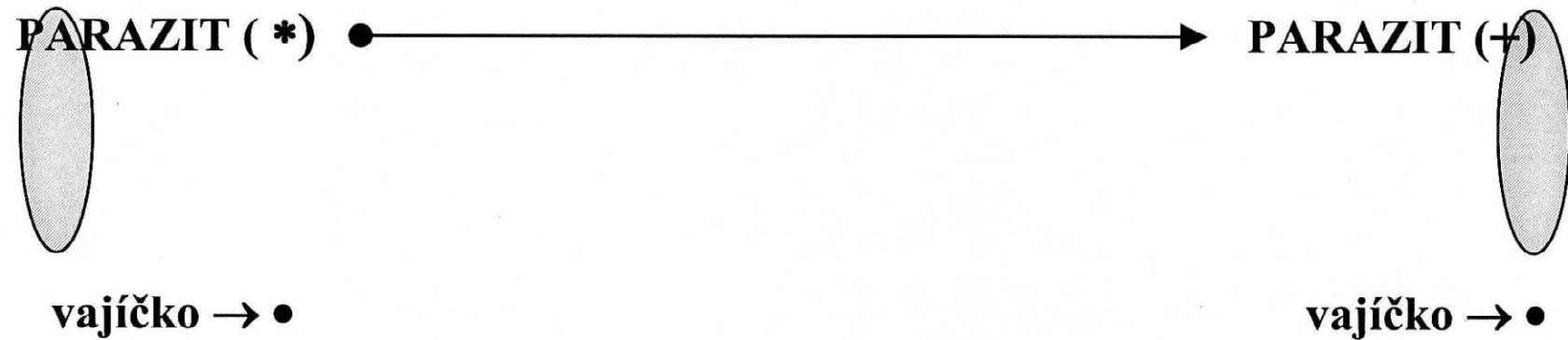
Spolupůsobení prostředí 1. a 2. řádu na životní cyklus parazita

Životní cyklus parazita

Pojem cyklus v parazitologii:

- životní cyklus**
- vývojový cyklus**
- pohlavní cyklus**
- sezónní cyklus**

Co to je životní cyklus parazita ?



ŽIVOTNÍ CYKLUS PARAZITA

Vajíčko ⇒ Invazní larva ⇒ Juvenilní jedinec ⇒ Pohlavně zralý jedinec

VÝVOJOVÝ CYKLUS

POHLAVNÍ CYKLUS



ŽIVOTNÍ CYKLUS PARAZITA



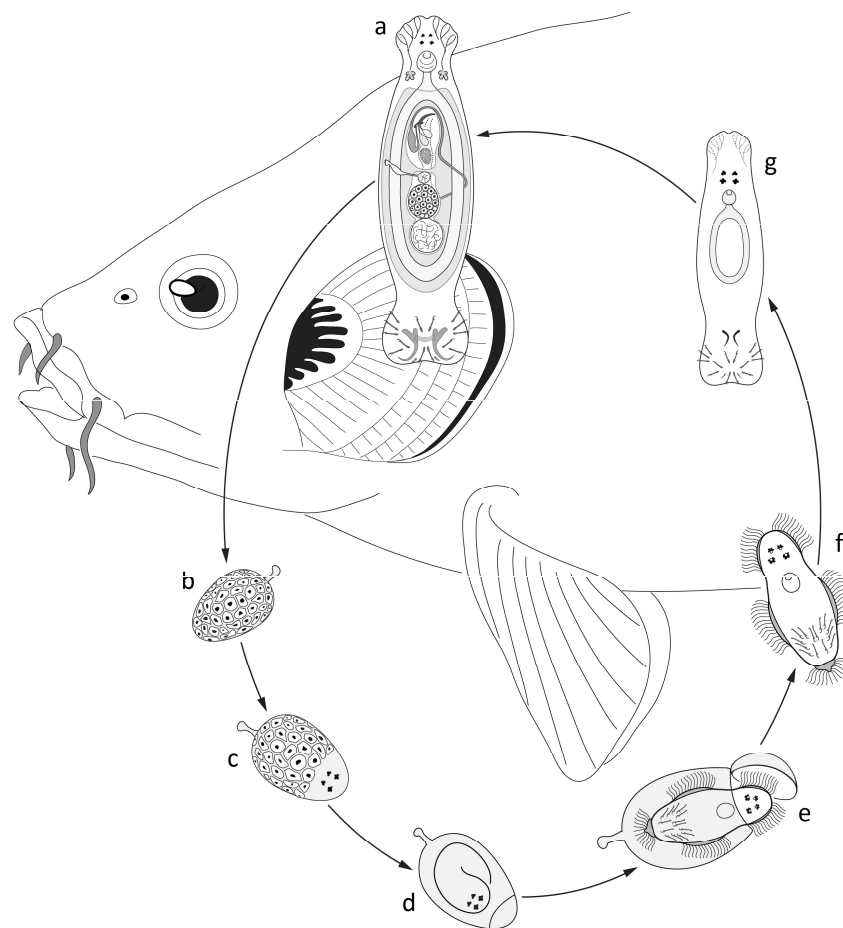
DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:

„Životní cyklus zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stádií dceřinných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.“

Vývojový cyklus – vývoj přímý

Příklad - Vejcorodá monogenea

- kladou **vajíčka** do vody
- **onkomiracidium** → volně plovoucí obrvená larva, infekční stadium – přenos z hostitele na hostitele
- přichycení juvenilní jedinci dospívají od 6 dnů (*Dactylogyrus*) do 2 měsíců (Diplozoidae) nebo 3 let (*Polystoma*)



Onkomiracidium přežívá bez hostitele několik hodin až několik dní (teplota vody).

DIPLOZOIDAE

„just married“ stadium

Dva červi se zcela spojí
→ 100% monogamie

Dvě diporpy se spolu párují
(přísavka + dorzální papila)

Fúze stimuluje
pohlavní dospívání

Adulti žijí až několik
let

ADULT

cross-fertilization

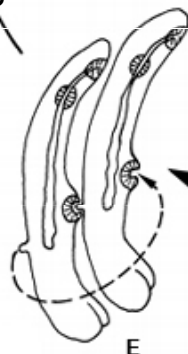
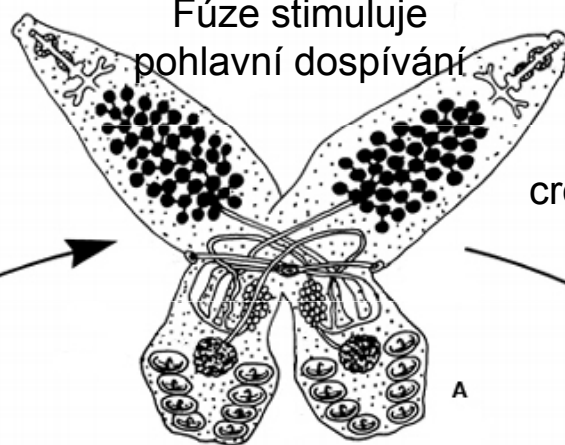
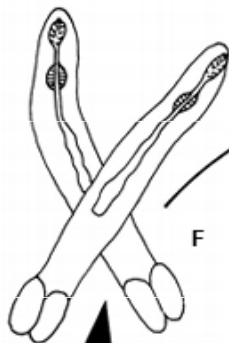
EGG

ONKOMIRACIDIUM

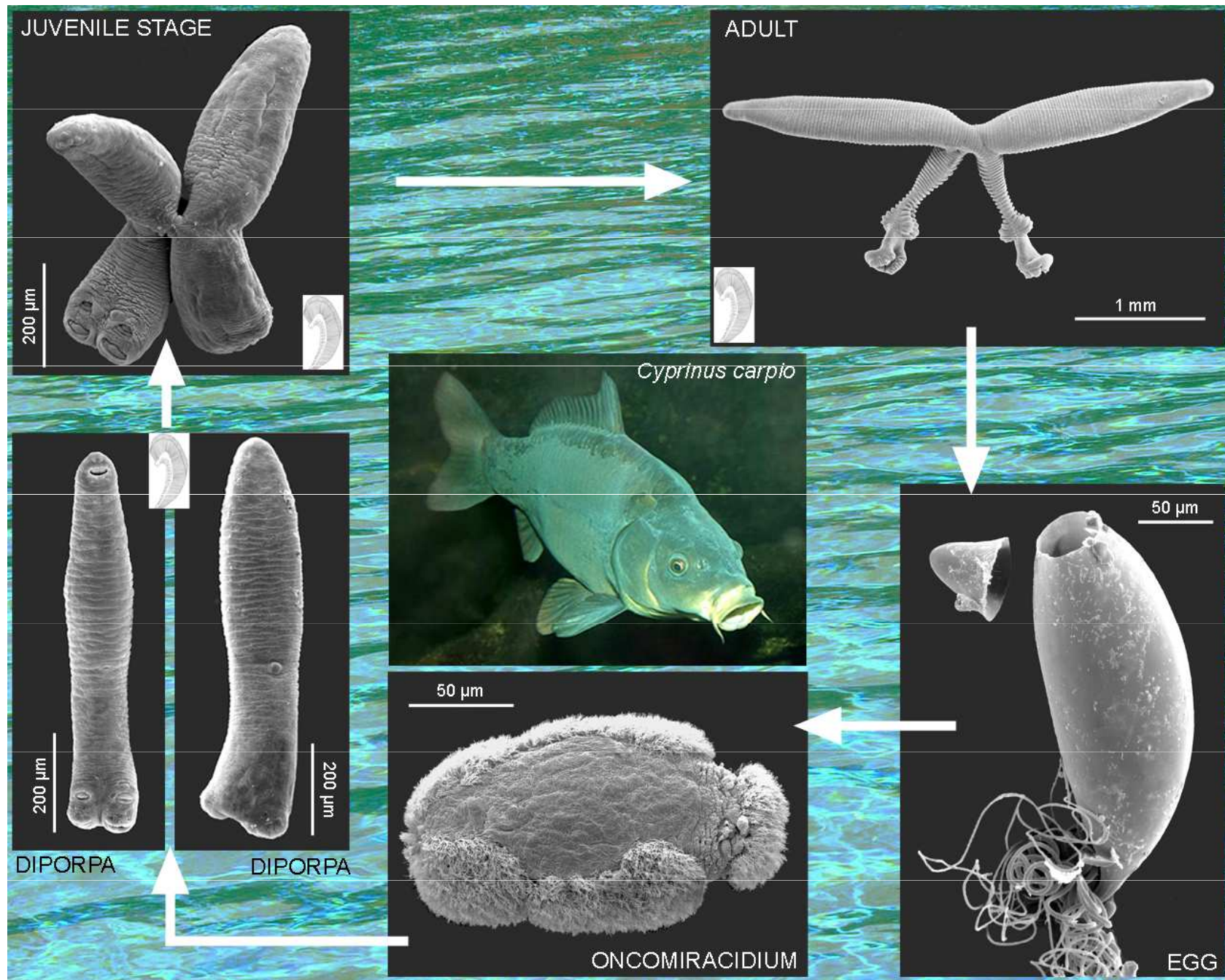
2 svorky + 2 centrální
háčky

DIPORPA

Diporpa (= juvenilní stadium) může přežít
několik měsíců, ale nemůže se dále vyvíjet
dokud se nespáruje s další diporpou

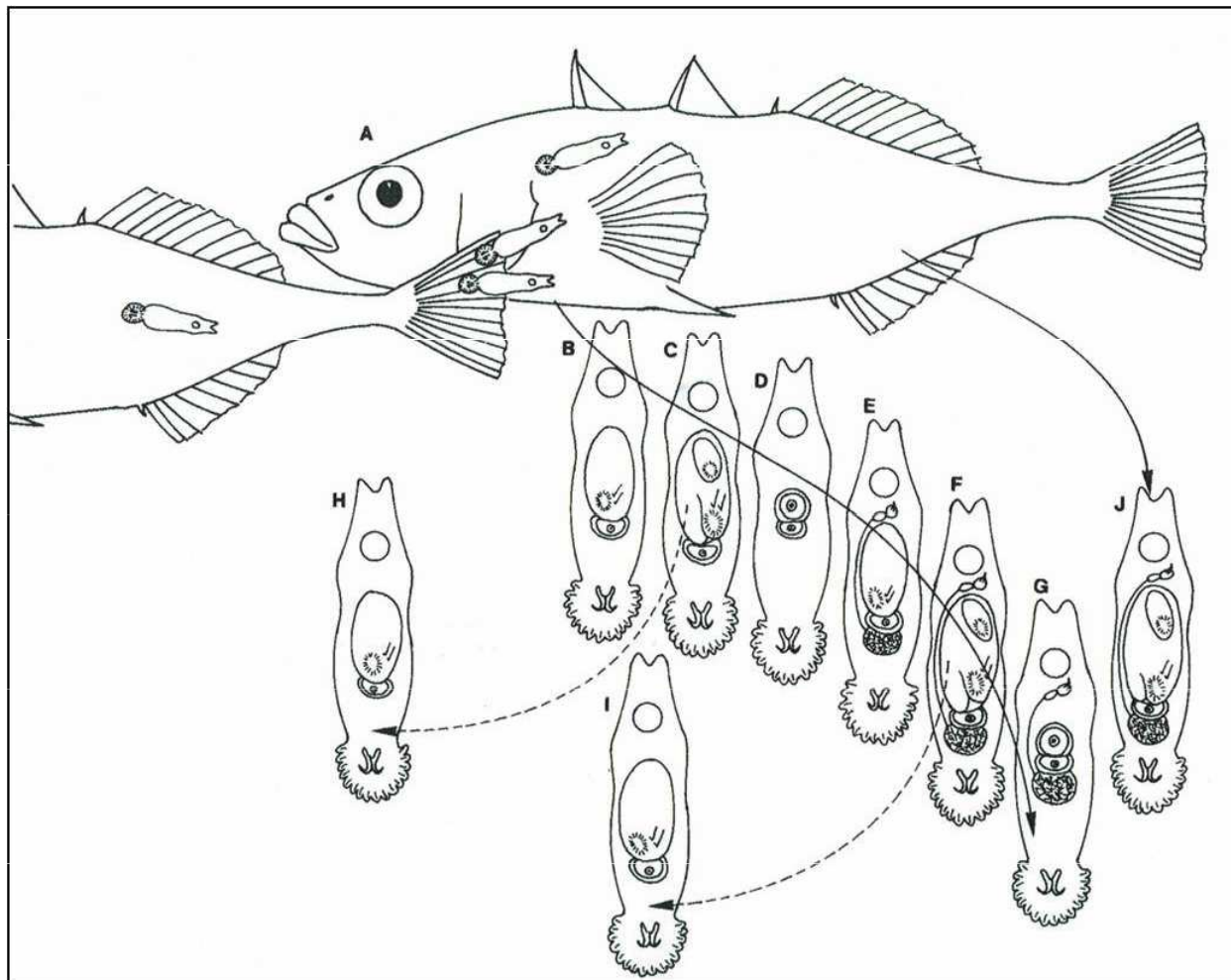


Příklad - Eudiplozoon nipponicum



Přímý cyklus - živorodá monogenea

- Gyrodactylidae (*Gyrodactylus* spp.) – pedogenetická polyembryonie (asexuální namnožení); přímo rodí své potomky obsahující vyvíjející se embryo

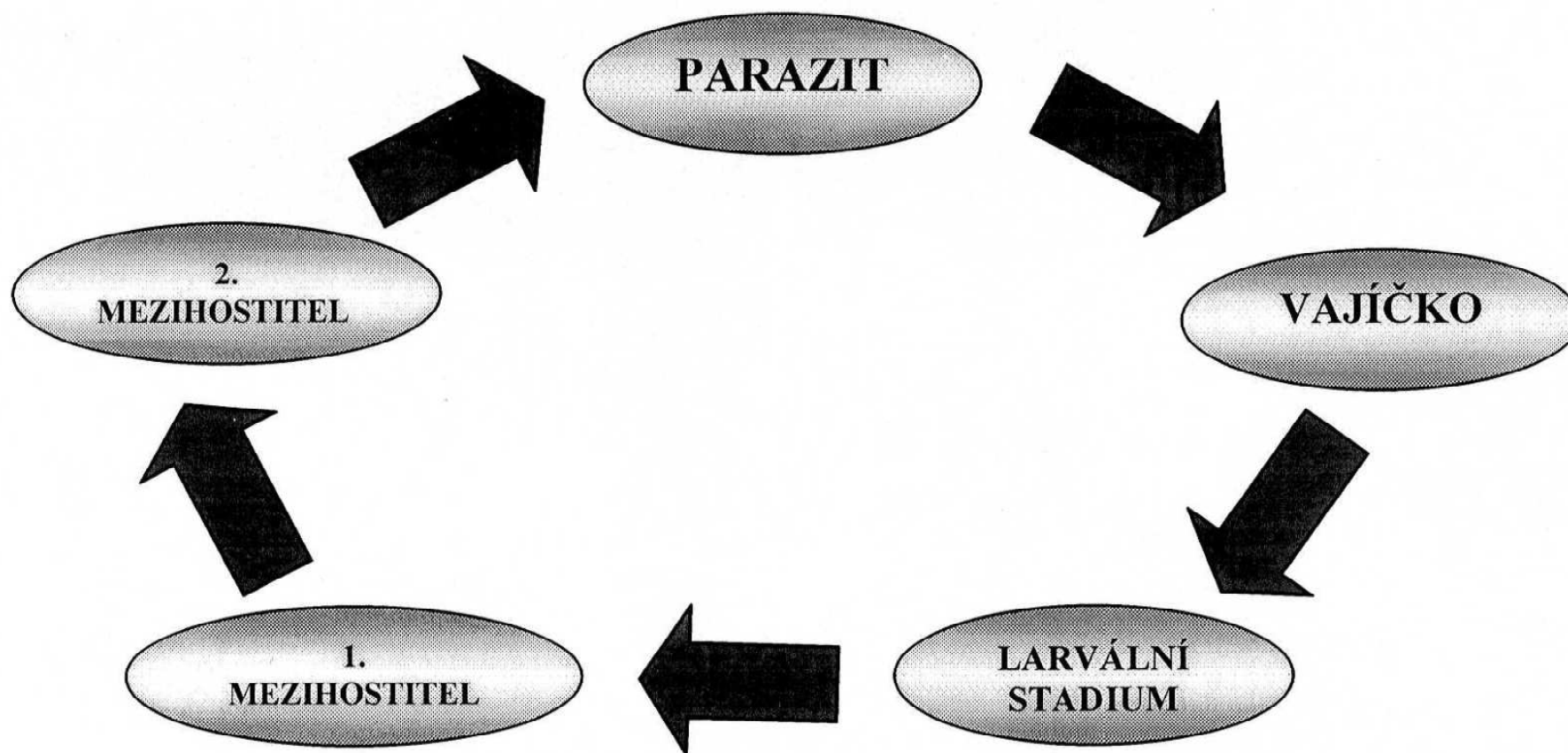


„Russian-Doll Killers“

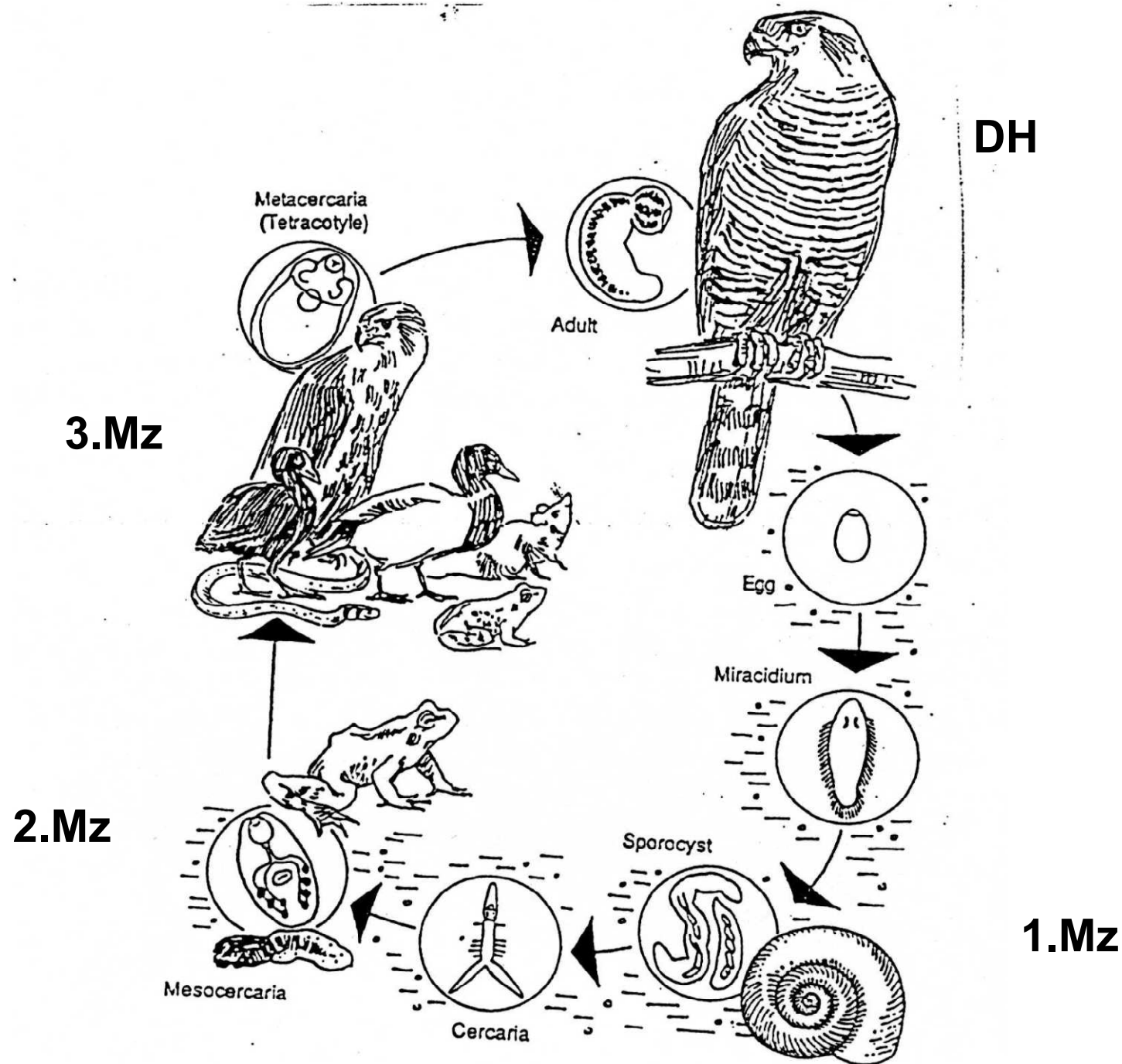


! Bez onkomiracidia →
přenos adultních nebo
subadultních jedinců
mezi hostiteli - kontaktem

NEPŘÍMÝ VÝVOJ



Životní cyklus nepřímý



Organismus hostitele jako prostředí

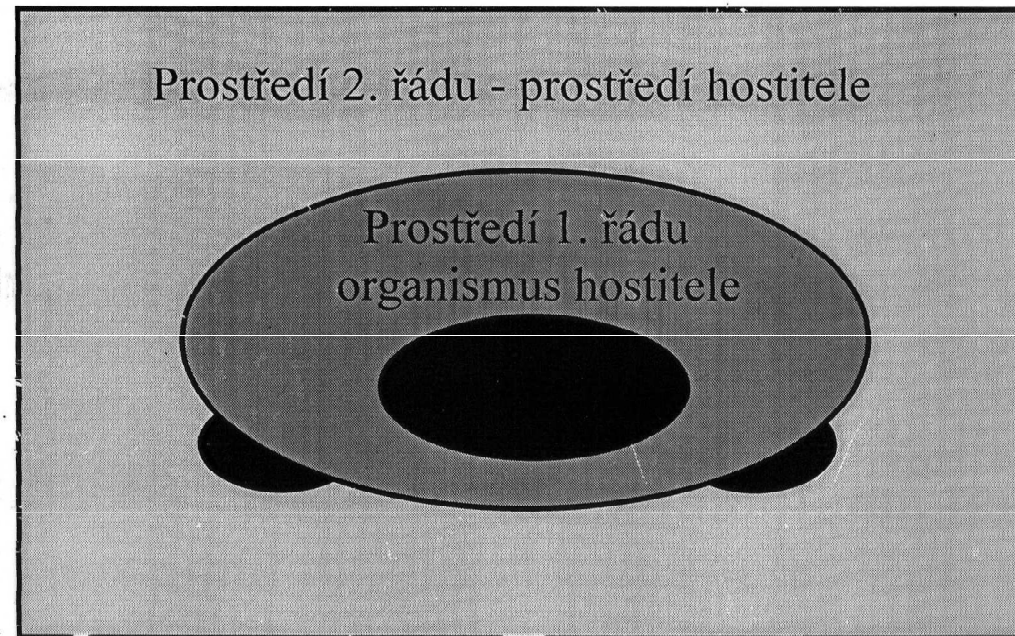
Jak chápat prostředí parazitů ?

Organismus hostitele

druh hostitele
velikost a věk
pohlaví
kondice
imunita
stress
rezistence

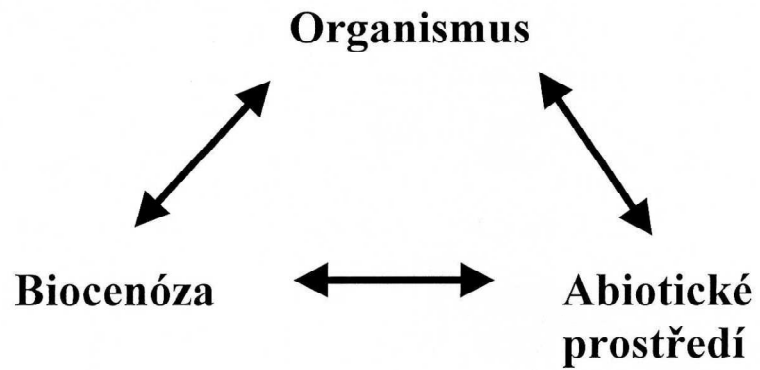
Prostředí hostitele

teplota
světlo
pH
salinita
stanoviště
proudění
znečištění



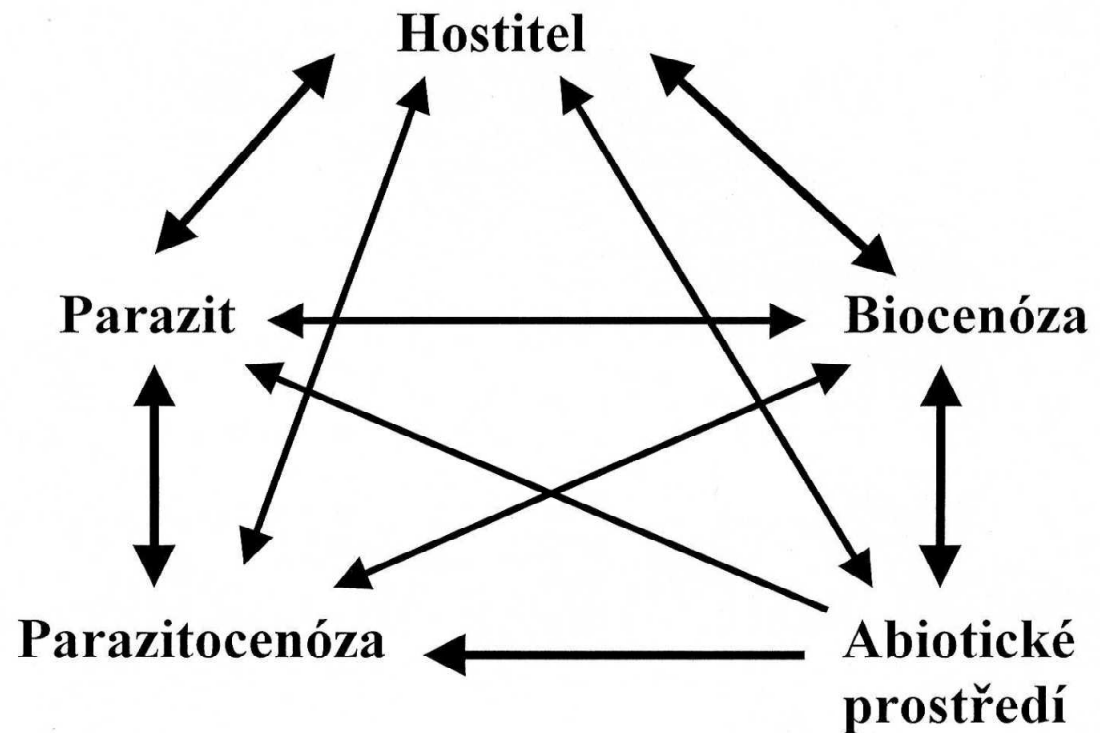
Spolupůsobení faktorů 1. a 2. řádu na životní cyklus cizopasníka !

Ekologie:



Ekologie *versus* Parazitologie

Parazitologie



Význam parazitů (z hlediska lidského zdraví)



10 nejvýznamnějších onemocnění člověka na Zemi !

8 z nich je parazitárních nebo parazity přenášených !

PŮVODCE ONEMOCNĚNÍ	NEMOC	Počet infikovaných	Počet úmrtí/rok
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Chagasova nemoc	8-16 milionů	20 000
africké trypanosomy	spavá nemoc (africká trypanosomóza)	300 tisíc	50 000
<i>Leishmania</i>	leishmaniózy	12 milionů	40 000
<i>Plasmodium</i>	malárie	500 milionů	1-3 miliony
<i>Schistosoma</i>	schistosomózy	200 milionů	11 000
<i>Onchocerca</i>	říční slepota (onchocerkóza)	18 milionů	nepřímá mortalita
<i>Wuchereria</i>	lymfatická filarióza	120 milionů	nepřímá mortalita
virus Dengue (Flaviviridae)	horečka dengue	50-100 milionů	až 5 000
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	tuberkulóza	1/3 lidí	2 000
<i>Mycobacterium leprae</i>	lepra	11 milionů	výjimečně

Patogenita parazitů

Možné příznaky a symptomy
parazitárních infekcí u člověka



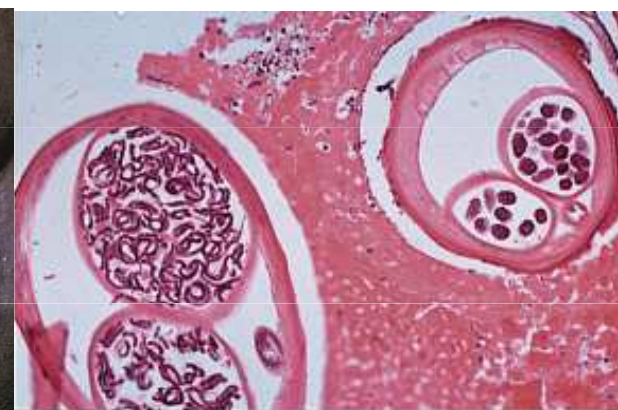
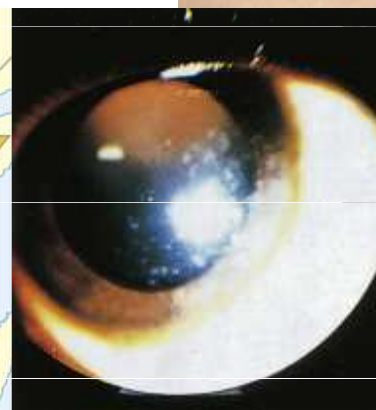
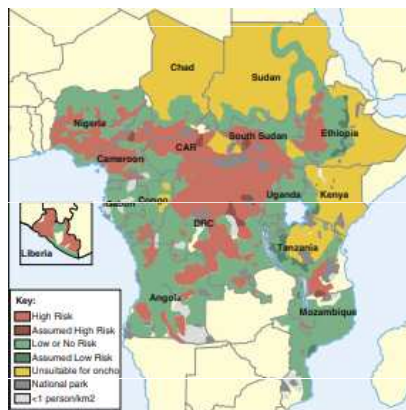
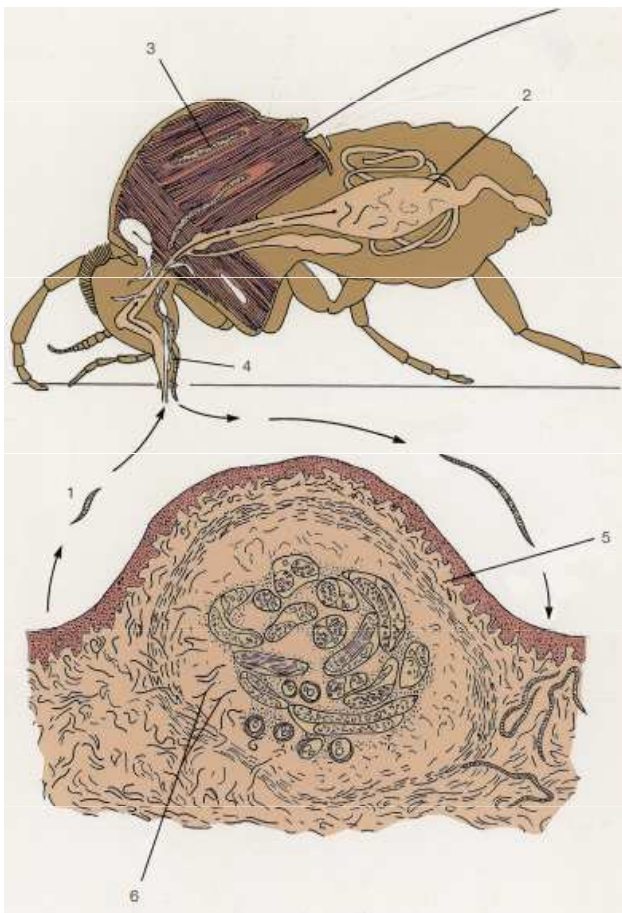
Rozlišujeme několik typů patologie

- Parazit může vyvolat **trauma na úrovni buněk, tkání a orgánů**
- **Změny na úrovni buněčného růstu**
- **Interference s přijímáním potravy** hostitelem
- **Uvolňování toxinů** parazitem
- **Modulace imunitní reakce** hostitele
- **Inokulace patogenních agens** při sání krve
- **Manipulace fenotypem** hostitele



Hydatidové cysty v játrech ovce (bílé oblasti).
Cysty rostou a poškozují jaterní tkáň,
což ovlivňuje činnost tohoto orgánu.

Mechanická destrukce buněk a tkání (*Onchocerca volvulus*)



Ancylostoma duodenale

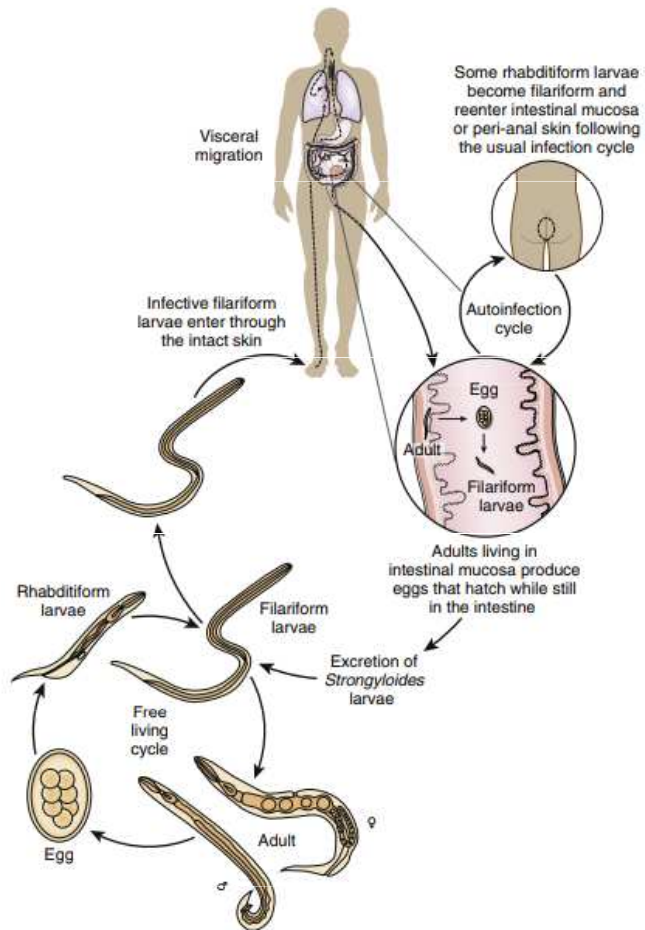


Fig. 2.12

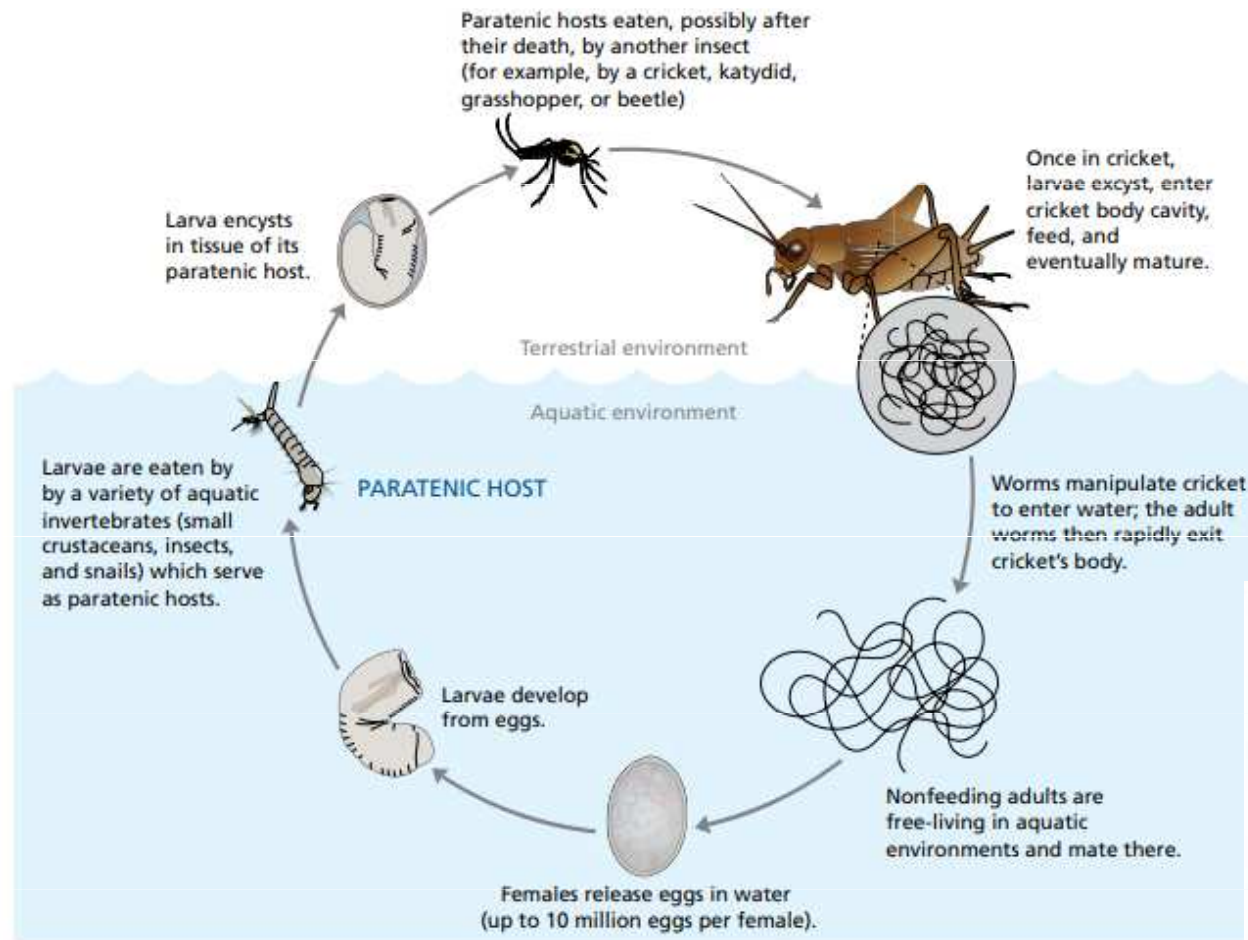


Fig. 2.13

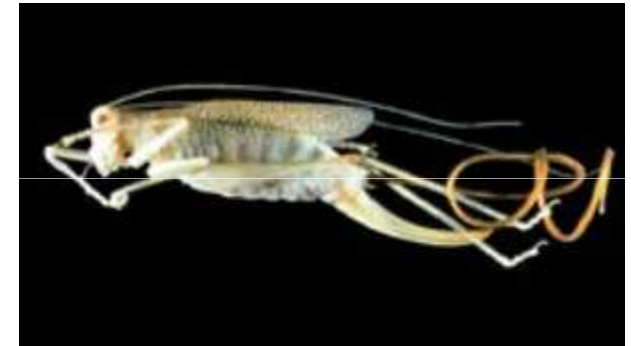


Anémie, slabost, bolesti v břiše, horečka, krev ve stolici, problémy se srdcem a oběhem.

Manipulace chováním definitivního hostitele



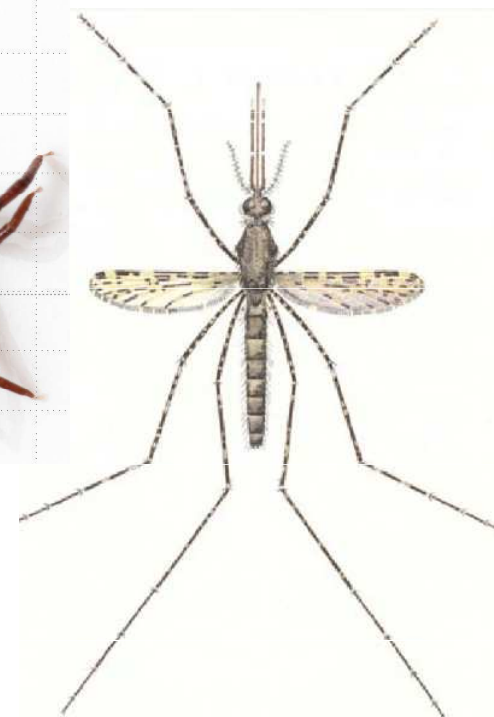
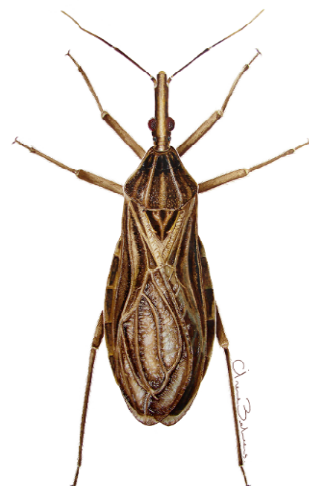
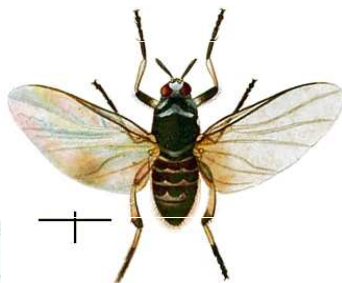
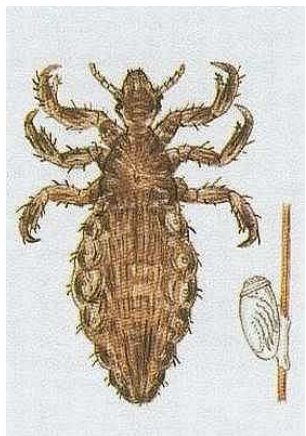
Paragordius tricuspidatus (Nematomorpha)



Spinochordodes tellinii



Inokulace patogenního agens vektorem



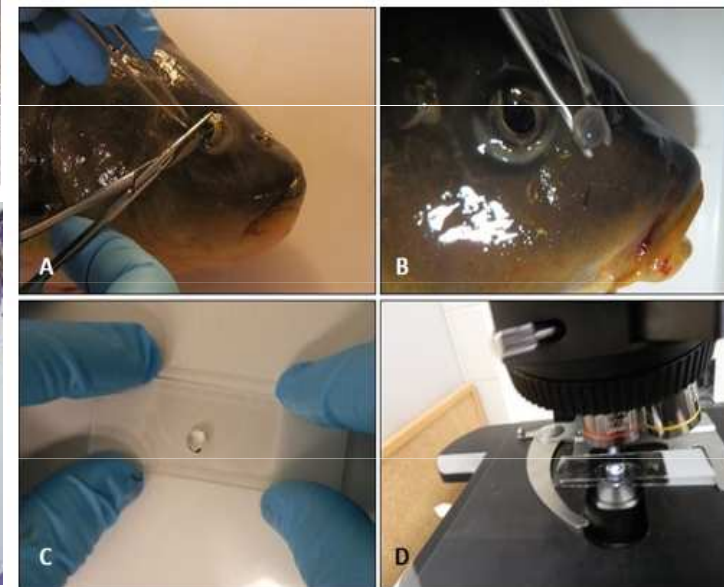
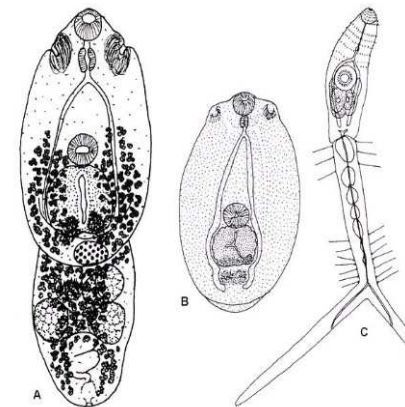
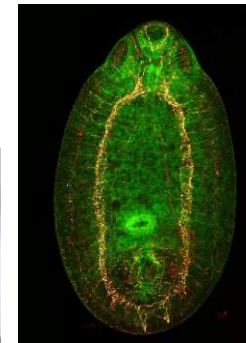
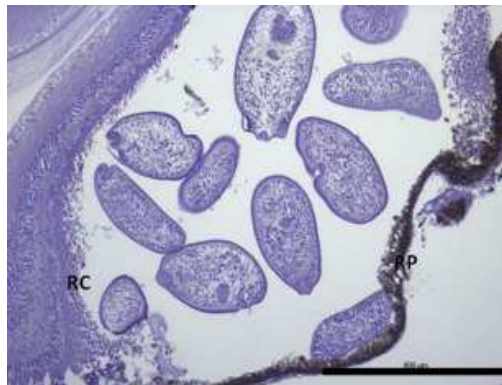
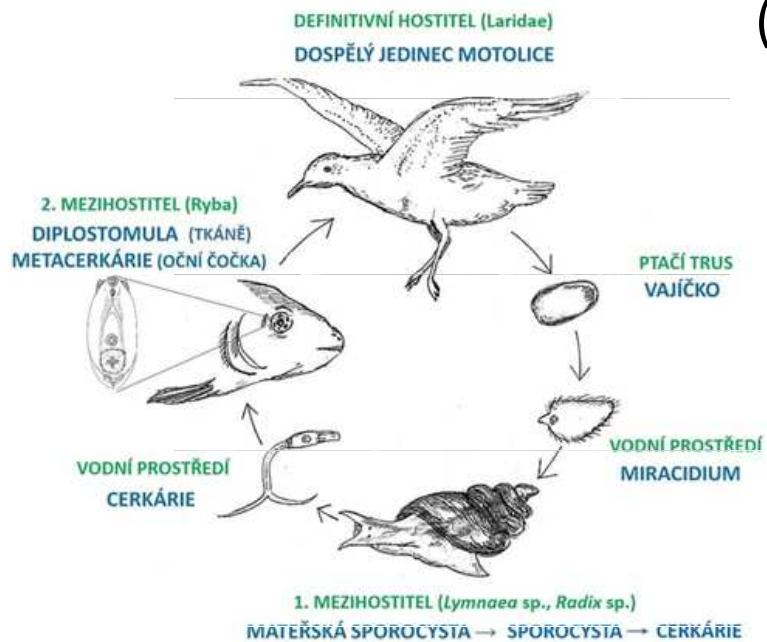
Manipulace morfologií hostitele

Paraziti, kteří infikují svého hostitele trofickým přenosem, často mění chování nebo morfologii způsobem, který zvyšuje riziko/pravděpodobnost predace, čímž tento pomáhá parazitovi dosáhnout dalšího hostitele v jeho životním cyklu (Poulin et al., 2005).



Obrázek 2: Skokan tichomořský (*Pseudacris regilla*), který má tři zadní končetiny navíc v důsledku infekce parazitem trematody (*Ribeiroia ondatrae*, viz vložení). Deformity končetin snižují schopnost žáby vyhýbat se predátorům, což ji může učinit náchylnější k tomu, aby byla sněдена definitivním hostitelem trematody. (S laskavým svolením D. Herasimtschuk & P. Johnson)

Diplostomum spathaceum (mechanické poškození oka)



Manipulace chováním (mezi) hostitele (*Dicrocoelium dendriticum*)

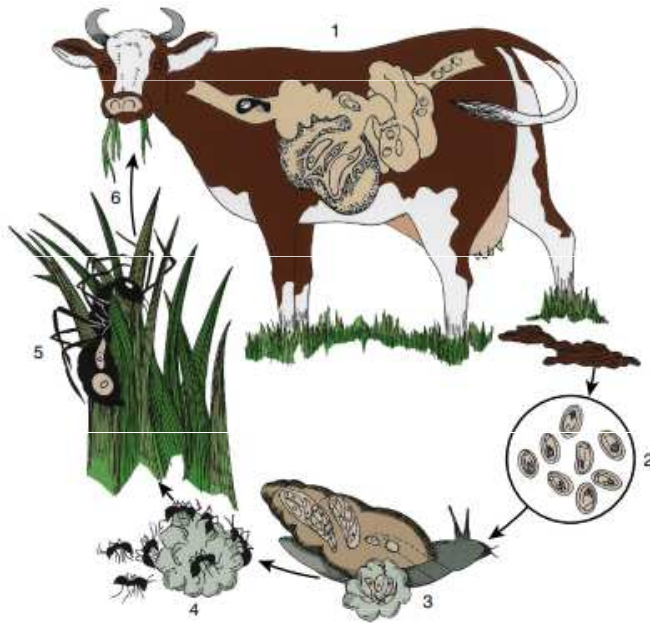
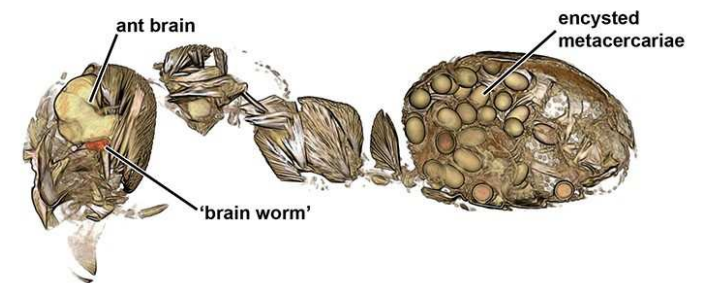


Fig. 3.230 Life cycle of *Dicrocoelium dendriticum*.

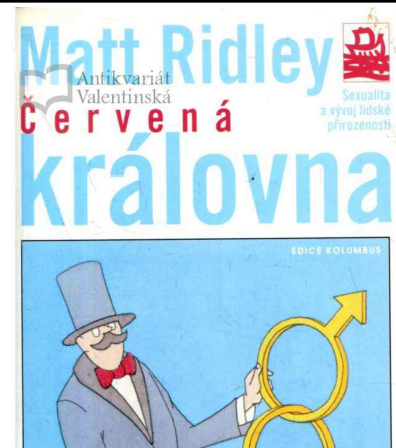
The definitive hosts of *D. dendriticum* are ruminants (1) and snails are the first intermediate host. However, it is unusual in having a second intermediate host—an arthropod—in which it induces behavioural change that increases transmission of the parasite. Embryonated eggs are passed in stool (2) and ingested by the snail intermediate host. Within the snail, miracidia hatch to become sporocysts and then cercariae (3). Cercariae are ejected from the snail in slime balls, each containing several hundred cercariae. These are eaten by ants where cercariae encyst into metacercariae within the body cavity (4). Their presence causes a remarkable change in the behaviour of the ants inducing them to climb to the tips of vegetation where they remain overnight (5). This makes them significantly more likely to be ingested by grazing animals in the cooler hours, thus facilitating parasite transmission (6). Once ingested by the herbivore, the parasites excyst in the duodenum and migrate to the smaller bile ducts.



JAK BLECHA ZAPŘÍČINILA ROZPAD VELKÝCH IMPERIÍ

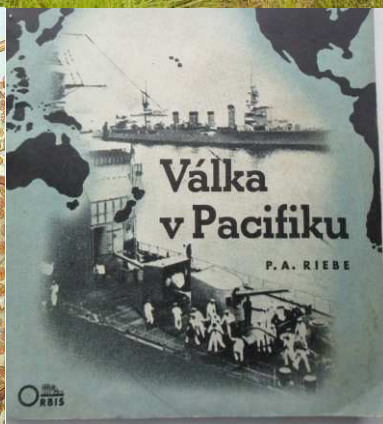
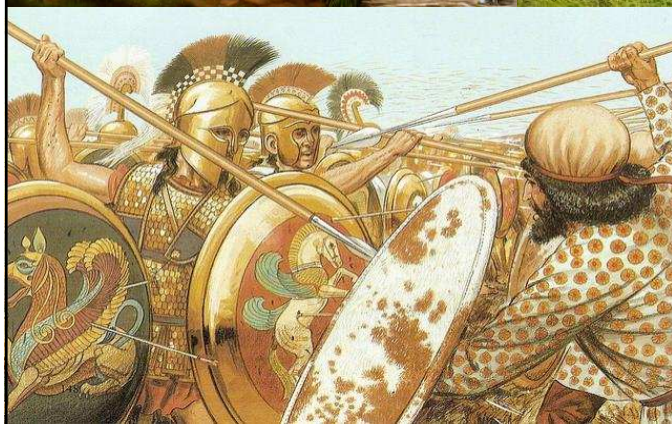
Parazitům vděčíme i za sex

Co v evropských dějinách způsobila blecha? Kdy se parazit stane Robinem Hoodem? Jaký vliv měli cizopasnici na pohlavní rozmnožování? Proč je muňka ohrožený druh? Jak motolice řídí mravence a proč dělá toxoplazmóza z myši sebevraha? „K parazitům je nutné mít za určitých okolností respekt, ale v našich končinách vůbec není důvod bát se jich přespříliš,” říká doc. RNDr. JAN VOTÝPKA (46), Ph.D., parazitolog z Přírodovědecké fakulty UK, expert na parazitický hmyz a spoluautor knihy *O parazitech a lidech*. Svět cizopasníků v jeho podání je fascinující, i když se při čtení možná budete trochu ošívat.



(Paraziti a historie lidstva/válek)

Definice: Válka je stav organizovaného násilí mezi dvěma nebo více skupinami lidí. Násilí je ve válce použito válčícími stranami jako mocenský prostředek k prosazení ... mnoho údajů o vlivu parazitů na bojeschopnost armád.



Vliv parazitů na umění ☺



Vši a blechy ve výtvarném umění

Mnohé obrazy, které se nám dochovaly z dob minulých, nezachycovaly nutně samotné parazity, ale spíše procedury a postupy, kterými se lidé těchto obtížných soupeřníků zbavovali.

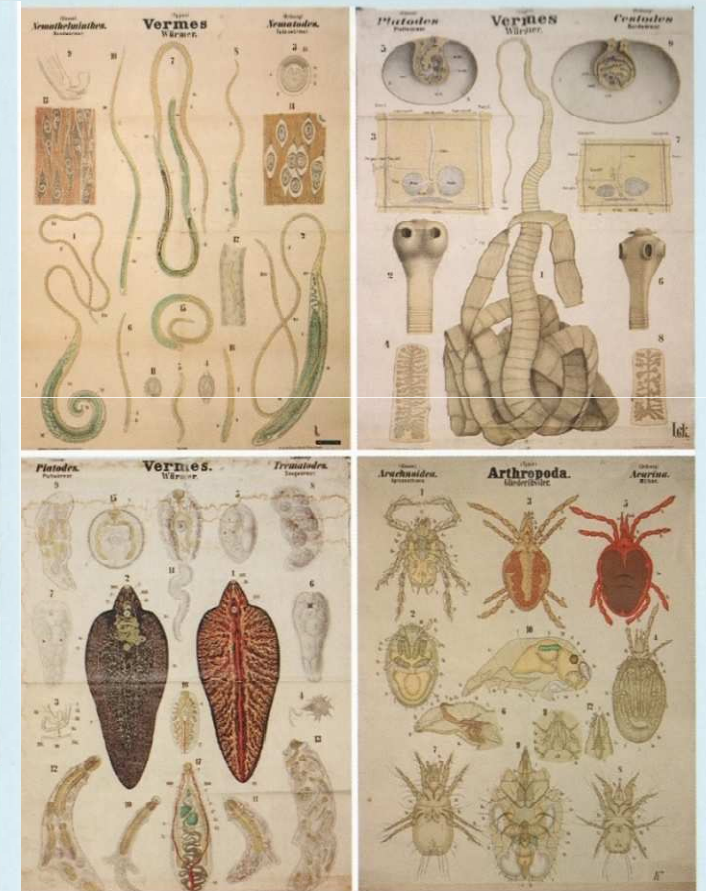
Jan Siberechts (1627–1703) byl vlámský krajinář. Tematiku odvíšivání zpracoval na svých obrazech hned několikrát a tato scéna je mj. součástí obrazu *Dvůr* a pochází z roku 1662 (A). Originál si můžete prohlédnout v Muzeu výtvarného umění v Bruselu.

Španělský barokní malíř Bartolomé Esteban Perez Murillo (1617–1682) se vedle náboženské tematiky věnoval i zachycení každodenního života.



Slečno, chcete vidět moji sbírku známek?

„No, a že jsem tak smělá, copak sbíráte?“ „Milostivá, já jsem sběratel specialista. Já sbírám vědce! Říkáte si, samej dědek, ale co oni všechno vykonali pro lidstvo! Tady Francouz **Eugène Jamot** (1879–1937) objevil přenašeče spavé nemoci, Ital **Giovanni Battista Grassi** (1854–1925) popsal životní cyklus lidského plasmodia. A nevěřila byste, kolik známek se věnuje speciálně komárům anofelům nebo boji proti malárii, jejíž původce tento bodavý hmyz přenáší. Jedna taková pochází dokonce přímo z Česka. Mám tu i dvojici polských známek z roku 1978, oslavující Čtvrtý mezinárodní kongres parazitologů, s motivem **anofela** a **mouchy tse-tse**. **Anopheles** se objevil spolu s **plasmodiem** a **chinovníkem** i na sérii kubánských známek věnovaných malárii. A vidíte ta nádherná **klíšata** na mozambičských známkách z osmdesátých let?“ (Zdroj: archiv autorů)

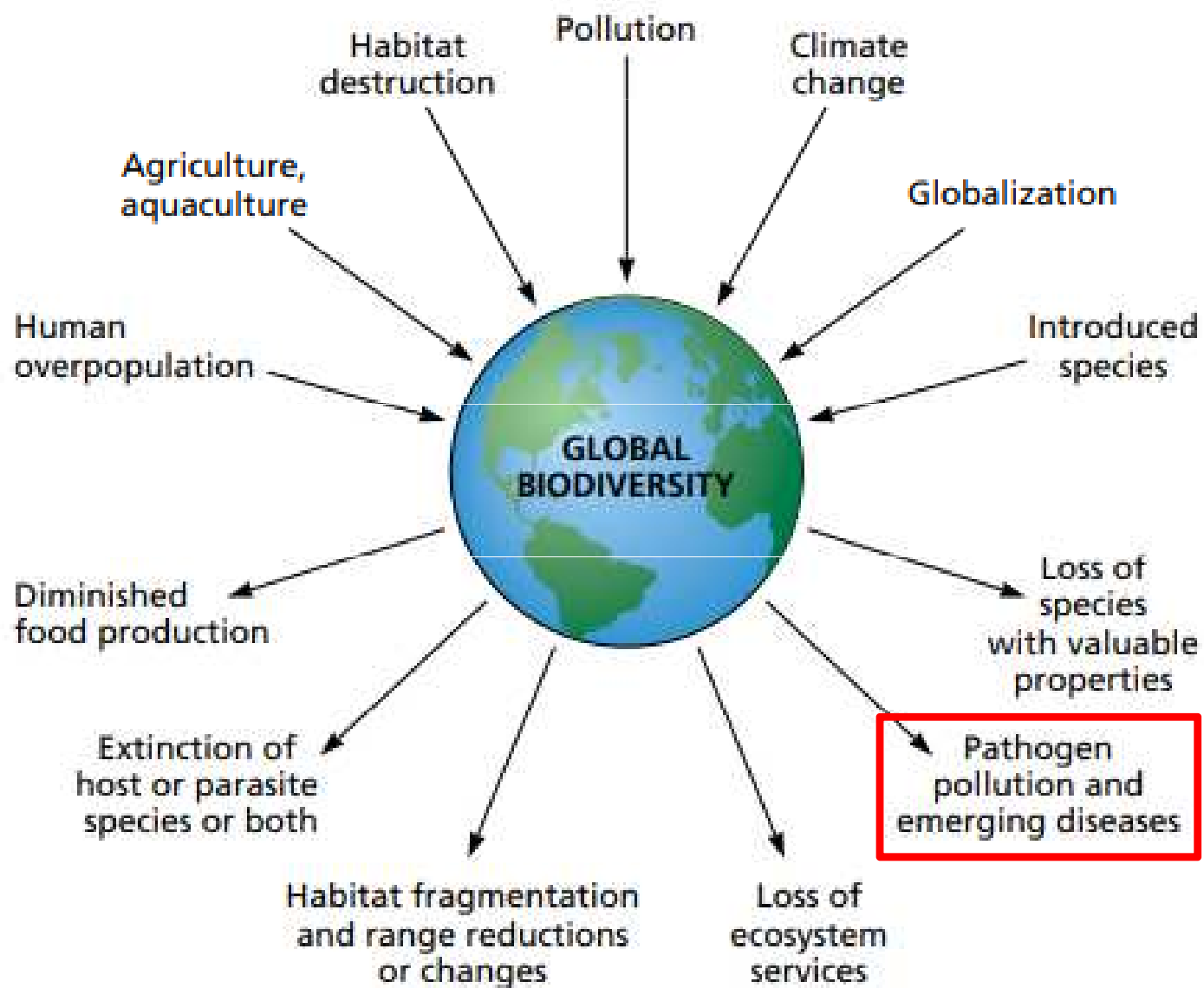


Výukové obrazy prof. Leuckarta

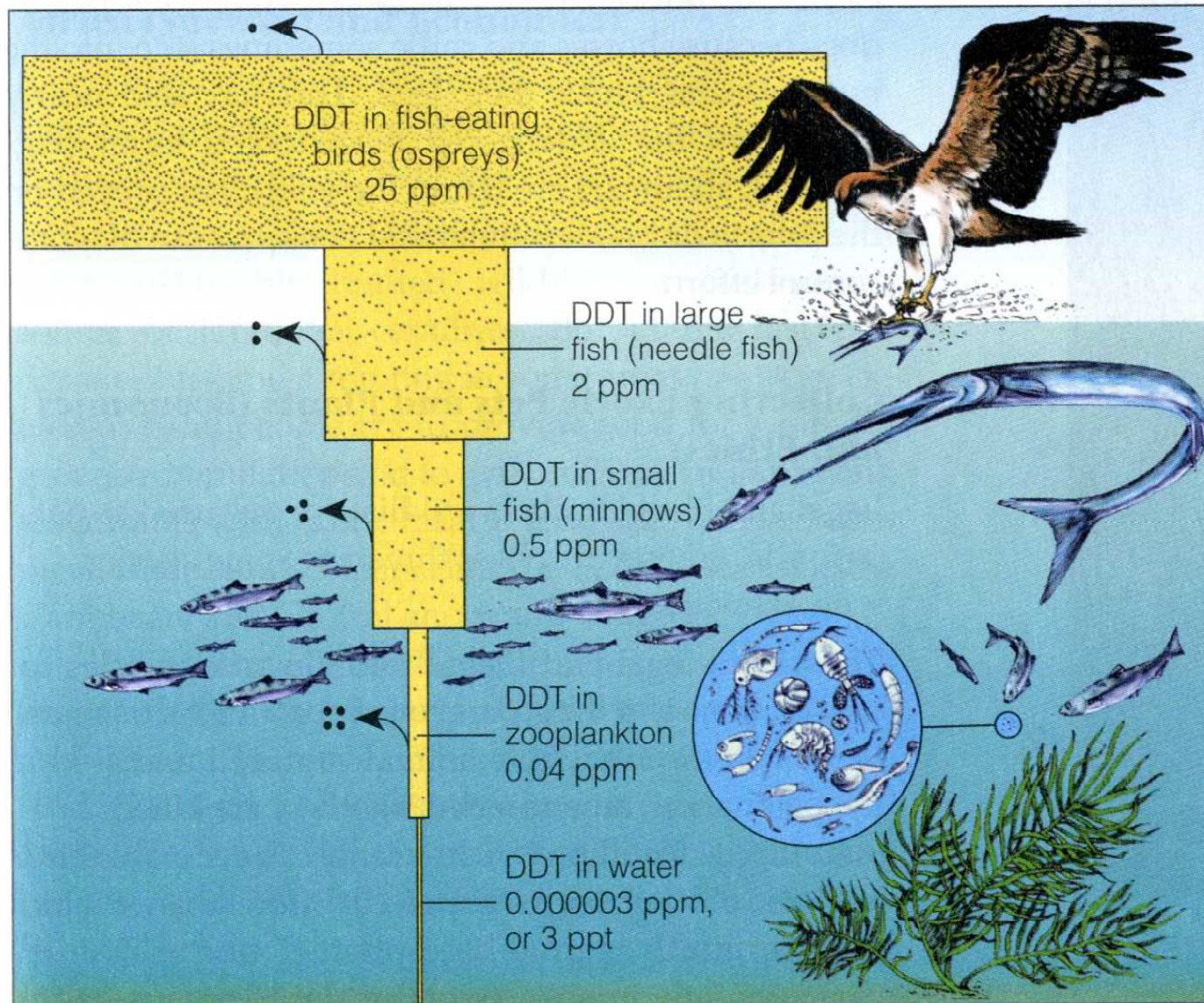
Profesor Karl Georg Friedrich Rudolf Leuckart (1822–1898) byl německý zoolog, který získal vědecký věhlas jako zakladatel německé parazitologie, a proto po něm německá parazitologická společnost pojmenovala i výroční medaili (Rudolf Leuckart Medaille). Věnoval se především výzkumu hlístic svalovců a lidských tasemnic. V letech 1877–1892 vytvořil Leuckart se svými spolupracovníky sérii obrazů pro výuku různých bezobratlých živočichů, včetně těch parazitických. (Zdroj: hpsrepository.asu.edu.)

Paraziti jako indikátoři zdraví
ekosystémů !

Přehled faktorů působících na biodiverzitu

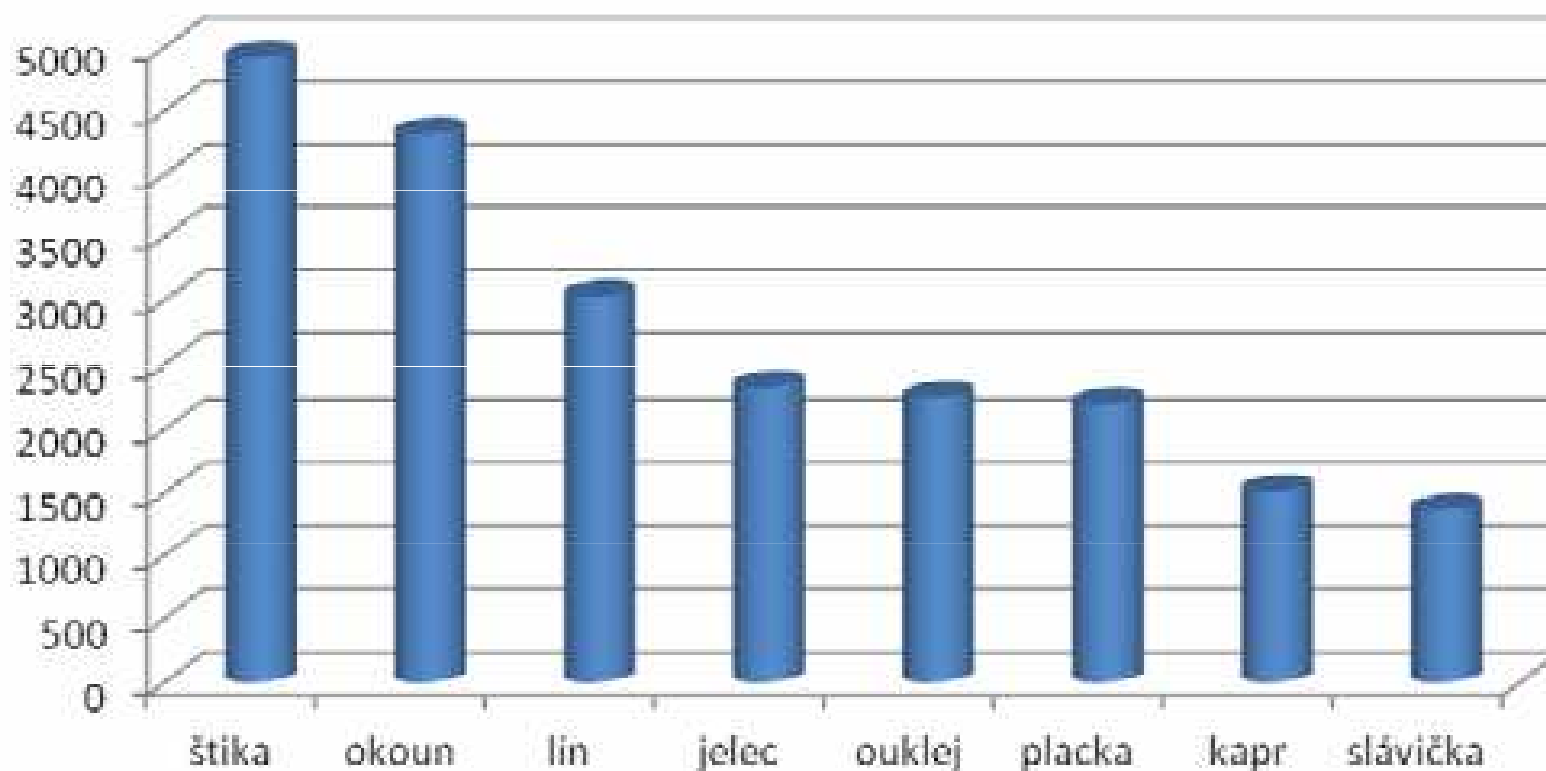


Akumulace polutantů potravním řetězcem

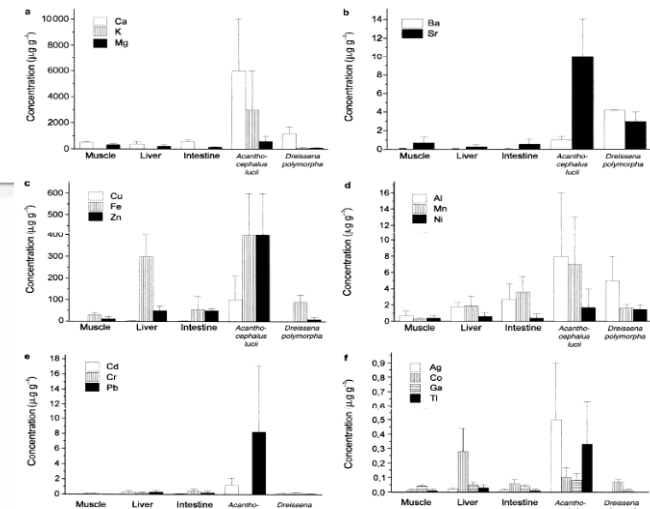
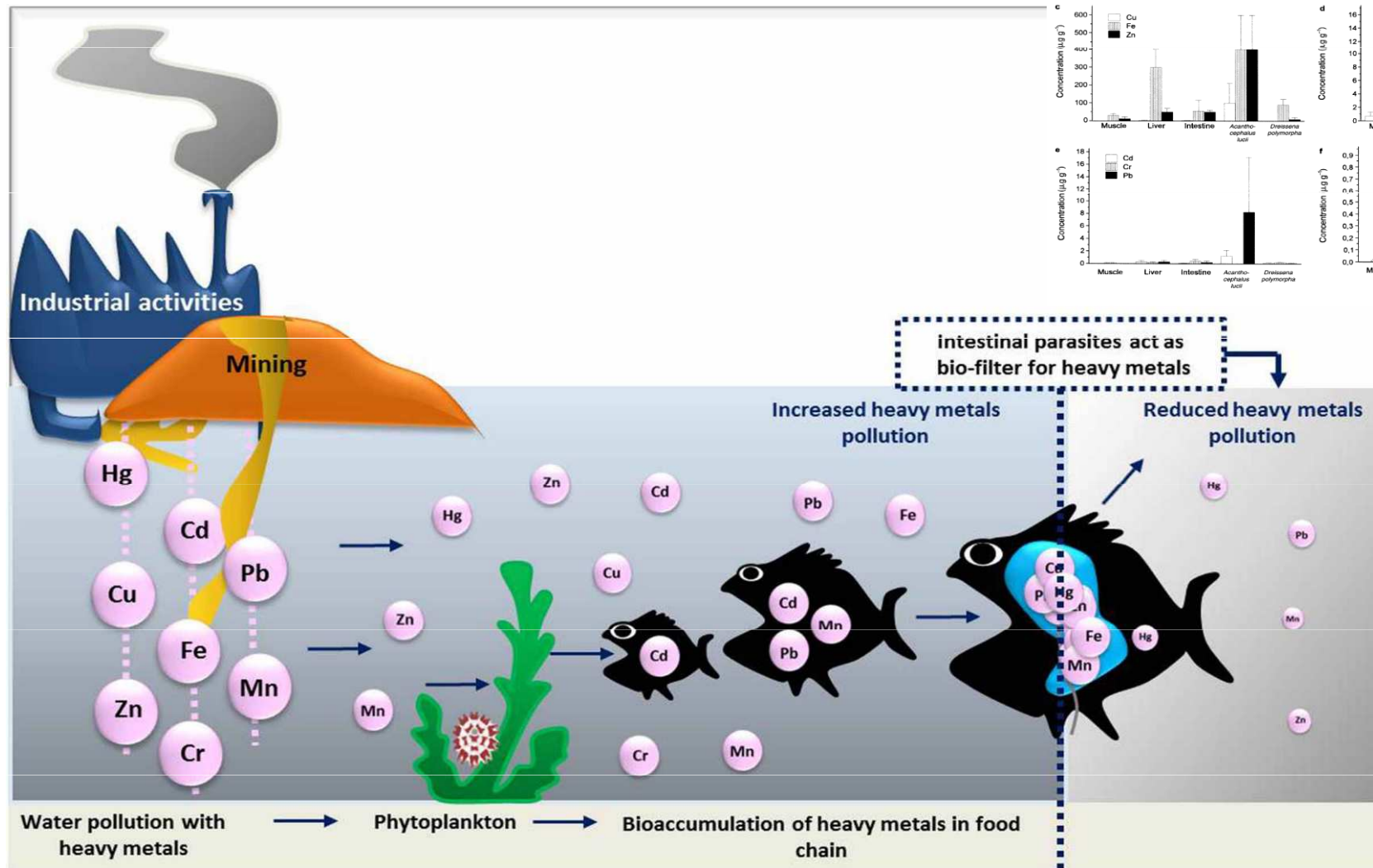


Graf celkových koncentrací PCB naměřených ve slávičce mnohotvaré a několika druzích ryb

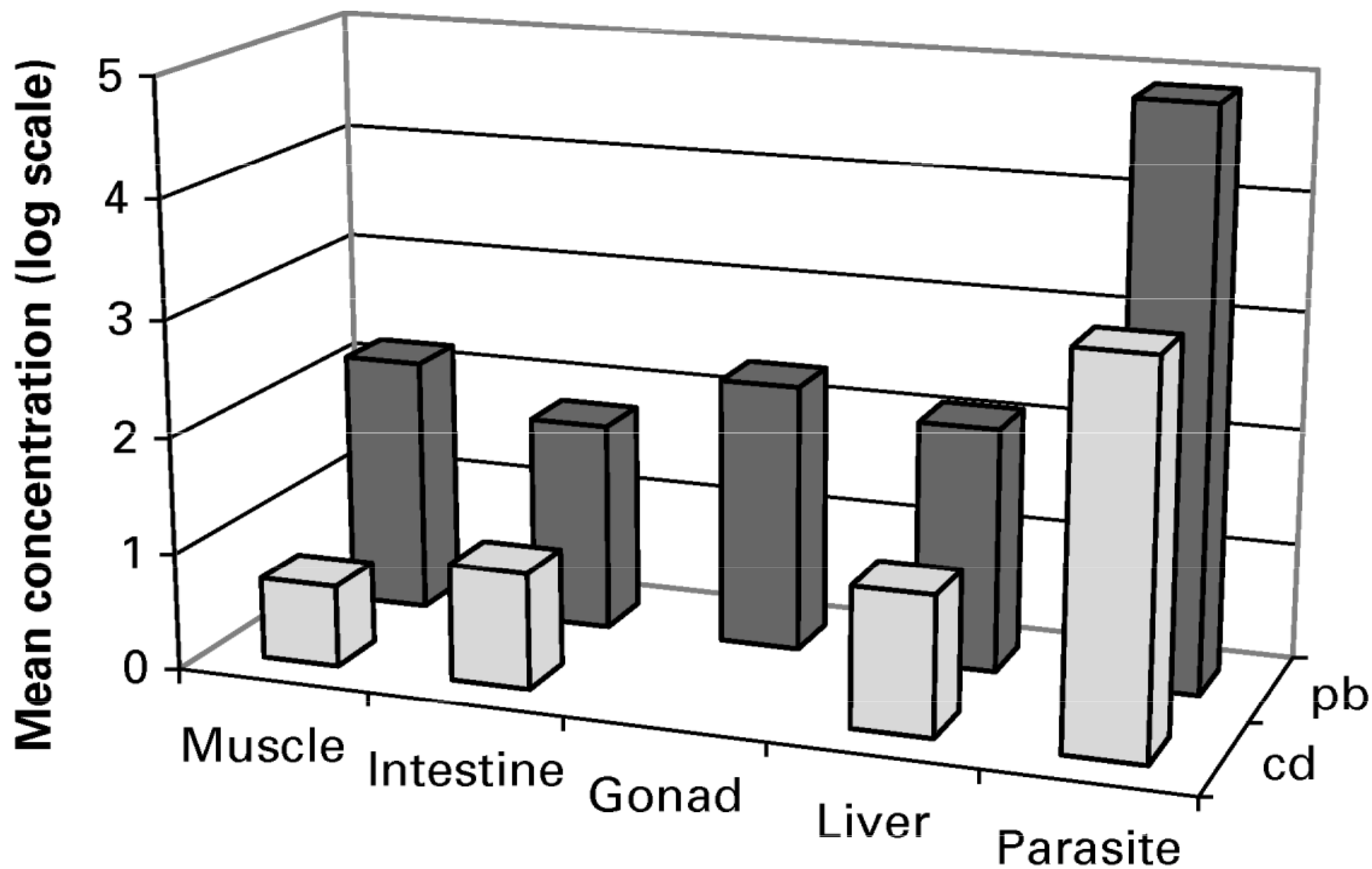
koncentrace PCB [ng/g lipidů]



Akumulace těžkých kovů potravním řetězcem (bioakumulace)



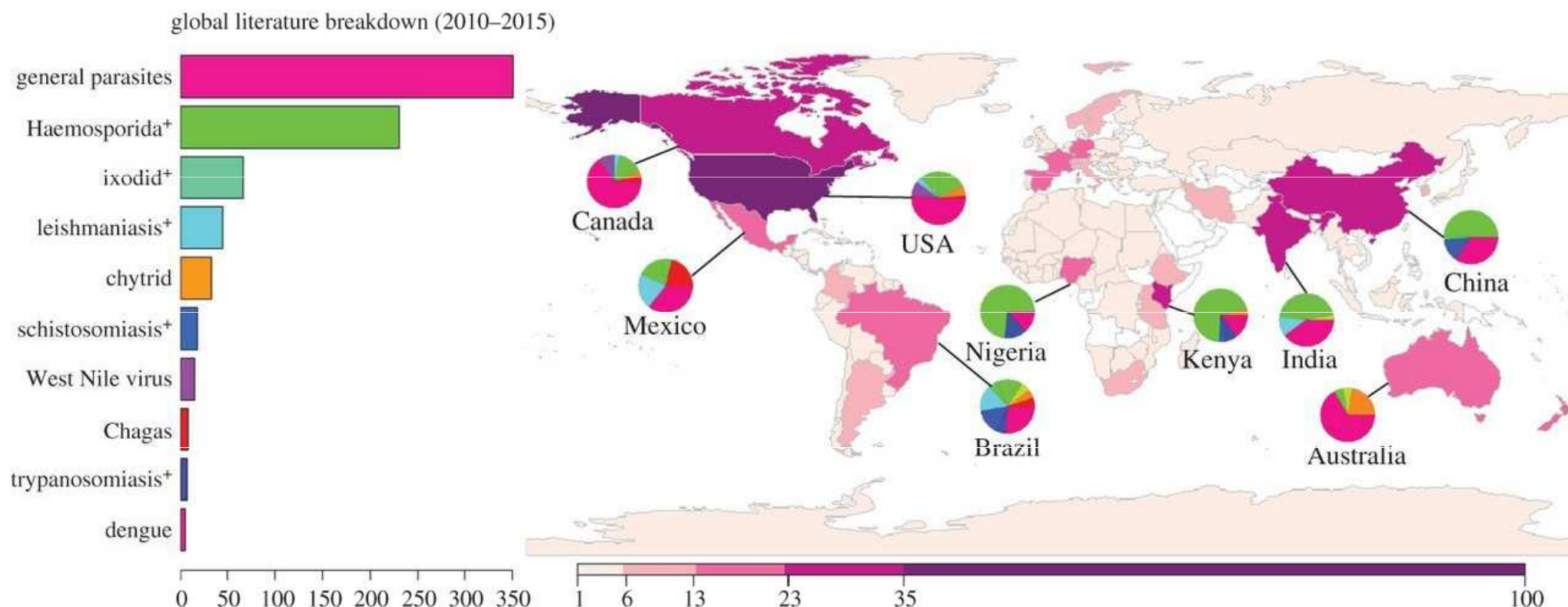
Paraziti jako indikátoři akumulace těžkých kovů u žraloka *Charcharhinus dussumieri* v Peském zálivu



Globální oteplování a jeho možné důsledky



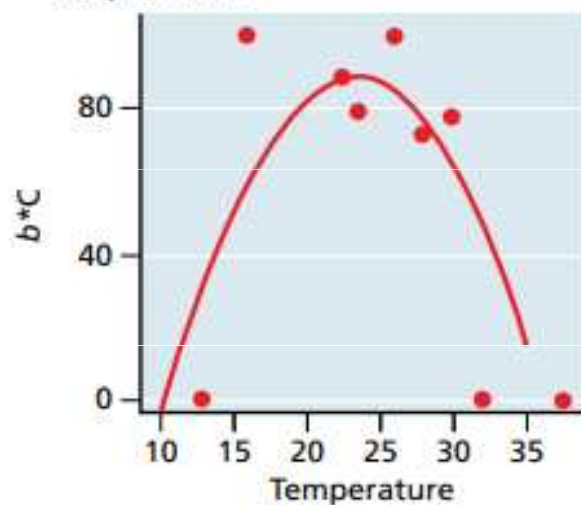
Globální výzkum parazitů jako indikátorů změny klimatu



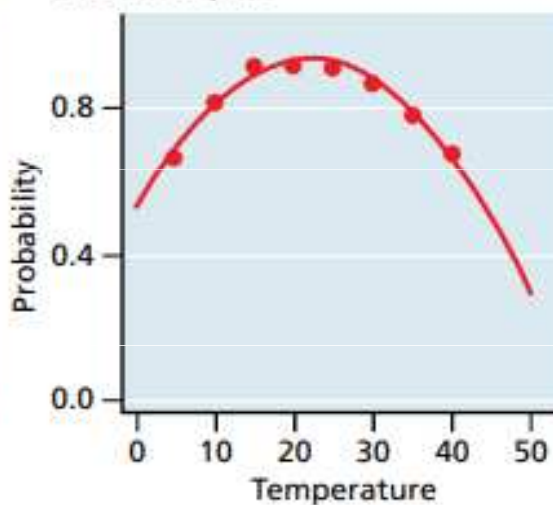
Obrázek ukazuje rozložení **649 studií o ekologii parazitů** podle zemí a studijních systémů. Jak je zřejmé, výzkum parazitických druhů **je neúměrně orientován na nově se objevující infekční nemoci u člověka (EID)**, a **to zejména v zemích, kde se odehrává většina výzkumu parazitů**. I v tomto malém množství analyzované literatury je **patrná asymetrie studií ekologie parazitů ve vztahu ke klimatickým změnám**.

Vliv stoupající teploty (malárie)

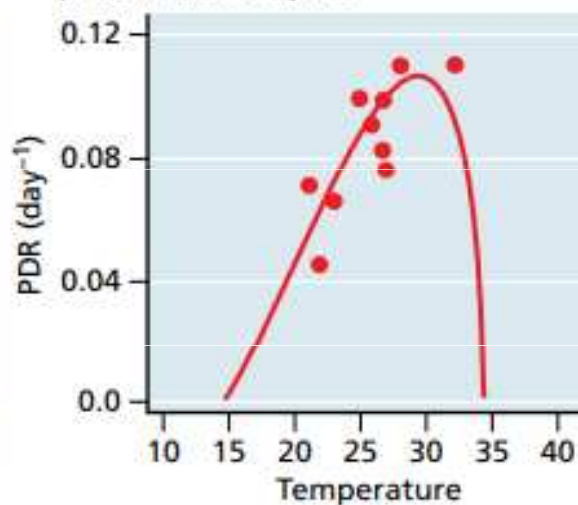
A Competence of vector to carry malaria



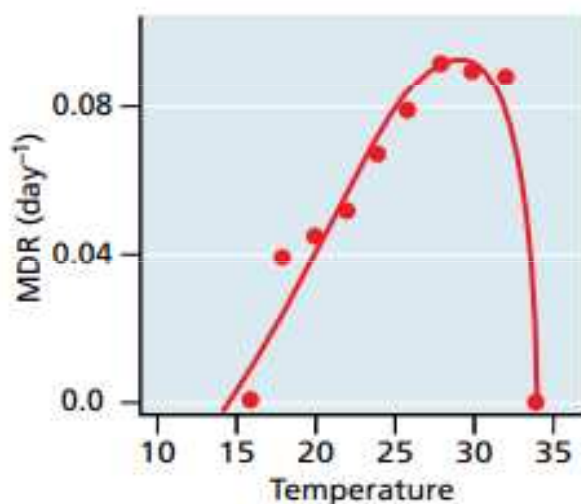
B Daily survival probability of adult mosquito



C Development rate of malaria parasite in mosquito



D Mosquito development rate



E Egg to adult survivorship for mosquitoes

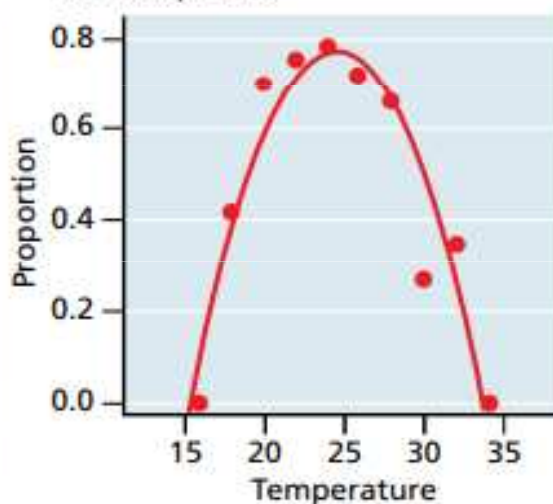
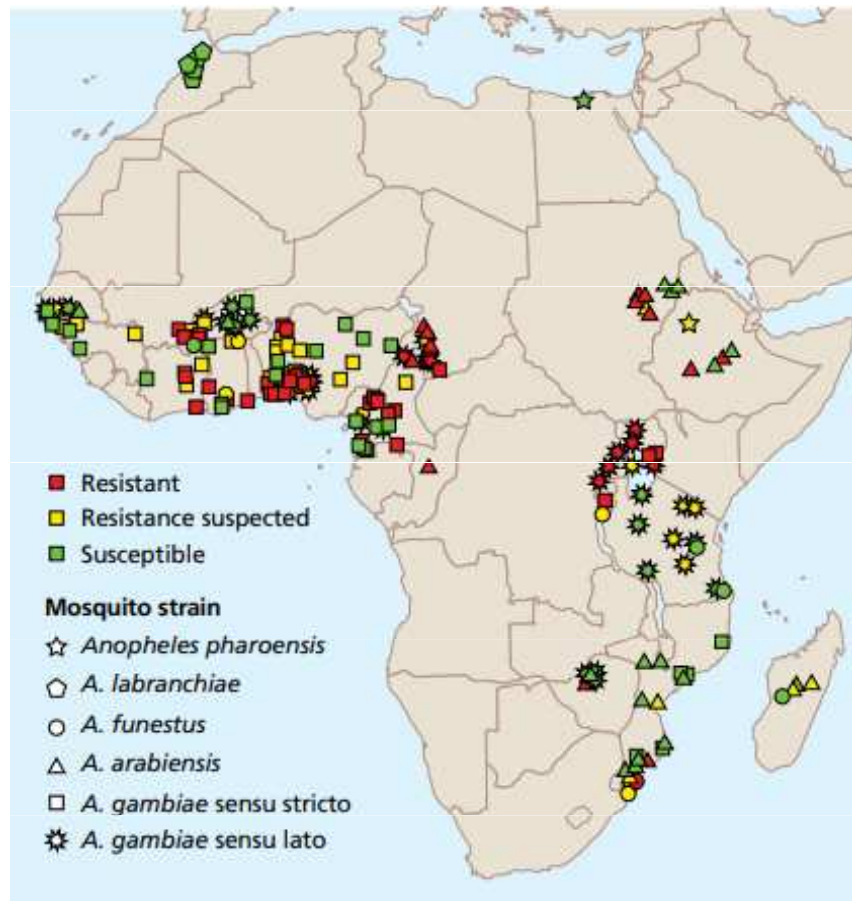


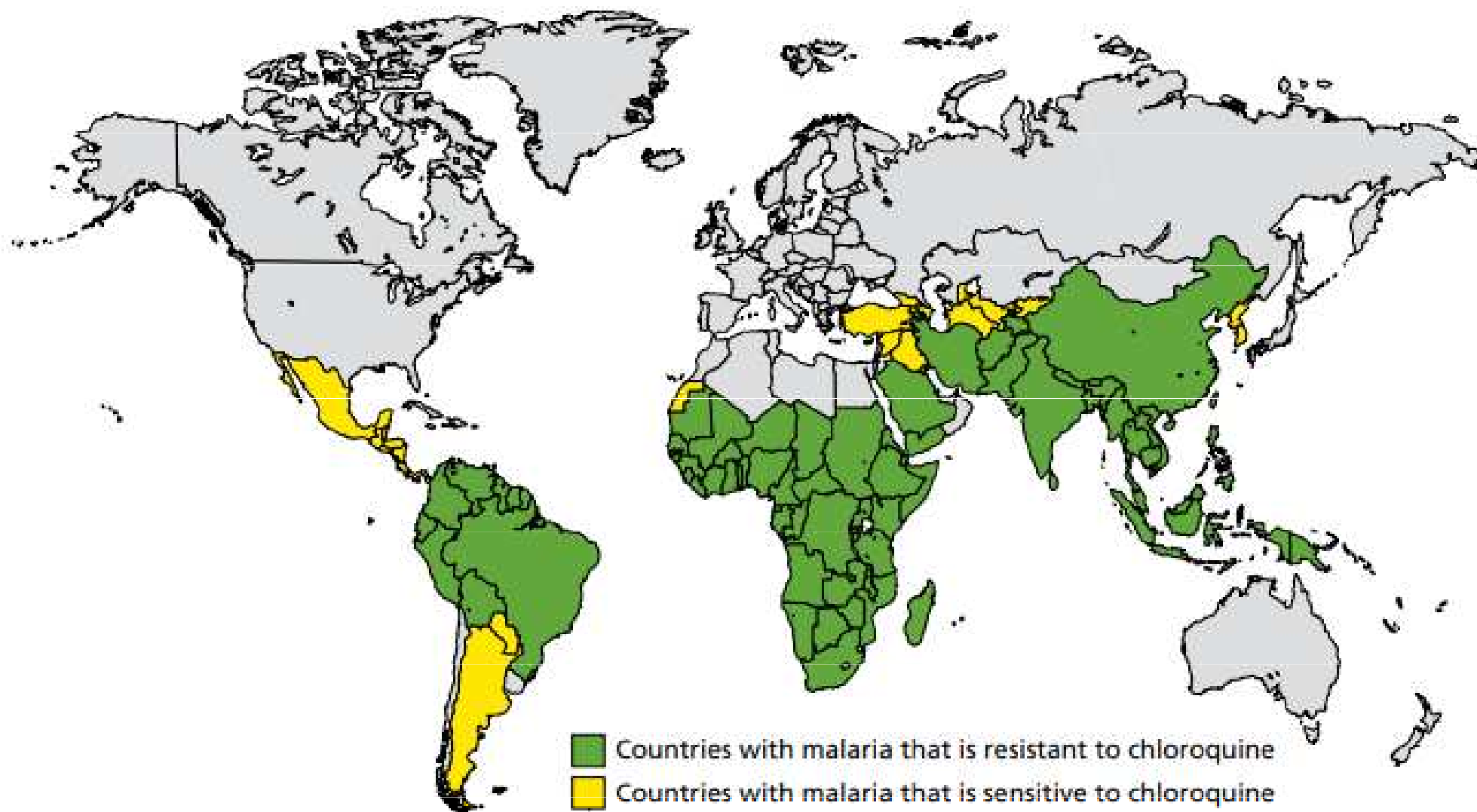
Figure 10.5 Thermal preference curves for several mosquito and malaria parasite life-history traits that influence the value of R_0 for malaria. Note that values for many of these parameters do not simply continue to rise in a linear fashion with increasing temperature, but fall sharply at higher temperatures. PDR, Parasite Development Rate; MDR, Mosquito Development Rate; b^*C , vector competence. (From Mordecai EA et al [2013] *Ecol Lett* 16:22–30. With permission from John Wiley and Sons.)

Rezistence komárů vůči pyretroidům

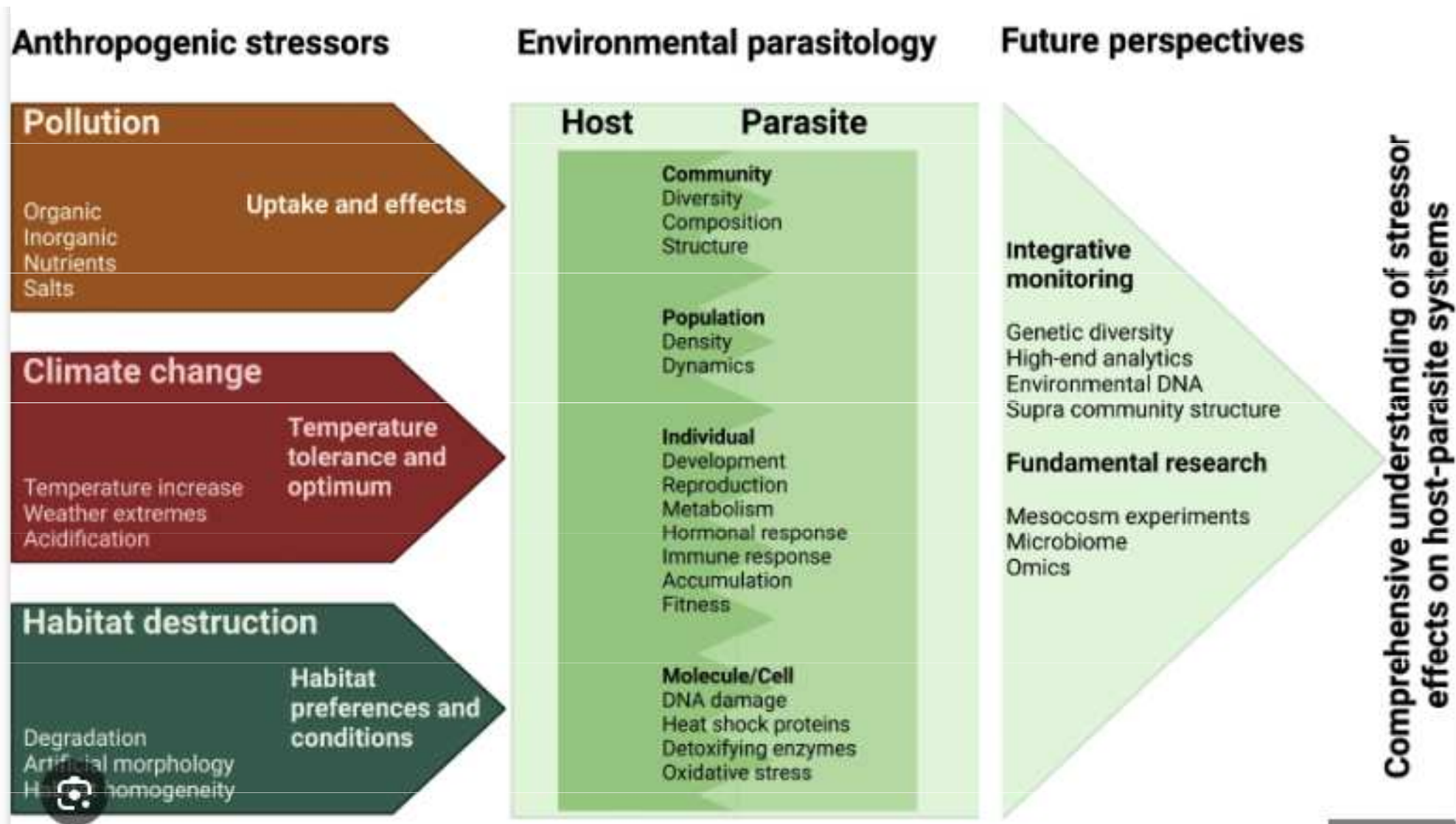


Pomníček rybce *Gambusia affinis*

Rozšíření rezistence komárů vůči chlorochinu



Environmentální parazitologie: stresory ovlivňující akvatické parazity



Je potřeba parazity chránit ?

- Téměř polovina všech známých živočichů na Zemi jsou paraziti.
- Desetina z nich již může být **odsouzena k vyhynutí v příštích 50 letech kvůli klimatickým změnám, ztrátě svých hostitelů a záměrným pokusům o jejich vymýcení.**
- Jiné odhady naznačují, že **až třetina parazitů by mohla zmizet.** Ale právě teď se zdá, že to málokoho zajímá – nebo si toho dokonce všimne.
- Z více než **37 000 druhů označených jako kriticky ohrožené** na červeném seznamu IUCN je **parazitem pouze jedna veš a několik sladkovodních muší.**
- Země – symbiotická planeta: **20 -75% biotických interakcí** má povahu symbiózy.
- **Absence parazitů v ekosystémech** – velké problémy s biodiverzitou, která je pro udržitelnost života na Zemi klíčová.
- **Role parazitů v přírodě** – regulace systému – faktor přírodního výběru (predace)

12 cílů současné parazitologie

1) Doplnit seznamy biodiverzity o cizopasníky

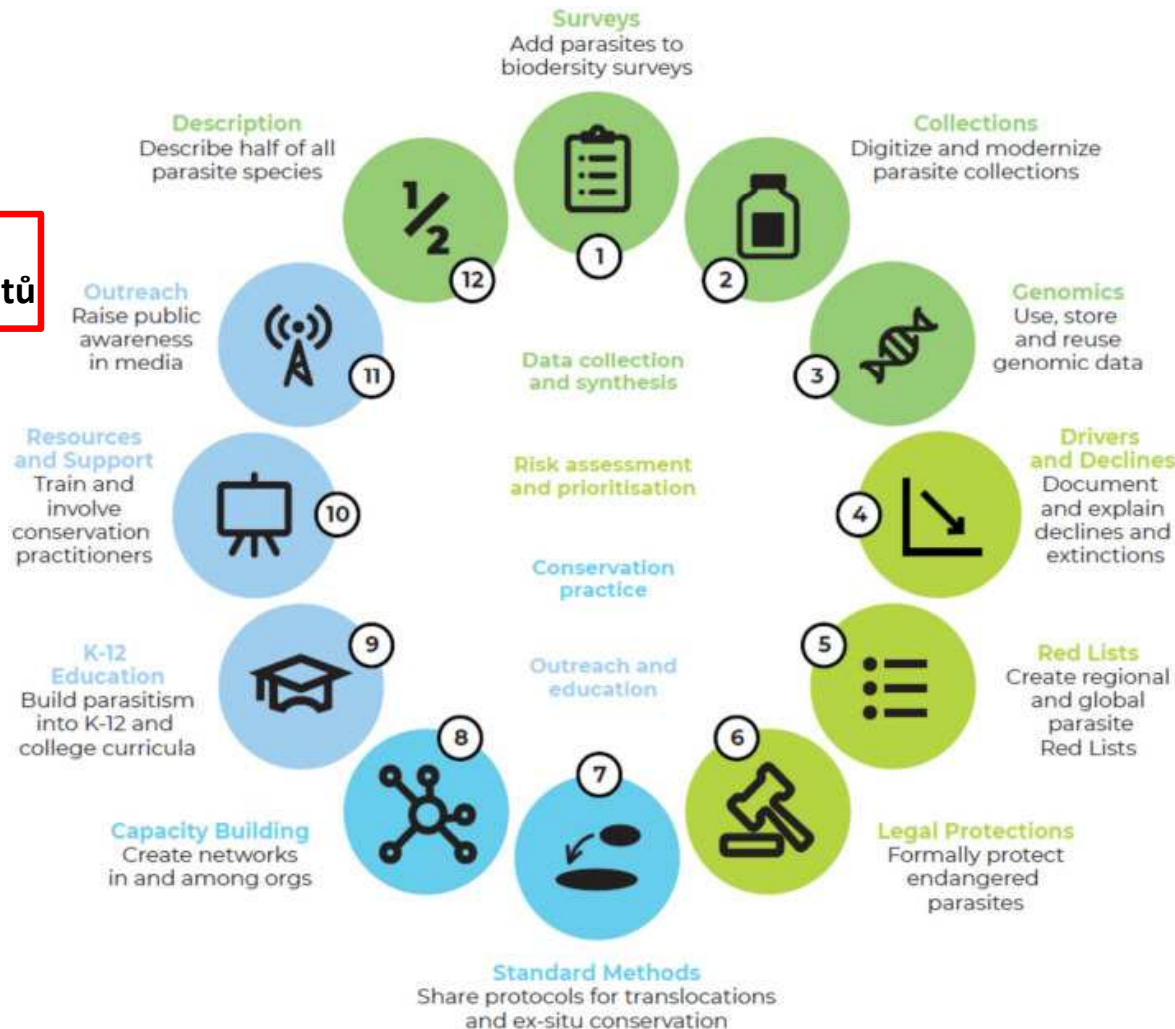
2) Digitalizovat a modernizovat sbírky parazitů

3) Užívat a ukládat genomická data

4) Dokumentovat a vysvětlovat poklesy a Extinkce

5) Vytvořit regionální a globální RED LIST parazitů

6) Formálně chránit ohrožené druhy parazitů



7) Sdílet protokoly pro translokace a ex situ ochranu

8) Vytvořit síť uvnitř a mezi organizacemi

9) Rozvíjet vzdělání o parazitech na SŠ a VŠ

10) Vychovávat a vzdělávat ochránce

11) Rozvíjet povědomí o parazitech v médiích

12) Popsat polovinu druhů parazitů

Ekoložka parazitů Prof. Chelsea Woodová stojí mezi exempláři ve sbírce ryb Washingtonské univerzity, která je součástí Burkeho muzea přírodní historie a kultury.

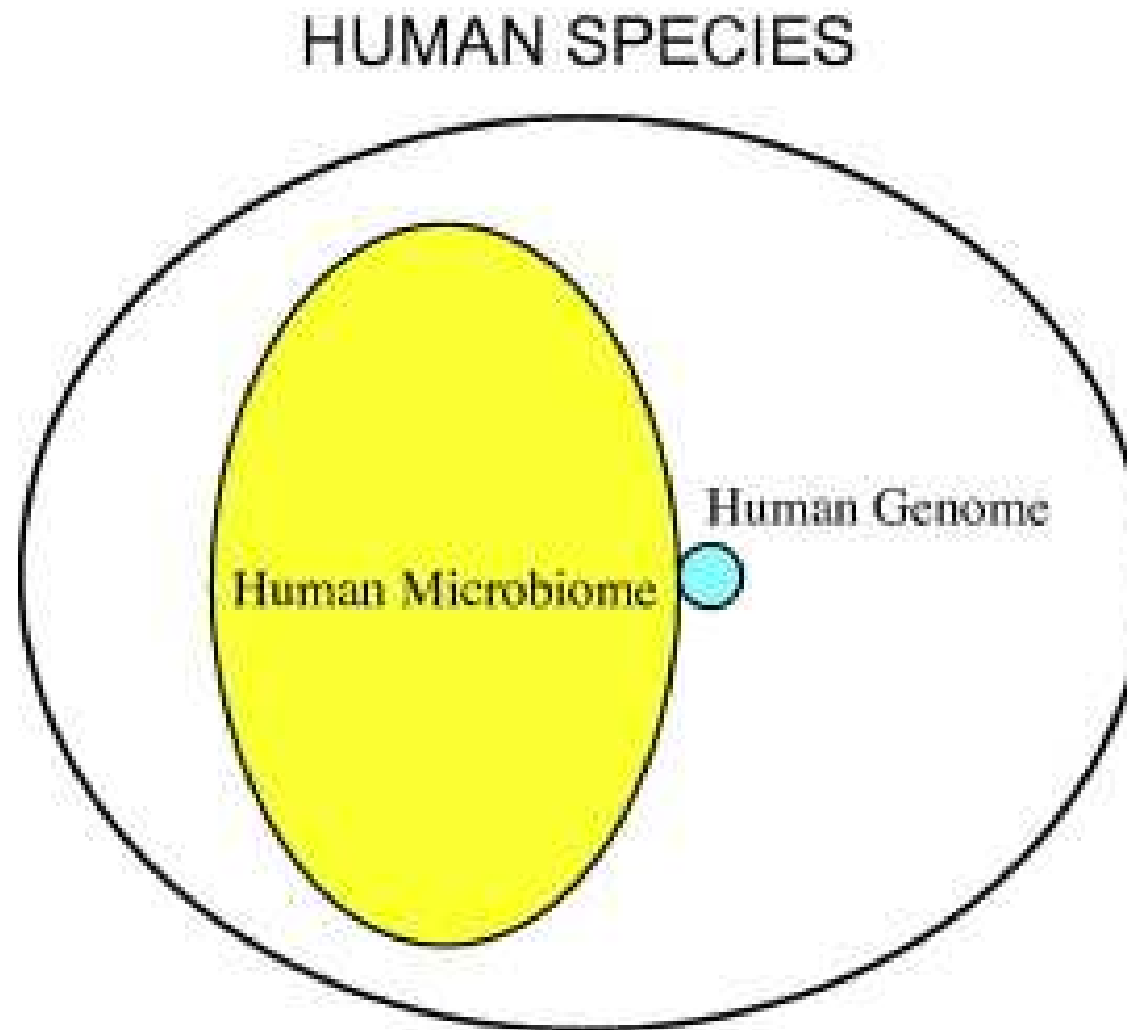


"Hloubka naší nevědomosti je opravdu neodpustitelná," říká Woodová.

Lidé, jejich genom a diverzita jejich symbiontů

- Lidé, jsou často považováni za **vrchol a ztělesnění evoluce**; nemohou však žít **sami, tedy bez symbiontů**, kteří jsou s nimi spojeni !
- Obecně platí, že eukaryotický organismus **nelze považovat za autonomní bez přispění velkého množství organismů**, které jsou definovány jako jeho **mikrobiom**.
- **90 % buněk** v lidském těle jsou **bakterie, houby, prvoci** (tj. „nelidské“ buňky).
- **Současný odhad lidského mikrobiomu** (tj. organismů, které žijí na *Homo sapiens* nebo uvnitř něj) **PŘEKRAČUJE DESETINÁSOBNĚ POČET SOMATICKÝCH A ZÁRODEČNÝCH BUNĚK JEDINCE** (Turnbaugh et al., 2007).
- Pokud vezmeme v úvahu **pouze lidské střevo**, obsahuje v průměru **40 000 druhů bakterií** (Frank a Pace, 2008) a **9 milionů unikátních bakteriálních genů** (Yang et al., 2009).
- **Nesmírnost této genové rozmanitosti** lze lépe ocenit ve **srovnání s 23 000 geny**, které tvoří lidský genom.
- **Dosud však bylo charakterizováno nanejvýš 1 % lidského mikrobiomu** (Marcy et al., 2007).

Člověk a jeho mikrobiom: 23 000 *versus* 9 000 000 genů



Mikrobiom tak hraje zásadní roli v lidském zdraví, protože se u něj vyvinuly specifické funkce, které doplňují lidský metabolismus a fyziologii. Například střevní bakterie se podílejí na **produkci vitamínů, regulaci syntézy hormonů a zrání imunitního systému.**

Mikrobiom – ekologické podmínky prostředí

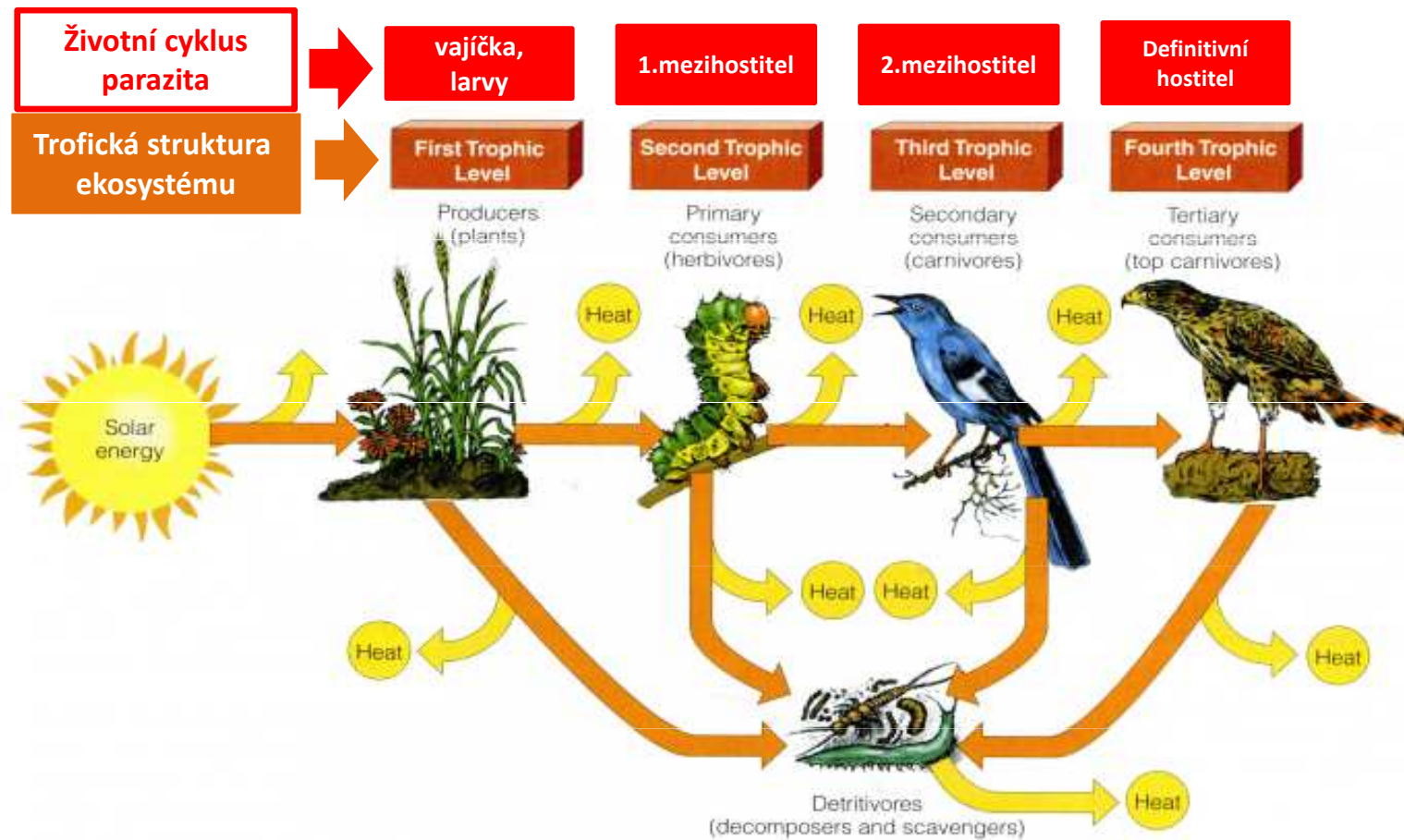
- Pojem **mikrobiom** je vyjádřením ekologických podmínek prostředí (jako je **teplota, pH, obsah hormonů, lipidů a proteinů, vystavení UV záření, nepřítomnost světla, typ sliznice...**), na kterých se podílejí **mikrobiální společenstva** (která jsou definována jako **mikrobiota** - nebo **flóra**) a která budou individuálně a/nebo kolektivně reagovat a které mohou být modifikovány a nebo se mohou zachovat.
- **Mikroorganismy žijící na nebo v lidském těle** překračují svým **počtem desetinásobek počtu buněk, které tvoří lidské tělo**. V současné době je však **odkazováno pouze na 1 % z nich**. Bakterie lidského těla představují **miliony genů ve srovnání s 23 000 geny lidského genomu**.
- **Narušení této přirozené rovnováhy** např. **imunosupresí** při použití některých **antibiotik** nebo při **poškození imunity** může způsobit **narušení mikrobioty**, což pak vede k poruchám podporujícím **střevní dominanci patogenních druhů a projeví se jako onemocnění**.
- **Rezistence vůči antibiotikům**, je od nepaměti hlavním problémem veřejného zdraví. Tato rezistence se objevila dlouho před použitím léčivých přípravků lidmi. Nedávná **studie sedimentů kanadského permafrostu** prokázala existenci **starobylých bakteriálních sekvencí, které odpovídají genům rezistence, jež těmto bakteriím jistě umožňovaly bránit se proti agresorům**.

Jsou paraziti důležití pro ekosystém ?

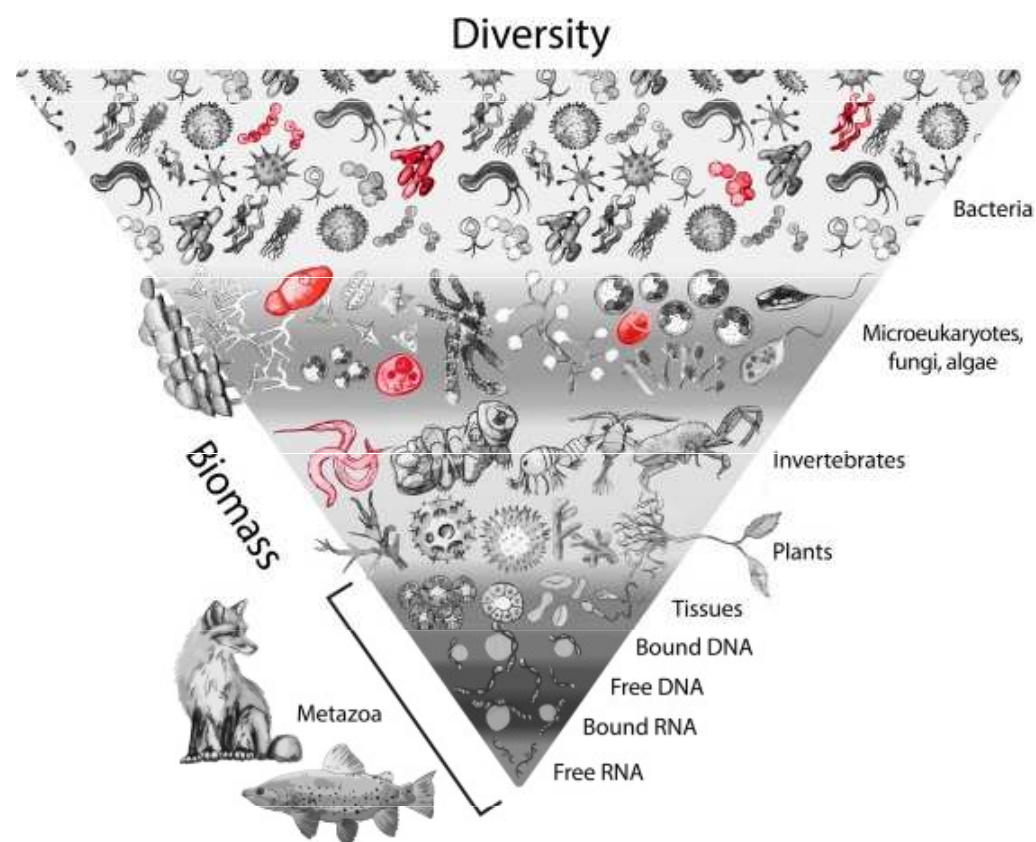
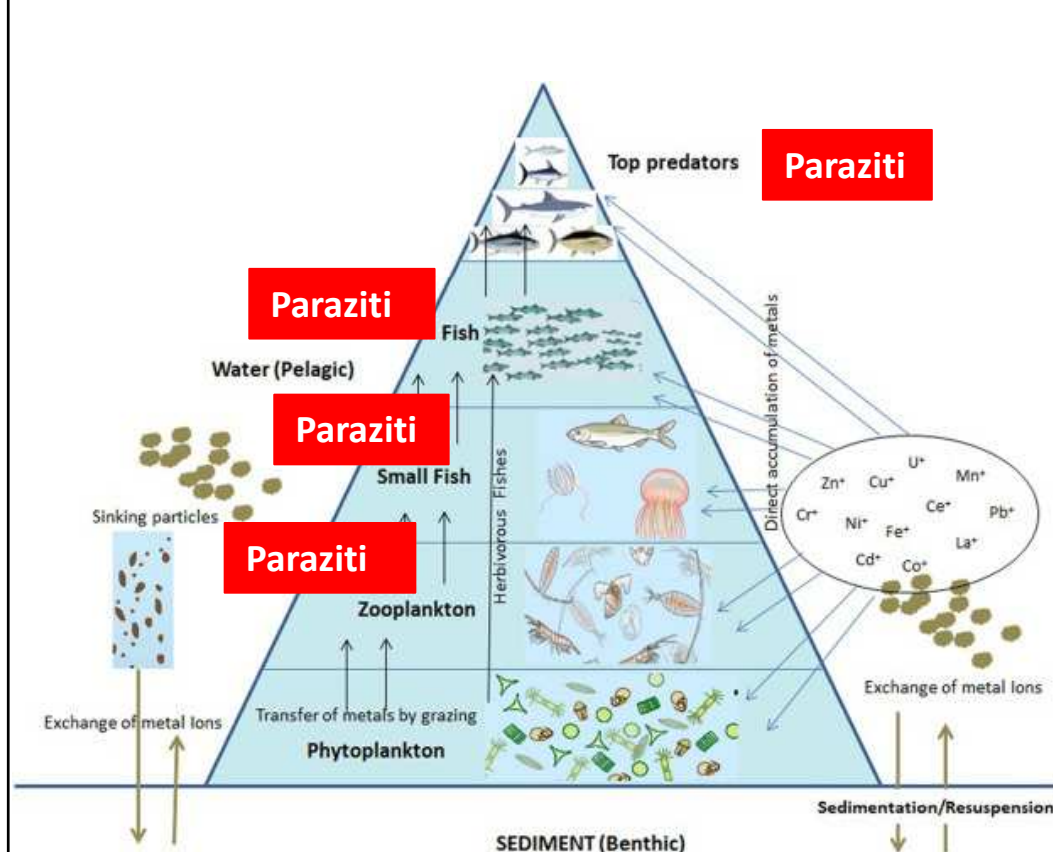
- Paraziti ovlivňují **chování a zdatnost** (fitness) hostitele a mohou regulovat **velikost hostitelské populace**, mají zásadní vliv na **trofické interakce, potravní sítě, konkurenci, biologickou rozmanitost** a na tzv. **klíčové druhy** (key species) daného ekosystému.
- Uvedené interakce naznačují, že **paraziti jsou nedílnou součástí přírodních ekosystémů** a podílejí se zásadním způsobem utváření struktury populací, společenstev a následně celého ekosystému.
- **Paraziti mají v přírodě podobnou funkci jako predátoři !**

Příklad – „Vlci“ v Yellowstonském národním parku !

Paraziti prostupují trofickou strukturu ekosystému



Diverzita a parazitů v trofické struktuře ekosystému roste !



Proč jsou paraziti důležití pro člověka ?

- Podle posledních poznatků je zřejmé, že pacienti infikovaní helminty zaznamenali méně příznaků roztroušené sklerózy (RS) než ti, kteří infikovaní nebyli.
- Jiné výsledky naznačují, že některé parazitické druhy by mohou snížit příznaky syndromu dráždivého tračníku (IBS), Crohnovy choroby, diabetu 1. typu a dokonce artritidy.

Parazitismus a způsob života člověka

- Během celé své evoluce **lidé vždy žili v kontaktu** s bohatými a rozmanitými společenstvími patogenů.
- Výskyt prvních hominidů se **omezoval na tropické savany**. Následné **migrace lidí**, stejně jako **kolonizace oblastí mírnějšího pásma**, byly doprovázeny vystavením **novým parazitům** (Armelagos et al., 1996).
- **Struktura a velikost těchto lidských společenstev** měla zásadní vliv na dynamiku a rozmanitost populací parazitů. Před neolitem byly sociální skupiny většinou **příliš skromné na to, aby umožňovaly udržování endemických nemocí (Ascaris)**.
- **Důležitou změnou v neolitu** byla organizace **usedlých společností kolem vesnic**, které sdružovaly mnohem více jedinců. Téměř bezprostředním důsledkem byl **výskyt a udržování mnoha infekčních nemocí, jako jsou spalničky, příušnice, chřipka a neštovice**.
- Vždy během neolitu se **blízkost mezi lidmi a zvířaty zvyšovala domestikací zvířat**, což je jev, který stál u zrodu **znovuobjevení zoonóz** (Polgár, 1964).
- O mnoho let později **evropští objevitelé během svých plaveb** rozšířili několik nakažlivých nemocí (**černý kašel, spalničky, neštovice...**), které **zdecimovaly mnoho autochtonních populací** (např. **amerických indiánů**), tisíce a tisíce kilometrů od země původu.

Paraziti a jejich vlivy na *Homo sapiens*

- Je nemyslitelné, že by druh *Homo sapiens*, který není ničím jiným než konkrétním živočichem, nebyl během svého vývoje ovlivněn parazitickými omezeními.
- Nutno připomenout, že úmrtnost na infekční choroby zůstala od paleolitu do příchodu antibiotik a vakcín prakticky nezměněna, s průměrnou délkou života pouhých ~25 let (Casanova a Abel, 2005).
- Ve vyspělých zemích se často zapomíná, že infekce, kterou lze dnes snadno vyléčit jednoduchým předpisem antibiotik, by byla ještě před několika desítkami let smrtelná.
- Tento jednoduchý koncept má ale závažné důsledky a dává představu o tom, jak významnou roli hrála parazitická omezení v lidské historii. Toto působení navíc zdaleka není u konce, protože i v dnešní době paraziti (v širším slova smyslu) zabíjejí přímo či nepřímo miliony lidí ročně.
- Jako všechny živé organismy, i lidé byli a zůstávají druhem podléhajícím přírodnímu výběru a patogeny jsou jasně součástí těchto selektivních tlaků. Ať už vědomě či nevědomě, lidé vyvinuli, stejně jako jiné druhy, několik strategií, jak se vyhnout rizikům a/nebo následkům infekcí pro sebe nebo své potomky.
- Přehled mnoha článků publikovaných během posledních 15 let v evoluční ekologii člověka vede k závěru, že mnoho aspektů lidské biologie, zejména vzorce lidské životní historie, mnoho způsobů chování a možná také kulturní a náboženská rozmanitost lidských populací, nelze plně pochopit bez zohlednění parazitických omezení (Thomas et al., 2012).

Příklad: Parazitismus a rakovina

Pokud lidé neumírají na stáří, nehody nebo parazitární choroby, umírají na **somatické nemoci** (např. **rakovina, kardiovaskulární choroby, duševní choroby**).

Ačkoli jsou obecně **parazitární a somatická onemocnění považována za protichůdné entity**, rostoucí počet prací naznačuje, že mnoho nemocí, které jsou **považovány za "neparazitární" původ, má ve skutečnosti infekční příčinu** (Cochran et al., 2000).

Tato zjištění mají zásadní význam, protože infekcím lze často předcházet (například očkováním) nebo je léčit, a tak lze snadno předejít i souvisejícím somatickým onemocněním.

Z tohoto pohledu je obzvláště zajímavá rakovina. Na začátku 70. let bylo asi 1 % nádorových onemocnění považováno za parazitární nebo virového původu. (*Schistosoma haematobium*)

Světová zdravotnická organizace nyní uznává, že až 20 % případů rakoviny je způsobeno infekčními agens, zejména **RNA a DNA viry a bakteriemi**. Například **hepatocelulární karcinom, rakovina žaludku a rakovina děložního čípku** mohou být z velké části připsány viru hepatitidy B a C, bakterii *Helicobacter pylori* a papillomavirům.

Příklad: Rozdíly v plodnosti populací člověka

- Guégan et al. (2000) například ukázali, že **rozdíly v plodnosti v lidské populaci lze alespoň zčásti nepřímo připsat rozmanitosti společenstev patogenů.**
- **Plodnost se zvyšuje**, když se **rozmanitost závažných infekčních onemocnění** (jako je malárie, žlutá zimnice, horečka dengue, cholera ...) **také se zvyšuje.**
- **Zvýšená dětská úmrtnost spojená s nemocemi** by tak mohla být **spojena s kompenzačními reakcemi, jejichž cílem je přivést na svět více dětí.**
- Kromě popisu teoreticky předvídatelné adaptivní reakce tato práce také naznačuje, že **globální boj proti parazitárním onemocněním by měl paradoxně zpomalit demografii člověka, protože by v dlouhodobém horizontu způsobil snížení plodnosti** (zastavením kompenzačního efektu) v zemích, které jsou v současné době nejvíce vystaveny nemocem.

Příklad: Porodní hmotnost dětí

- **Porodní hmotnost může být ovlivněna parazitárními tlaky.**
- Ačkoliv si zdravotníci specialisté často myslí, že tato proměnná je **určena výhradně současnými environmentálními omezeními**, několik evolucionistů navrhl, že část **variací by mohla být způsobena vlivem přírodního výběru**.
- Thomas a kol. (Thomas et al., 2004) skutečně prokázali, že když **počet závažných infekčních onemocnění stoupne nad určitou hranici, bude pozorován i souběžný nárůst průměrné porodní hmotnosti**.
- Vzhledem k tomu, že **velká mláďata jsou obvykle odolnější vůči infekcím nebo lépe snášejí jejich následky**, je tento výsledek v souladu s hypotézou, že lidé (stejně jako každý jiný savec) maximalizují svou selekční hodnotu nejen počtem svých potomků, ale také tím, že rodí děti s optimální hmotností vzhledem k místním omezením prostředí.

Děkuji za pozornost !

Národní park Niokolo Koba, Senegal, 2004 - 2008



Děkuji za pozornost