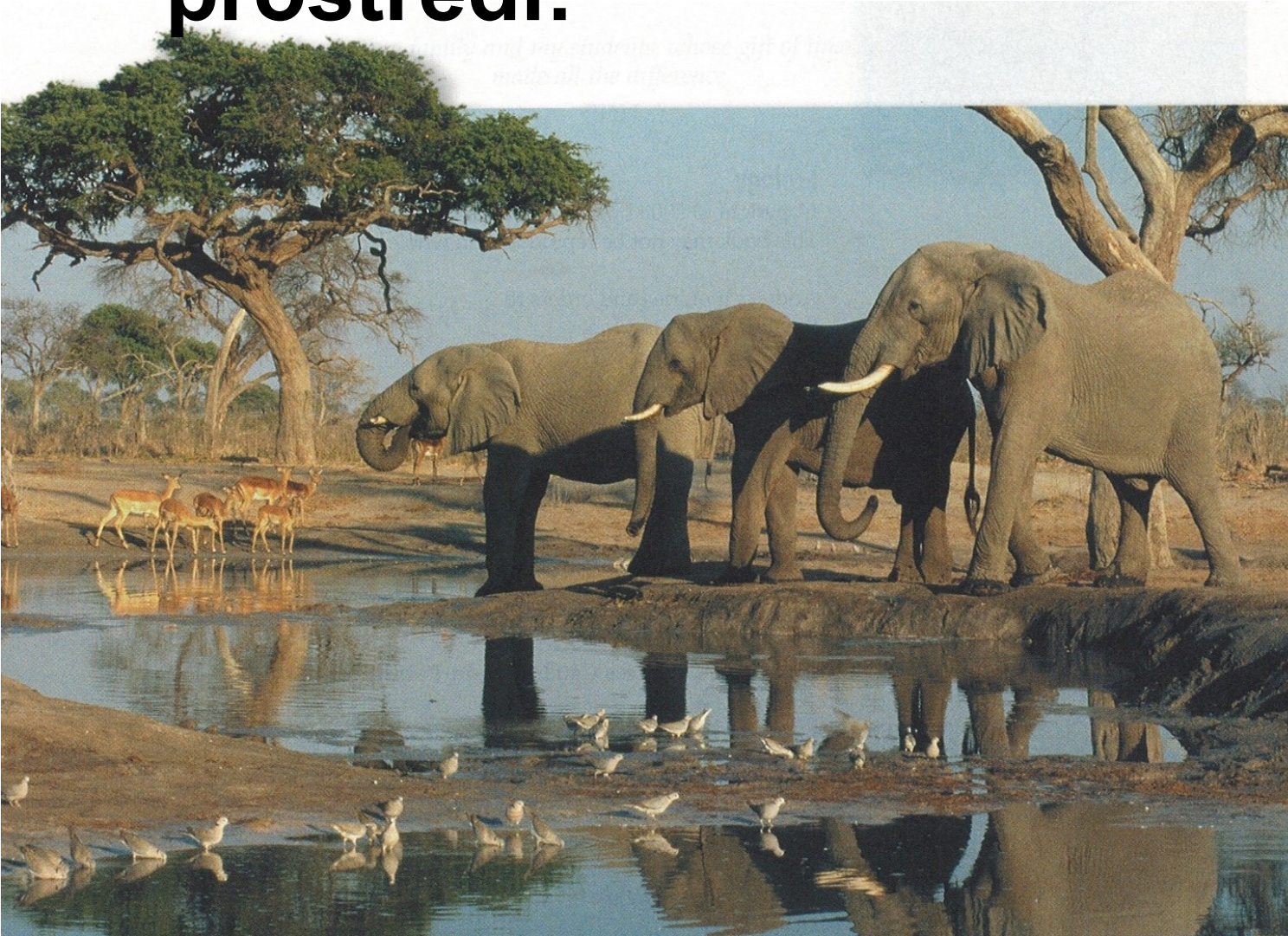


Část 2

Co je to parazitologie ?

Za Zemi jsou čtyři typy prostředí:



Voda

Půda

Vzduch

Organismy



Rozmanitost typů prostředí



Parazitologie – základní pojmy

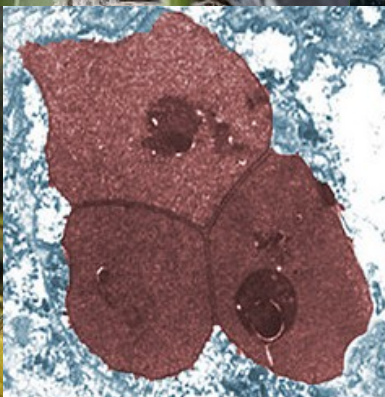
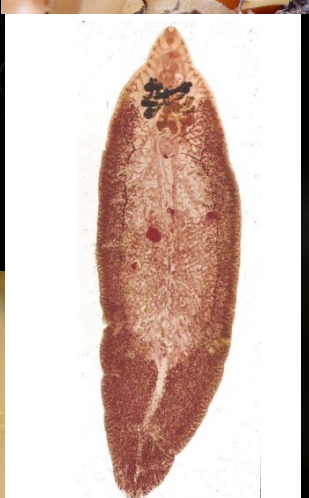
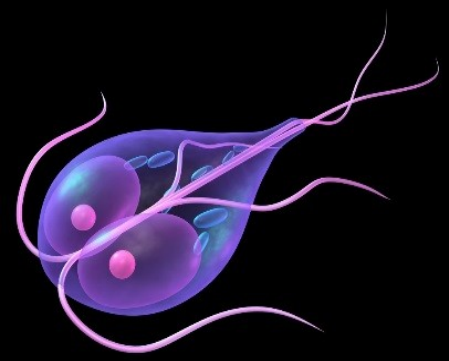
Typy prostředí: Voda
Půda
Atmosféra

Organismy → Paraziti

Co je to parazit ?

Raison d'être for parasitologists.

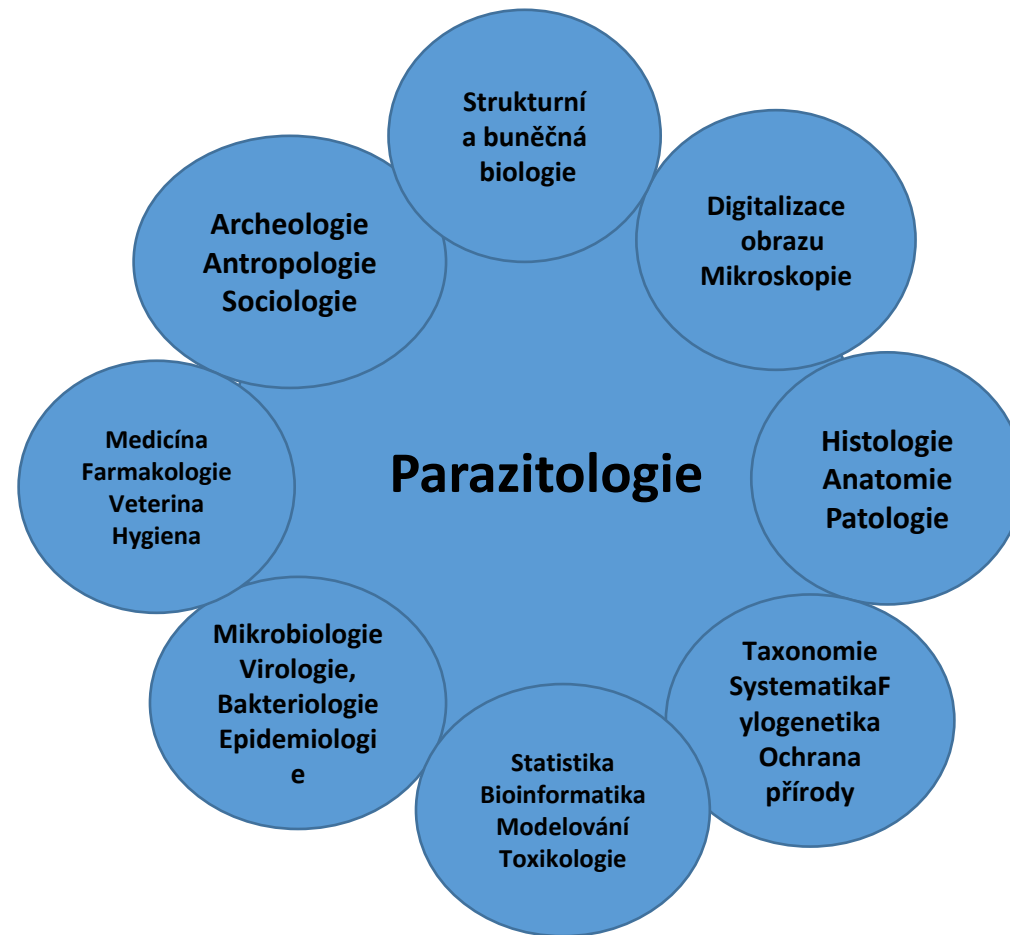
Rozmanitost cizopasníků



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**.

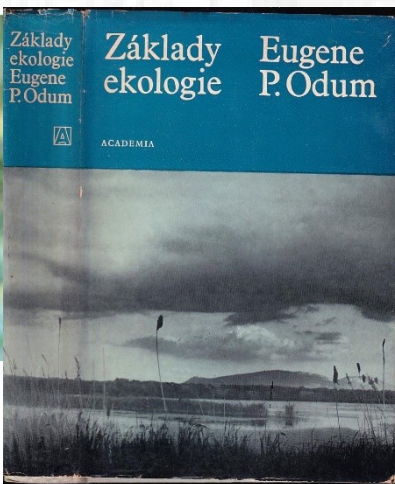
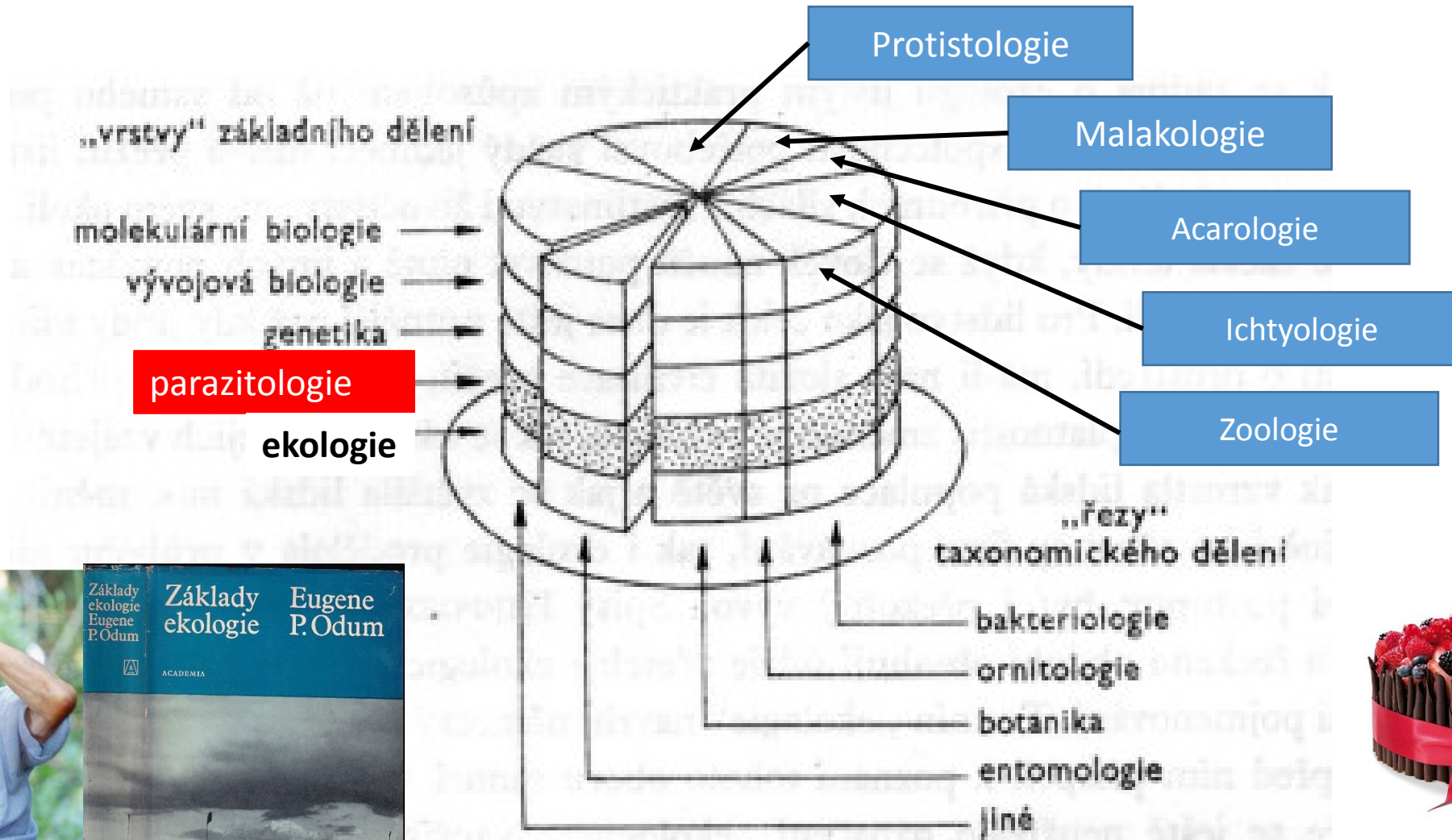
Parazitologie – spolupracující obory



Paraziti jako předmět studia parazitologie

- **Paraziti** jsou organismy velice **rozmanité**, což znamená, že díky tomu je parazitologie jako obor často z praktických důvodů rozdělena do dílčích, méně komplexních a víceméně konkrétně **zaměřených celků** - **protistologie, helmintologie arachnoentomologie**.
- **Tyto dílčí celky často používají společné laboratorní techniky** a to přesto, že se nezabývají studiem stejných organismů nebo jimi působených nemoci (např. **systematika, taxonomie, anatomie, morfologie, histologie, fyziologie, patologie, klinické disciplíny, ekologie, statistika** atd.)
- Vztah mezi **parazitem a jeho hostitelem** je vždy naprosto klíčový a parazitologie je proto **jako věda disciplínou ekologickou**.

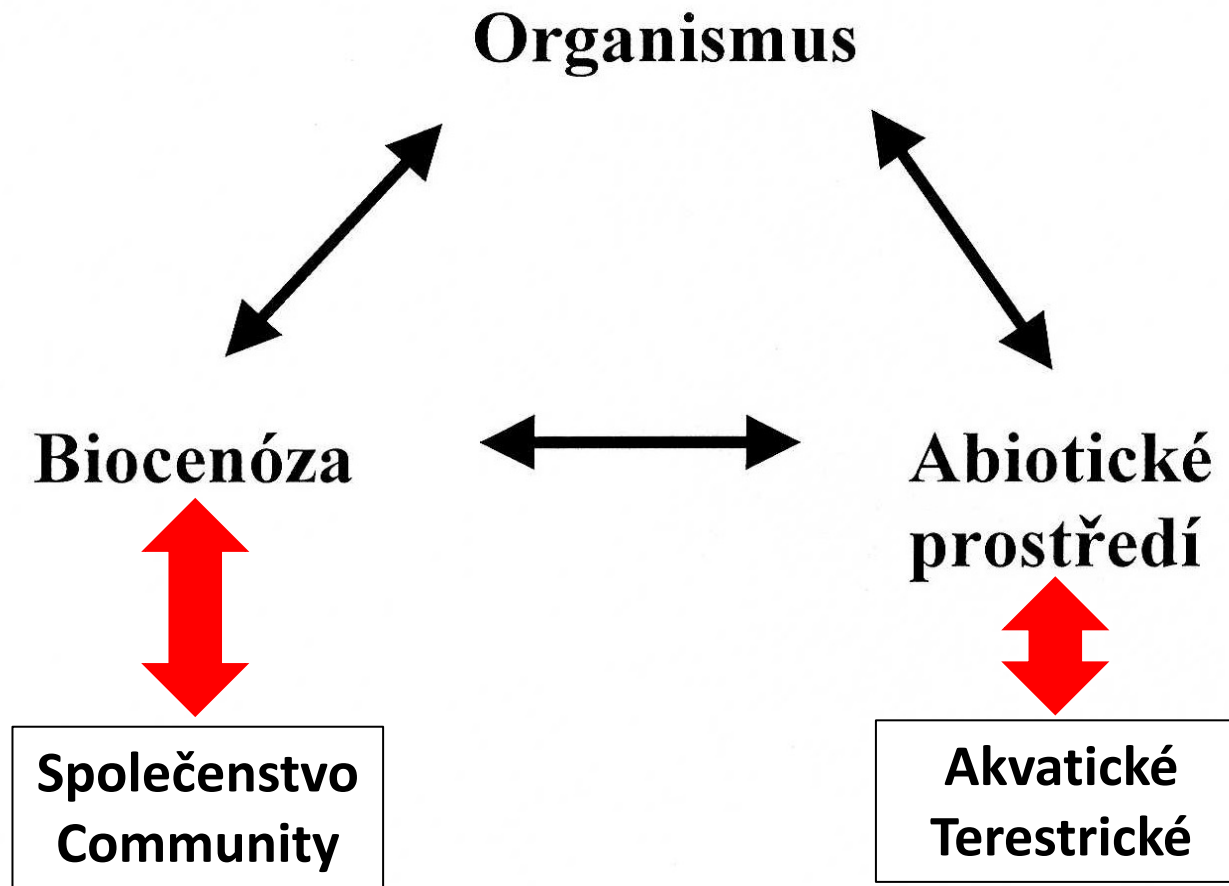
Je libo ekologický dort ?



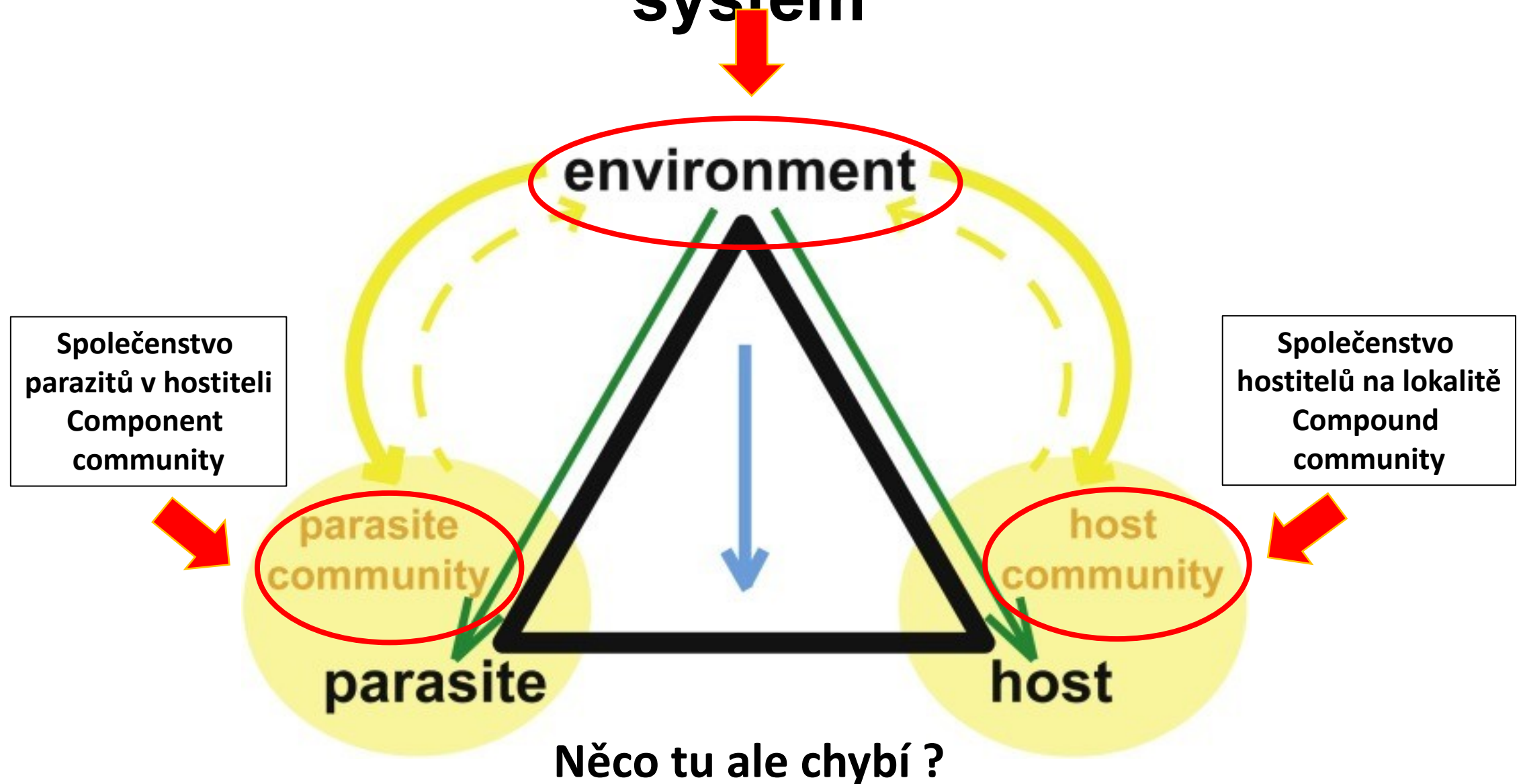
Prof. Eugene Odum



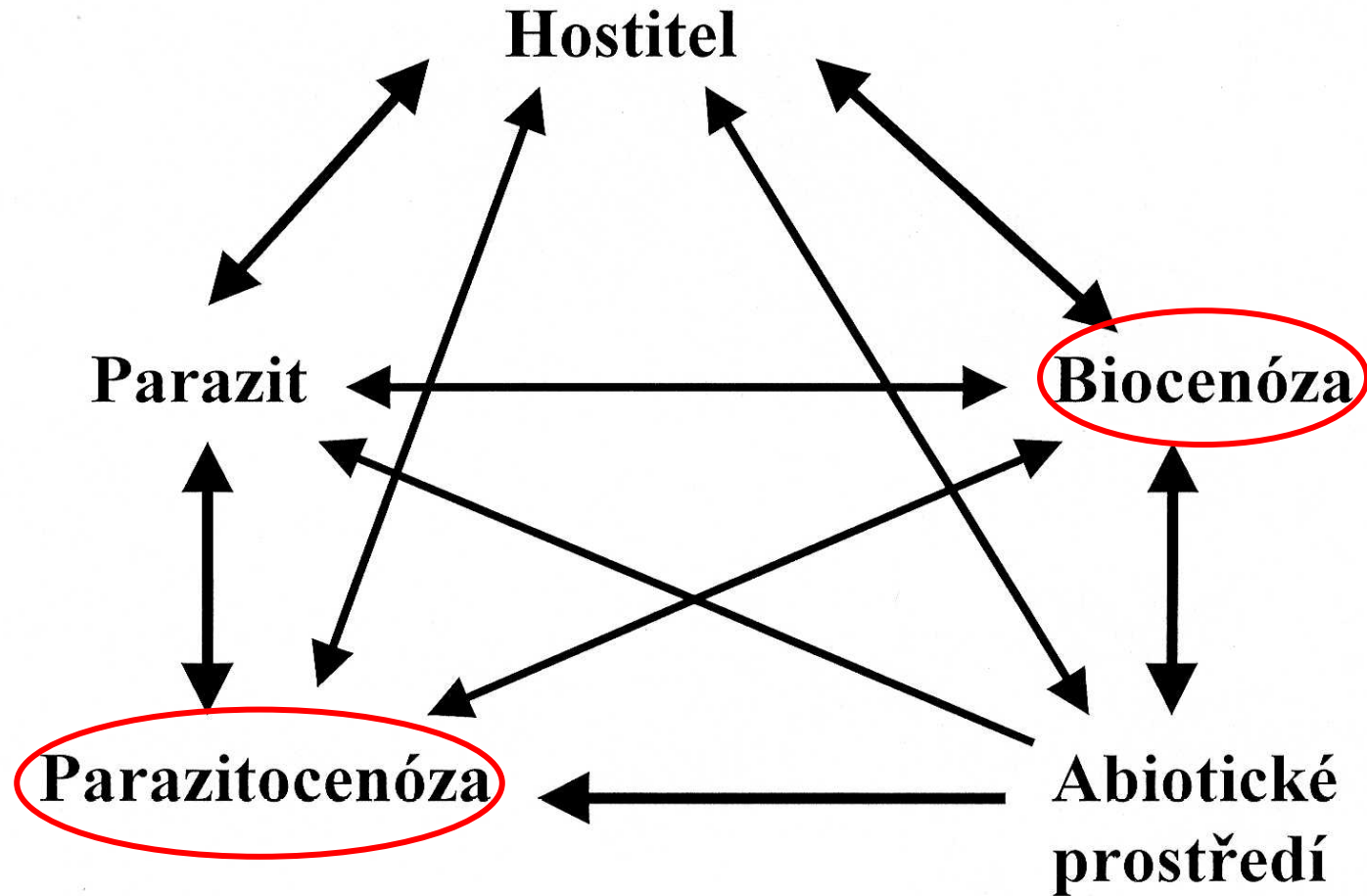
Ekologie: Interakce mezi organismem a prostředím



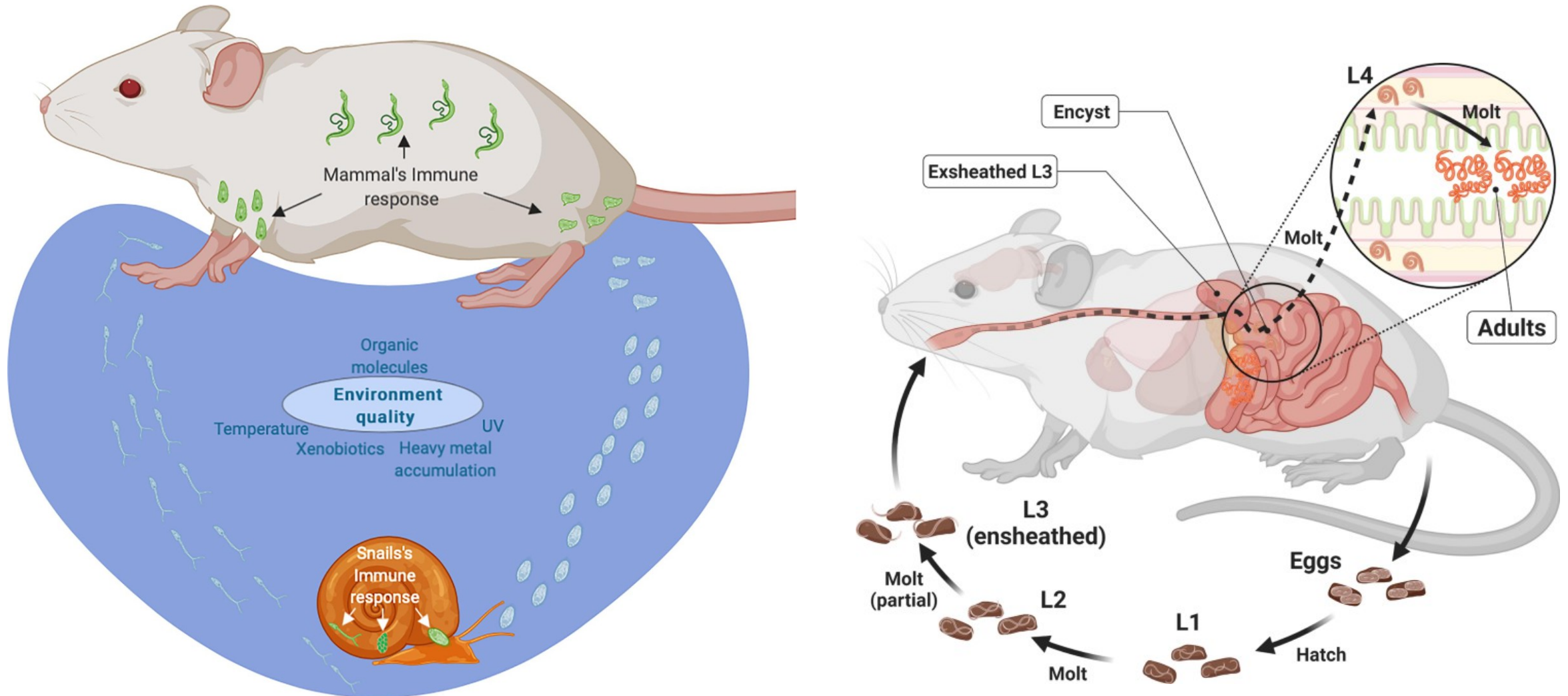
Parazitologie: Základní parazito-hostitelský systém



Parazitologie: Interakce mezi parazitem, hostitelem a prostředím



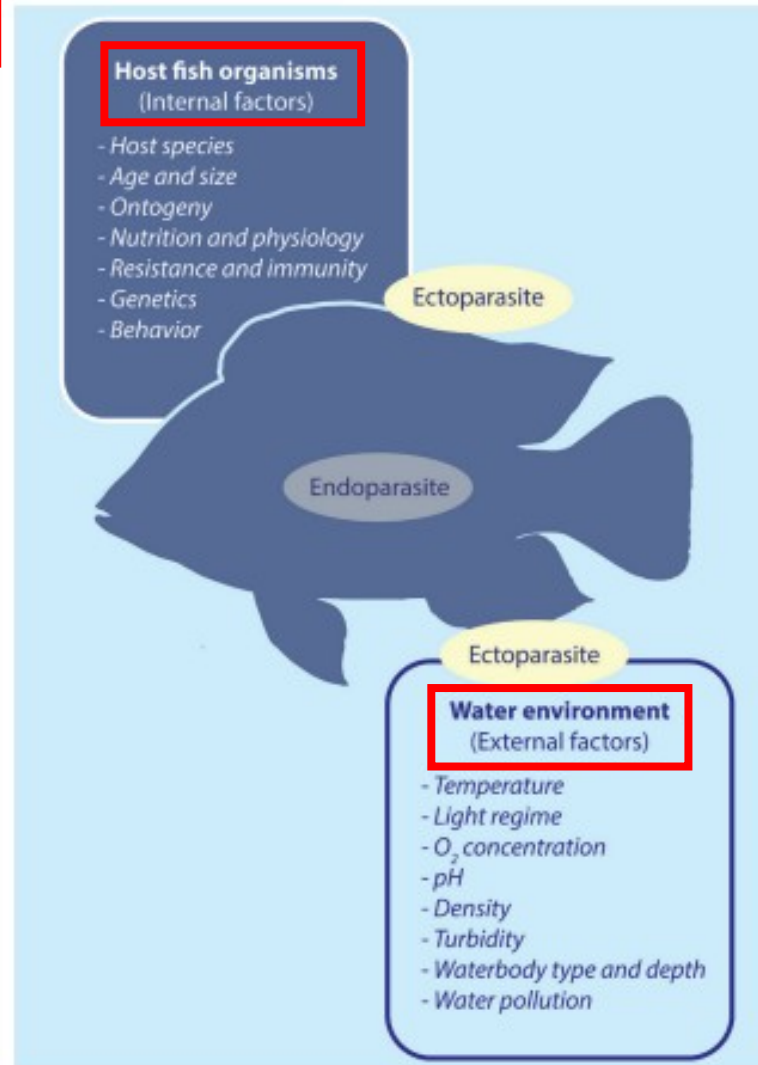
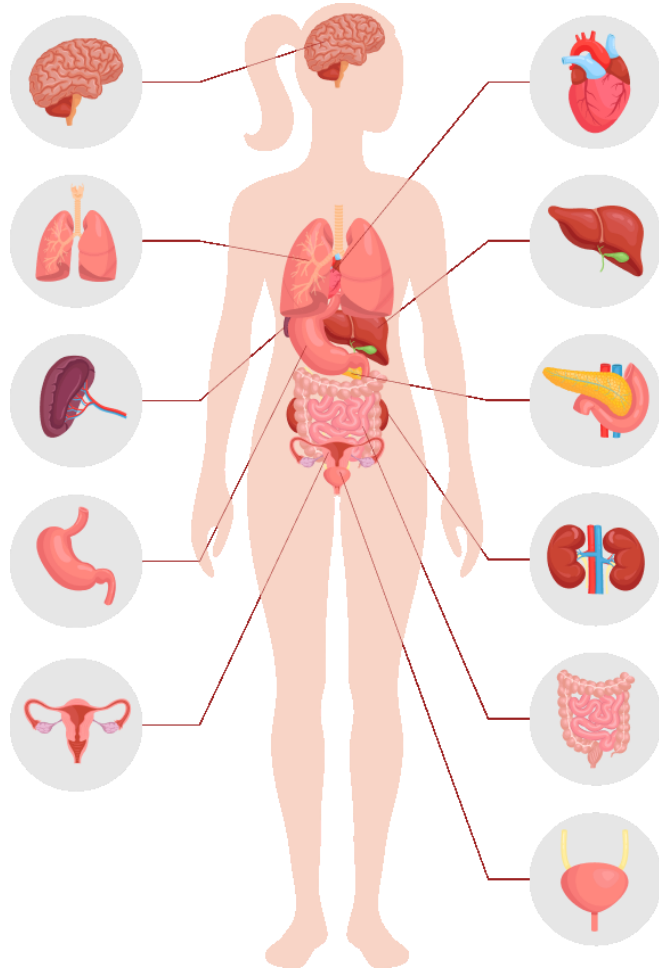
Vnější prostředí a jeho vliv na parazito-hostitelský komplex



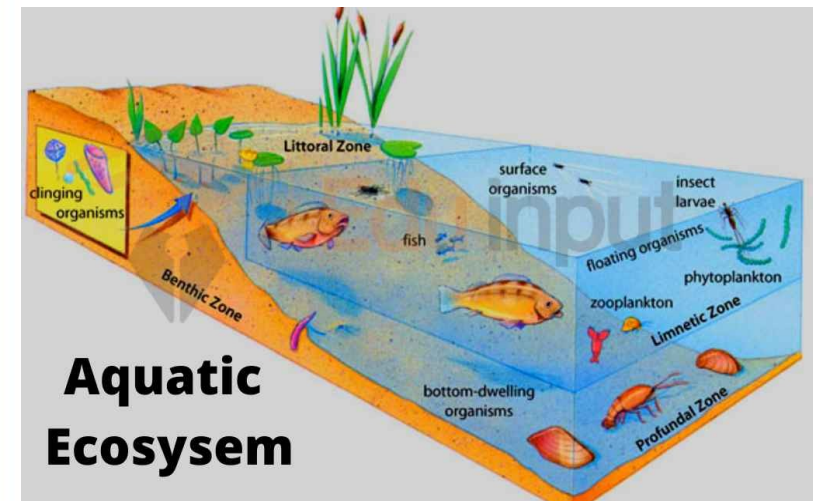
Hostitel není „black box“ ale interaktivní biologický systém !!!

Dvojí prostředí parazitů !

Prostředí 1. řádu: ORGANISMUS HOSTITELE



Terestrický ekosystém



Prostředí 2. řádu: VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ

Co je to Parazitismus ?

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**



Maska parazita

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“ + *σίτος* (*sitos*), „pokrmu“.

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



Schweinebandwurm (*Taenia solium*)

Vznik parazitismu

- 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)**

Jak definujeme parazitismus ?

Parazitismus je způsob soužití dvou organismů, z nichž jeden organismus využívá druhý organismus. Parazit se může živit tkáněmi hostitele nebo se přiživovat na hostitelově potravě či jinak profitovat z hostitelova organismu nebo jeho činnosti a snižovat přitom jeho biologickou zdatnost.

Parazitismus – vzájemný vztah, při kterém jeden organismus (**parazit**) získává výhodu, zatímco druhý je tímto vztahem poškozován (**hostitel**)

Je parazitismus symbioza ?

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

Co je to symbióza ?

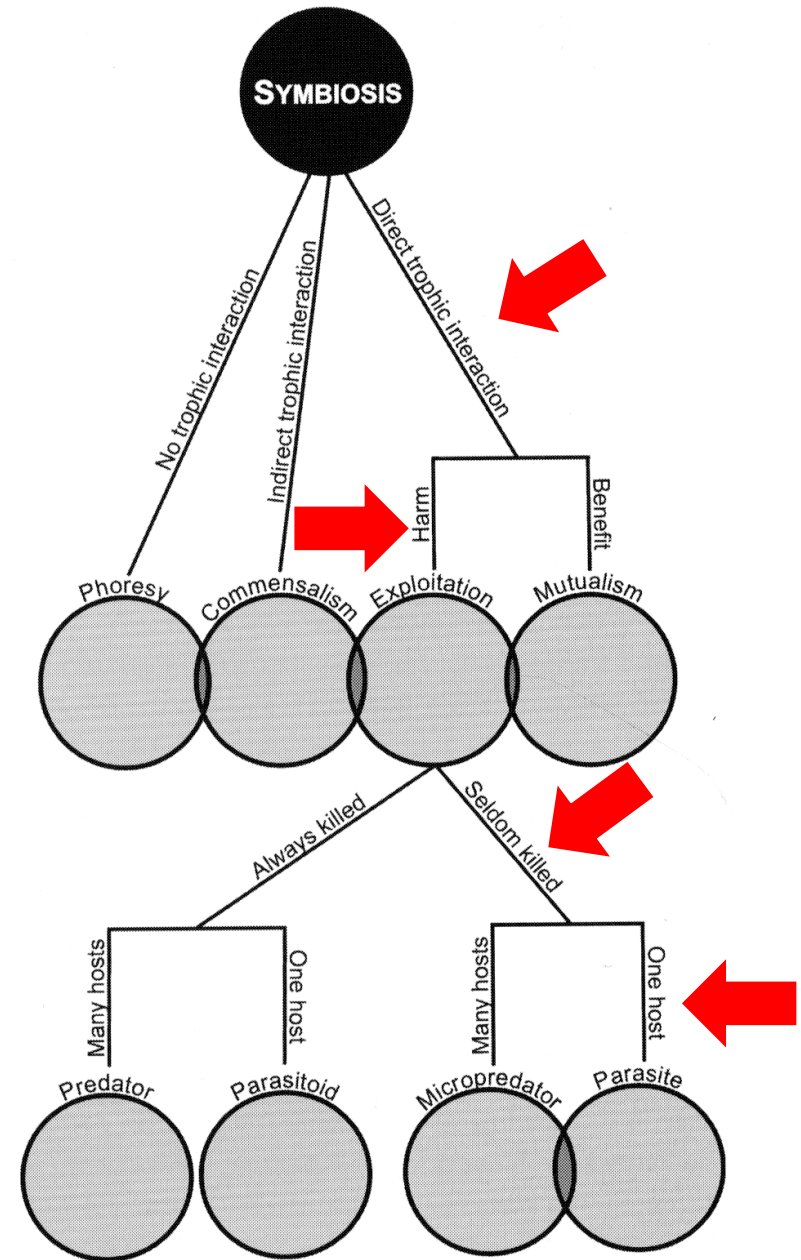
Symbióza je **jakýkoli typ blízké a dlouhodobé biologické interakce mezi dvěma různými druhy**.
Je to jakýkoliv vztah nebo soužití dvou a více druhů organismů, **at' už prospěšné a nebo neprospěšné !**

Příklady symbiosy v přírodě



Je parazitismus symbióza ?

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



Co je to Parazit ?

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

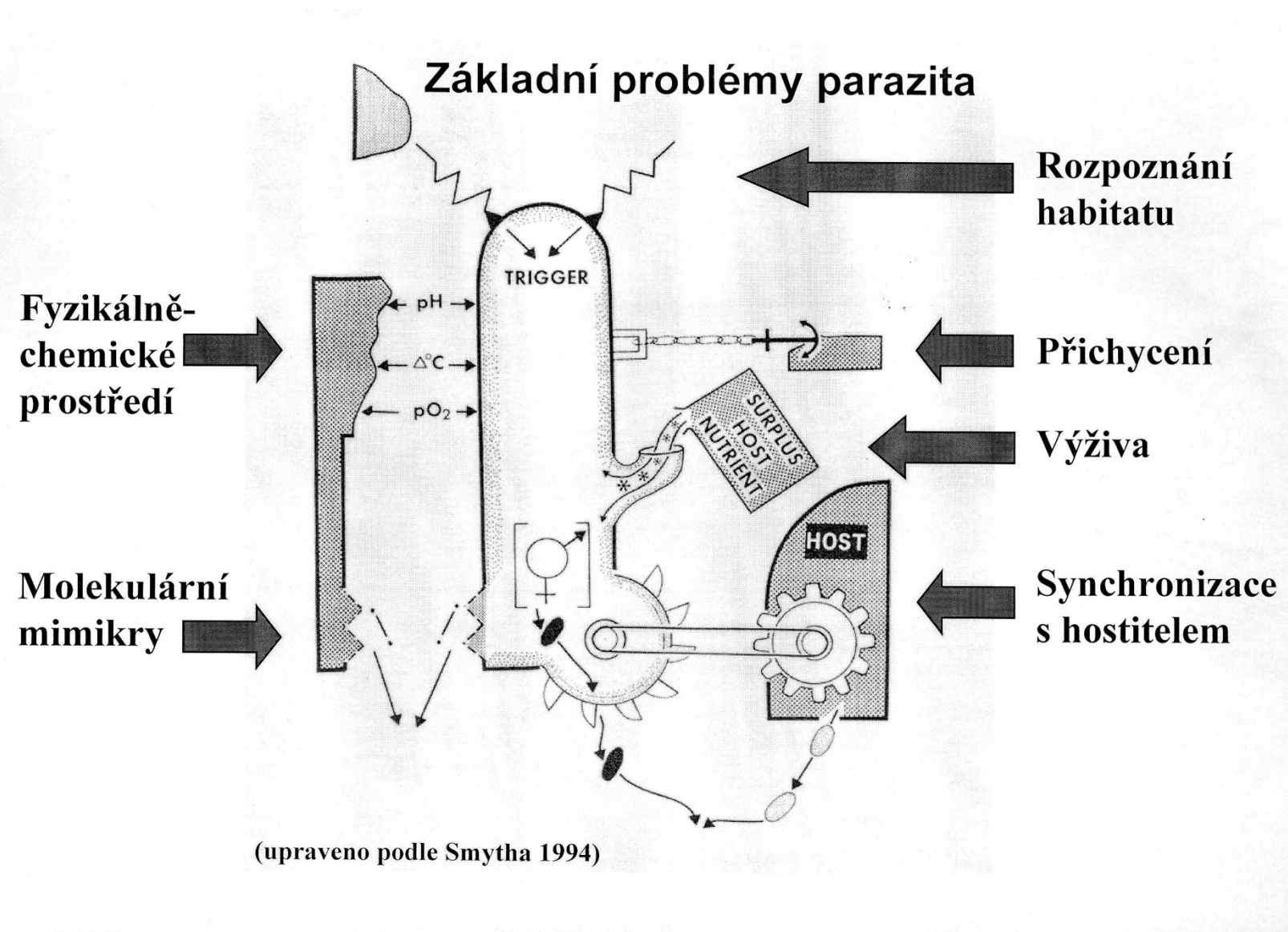
2

Parazita definujeme jako jakýkoli „malý“ organismus úzce spojený s „větším“ organismem (hostitelem), jemuž parazit škodí. Nutno zdůraznit, že některé biologické vlastnosti parazitů z nich činí důležité ekologické faktory, jejichž studium může mimo jiné přispět k pochopení chování jejich hostitelů.

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

Jak se stát úspěšným parazitem ?



Jak se stát úspěšným parazitem ?

Co je potřeba umět ?

- ▶ Musí mít strategii vyhledávání hostitele
- ▶ Způsob jak proniknout do hostitele a přichytit se na/uvnitř jeho těla
- ▶ Schopnost se adaptovat na fyzikálně-chemické podmínky uvnitř organismu hostitele
- ▶ Schopnost se v těle hostitele uživit
- ▶ Schopnost se bránit vůči obranným mechanismům organismu hostitele (imunita)
- ▶ Schopnost se množit a šířit na další hostitelské organismy

**Být parazitem není jednoduché
!**

Je to ale terno !!!

Jaké jsou druhově specifické adaptace parazita ?

Druhově specifické adaptace parazitů pro přežití v podmínkách prostředí jsou tyto:

- **Tolerance k mrazu a vysychání** (vajíčka, cysty, spory)
- **Fenotypová plasticita** (proměnlivost, heterogenita)
- **Schopnost aklimatizace** (široká valence vůči faktorům prostředí)
- **Schopnost bio-ekologických interakcí** (s organismem hostitele)
- **Schopnost tlumit negativní účinek nových podmínek** (např. imunitní systém – molekulární mimikry) čímž se zvyšuje příležitost k přetrvávání a nakonec k adaptaci.

Jaké jsou hlavní adaptace ochrany hostitele před parazitismem ?

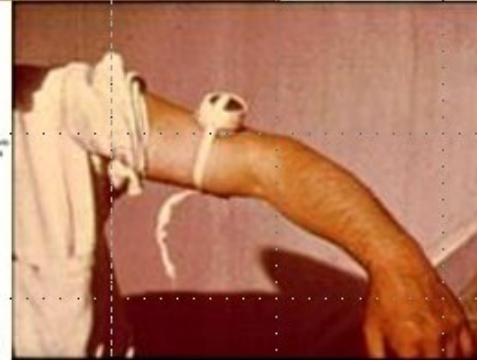
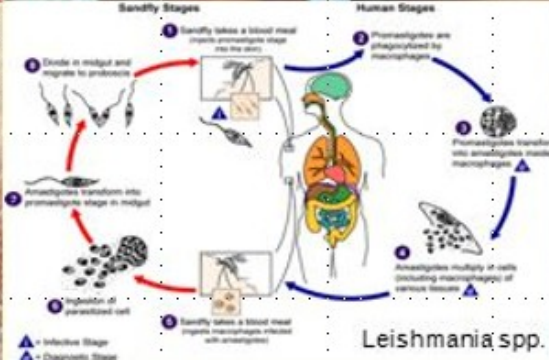
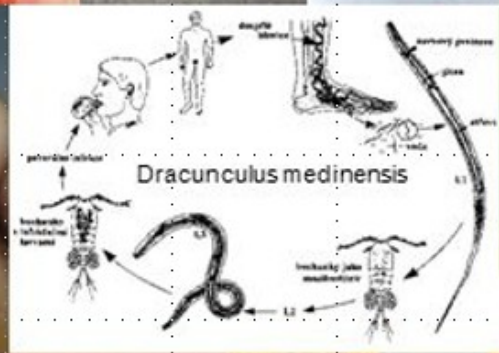
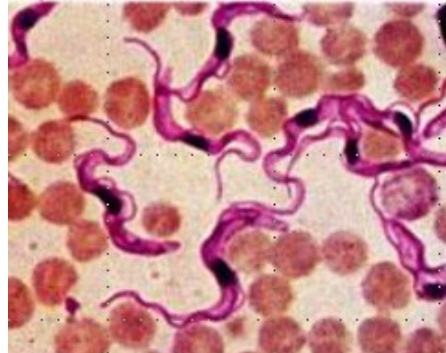
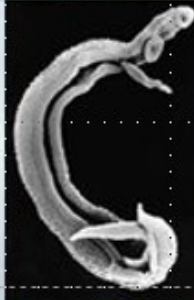
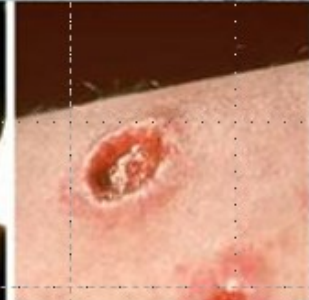
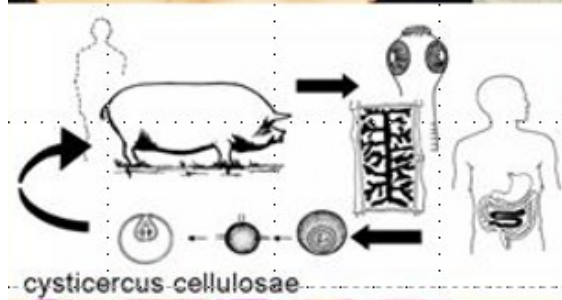
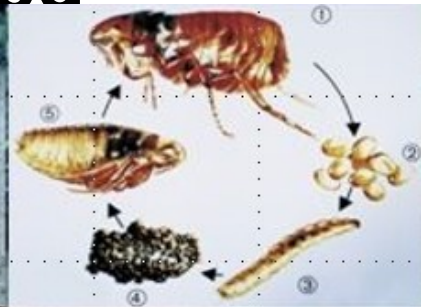
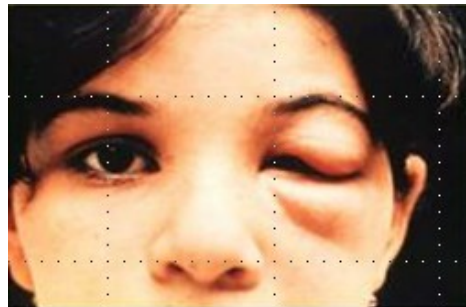
Jsou to tyto adaptace:

- 1) vyhýbání se parazitům;
- 2) řízená expozice parazitům k posílení imunitního systému;
- 3) speciální chování napadených/nemocných zvířat včetně anorexie a deprese k překonání systémových febrilních infekcí;
- 4) pomoc nemocným zvířatům;
- 5) sexuální selekce pro páření partnerů s genetickou výbavou pro odolnost vůči ...

Ekologický pohled

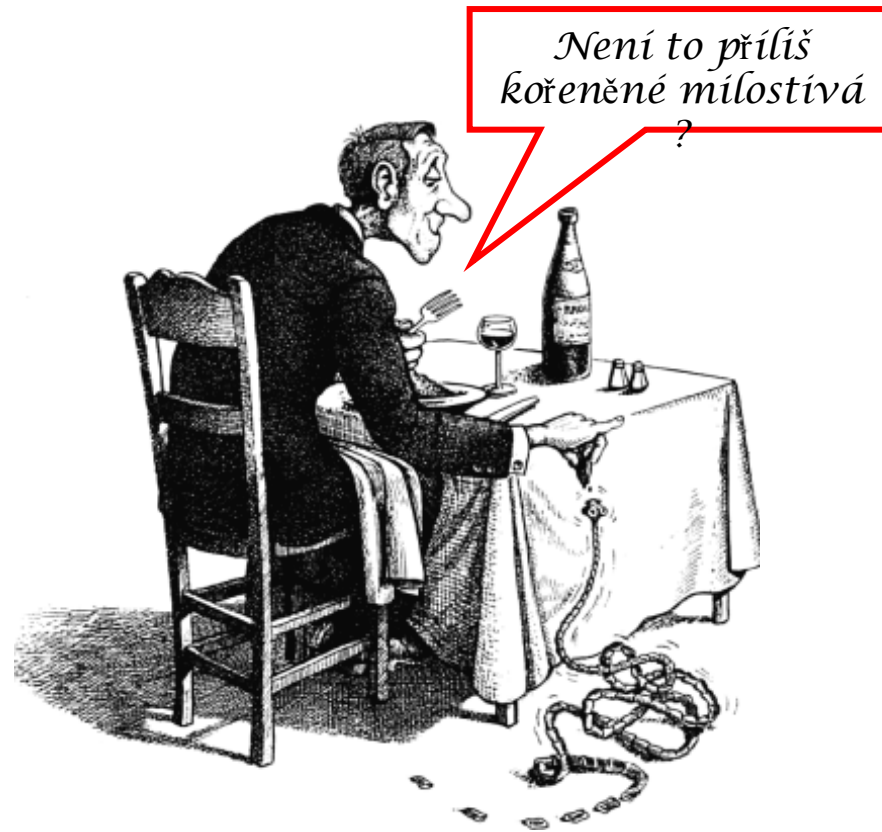
PARAZITISMUS

Lékařský pohled



Jak se stát parazitologem ?

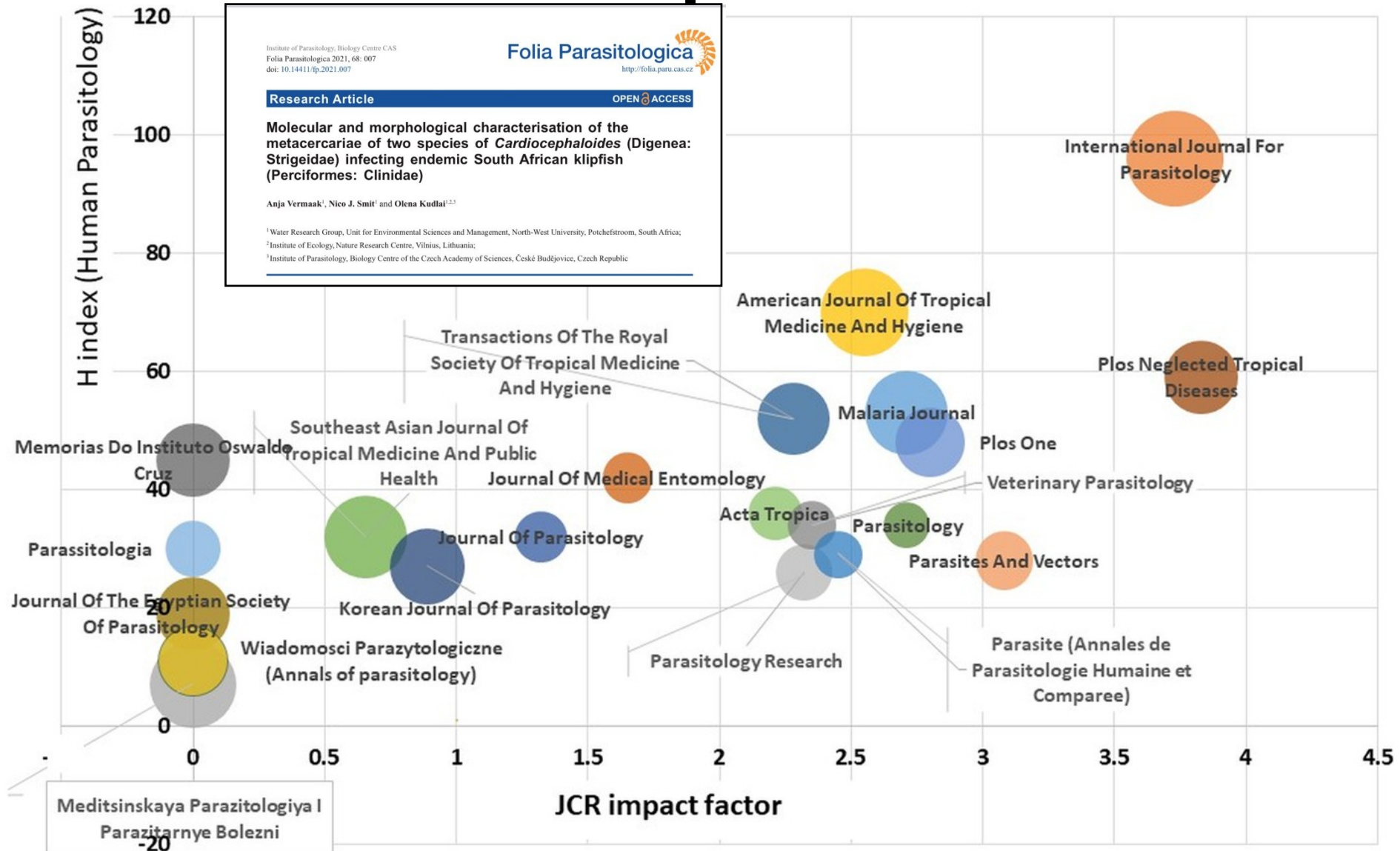
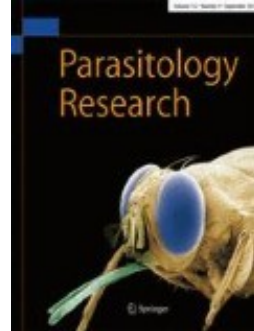
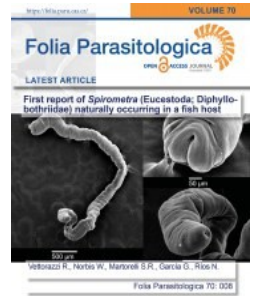
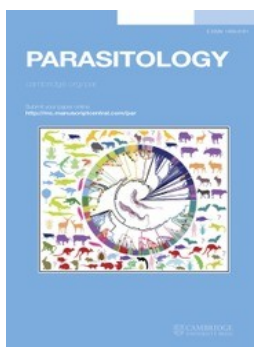
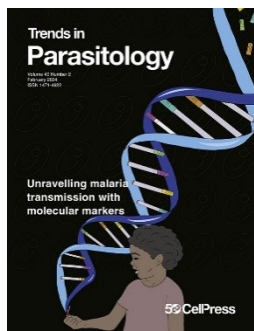
Kdo je to parazitolog a jak se jím stát ?



Vědec zabývající se parazitologií se nazývá parazitolog !

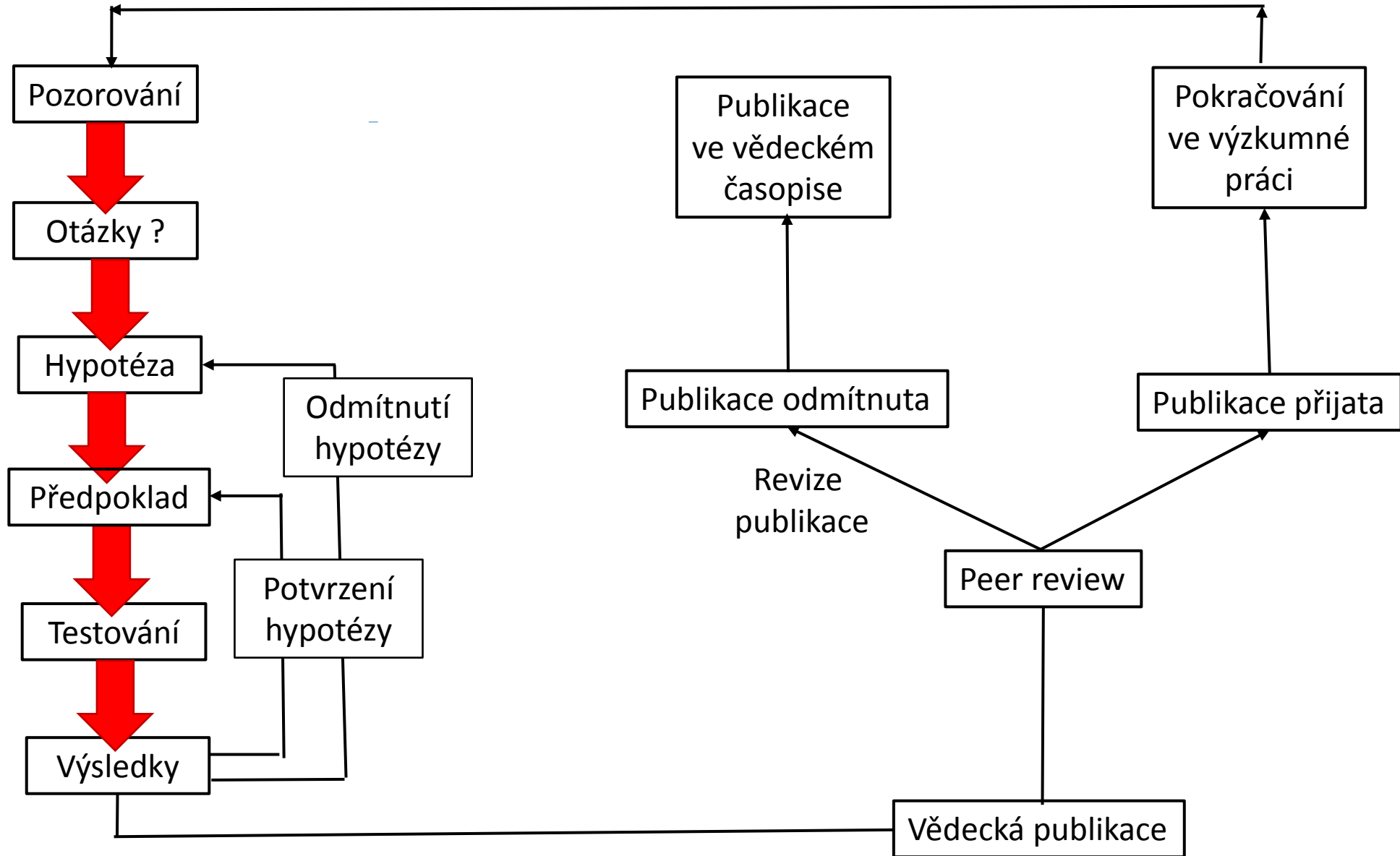
„Quaint person who seeks truth in strange places, person who sits on one stool, staring at another“

Parazitologie jako vědecká disciplína !



Parazitologie jako exaktní věda

Zásady vědecké práce



Čím se parazitologové zabývají ?

Vědecké disciplíny:

- Faunistika, monitoring, bioindikace,
- Morfologie, anatomie, taxonomie a systematika
- Biologie - životní a vývojové cykly
- Ekologie – výskyt, distribuce, specifičnosti
- Evoluce a fylogenetika
- Mikrobiom – imunologie, biochemie
- Epidemiologie a matematické modelování
- Genetika a molekulární biologie
- Evoluční ekologie a fylogenetika
- Genomika, transkriptomika, proteomika

Technologické obory:

- Histologie, histochemie, imunohistochemie
- Ultrastruktura, anatomie a strukturní biologie
- Mikroskopická a laboratorní technika
- Digitální analýza obrazu
- Elektronová a konfokální mikroskopie (SCAN, TEM, CLSM)

12 cílů současné parazitologie

1) Doplnit seznamy biodiverzity o cizopasníky

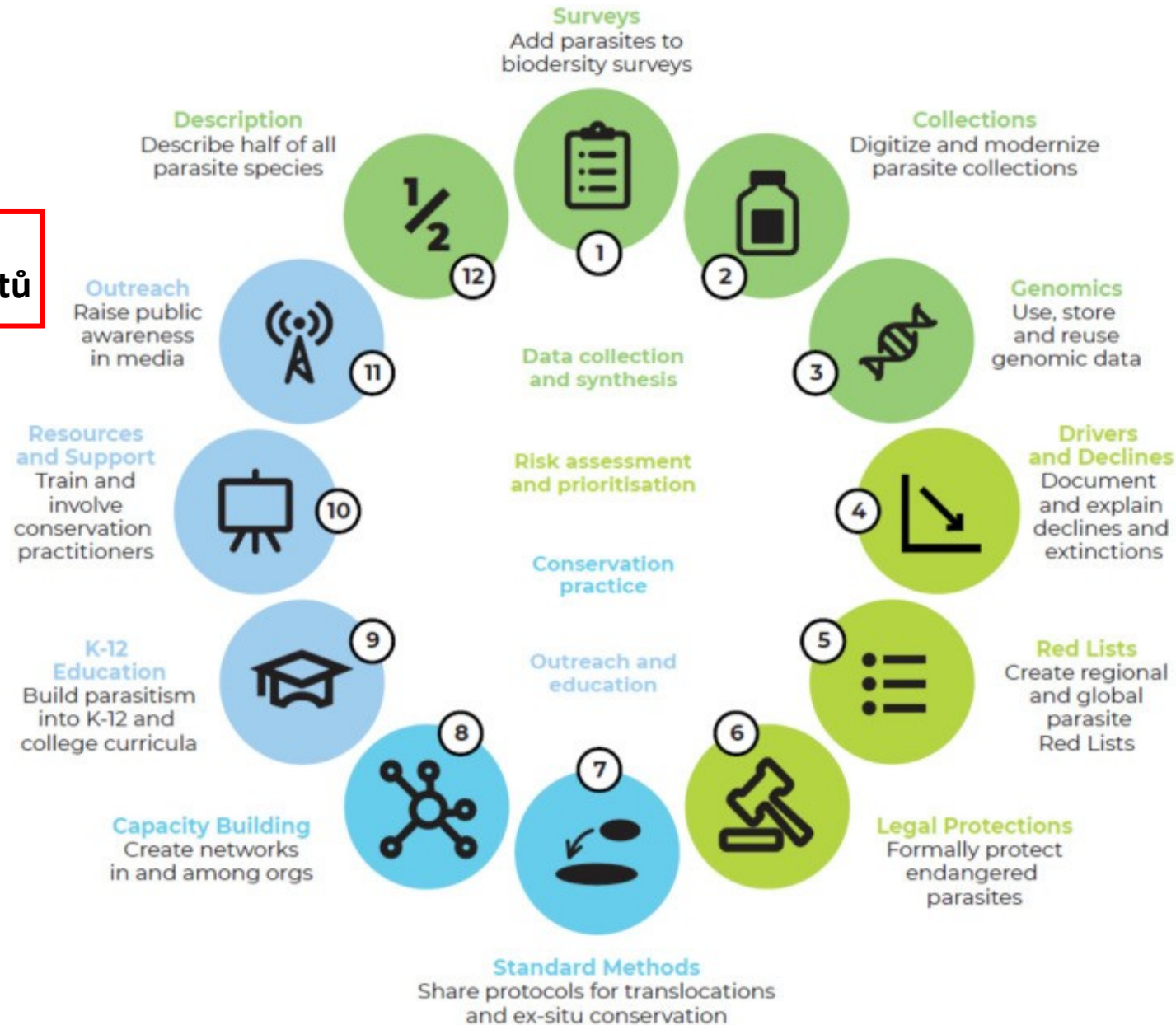
2) Digitalizovat a modernizovat sbírky parazitů

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

Základní oborové členění parazitologie

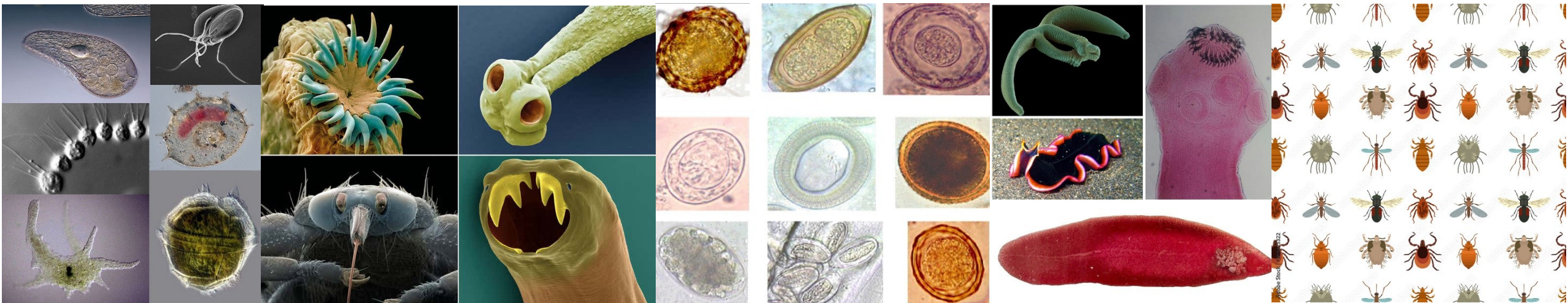
(v užším slova smyslu - sensu strikto)

Klasické:

- Protozoologie
- Helminotologie
- Arachnoentomologie

Aplikované:

- Lékařská parazitologie
- Veterinární parazitologie
- Klinická parazitologie

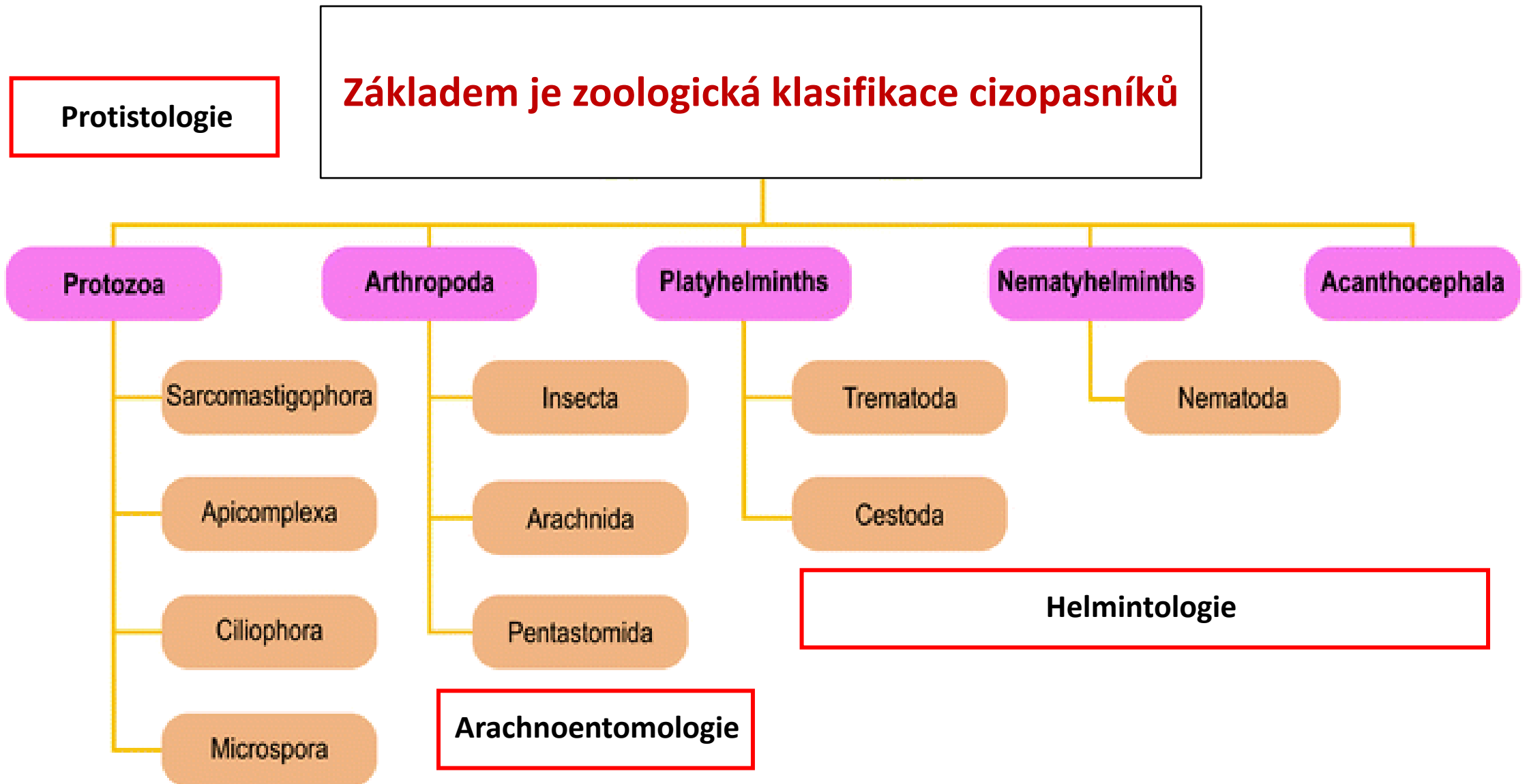


Protista

Helminti

Členovci

Klasické členění parazitologie podle skupin cizopasníků



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

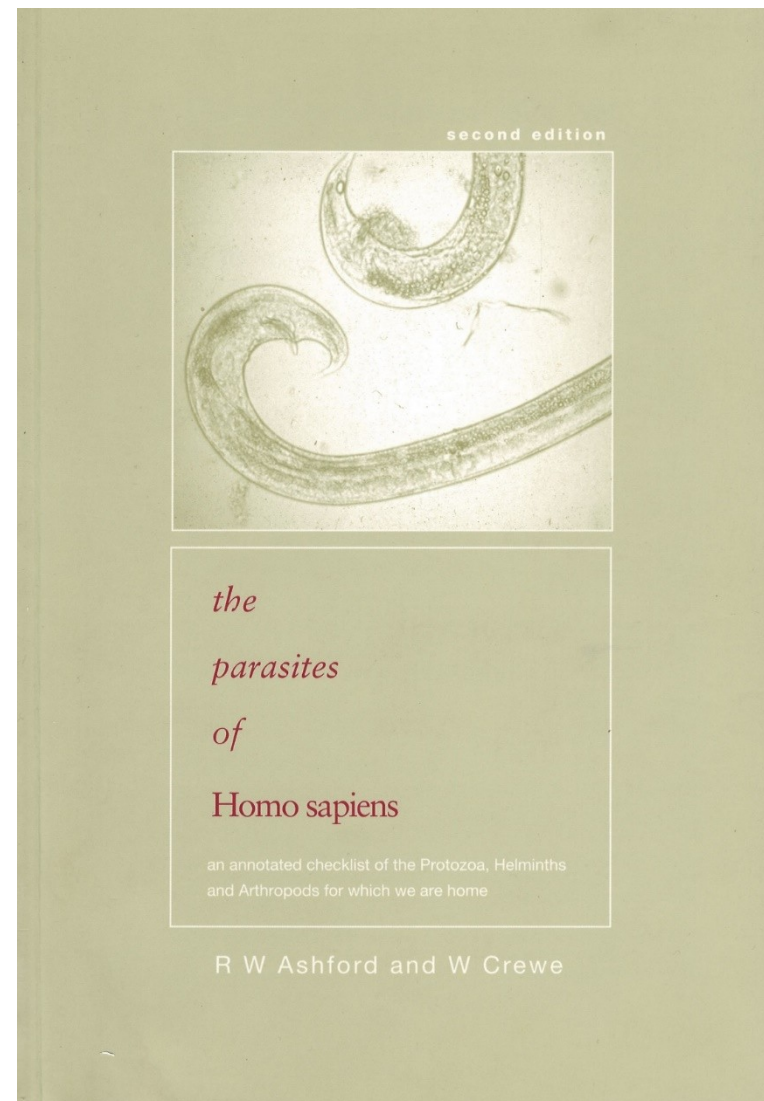
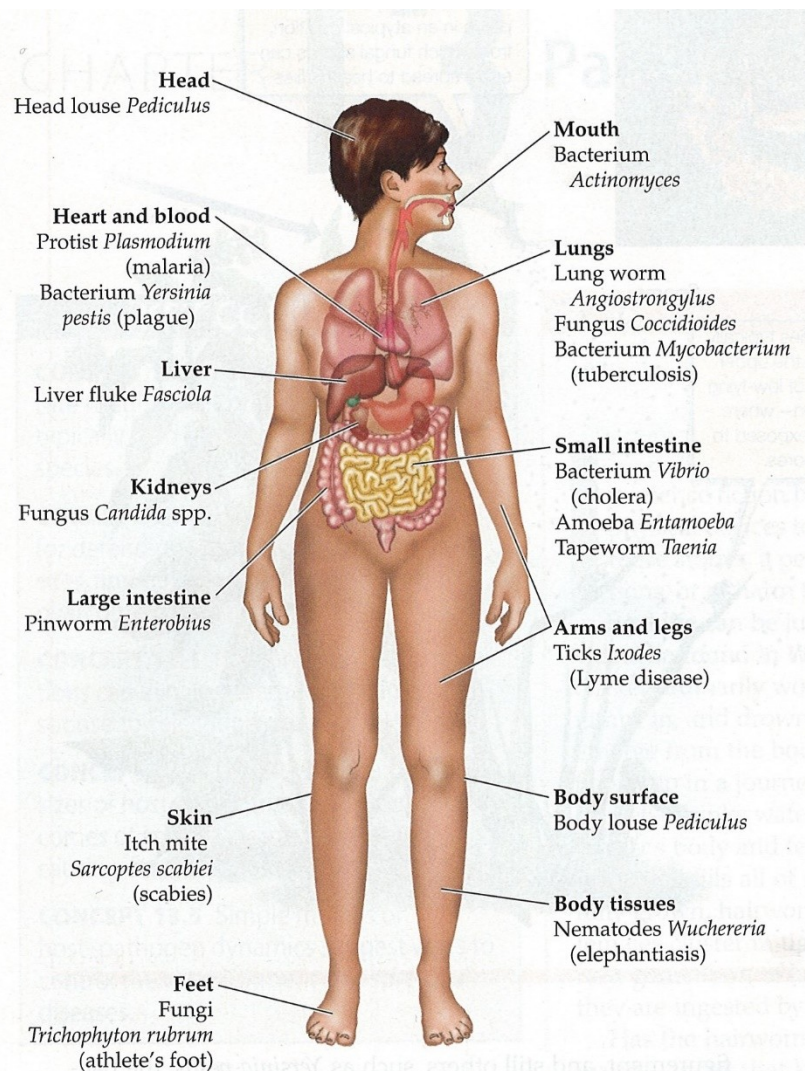
- (1) pocházejí z našich předků primátů a
- (2) někteří jsou získaní ze zvířat, která jsme domestikovali nebo s nimiž jsme přišli do styku během naší relativně krátké historie na Zemi.

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 !

Lidské tělo jako habitat/hostitel

Rozdílné části lidského těla představují vhodné habitaty pro různé druhy cizopasníků



Lékařská parazitologie

Lékařská parazitologie je studium parazitů, kteří způsobují **onemocnění u lidí, zvířat a rostlin**. Paraziti jsou rozmanité a složité organismy, které mohou způsobit řadu onemocnění, takže jejich studium nám **pomáhá porozumět jejich biologii, životním cyklům a jejich interakci s hostiteli**.

Lékařská parazitologie tradičně zahrnuje studium **tří hlavních skupin organismů**:

- **parazitických prvoků,**
- **parazitických helmintů (červů)**
- **Parazitických ektoparazitů (členovců),** kteří přímo způsobují onemocnění nebo působí jako přenašeči různých patogenů.

Parazit je patogen, který současně zraňuje svého hostitele a získává od něj výživu.

Členění lékařské parazitologie

Lékařská parazitologie rozlišuje následující tři typy cizopasníků

Prvoci - prvoci jsou jednobuněčné organismy, bez mikroskopu většinou neviditelní. **Mohou žít v krvi a v různých tkáních a orgánech** hostitelského organismu. **Šíří se kontaminovanými potravinami nebo vodou, kontaktem mezi lidmi nebo při sání přenašeče/vektora.**

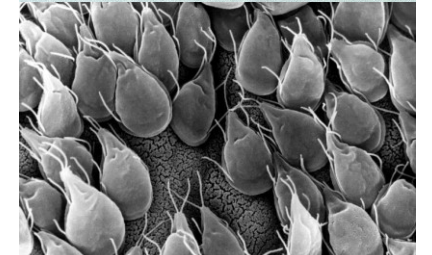
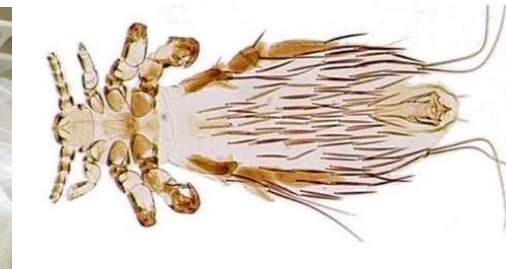
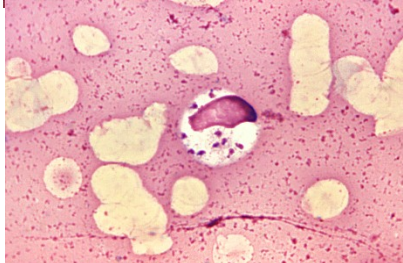
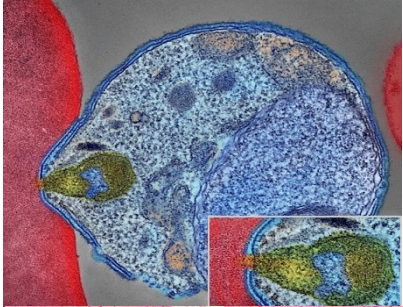
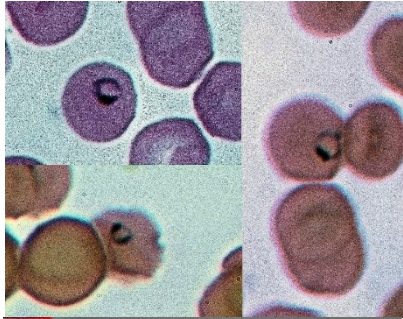
Odborníci je klasifikují podle toho, jak se pohybují. Mezi hlavní typy, parazitují u člověka patří: – améby, bičíkovci, nálevníci a sporozoa (Apicomplexa)

Helminti - helminti jsou parazitičtí červi, kteří **obvykle žijí v gastrointestinálním (GI) traktu svého hostitele (člověka)**, který je tvořen řada vzájemně **propojených orgánů, počínaje ústy až po konečník, včetně žaludku, tenkého a tlustého střeva.** Helminti jsou v dospělosti **viditelní pouhým okem** a jejich velikost se pohybuje od **velikosti větší 1 milimetr do velikosti více než 1 metr.** Patří zde **tasemnice, motolice, hlístice a vrtejší.**

Ektoparaziti - ektoparazit je cizopasník, který žije **na vnějším povrchu těla svého hostitele.** Často to jsou **přenašeči/vektory přenášející nemoci** mezi zvířaty a lidmi. **Přenos se obvykle uskutečňuje krví,** kterou se tito cizopasníci většinou živí. Obecně zahrnujeme: **blechy, vši, roztoče – klíšťata** aj.

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



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?


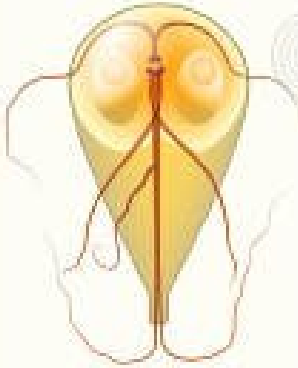




Mezi tři hlavní typy parazitů, kteří způsobují onemocnění u lidí, patří:

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 spolkne infikovanou blechu.**
 - **Vši a muňky**. Vši jsou drobný, plochý hmyz, který se pohybuje plazením. **Vši žijí na vlasech na hlavě. Vši muňky 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.

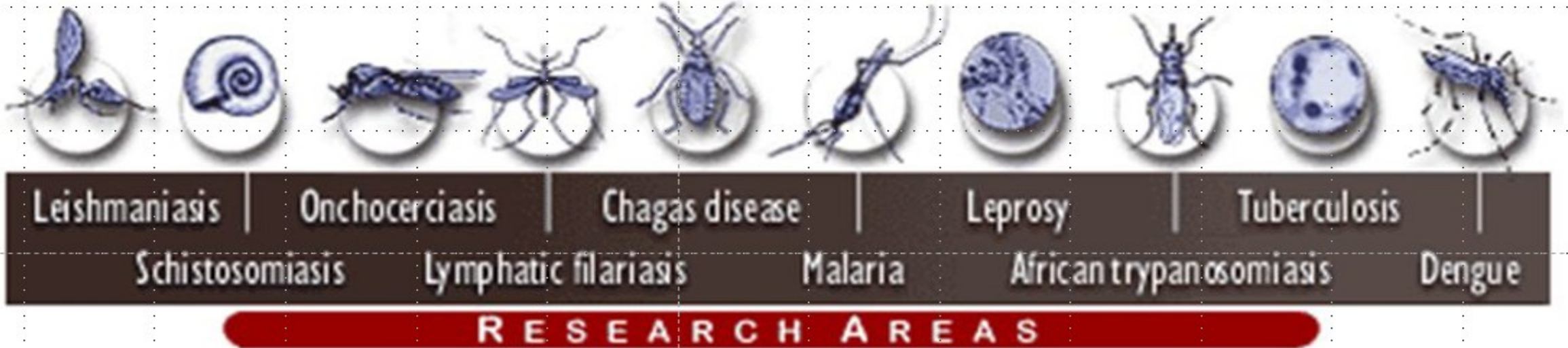
Patogenní organismy člověka

Human pathogen

Cellular (living)				Acellular (non-living)	
Parasites	Protozoa	Fungi	Bacteria	Viruses	Prions
					
<i>Echinococcus</i>	<i>Giardia duodenalis</i>	<i>Epidermophyton</i>	<i>Helicobacter pylori</i>	<i>Norovirus</i>	<i>Prion</i>

Význam parazitů

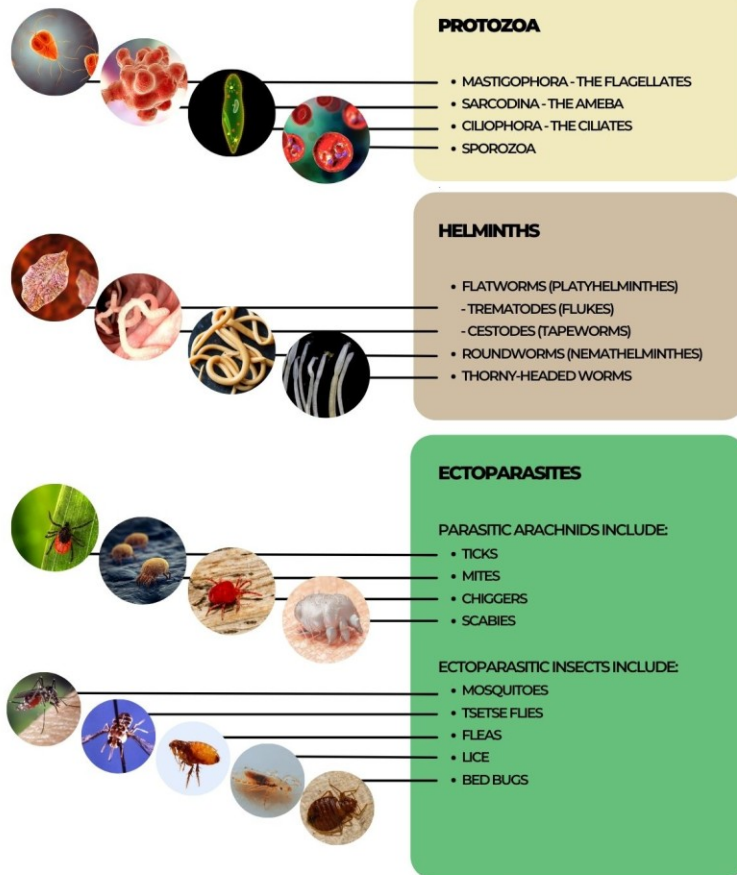
(z hlediska lidského zdraví)



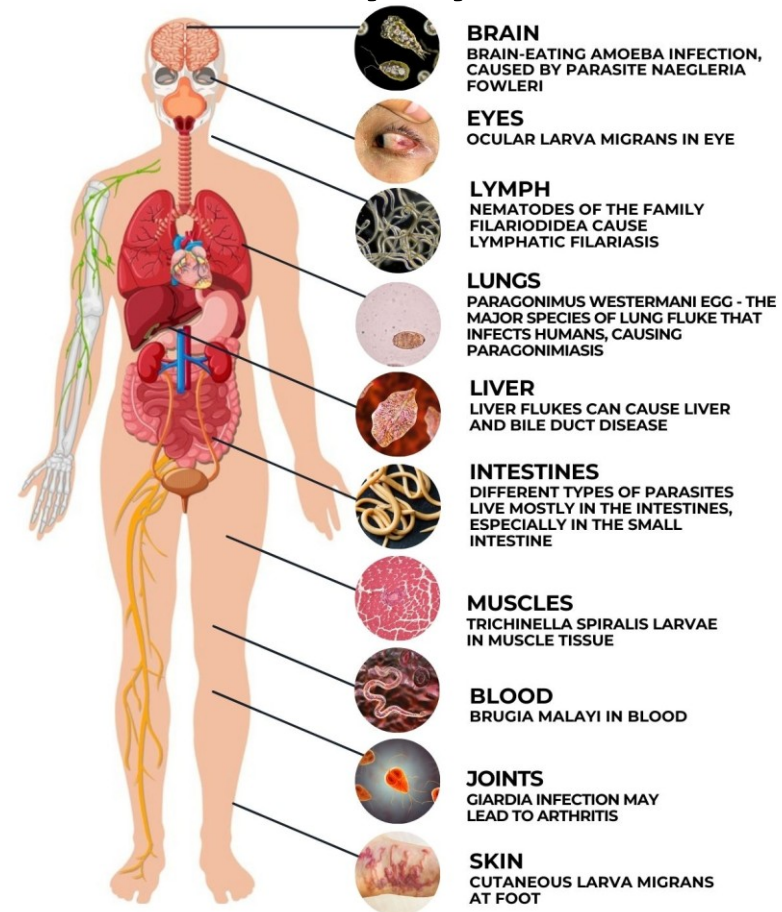
10 nejvýznamnějších onemocnění člověka na Zemi !
8 z nich je parazitárních nebo parazity přenášených !

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

Běžní paraziti člověka



V jakých tkáních a orgánech se mohou paraziti v těle člověka vyskytovat



Patogenita parazitů

Možné příznaky a symptomy
parazitárních infekcí u člověka

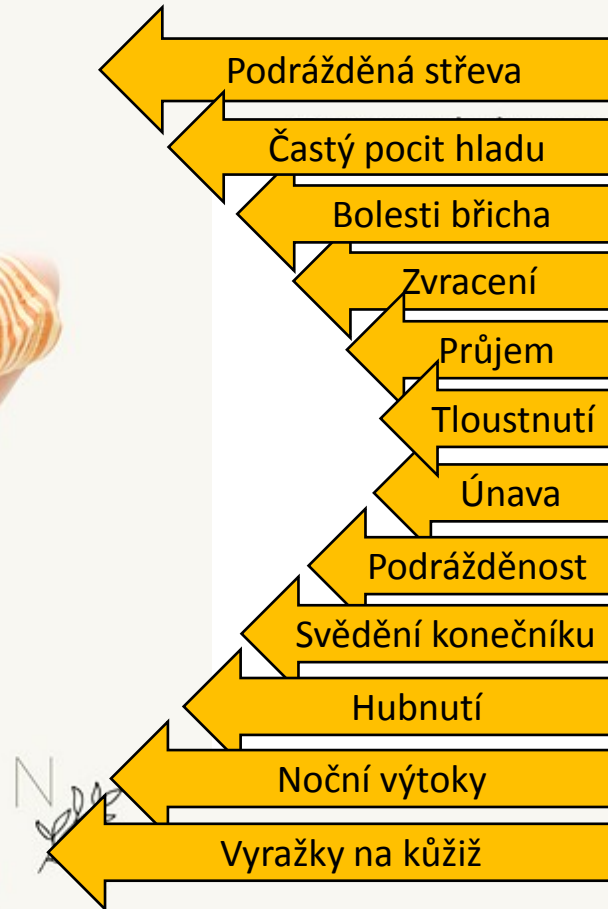
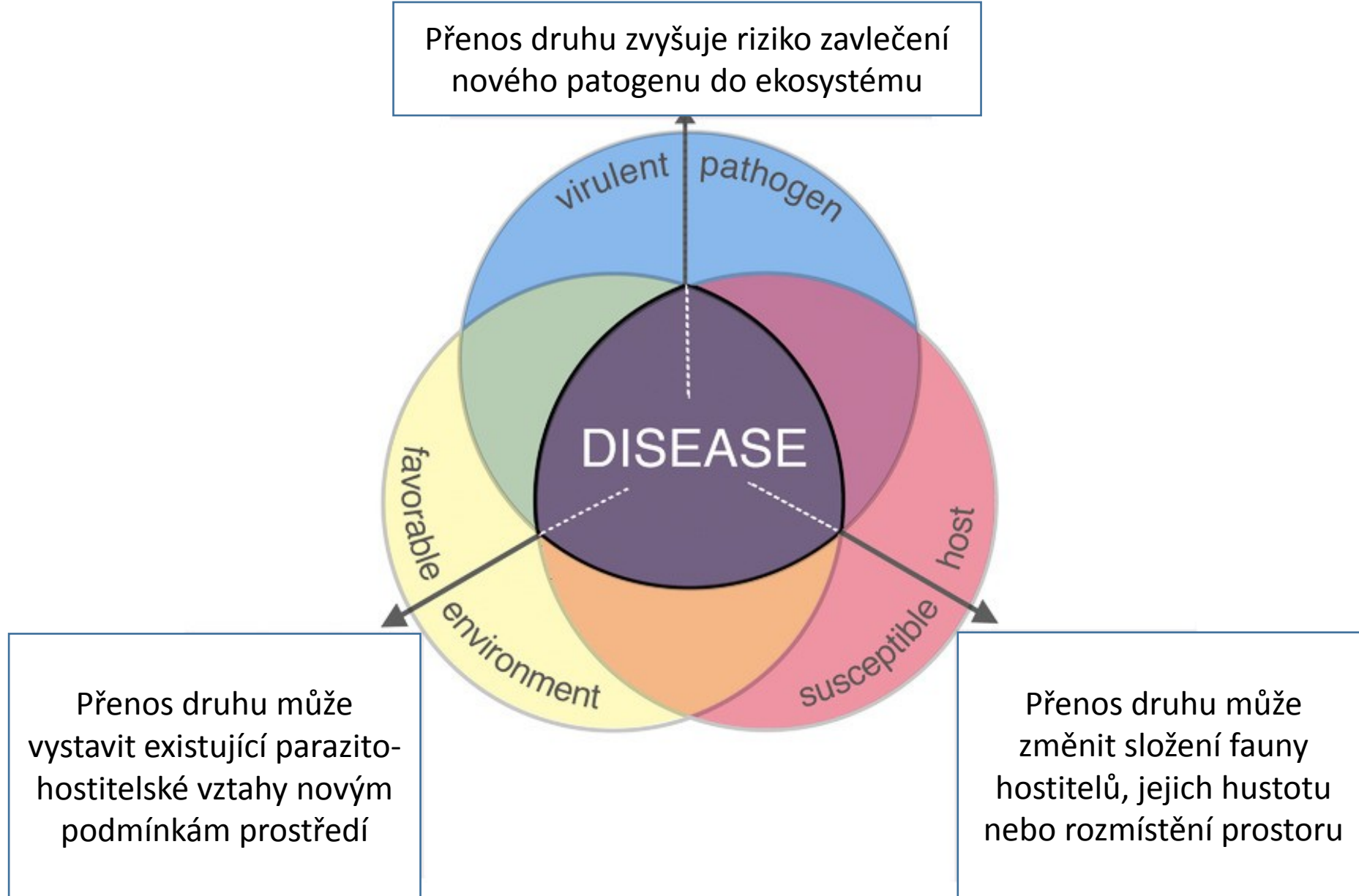


Schéma vzniku parazitárního onemocnění





**Veterinary
Parasitology**



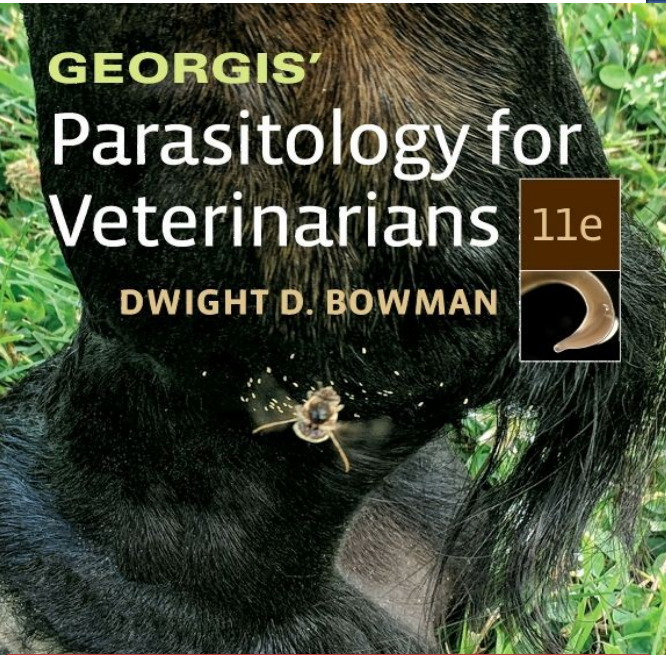
Veterinární parazitologie

- **Veterinární parazitologie** je obor veterinární medicíny, který se zabývá **studiem morfologie, životního cyklu, patogeneze, diagnostiky, léčby a kontroly eukaryotických bezobratlých z říše Animalia a taxonu Protozoa**, kteří jsou závislí na jiných bezobratlých a vyšších obratlovcích pro **jejich množení, výživu a metabolismus**, aniž by nutně způsobily smrt jejich hostitelů.
- Moderní veterinární parazitologie se zaměřuje na **reakce živočišných hostitelů na parazitární invazi**. Jsou zvažováni paraziti domácích zvířat (hospodářských zvířat a zvířat v zájmovém chovu) i volně žijících živočichů. Data získaná z parazitologického výzkumu na zvířatech pomáhají **ve veterinární praxi a zlepšují chov zvířat**. Hlavním cílem veterinární parazitologie je **ochrana zvířat a zlepšení jejich zdravotního stavu**, ale protože **parazitů se přenáší na člověka, je veterinární parazitologie důležitá i pro veřejné zdraví**.

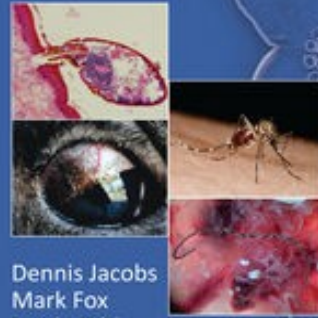
GEORGIS' Parasitology for Veterinarians

11e

DWIGHT D. BOWMAN



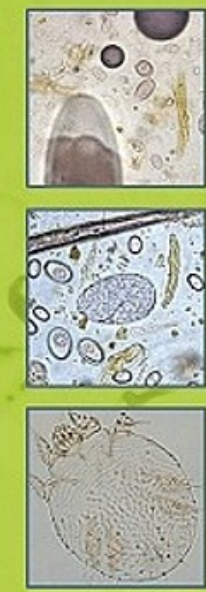
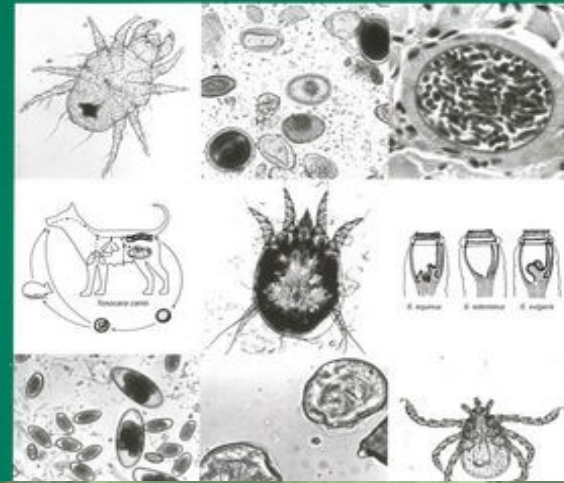
Principles of Veterinary Parasitology



Dennis Jacobs
Mark Fox
Lynda Gibbons
Carlos Hermosilla

Veterinary Parasitology

Reference Manual
Fifth Edition

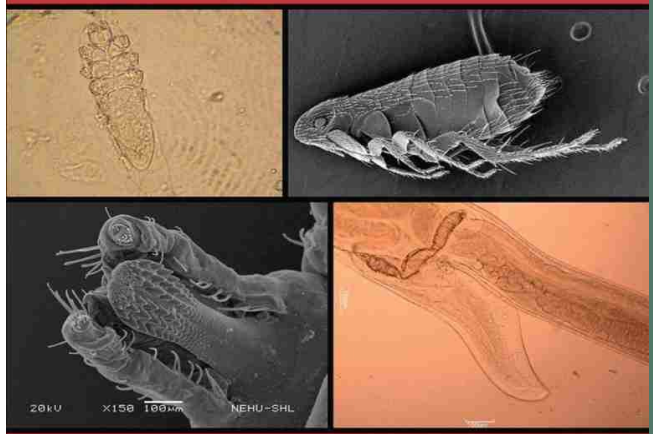


VETERINARY CLINICAL PARASITOLOGY

8th EDITION

Anne M. Zajac
Gary A. Conboy

A GUIDE BOOK FOR VETERINARY PARASITOLOGY



Dr. Gautam Patra & Dr. Lalrinkima

Question Bank of Veterinary Parasitology



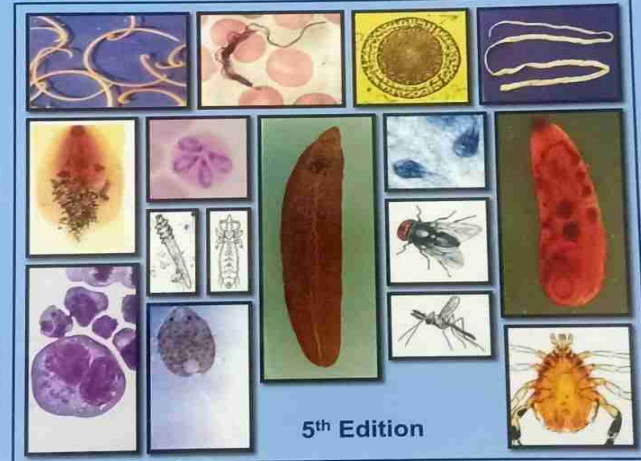
S.C. Mandal



FUNDAMENTALS OF VETERINARY PARASITOLOGY

Biswa Ranjan Maharana
Binod Kumar
Snehil Gupta
Jayanta Kumar Chamuah
Veer Singh Rathore

Textbook of VETERINARY PARASITOLOGY



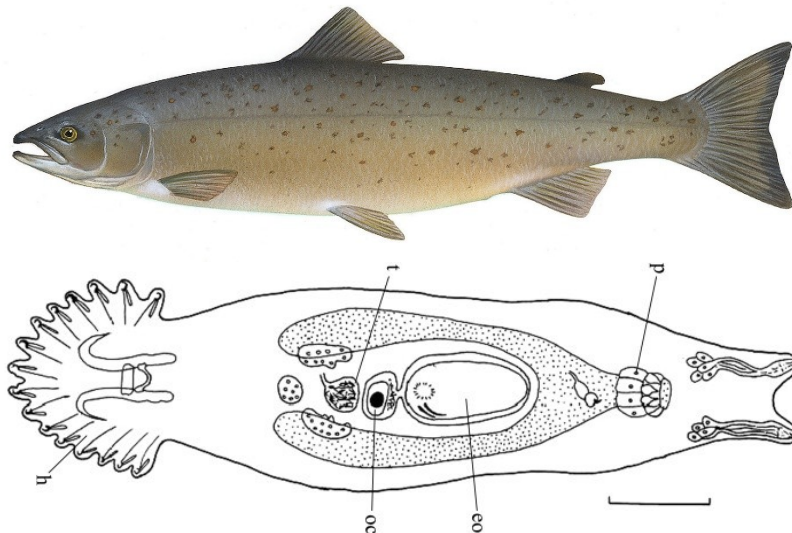
5th Edition

B.B. Bhatia
K.M.L. Pathak
P.D. Juyal

KALYAN

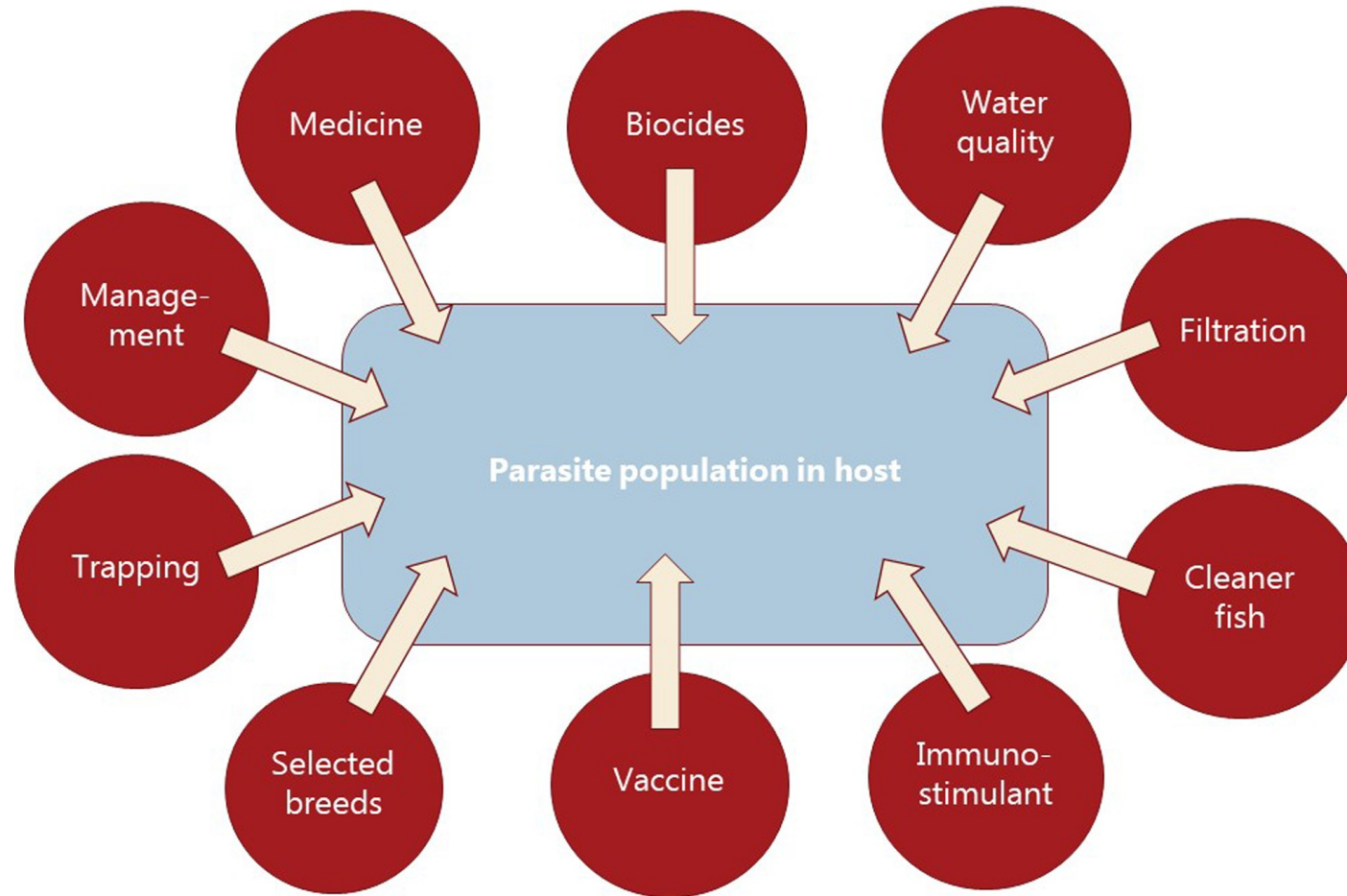
Veterinární parazitologie

- 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.

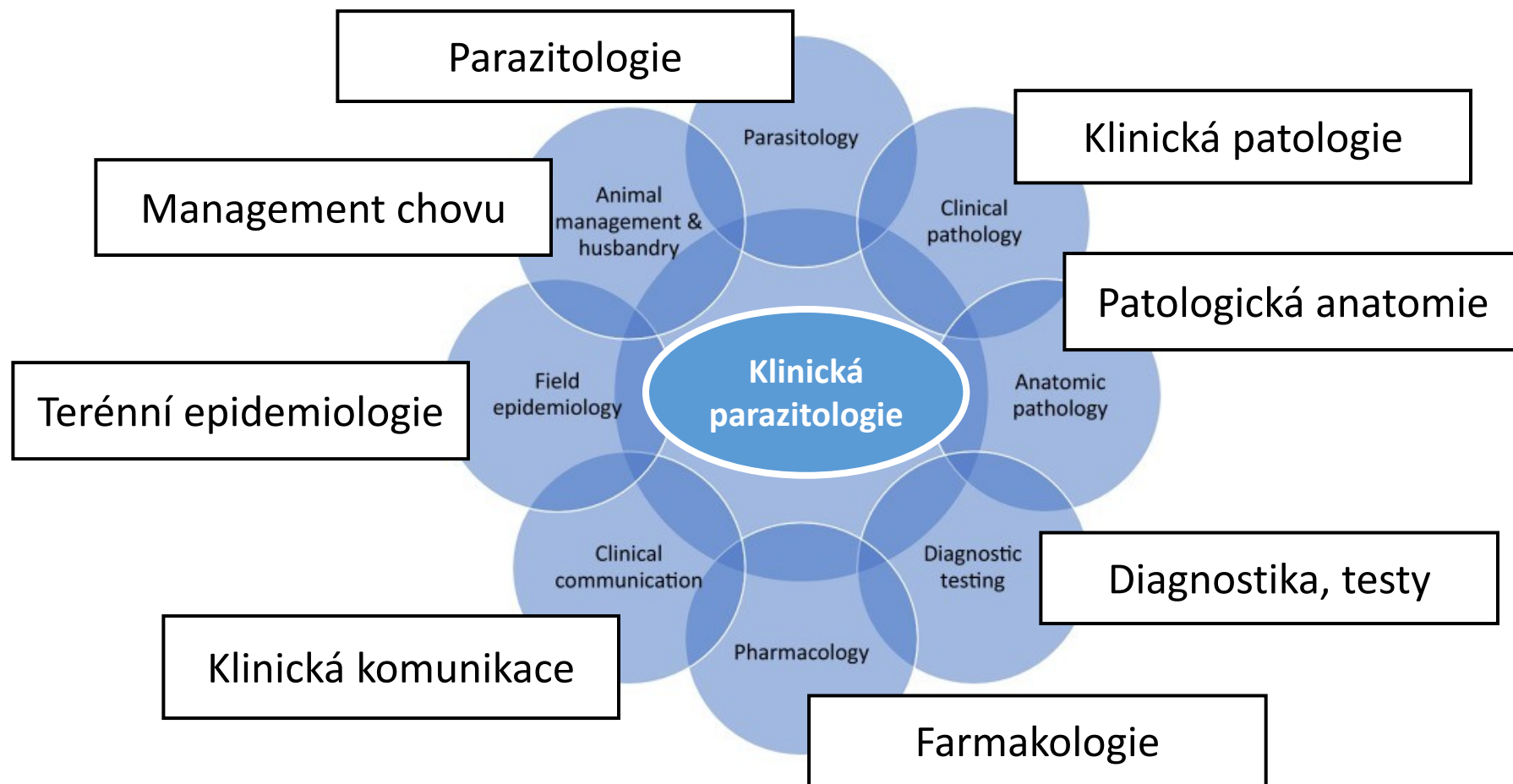


Jak můžeme kontrolovat populaci parazita v hostiteli ?

Tradiční přístup veterinární parazitologie

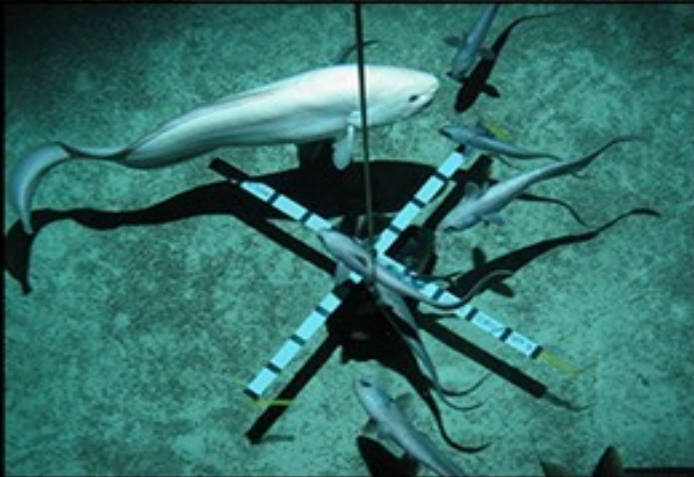


Co je to klinická parazitologie ?



Zajišťuje **komplexní parazitologické vyšetření** u našich pacientů, cizinců, navrátilců z tropických a subtropických oblastí. Provádí **vyšetření parazitologické a kulturační**, včetně vyšetření na **krevní parazity**. Je zaměřeno také na **koprologickou a vaginální parazitologii**, **parazitologické vyšetření stolice na střevní prvoky a helminty** (nativ, koncentrační metody, barvení, kultivace); vyšetření na **enterobiózu** dle Grahama, **určení celých červů a článků tasemnice**, určení **ektoparazitů a další**. U **imunosuprimovaných osob provádí vyšetření na Cryptosporidium sp.** (nativ, koncentrační metodu a barvení).

„Natural Science“ – EKOLOGICKÁ/EVOLUČNÍ PARAZITOLOGIE.



OXFORD
BIOLOGY

ECOLOGY & EVOLUTION of PARASITISM

Edited by Frédéric Thomas,
Jean-François Guégan & François Renaud

OXFORD
BIOLOGY



Parasitism & Ecosystems

FRÉDÉRIC THOMAS, FRANÇOIS RENAUD, AND JEAN-FRANÇOIS GUÉGAN

OXFORD

HOST MANIPULATION *by* PARASITES

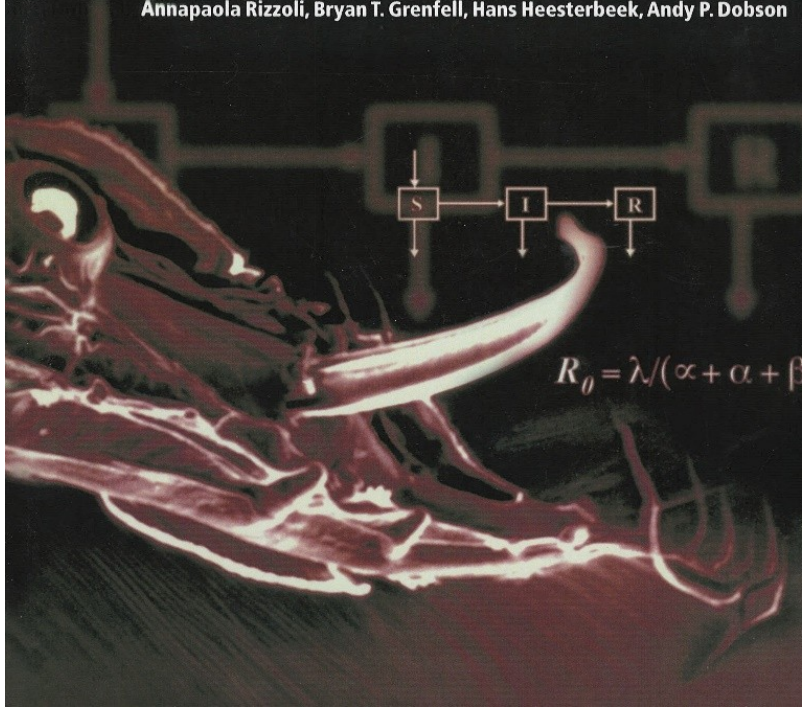
Edited by DAVID P. HUGHES, JACQUES BRODEUR & FRÉDÉRIC THOMAS



OXFORD
BIOLOGY

The Ecology of Wildlife Diseases

Edited by Peter J. Hudson,
Annapaola Rizzoli, Bryan T. Grenfell, Hans Heesterbeek, Andy P. Dobson



OXFORD
BIOLOGY

The Biogeography of Host-Parasite Interactions



Edited by SERGE MORAND & BORIS R. KRASNOV



disease ecology

community structure and pathogen dynamics

edited by

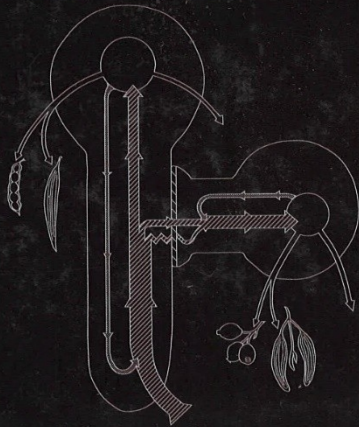
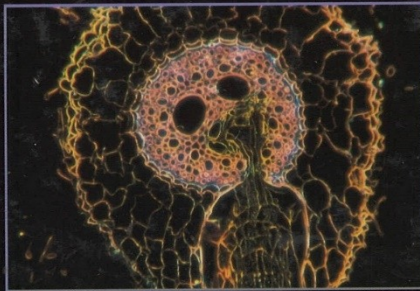
SHARON K. COLLINGE
AND CHRIS RAY


BIOLOGY
OXFORD



PARASITIC PLANTS

Edited by Malcolm C. Press
and Jonathan D. Graves



 CHAPMAN & HALL

Mutualism

Ants and their Insect Partners

Bernhard Stadler
and Tony Dixon



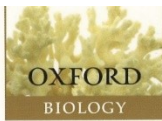
CAMBRIDGE

Parasitic Wasps



Donald L.J. Quicke

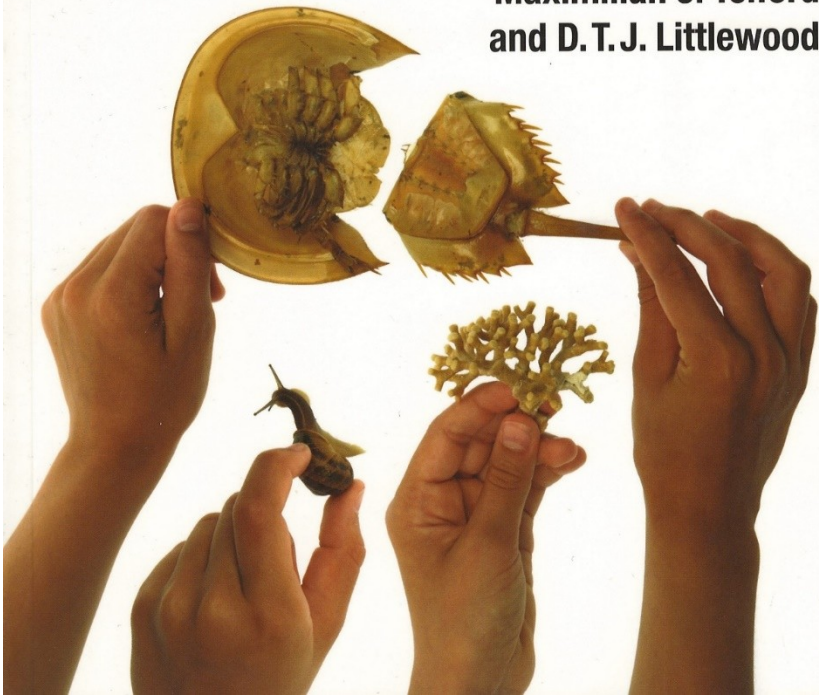
 CHAPMAN & HALL



Animal Evolution

Genomes, Fossils, and Trees

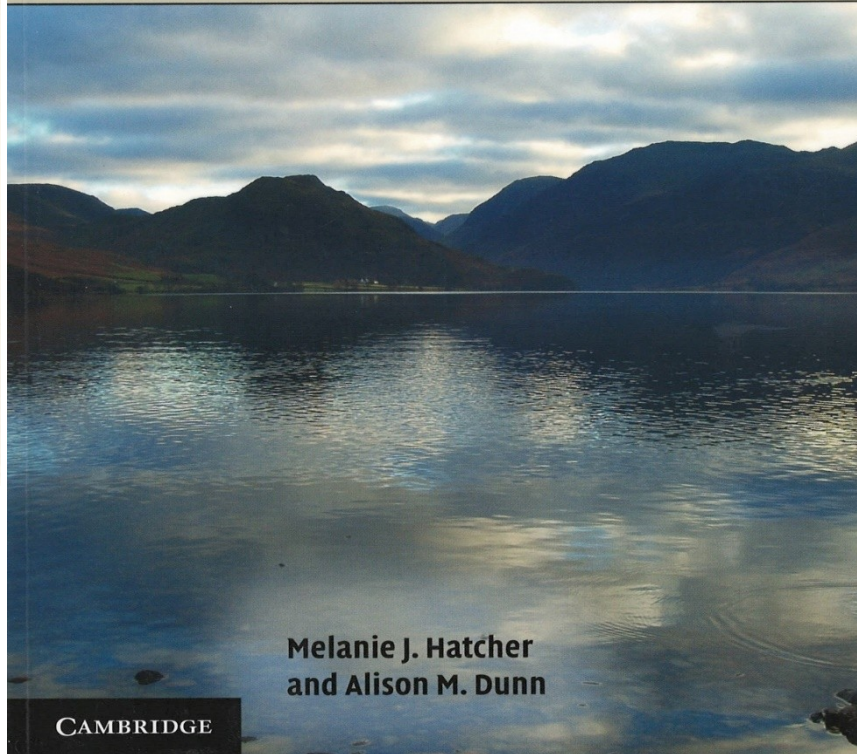
Edited by
Maximilian J. Telford
and **D. T. J. Littlewood**



ECOLOGY, BIODIVERSITY AND CONSERVATION

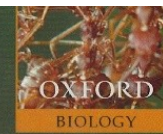
Parasites in Ecological Communities

From Interactions to Ecosystems



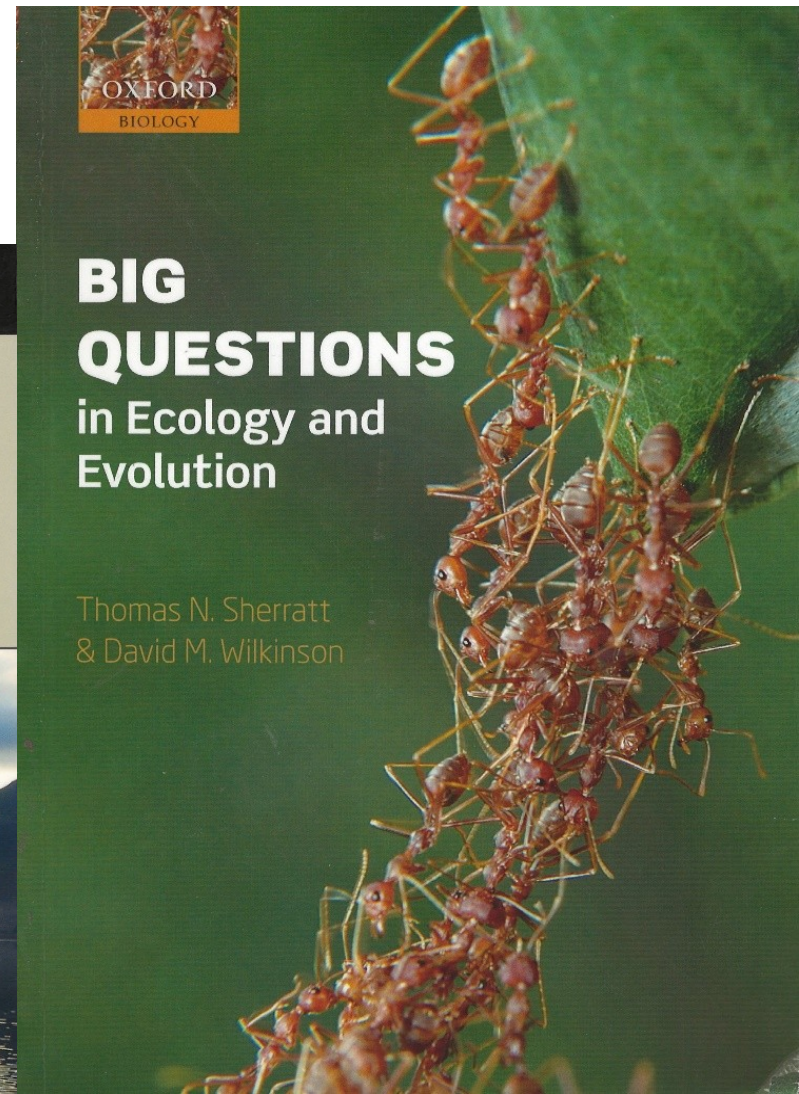
Melanie J. Hatcher
and **Alison M. Dunn**

CAMBRIDGE



BIG QUESTIONS in Ecology and Evolution

Thomas N. Sherratt
& David M. Wilkinson



OXFORD
BIOLOGY

The *Flexible* Phenotype

*A Body-Centred Integration of Ecology,
Physiology, and Behaviour*

Theunis Piersma
Jan A. van Gils

Ecological Developmental Biology

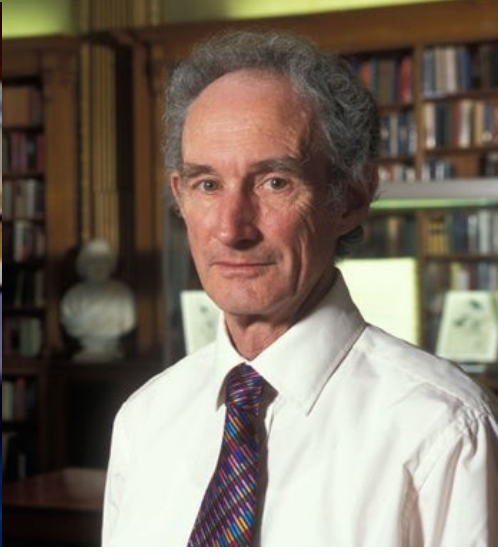
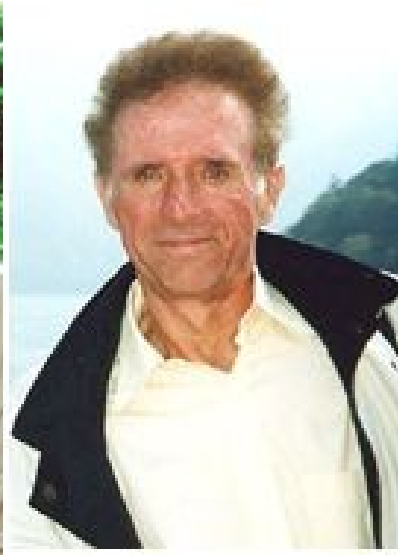
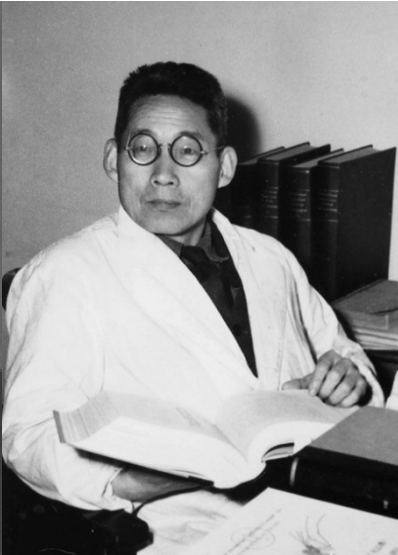
*Integrating
Epigenetics, Medicine,
and Evolution*

OXFORD
BIOLOGY

Biodiversity and Ecosystem Functioning

Synthesis and Perspectives

Edited by Michel Loreau,
Shahid Naeem, Pablo Inchausti



Alexandr Dogiel

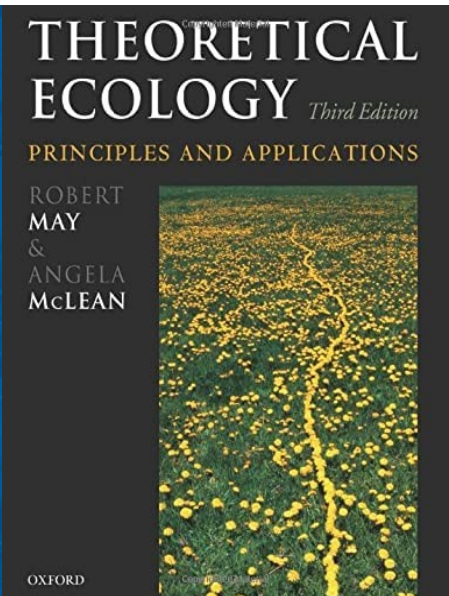
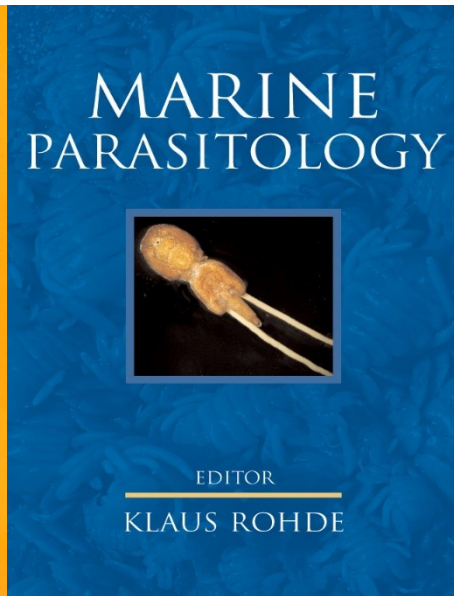
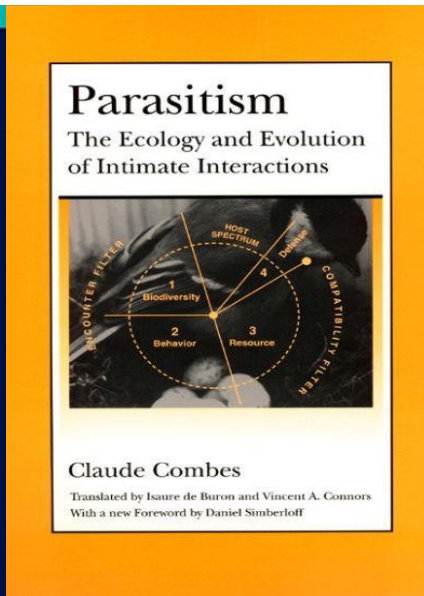
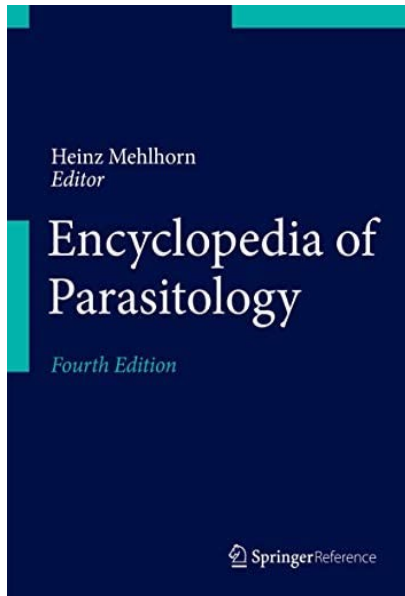
Satyu Yamaguti

Heinz Melhorn

Claude Combes

Klaus Rohde

Robert May





Robert Poulin



Richard Lucius



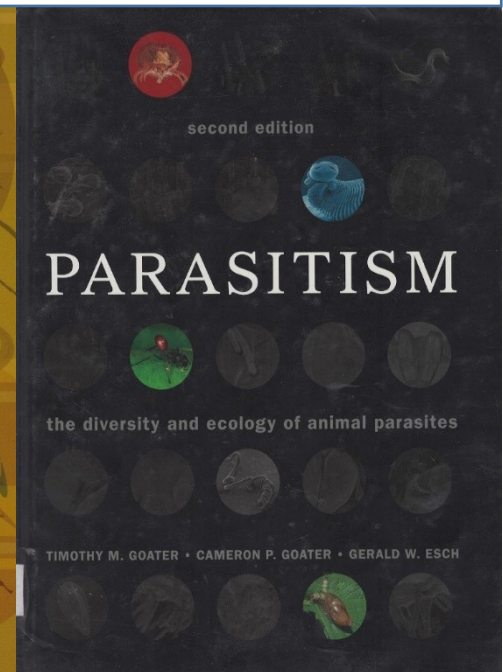
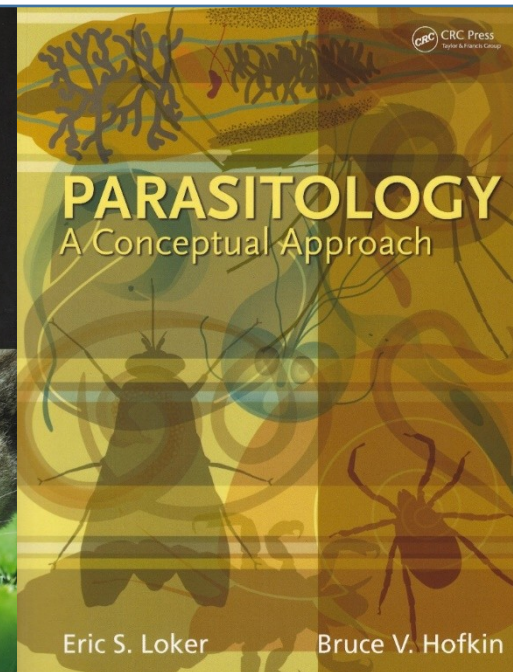
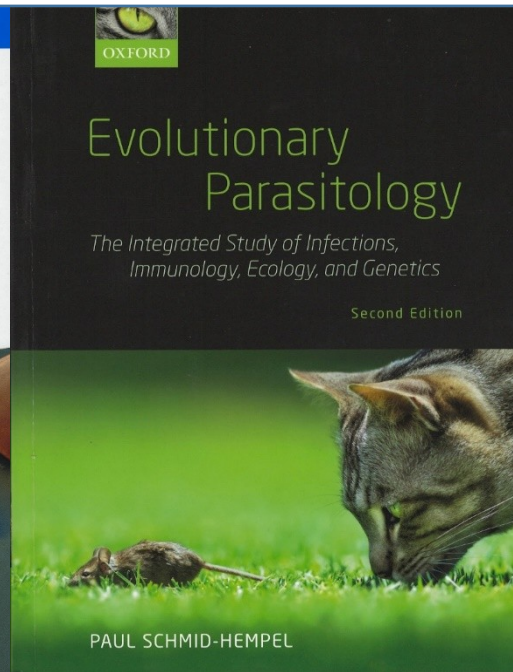
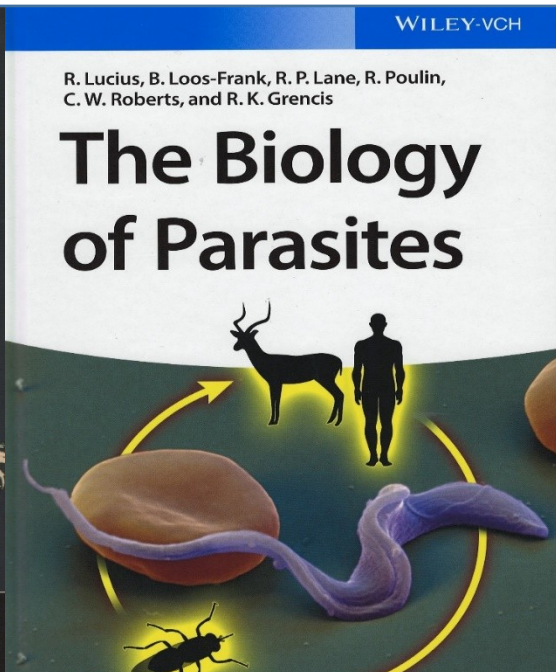
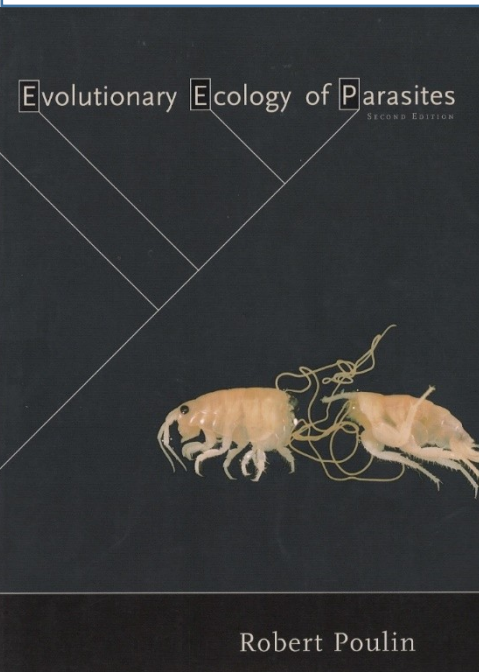
Paul Schmidt-Hempel



Eric S. Loker



Gerald W. Esch





Bryan T. Grenfell



Frédéric Thomas



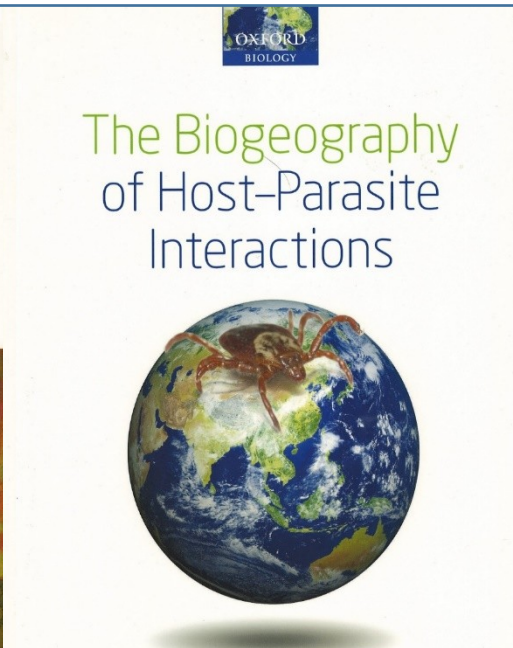
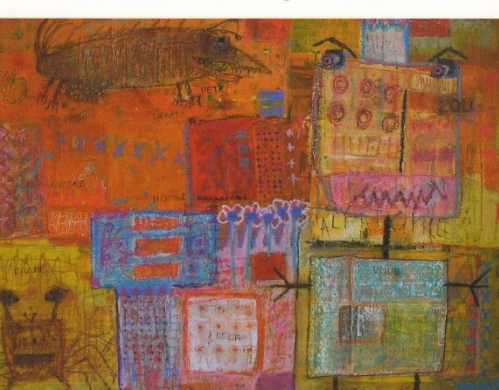
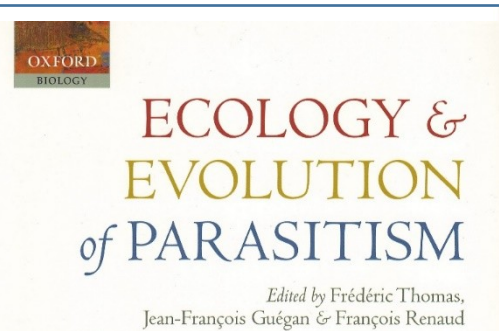
Jean François Guegan



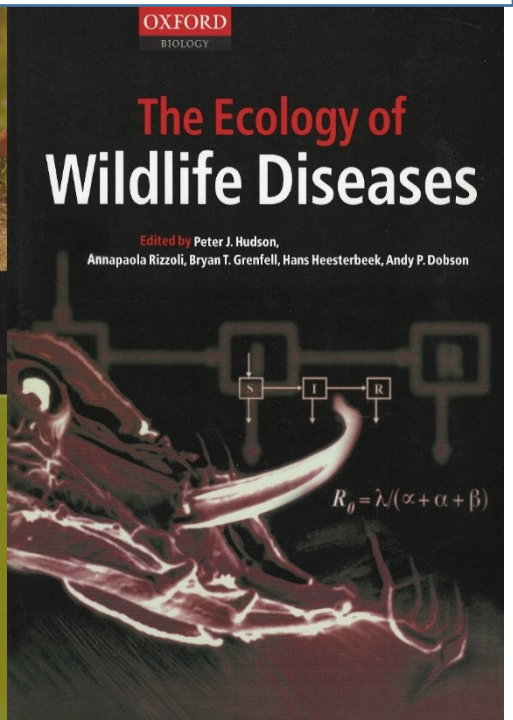
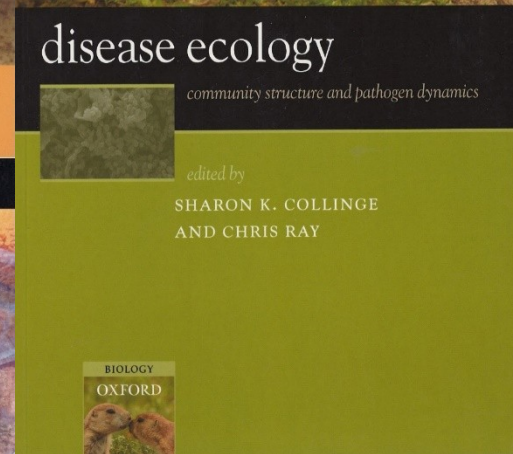
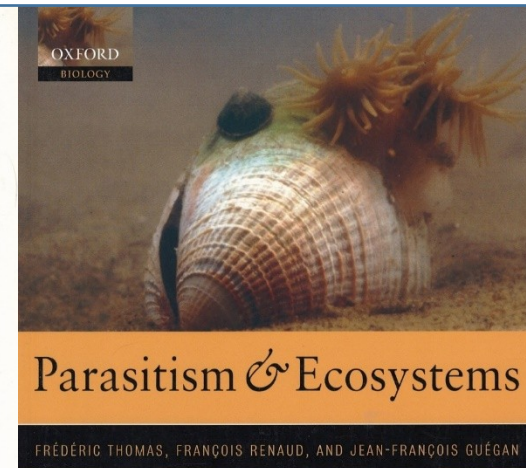
Andy P. Dobson



Serge Morand



Edited by SERGE MORAND & BORIS R. KRASNOV



Ekologická (Natural Science) Environmentální parazitologie

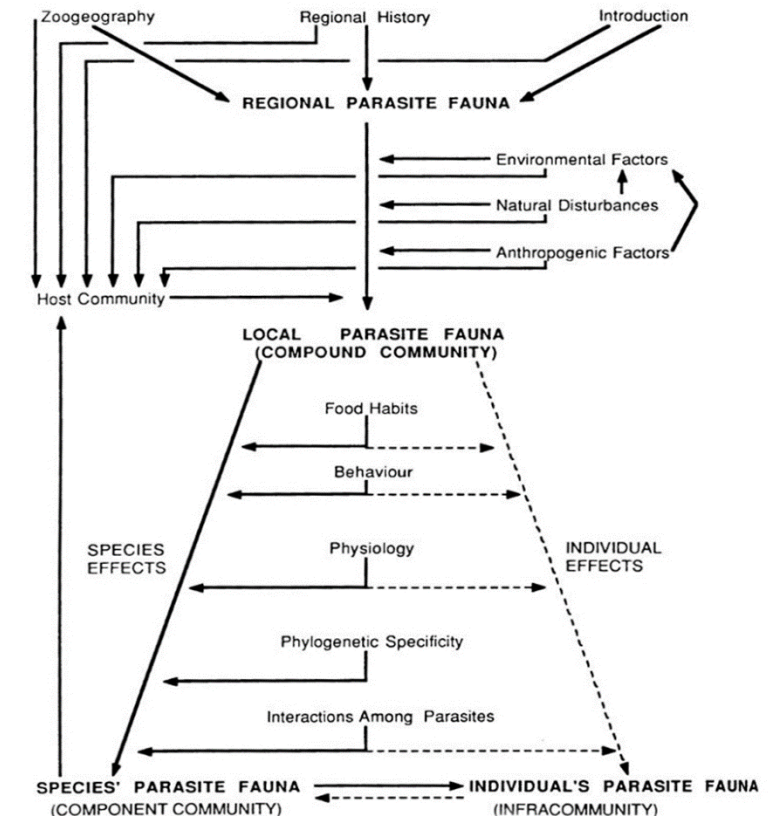
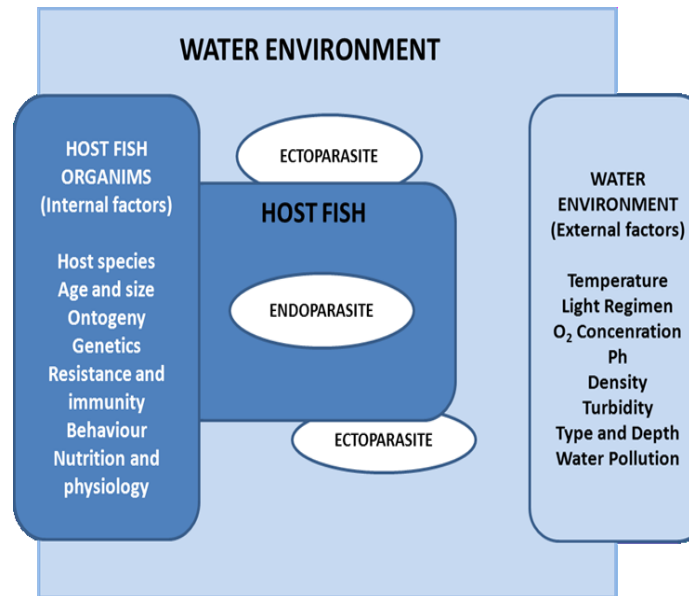
Ekologie parazitů (neboli **ekologická parazitologie**) je **studium intra- a interspecifických interakcí a environmentálních vlivů**, které určují chování, abundanci, prostorovou distribuci a diverzitu parazitů (tzv. **parazit-centrická perspektiva**), stejně jako působení parazitů na chování, abundanci,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

Most individual hosts have no parasites

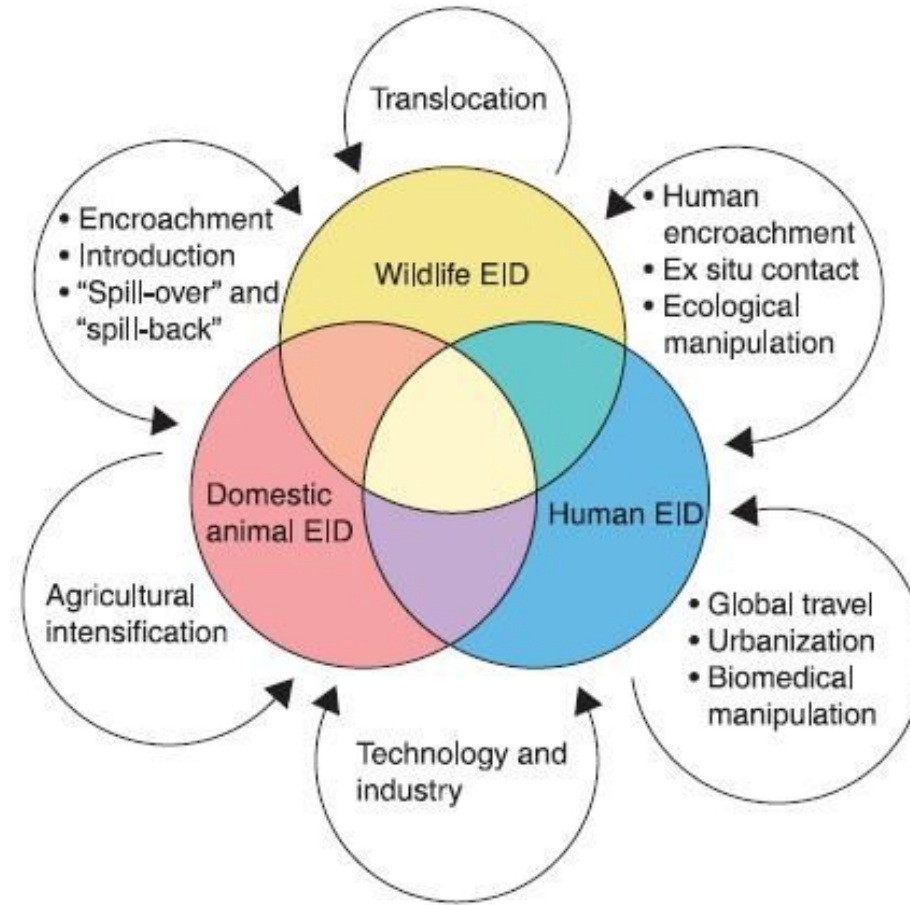


Many individual hosts have 1 parasite

A few hosts harbour many parasites

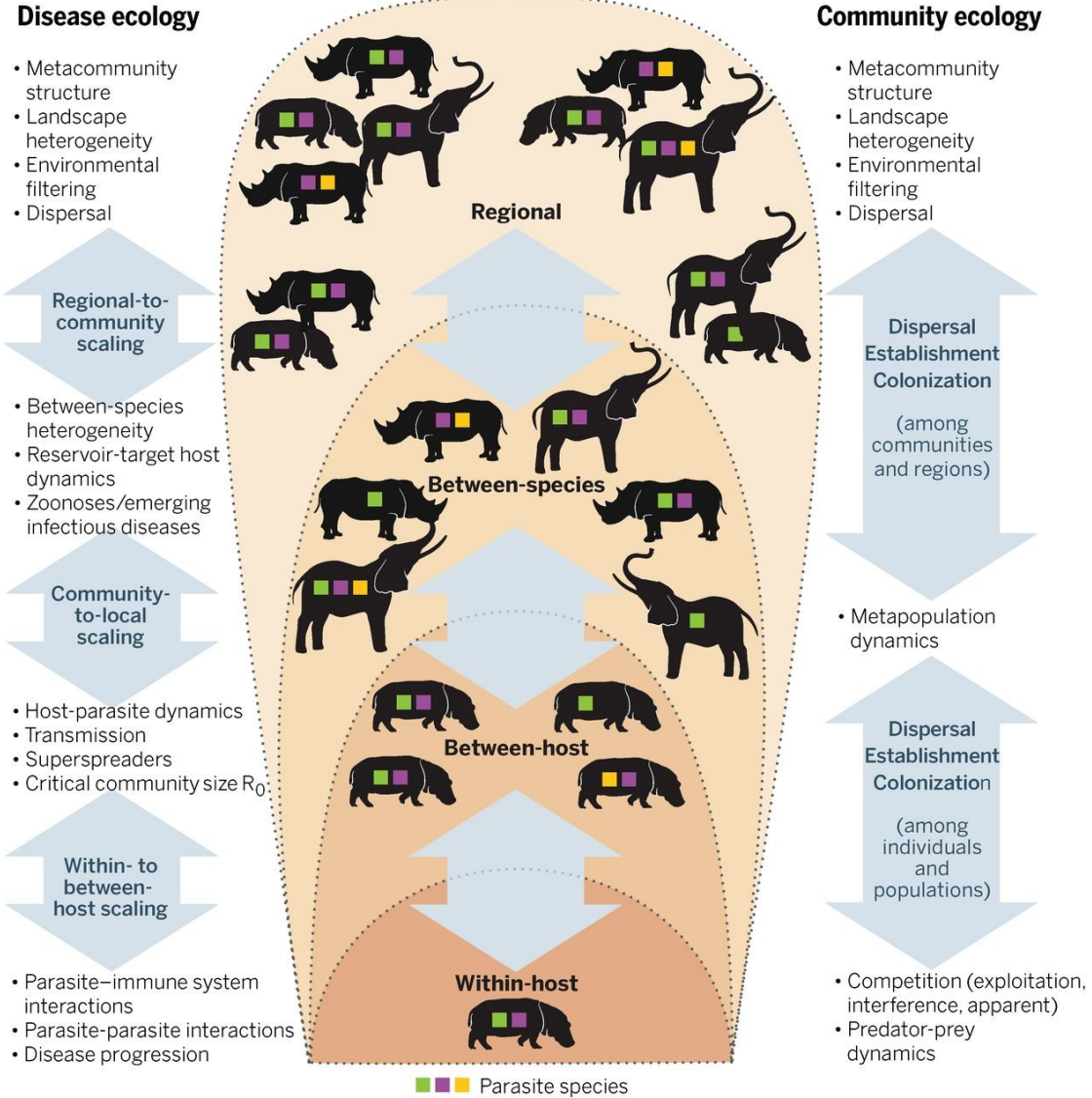


Parazito-hostitelské ekologické kontinuum



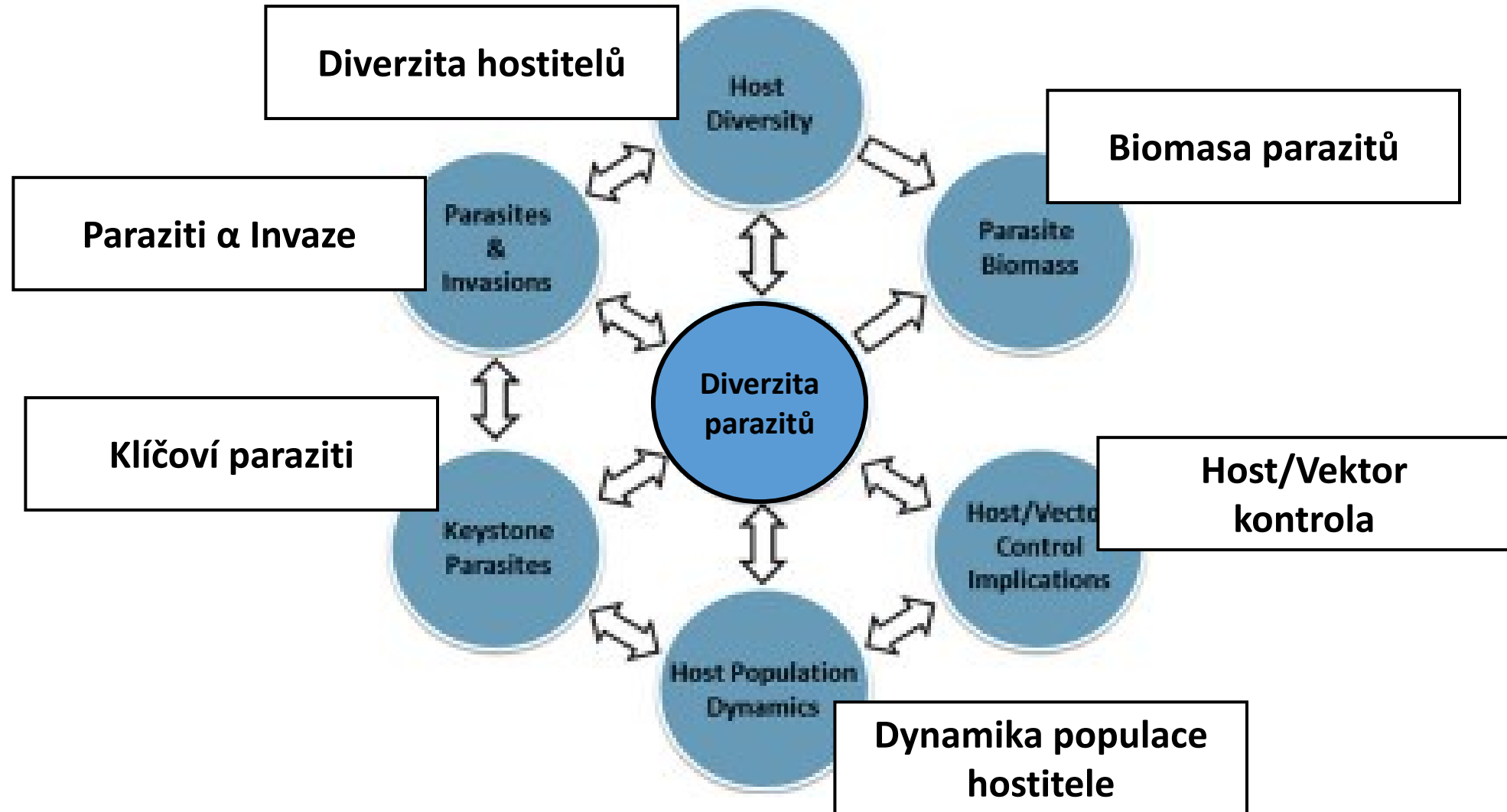
V tomto pojetí (*parazitologie „sensu lato“*) parazitologie zahrnuje viry a parazitická prokaryota. Většina infekčních/přenosných onemocnění existuje v hostiteli a díky kontinuu tvořeného populace divokých a domácích zvířat včetně populace člověka se udržuje v prostředí. Několik onemocnění může exkluzivně napadat pouze jednu skupinu hostitelů a komplexní vztahy mezi různými populace hostitelů napomáhají šíření patogena. **Většina přenosných nemocí tedy existuje právě díky uvedenému P-H kontinuu mezi divokým a domácími zvířaty a člověkem.** Několik málo nemocí exkluzivně napadá pouze jednu skupinu hostitelů. Příklady: EIDs (**Emerging Infectious Diseases**) jsou tyto: **psinka** (domácí zvířata a člověk), **Lymská nemoc** (divoká zvířata a člověk), **Bartonelóza -nemoc z kočičího škrábnutí** (domácí zvířata a člověk) a **vzteklina** (všechny tři kategorie). Šipky naznačují některé klíčové faktory napomáhající přenosu patogenního agens.

Studium cirkulace patogena v reálném společenstvu v přírodě



Základní struktura ekologické „Natural Science“

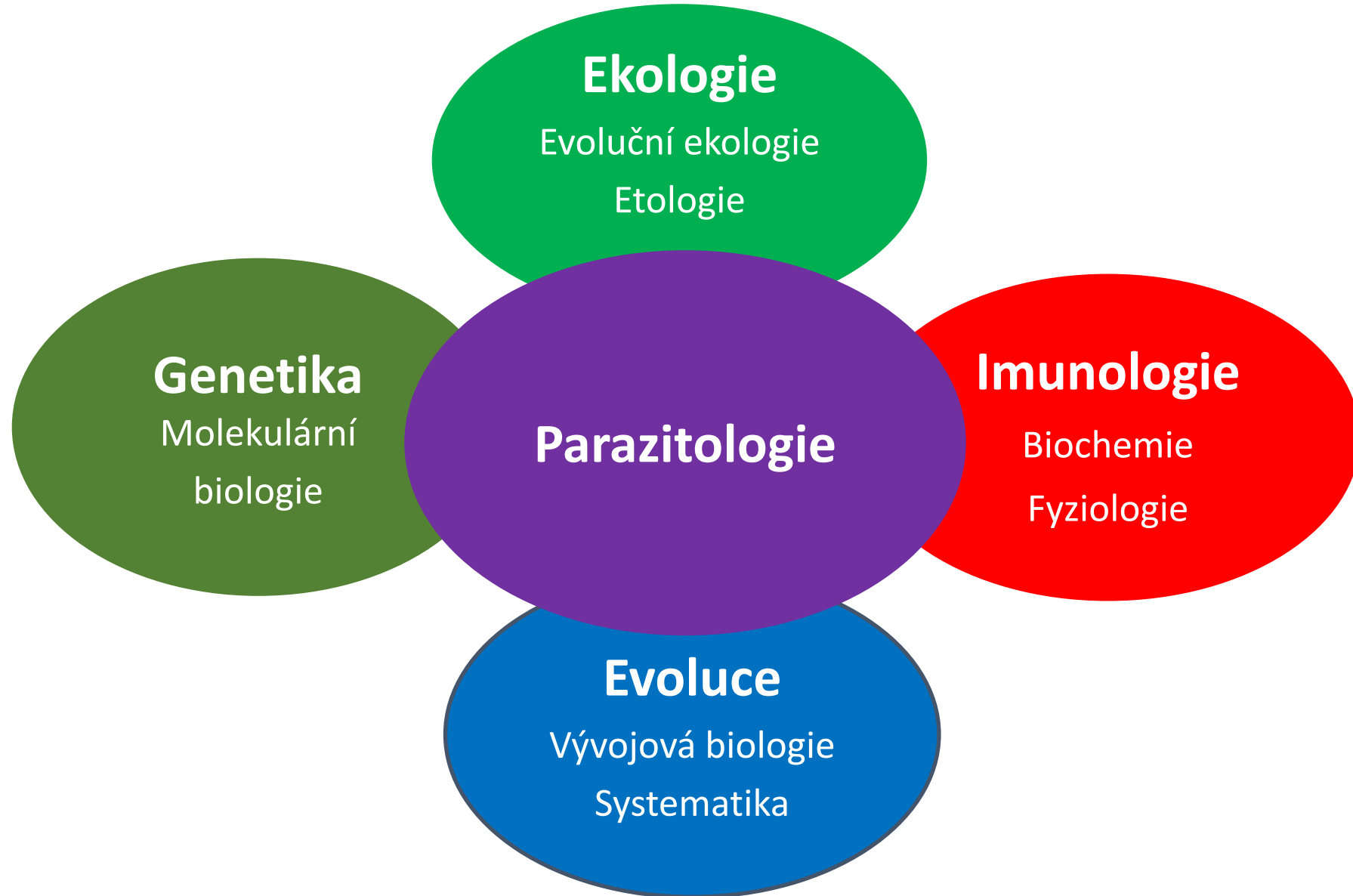
evoluční parazitologie



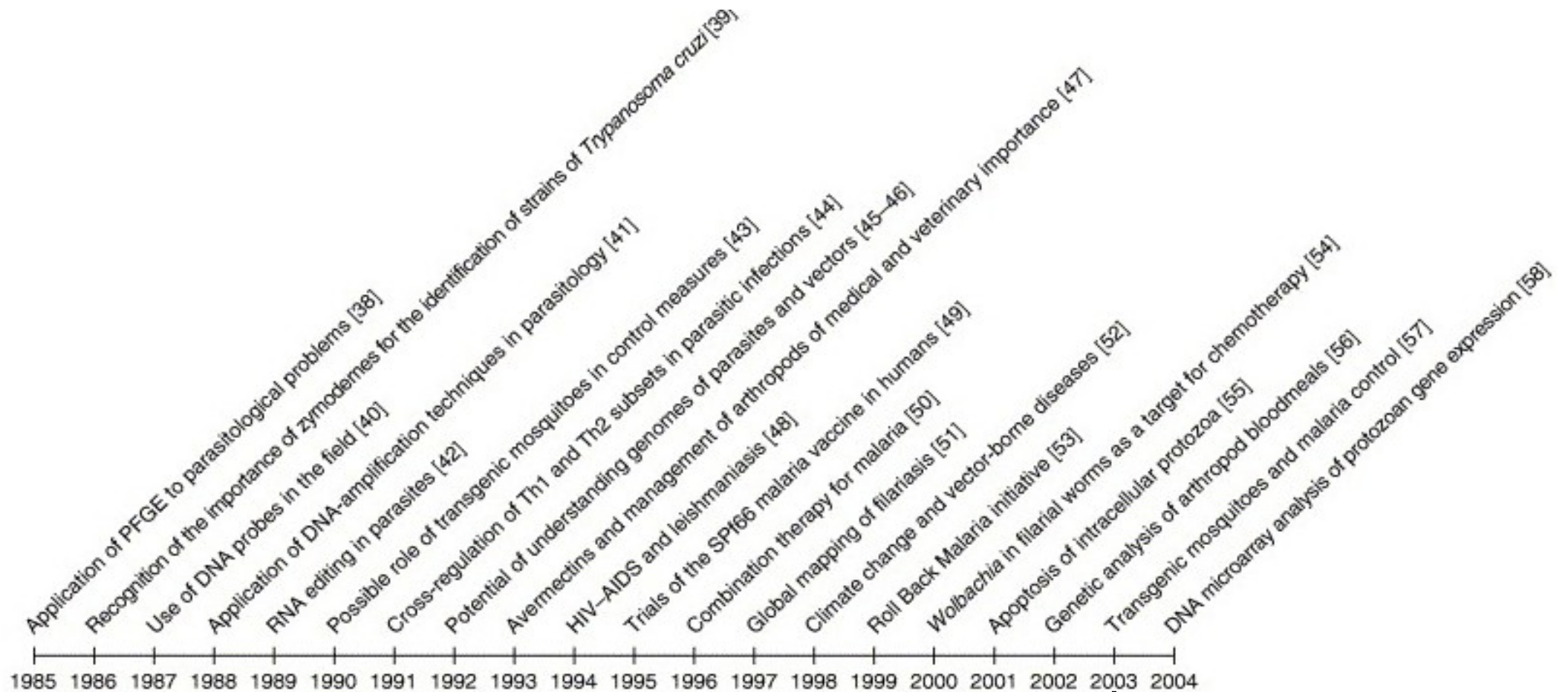
Dynamický rozvoj parazitologie (1990 – 2020)

- V uplynulých 20 až 30 letech (1990 – 2020) došlo v velice dynamickému rozvoji tzv. **obecné/ekologické/teoretické** části oboru.
- Takto vymezenou parazitologii je rovněž možné chápat **v podstatně širším kontextu a tedy rovněž „v širším slova smyslu“**, neboť zde dochází k **syntéze poznatků řady dalších pro rozvoj parazitologie klíčových disciplín**, např. molekulární biologie a genetika cizopasníků, imunologie a evoluční ekologie aj.
- Pochopení a správná **interpretace vztahů v komplexu parazit - hostitel – prostředí** dnes není možná bez **pochopení základů parazitologie, genetiky, molekulární biologie, ekologie a evoluce**.

Parazitologie „v širším slova smyslu“ jako komplexní věda



Časová osa některých důležitých objevů v parazitologii (1985 – 2004) podle publikací v časopise Parasitology Today



Aplikace DNA metody fingerprintigu ve forezní vědě

Začátek sekvenování lidského genomu

Klonování ovce Dolly

Dokončení sekvenování genomu *Plasmodium falciparum*

Dokončení sekvenování lidského genomu

Dolly – nejslavnější ovce na světě !



Sir Ian Wilmut z The Roslin Institute ve Skotsku na snímku s Dolly, první klonovanou ovčí na světě.

Co je to obecná parazitologie ?

Členění obecné parazitologie

- Taxonomie a Fylogenetika
- Strukturní parazitologie
- Molekulární parazitologie
- Ekologická parazitologie
- Environmentální parazitologie
- Evoluční parazitologie
- Biologie ochrany cizopasníků
- Paleoparazitologie
- Obecná (teoretická) parazitologie

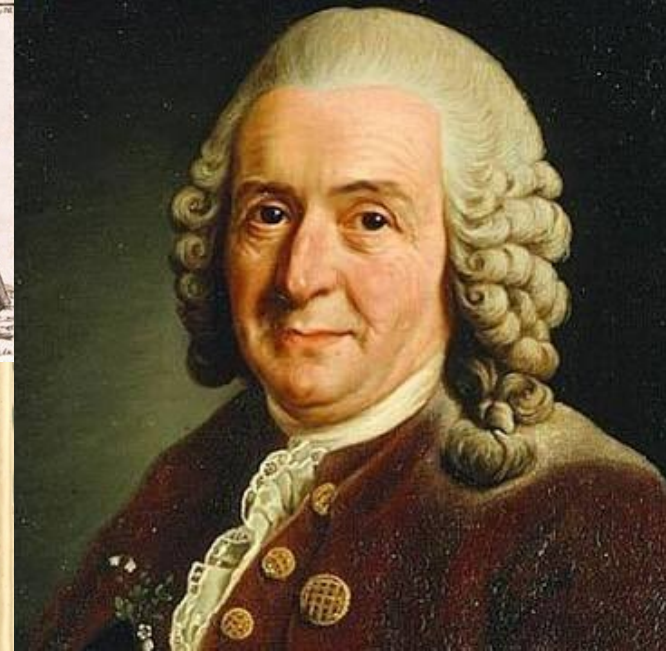
Kolik je na Zemi parazitů ?

Kolik je na Zemi druhů organismů

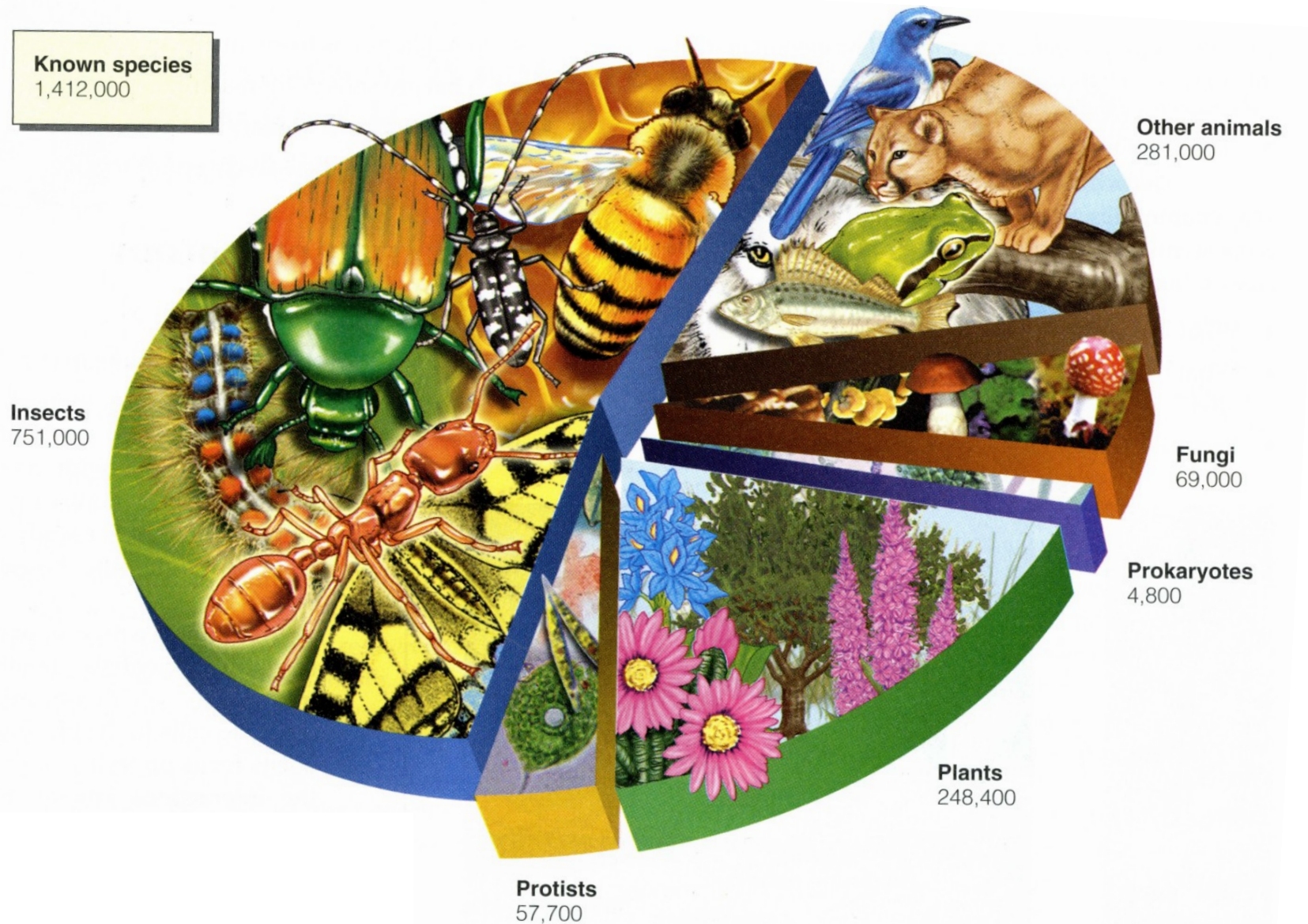
(Hodně to závisí na definici druhu !)

Kolik je na Zemi druhů parazitů

- První pokus Systema Naturae v roce 1735 Carl von Linné cca 20 000 druhů organismů
- V současnosti se maximální odhady pohybují od 3 do 100 milionů druhů (obtížné – mnoho kryptických druhů)
- Nejčastěji se odhady shodují na 5 ± 3 miliony až $8,7 \pm 1,3$ milionů druhů
- V současnosti popsáno cca 1,9 milionů druhů organismů (včetně parazitů)
- 1druh hostitele = 1 druh parazita = paraziti 1/2 biosféry !
- Skutečnost: 100 -120tis druhů parazitů
- Odhad: cca 40 až 75% organismů na Zemi jsou paraziti !



Kolik je na Zemi druhů ?



Kolik v (%) je na Zemi parazitů ?



Platyhelminthi,
více než 80%

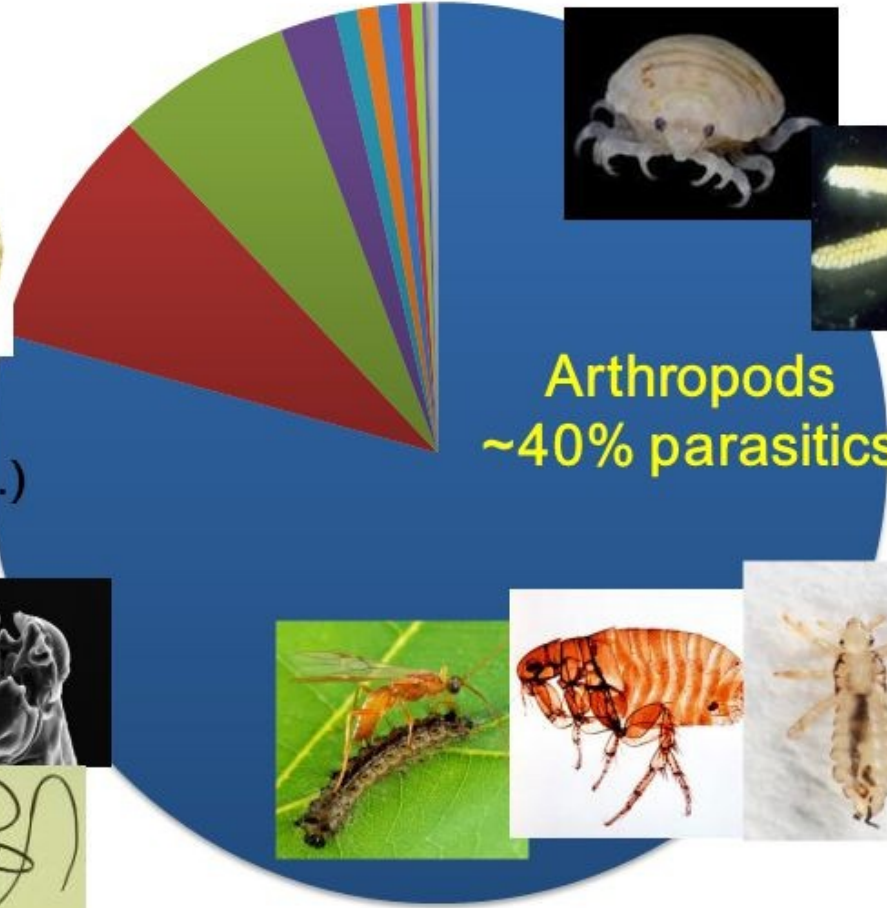


Platyhelminth
(flukes, cestodes...)
>80% parasitic



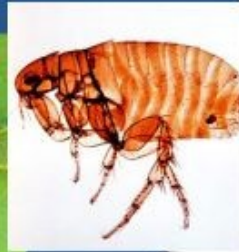
Hlístice cca 50%

Roundworm
~50% parasitic



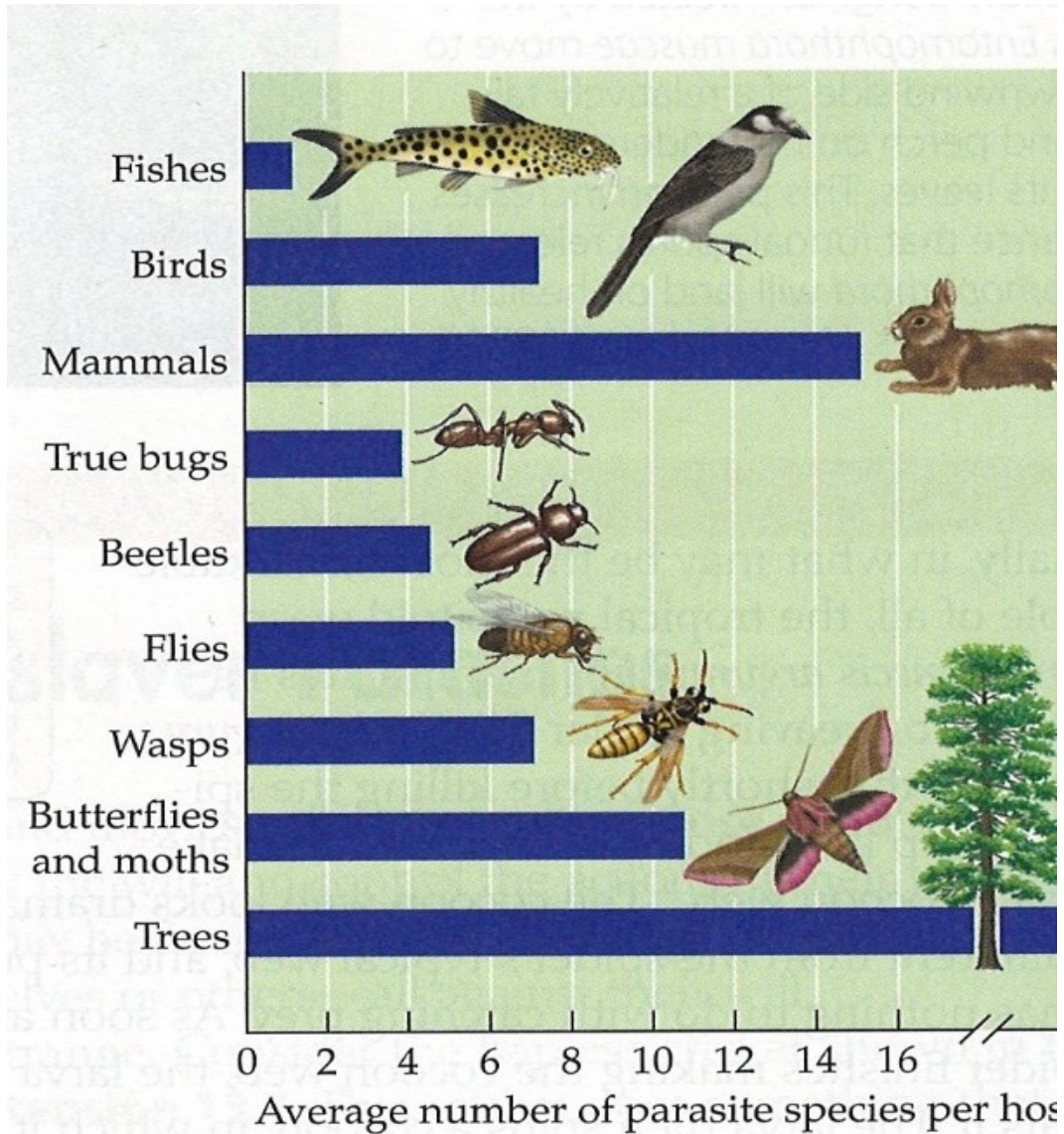
Arthropods
~40% parasitics

Členovci cca 40%

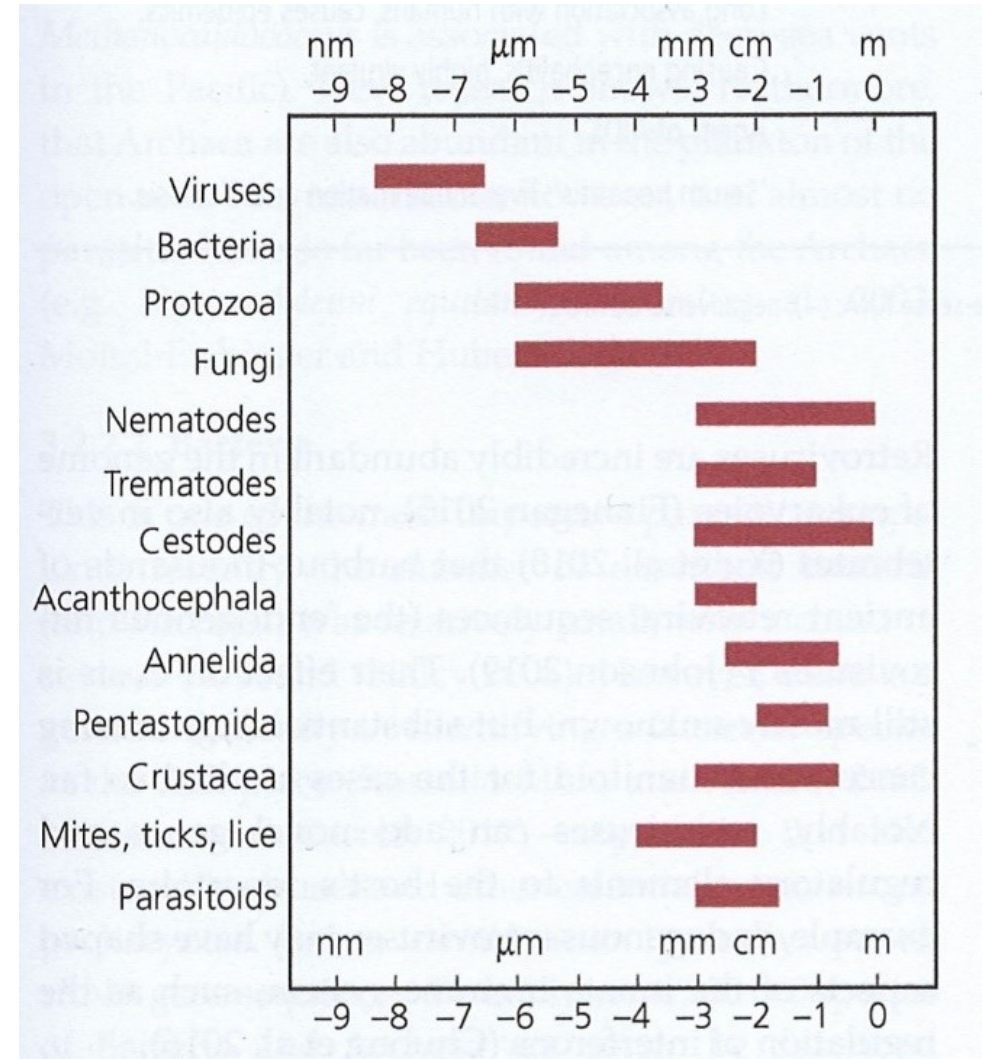


Parasites consists more than 1/3 of invertebrates (300,000~400,000 spp.)

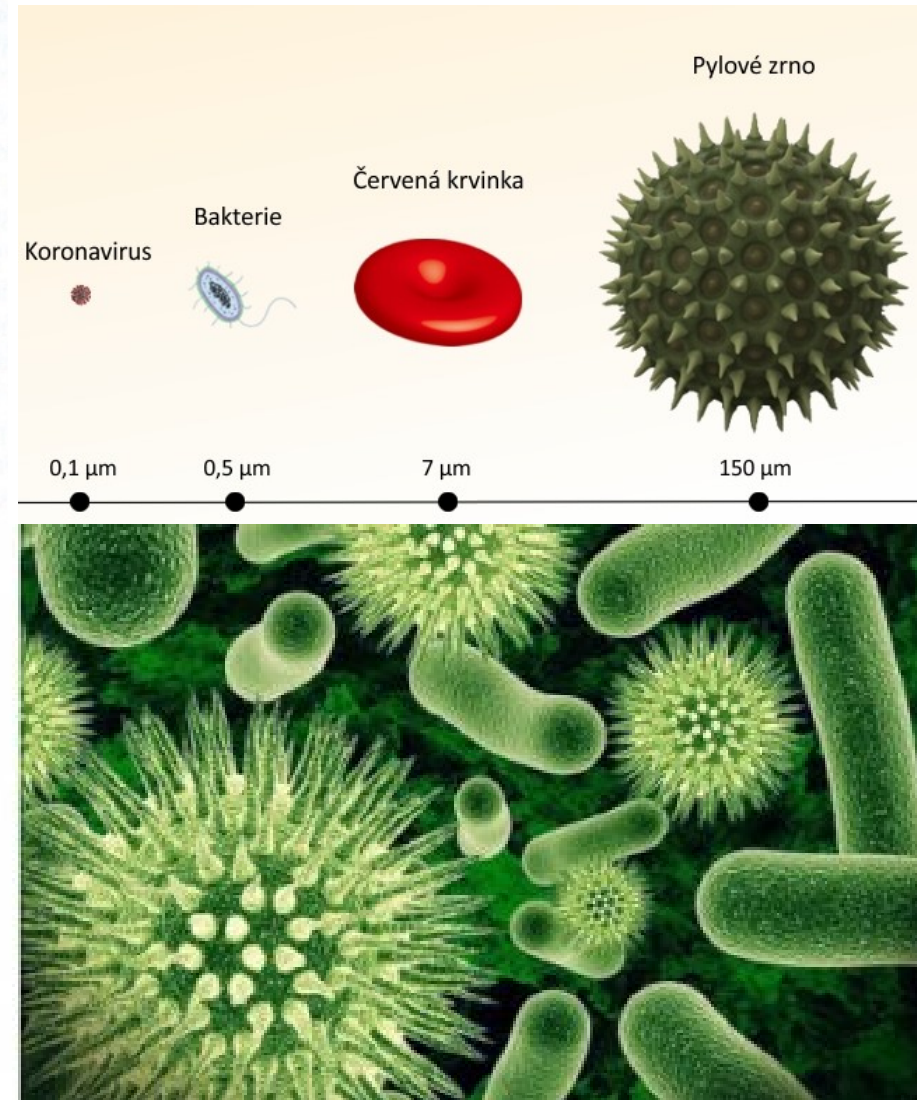
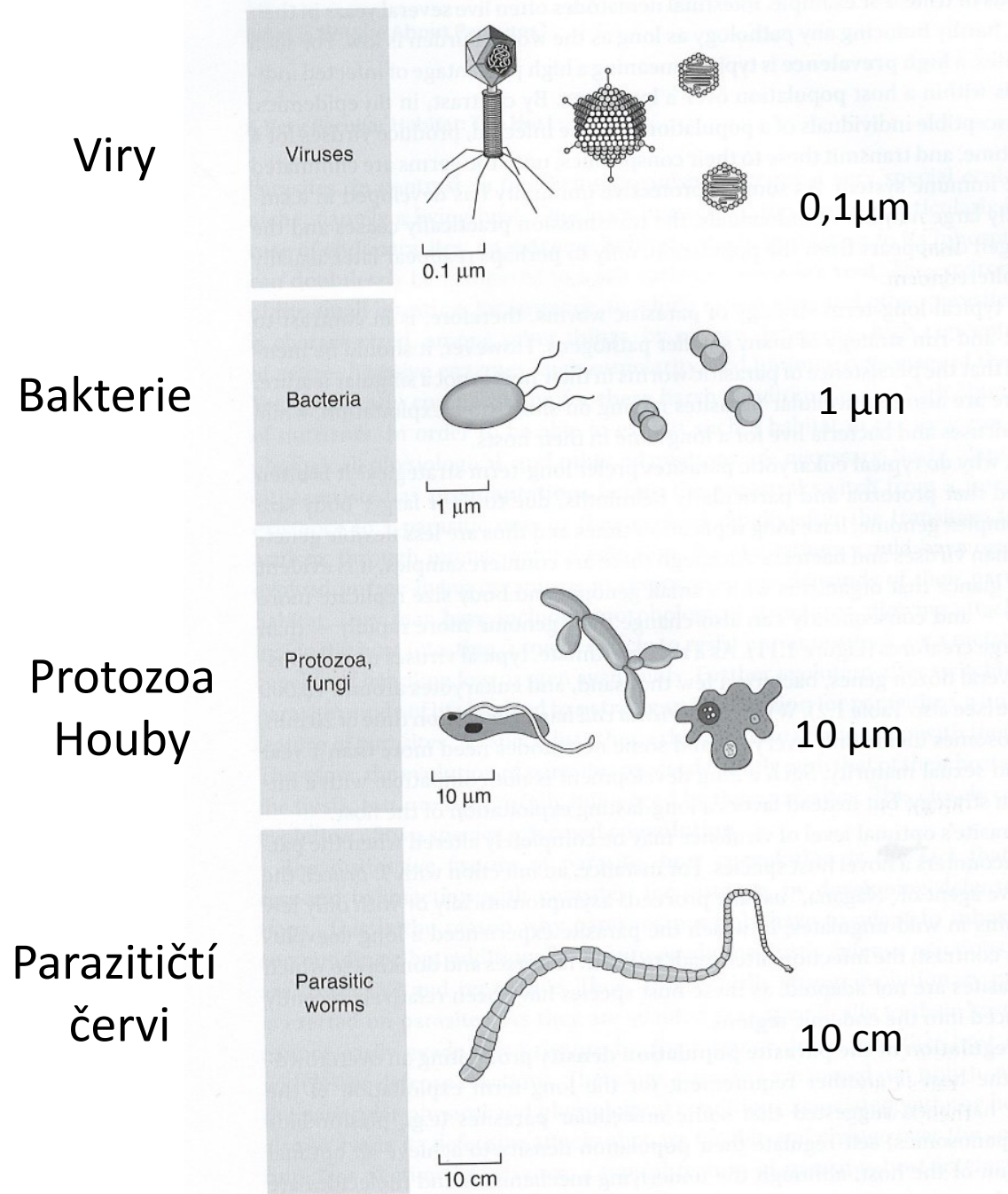
Kolik je na Zemi cizopasníků ?



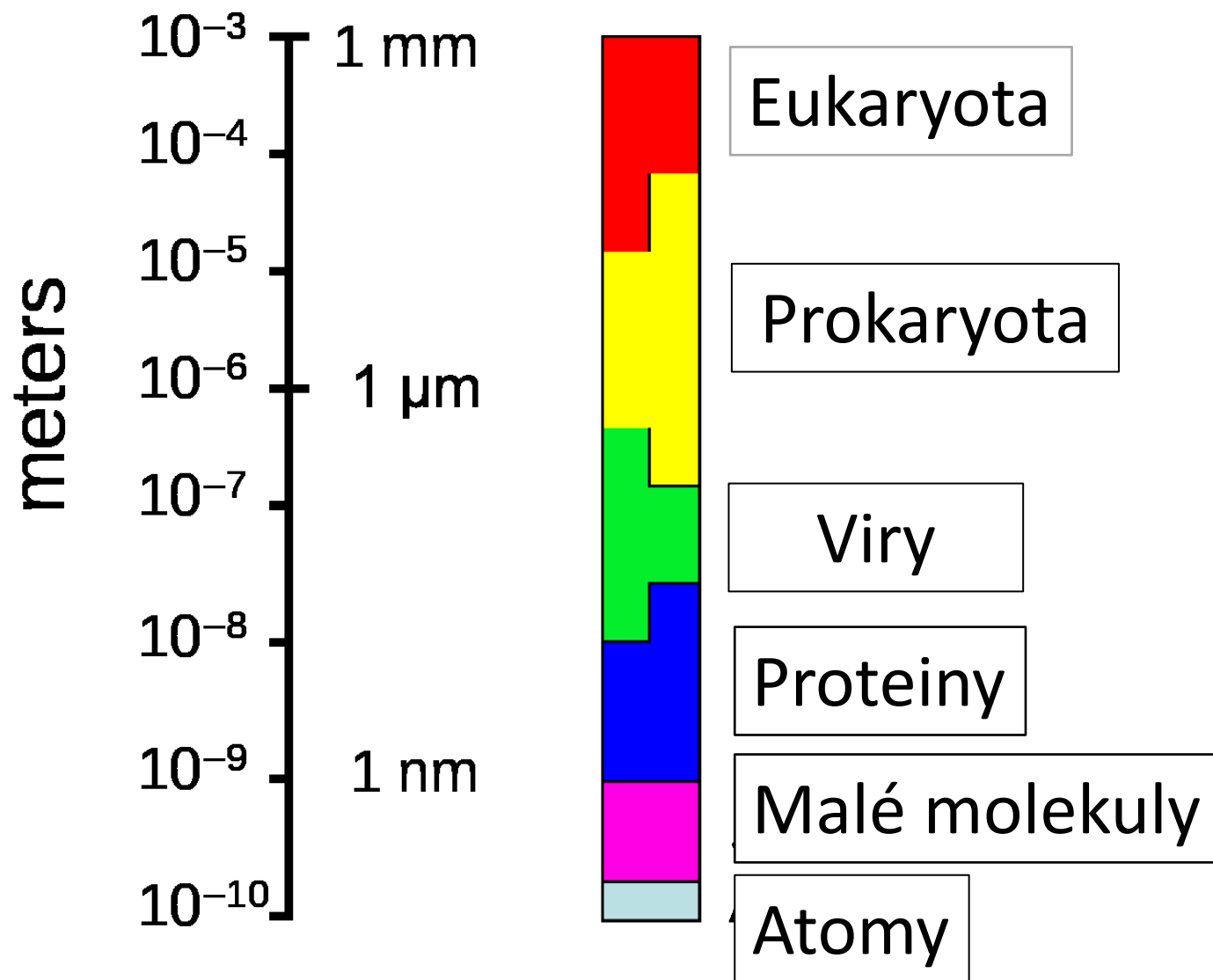
Jaká je jejich velikost ?



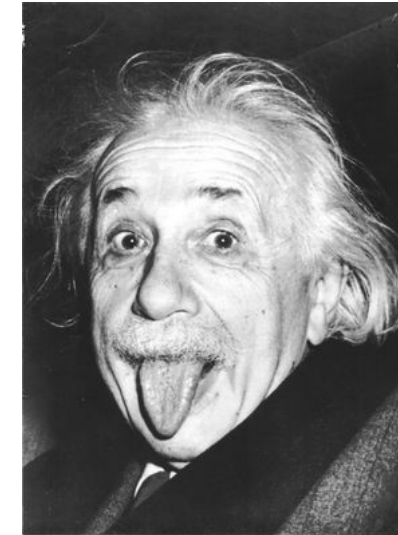
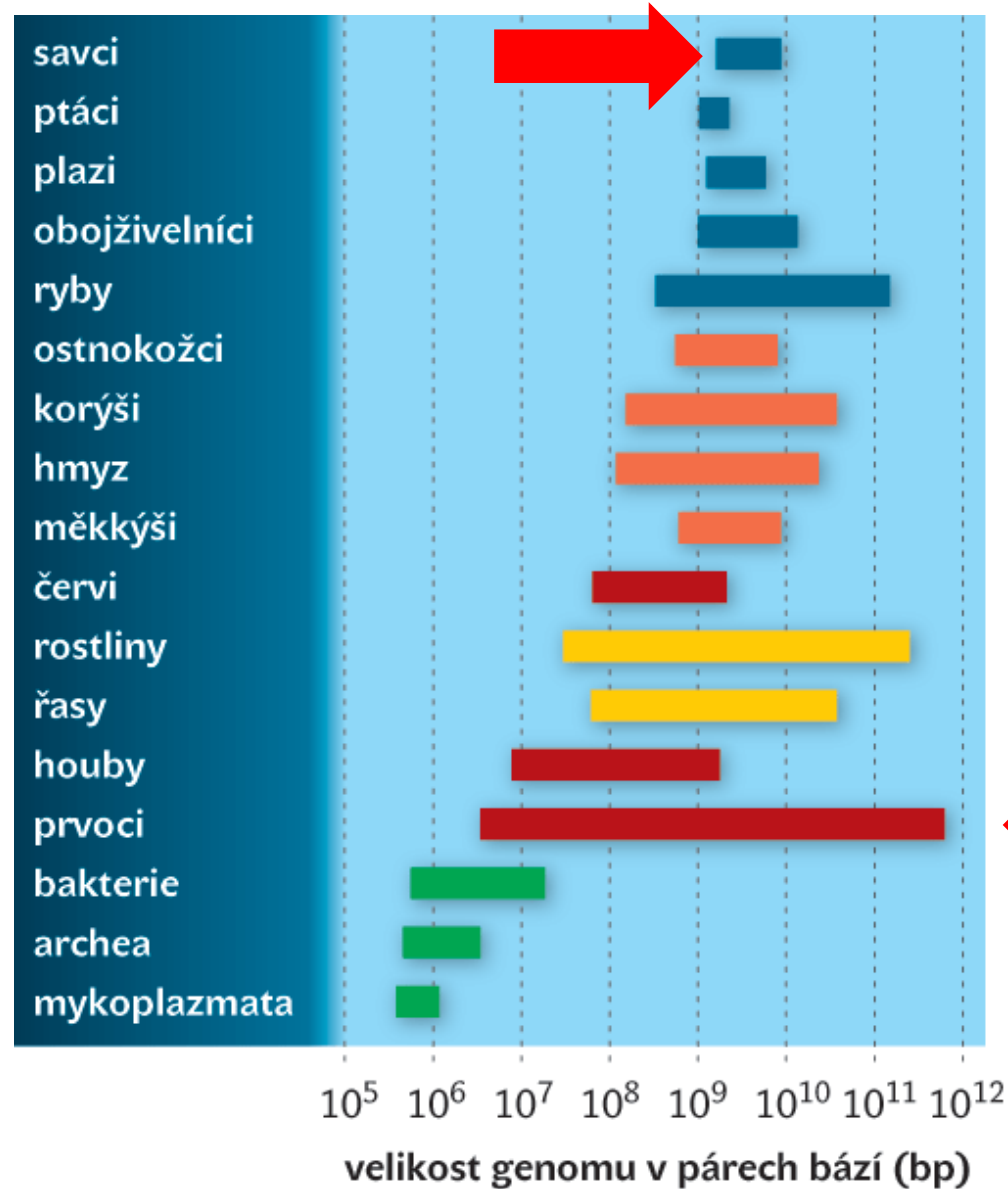
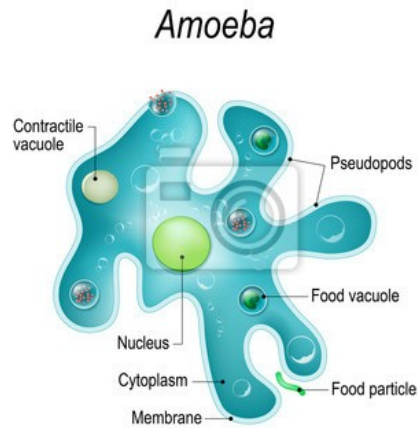
Velikost různých typů parazitů !



Rozsah velikosti prokaryot (baktérie) v relaci k velikosti jiných typů organismu a biomolekul

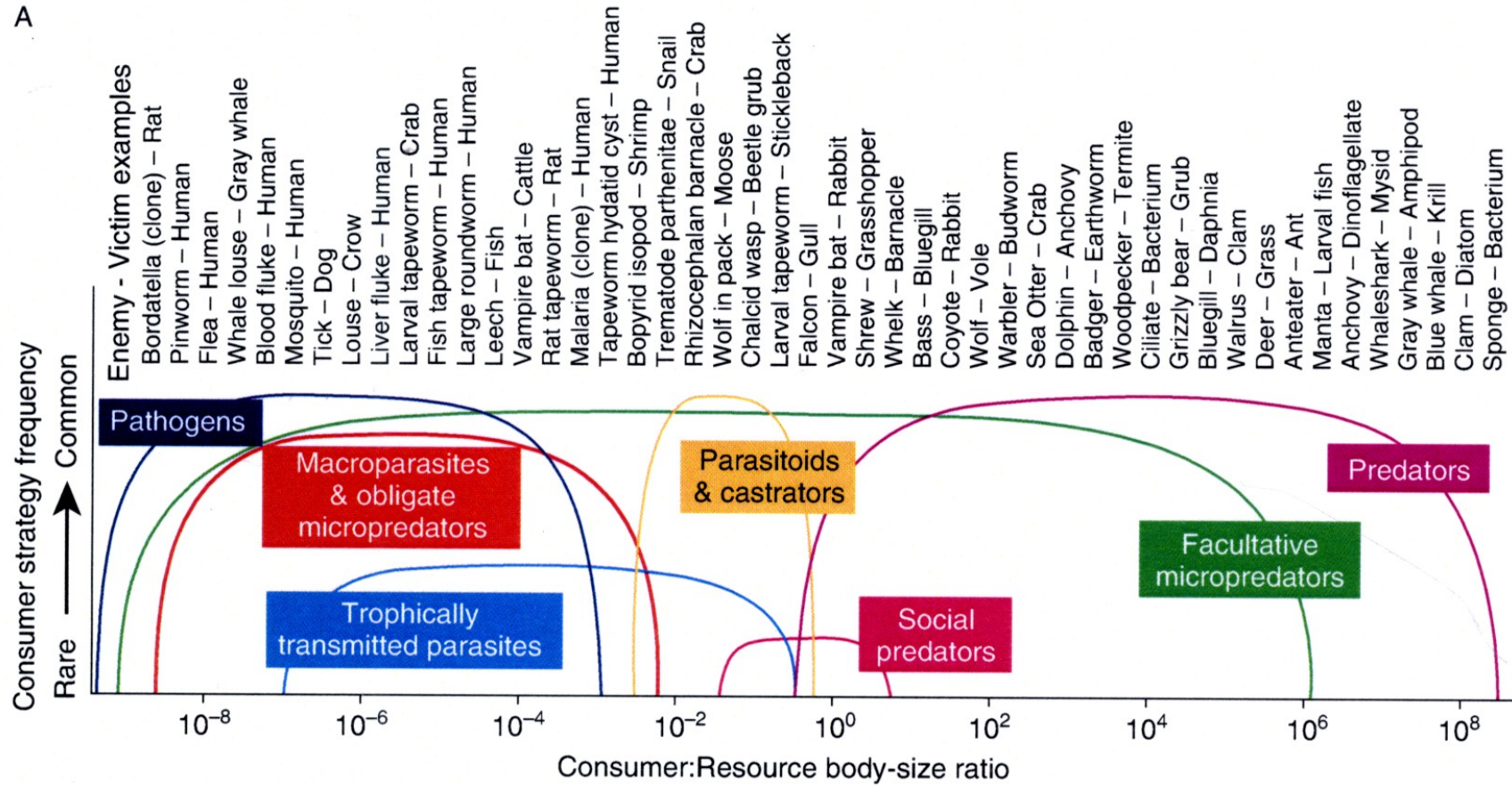


Velikost genomu organismů



Albert Einstein

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



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

Srovnání počtu vybraných skupin cizopasníků (2004 – 2023)

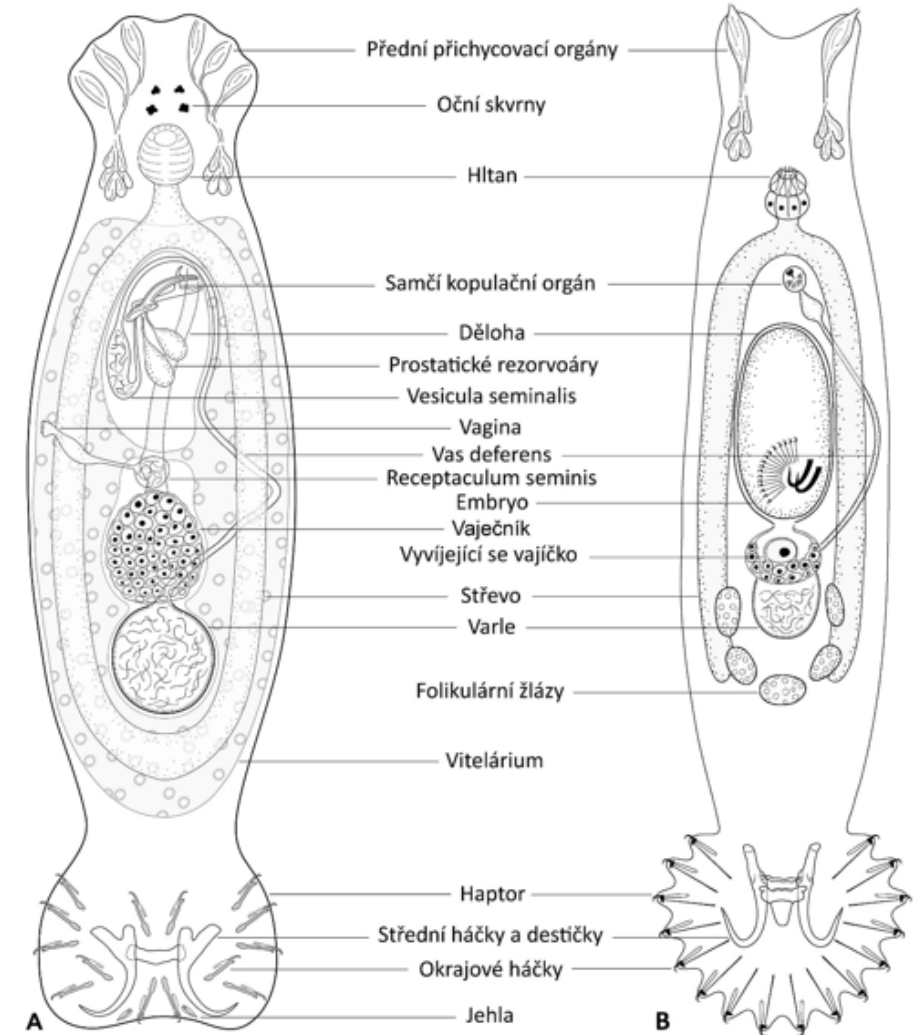
	2004	2023	2023
	Z toho parazitů		Celkem
• Myxozoa	1350	2 000	2 000
• Platyhelmini	40 000	44 000	50 000
• Nematoda	10 500	15 000	80 000
• Annelida	-	500	17 000
• Crustacea	4 000	5 000	50 000
• Chelicerata (Acarina)	30 000	30 000	100 000
• Acanthocephala	1200	1150	1150

(Poulin et al, 2004)

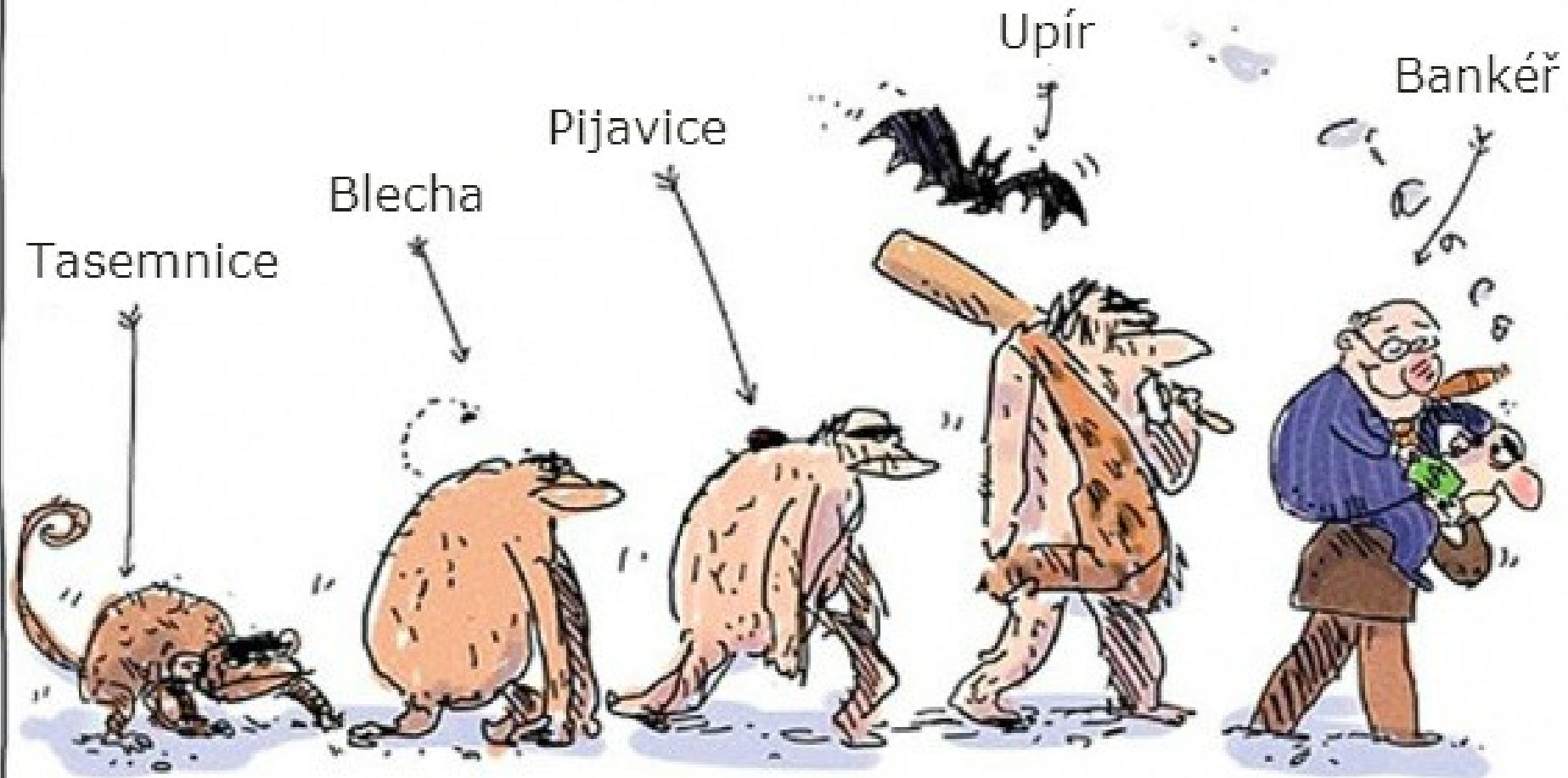
(Loker et al., 2023)

Počty druhů cizopasníků – příklad: Monogenea

- Doposud popsáno druhů: cca 4800
- Z počtu druhů hostitelů: cca 2500
- Tedy na jednoho hostitele: cca 1,9 p/h
- Celkem popsáno druhů ryb: cca 30 000
- Předpoklad počtu monogeneí: cca 57 000
- Ročně popisováno druhů: cca 90 sp.n.
- Potřebný čas pro popis 100%: cca 633 let
- Počet druhů ryb(SV) v Africe: cca 3 500
- Předpoklad počtu parazitů: cca 6650
- Popsáno nových druhů: cca 480
(cca 13%)
- Do 50% chybí ještě popsat: cca 2845



Evoluce parazita



KUPELKA.

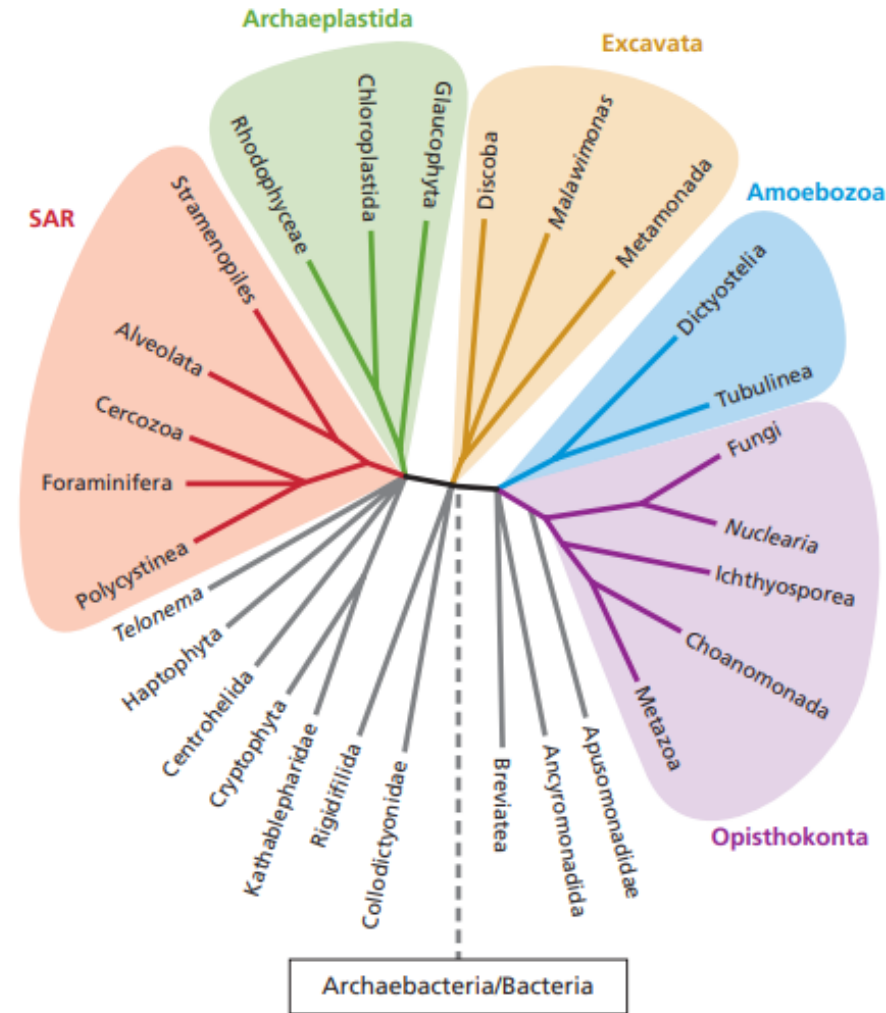
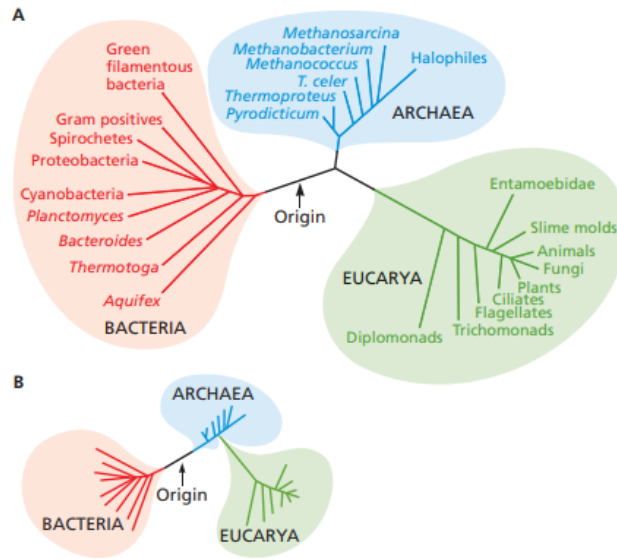
Jaký je evoluční původ parazitů ?

Existoval nějaký prapazit ?

Diverzita cizopasníků

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

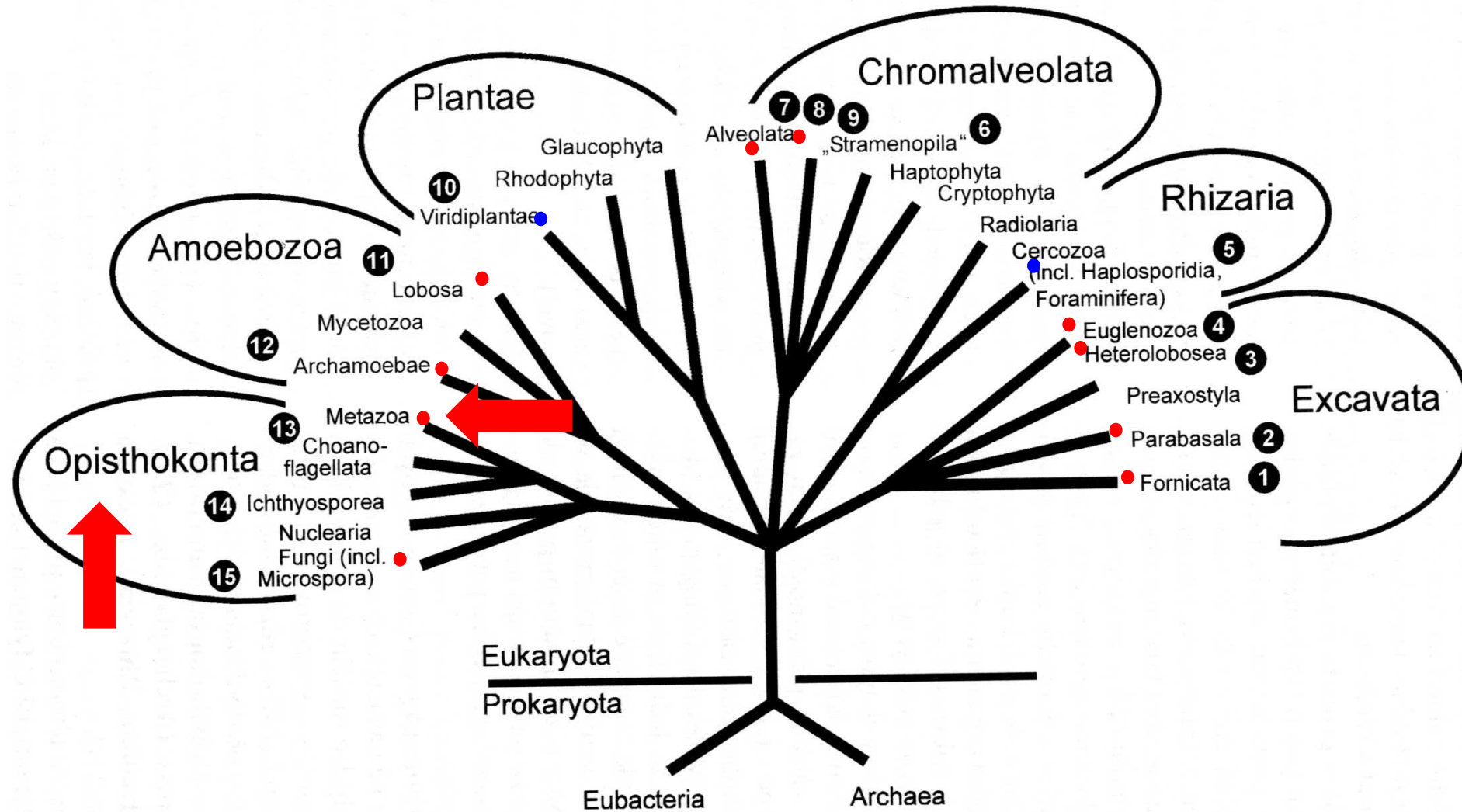
Parazitismus – velmi rozšířený biologický jev a úspěšná životní strategie



Současný stav:

- ▶ 1,000,000 popsaných druhů Eucaryot (cca)
 - ▶ 100,000 popsaných druhů parazitů (cca)
- (Poulin & Morand, 2004)

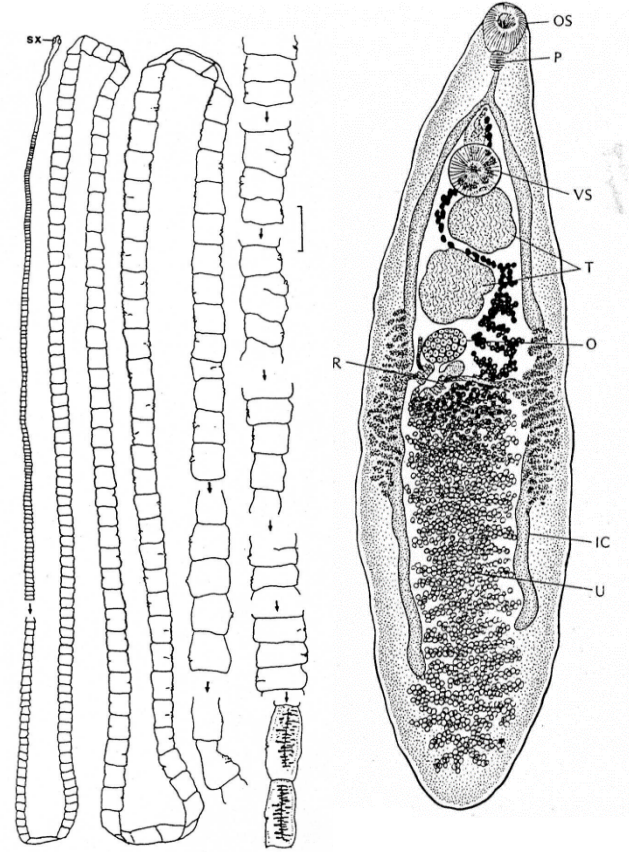
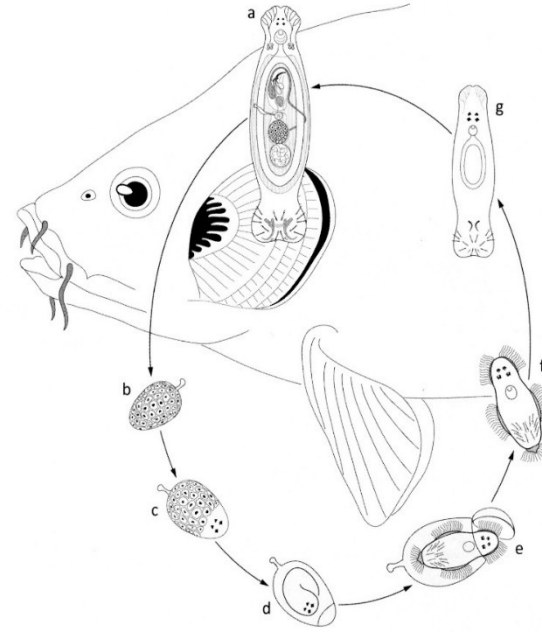
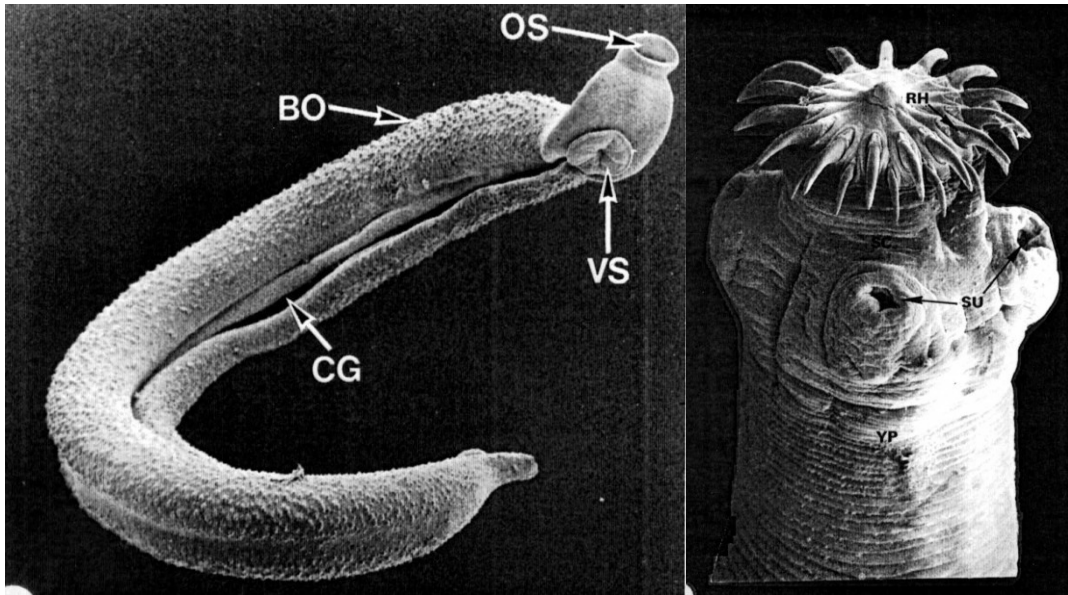
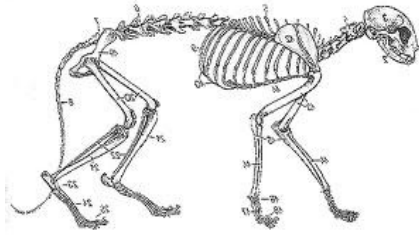
Výskyt parazitů u Eucaryota



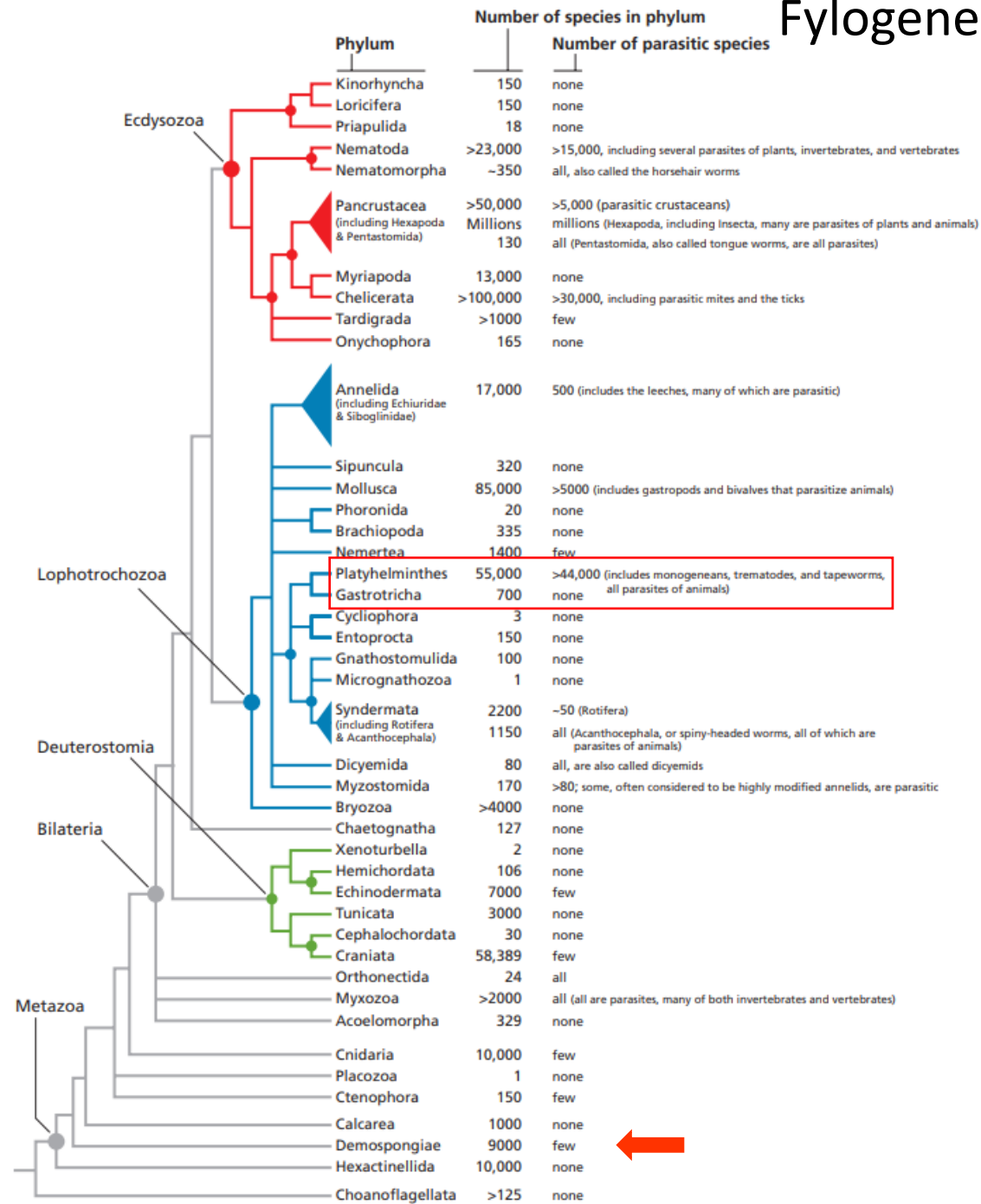
● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

Opisthokonta: kmen Metazoa



Fylogeneze Metazoa a parazitismus (•)



→ Demospongiae (Porifera)

Ctenophora

Placozoa

Cnidaria

Myxozoa

Orthonectida

Craniata

Echinodermata

Myzostomida

Dicyemida

Rotifera

Acanthocephala

Gnathostomulida

Platyhelminthes

Nemertea

Mollusca

Annelida

Chelicerata

Tardigrada

Pancrustacea

Hexapoda

Pentastomida

Nematomorpha

Nematoda

Vertebrata



Evoluční vztahy hlavních skupin Platyhelminthes

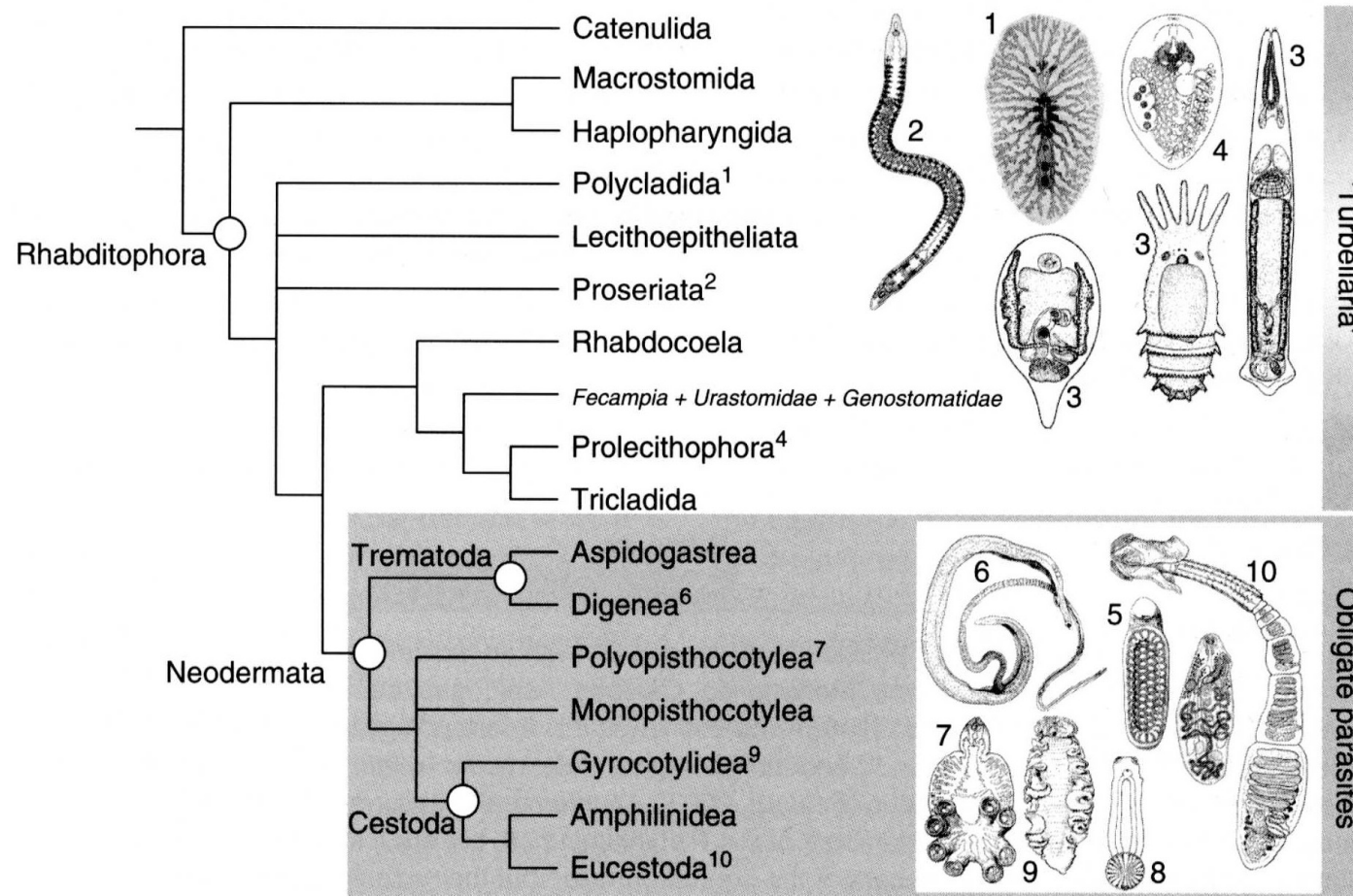


Fig. 1.2. Interrelationships of the major groups of Platyhelminthes based on a consensus of morphological and molecular estimates. Parasitic flatworms, the Neodermata, form a monophyletic group although their interrelationships are estimated differently by different molecular analyses (see Fig. 1.3).

Stav poznání diverzity cizopasníků



Robert Poulin

&



Serge Morand (2004)

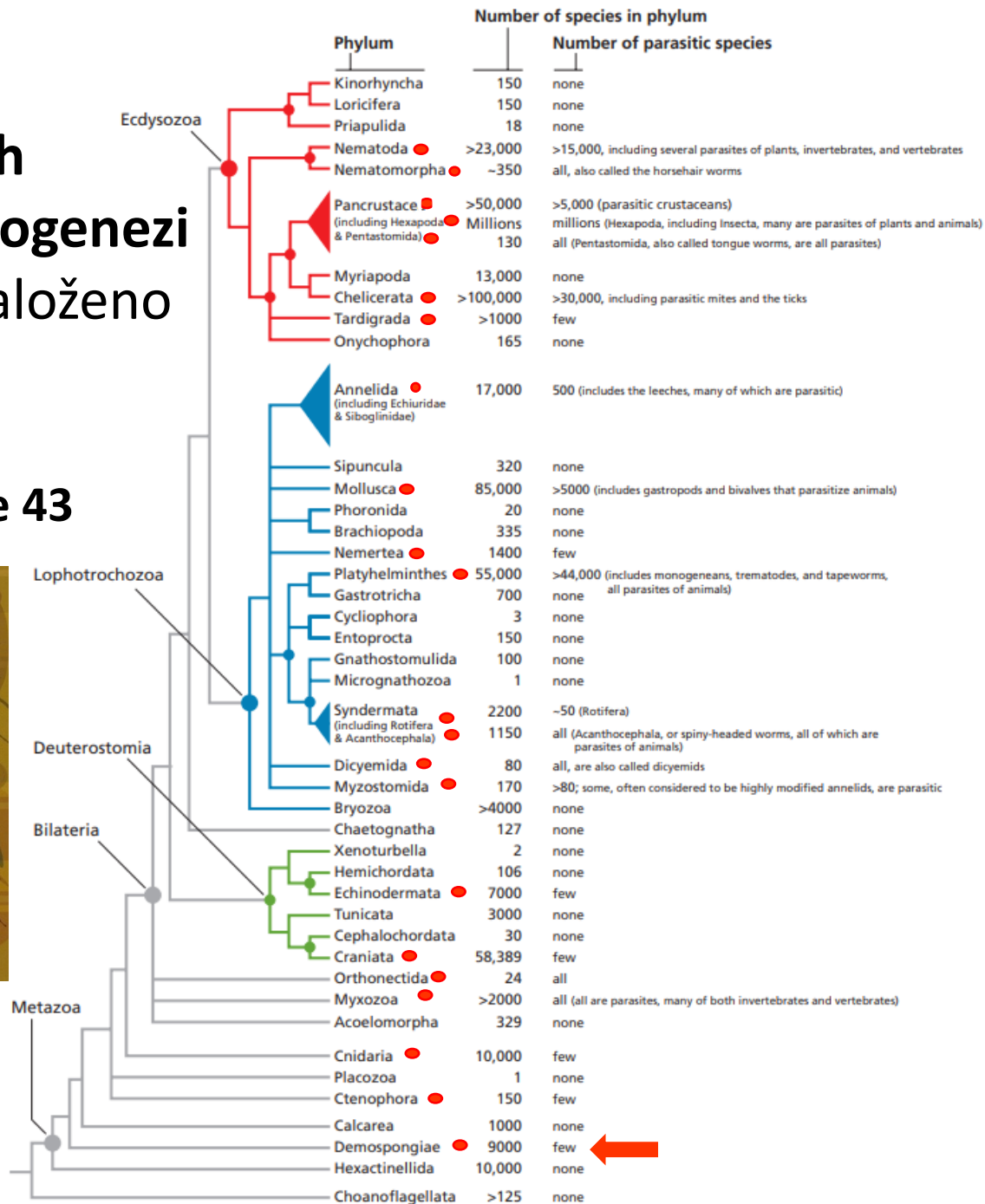
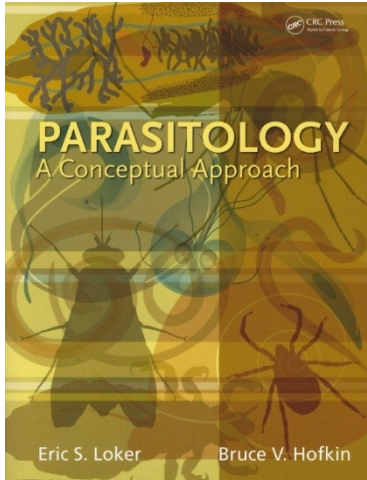
>70 evolučních přeskoků od volně žijících k parazitickým životním formám

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-Alcántara 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.

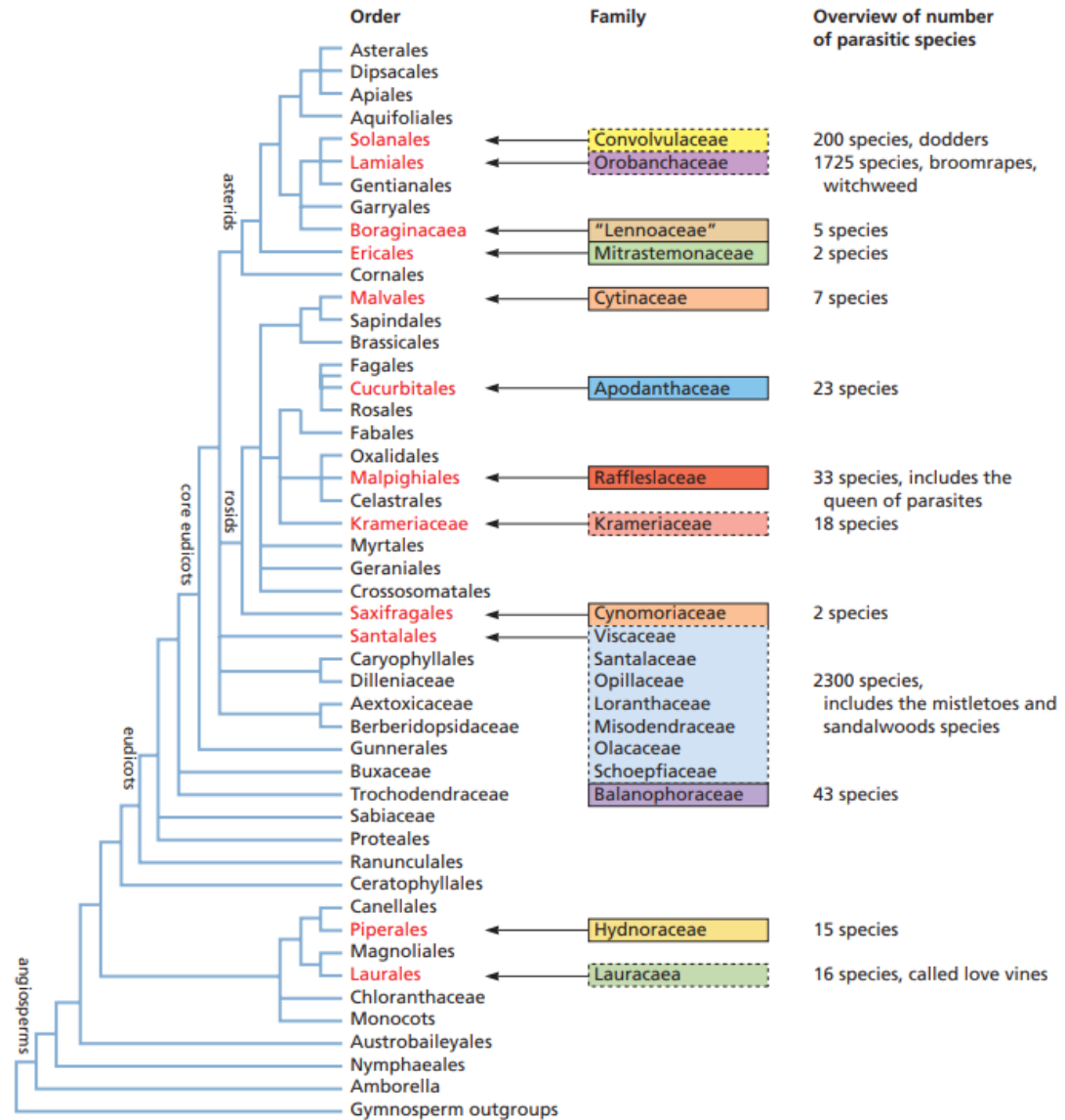
Výskyt parazitických forem ve fylogenezi živočichů (založeno na SS rDNA)

U 24 kmenů ze 43



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

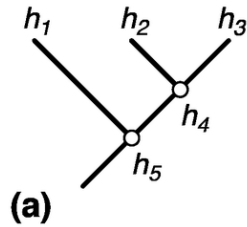
Distribuce parazitismu mezi rostlinami



Paraziti jako jazyk evoluce - metoda BPA !



Prof. Daniel Brooks
Brooks Parsimonic Analysis



Binary characters

Observed host	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅
h ₁	1	0	0	0	1
h ₂	0	1	0	1	1
h ₃	0	0	1	1	1

From

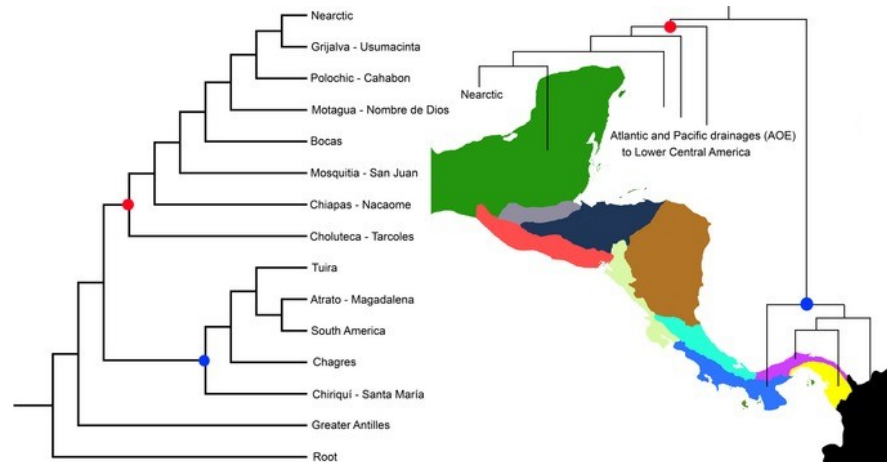
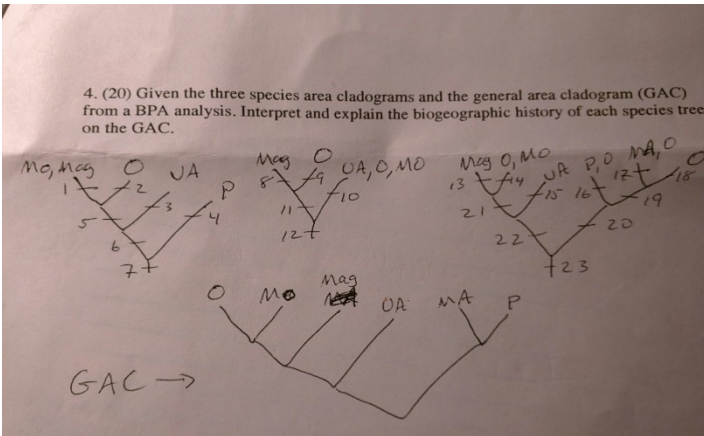
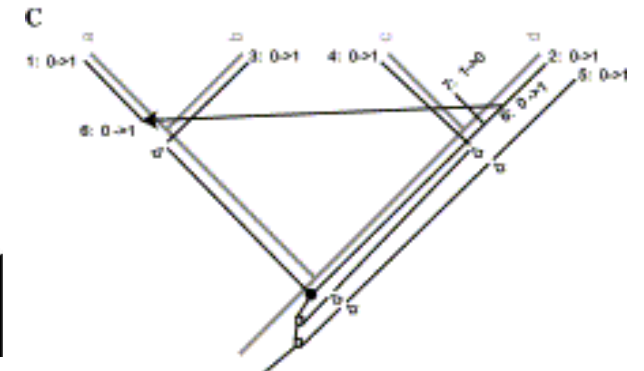
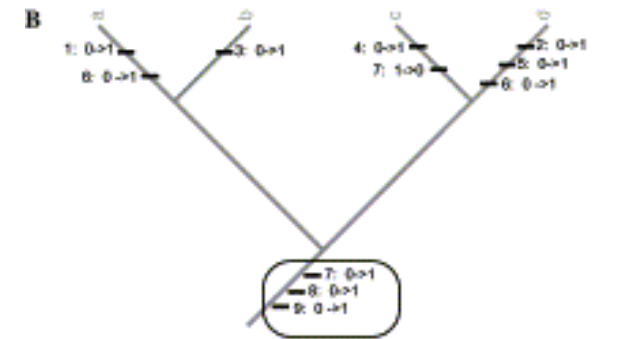
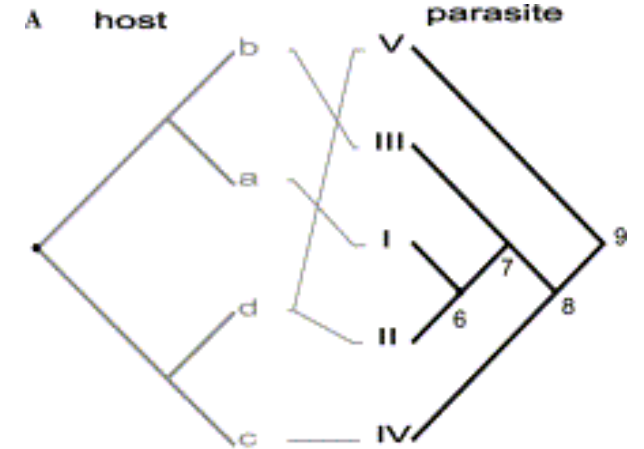
	To	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅
h ₁	h ₁	0	3	3	2	1
h ₂	h ₁	3	0	2	1	2
h ₃	h ₁	3	2	0	1	2
h ₄	h ₁	2	1	1	0	1
h ₅	h ₁	1	2	2	1	0

sorting duplication impossible

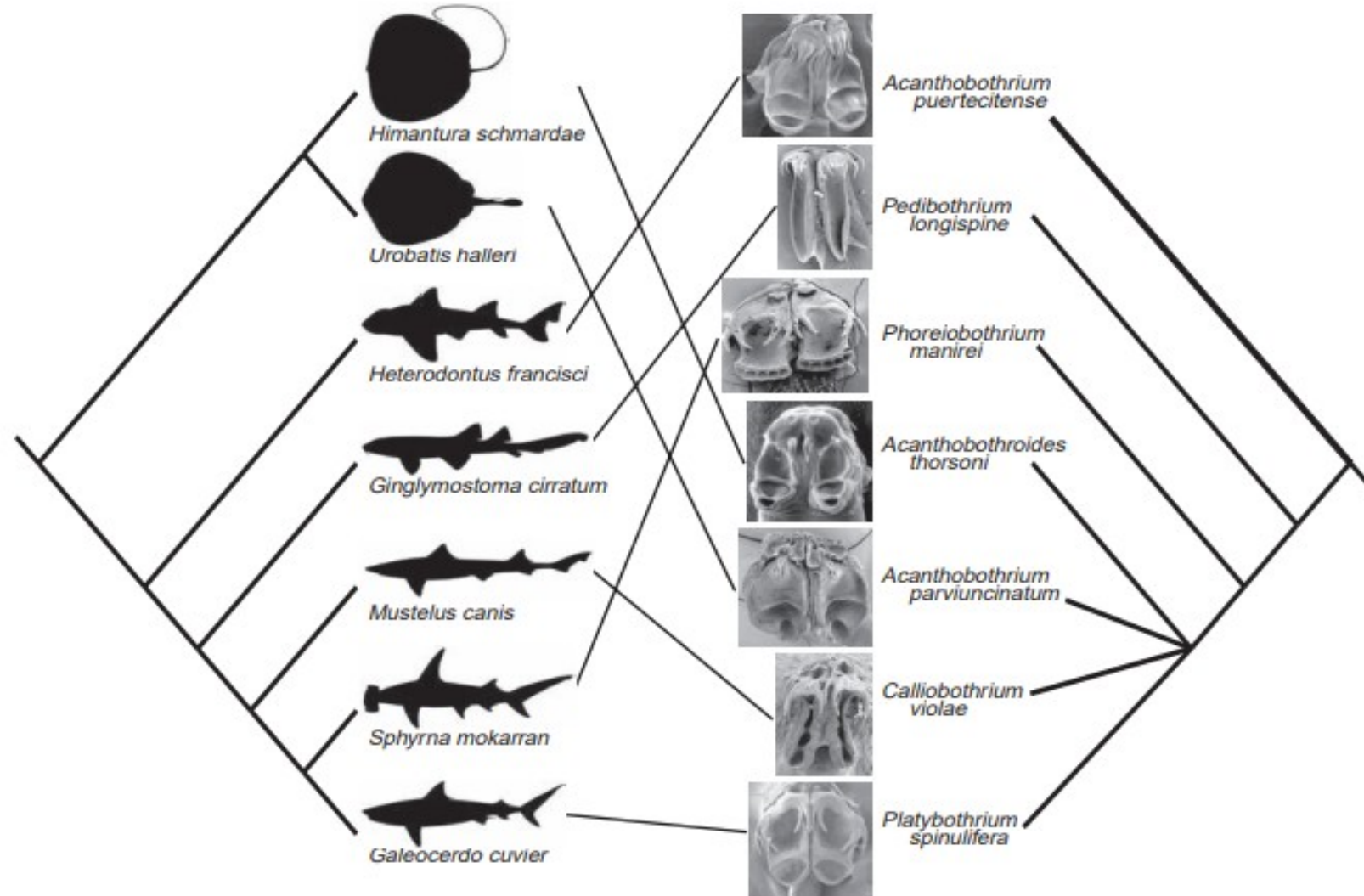
From

	To	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅
h ₁	h ₁	0	3	3	2	-
h ₂	h ₁	3	0	2	-	-
h ₃	h ₁	3	2	0	-	-
h ₄	h ₁	2	1	1	0	-
h ₅	h ₁	1	2	2	1	0

impossible

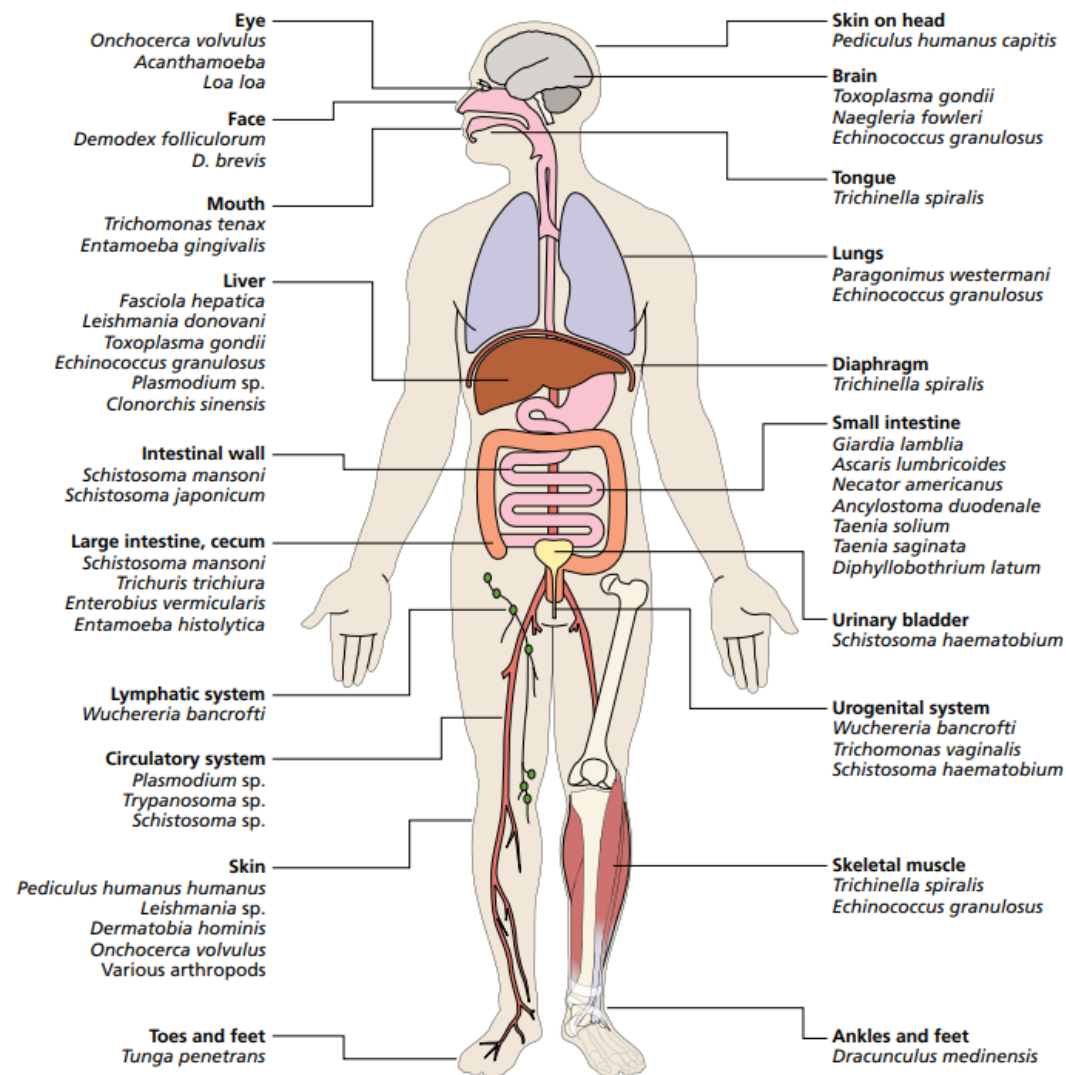
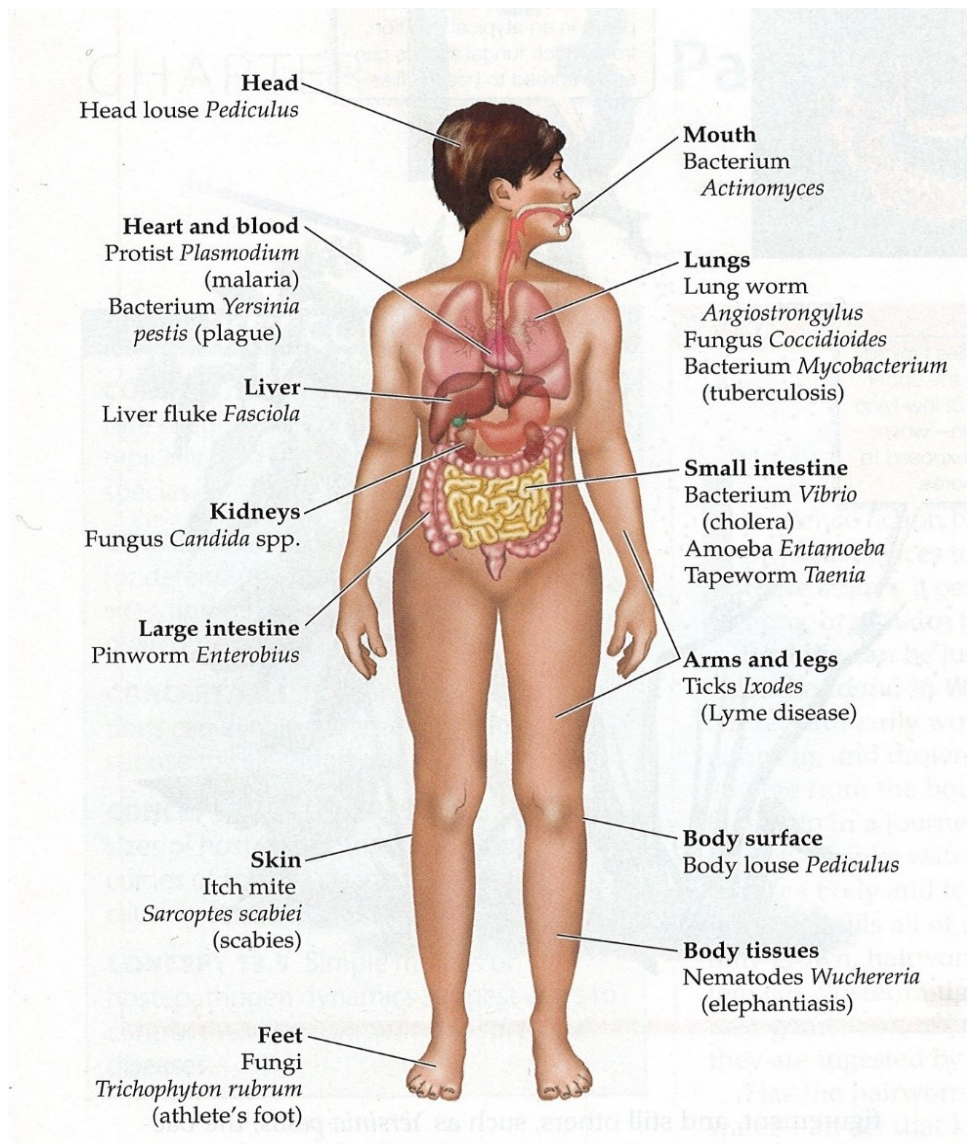


Fylogenetický vztah mezi onchobothriidními tasemnicemi a jejich chrupavčitými hostiteli (Elasmobrancha)



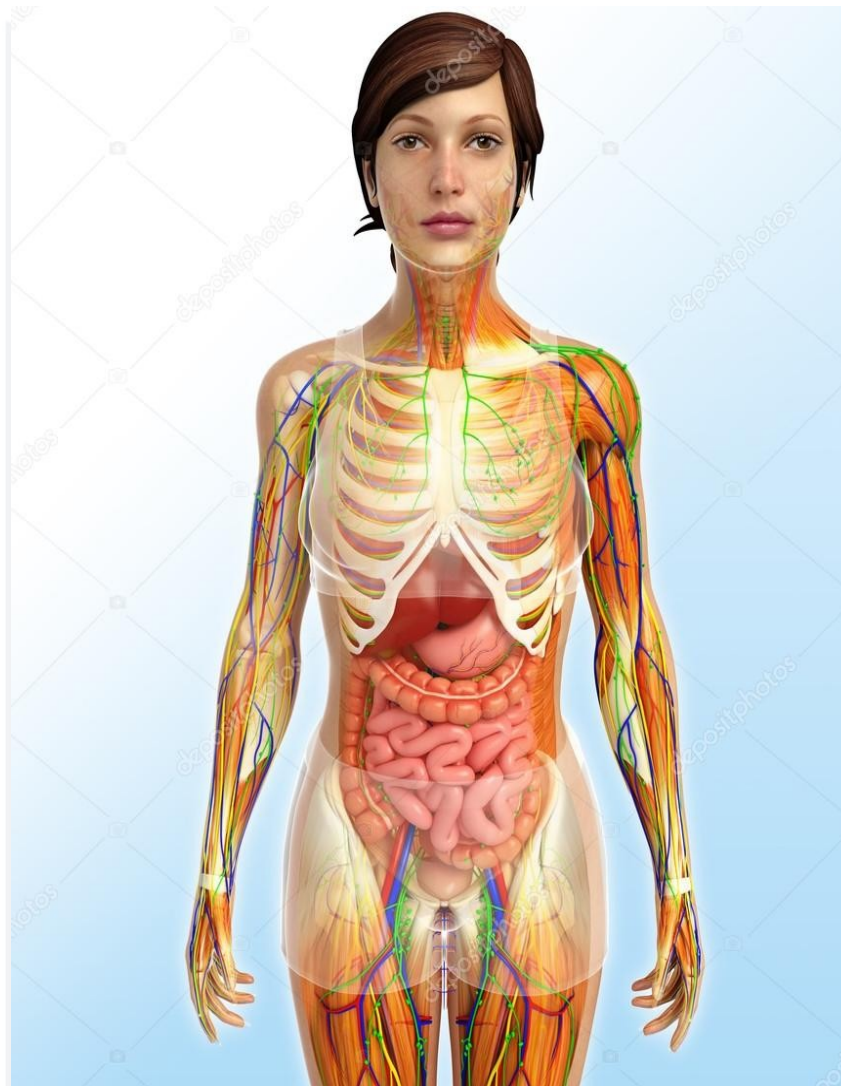
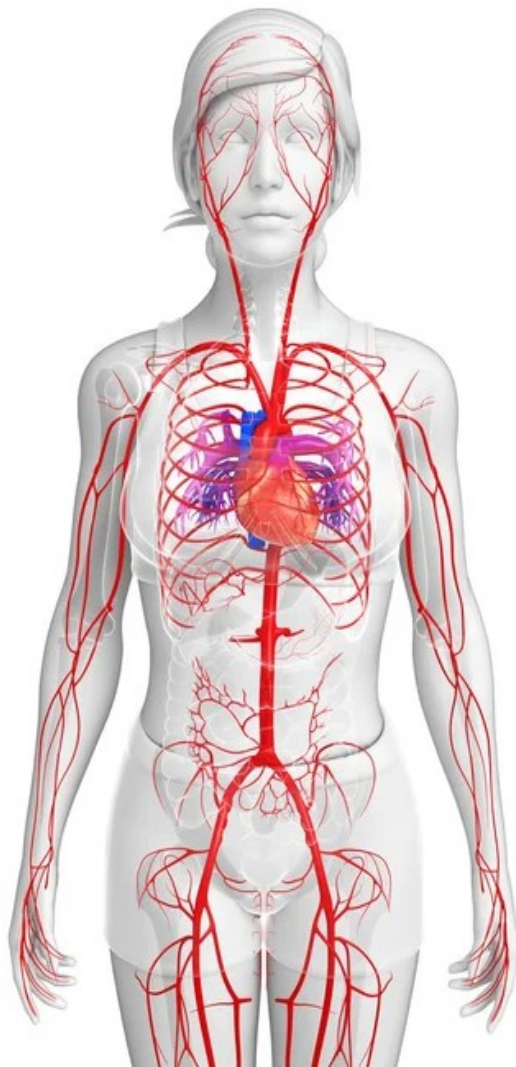
Klasifikace typů hostitelů

Lidské tělo jako habitat !



Anatomie člověka

Topografie potenciálních habitatů cizopasníků



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 mezihostiteli (vodní předožábřý plž) do kompetice se sporocystami schistosom.



Teorie ostrovní biogeografie

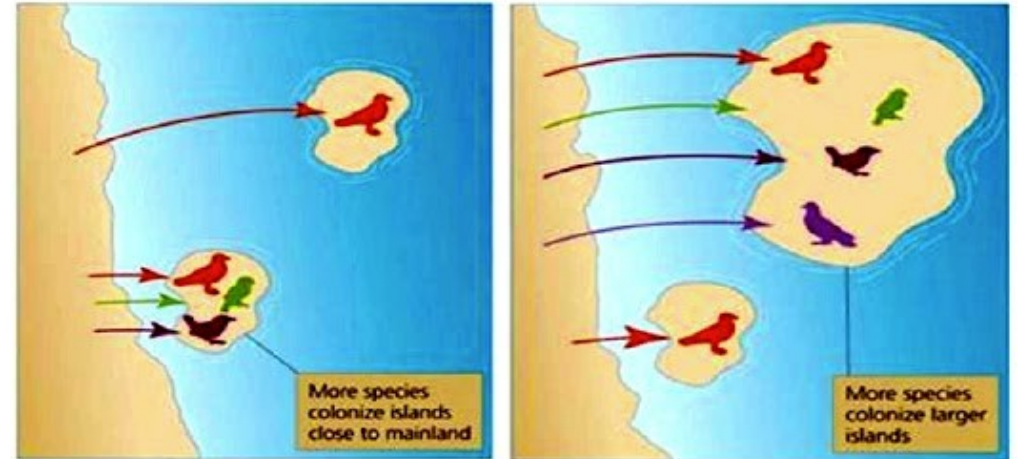


Equilibrium theory of Island Biogeography

Popisuje teoretický vztah mezi imigrací a emigrací druhů na ostrov v závislosti na jeho velikosti a vzdálenosti od mateřské pevniny.

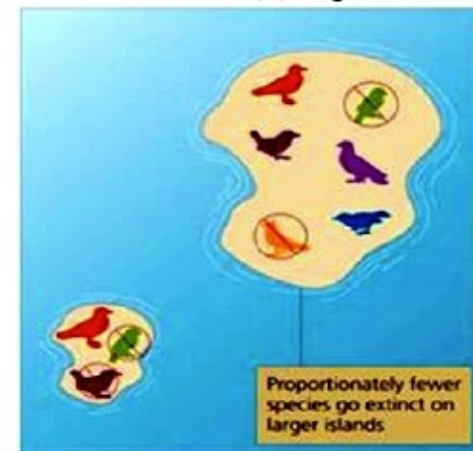
Jsou zde dvě hlavní proměnné ovlivňující míru extinkce a imigrace:

- 1) Velikost ostrova
- 2) Jeho vzdálenost od mateřské pevniny



(a) Distance effect

(b) Target size



(c) Differential extinction

Co poskytuje parazitovi „ostrov“ 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:

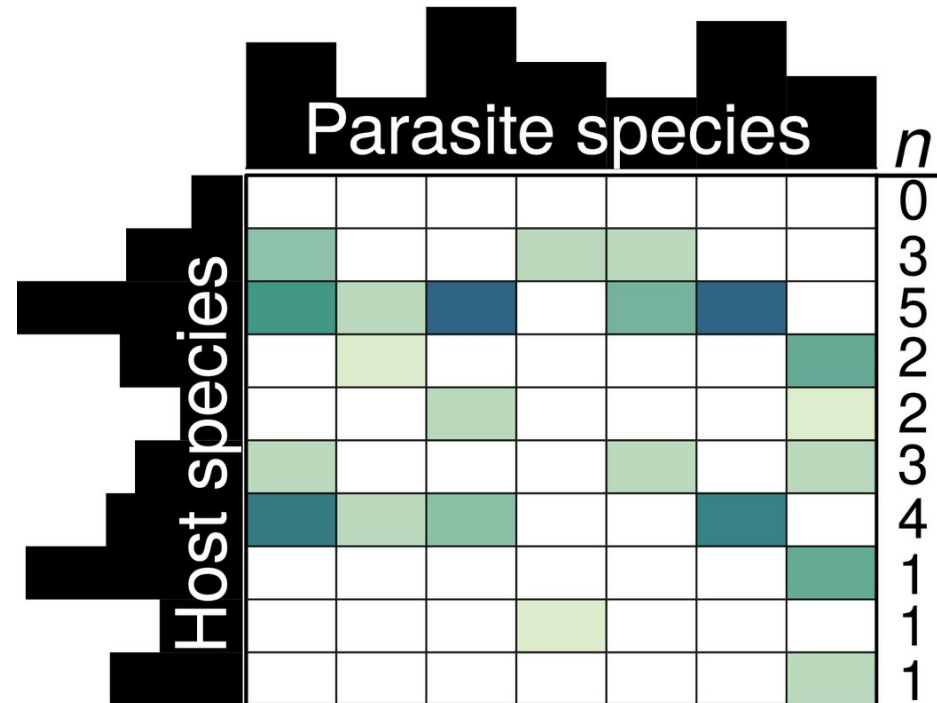
- Habitat – „ubytování“
- Výživu – „stravu“
- Rozšiřování – „cestování“



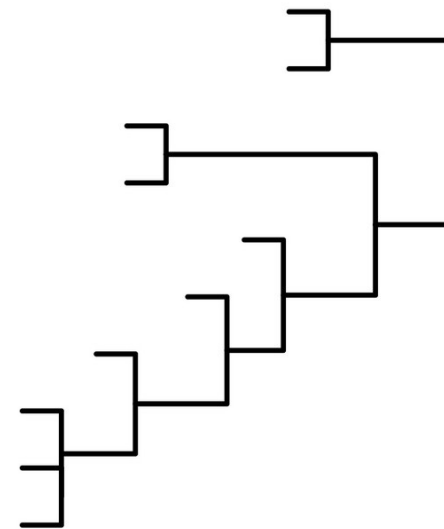
Parasite life style



Co určuje druhovou bohatost parazitů napříč hostitelskými druhy „velikost ostrova“



Host taxonomy



Host traits

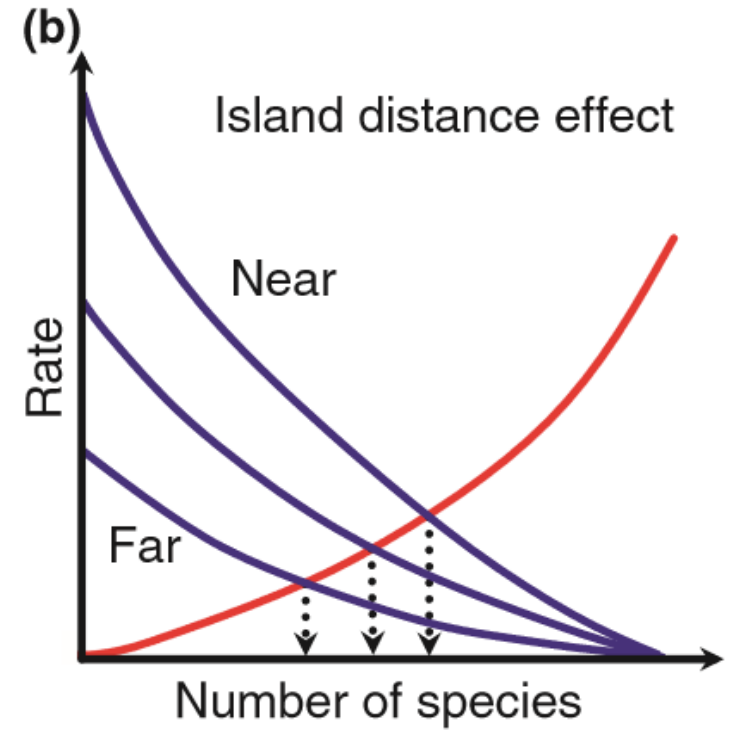
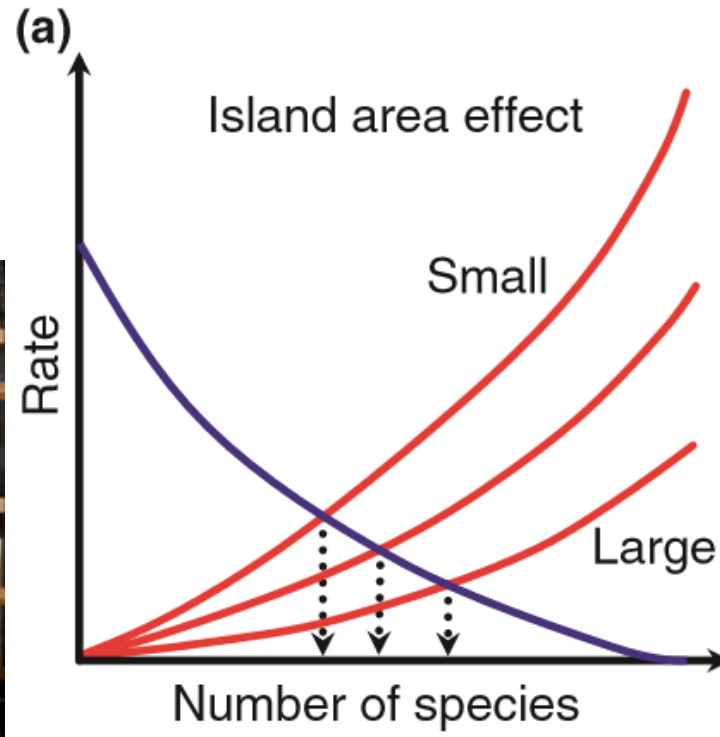
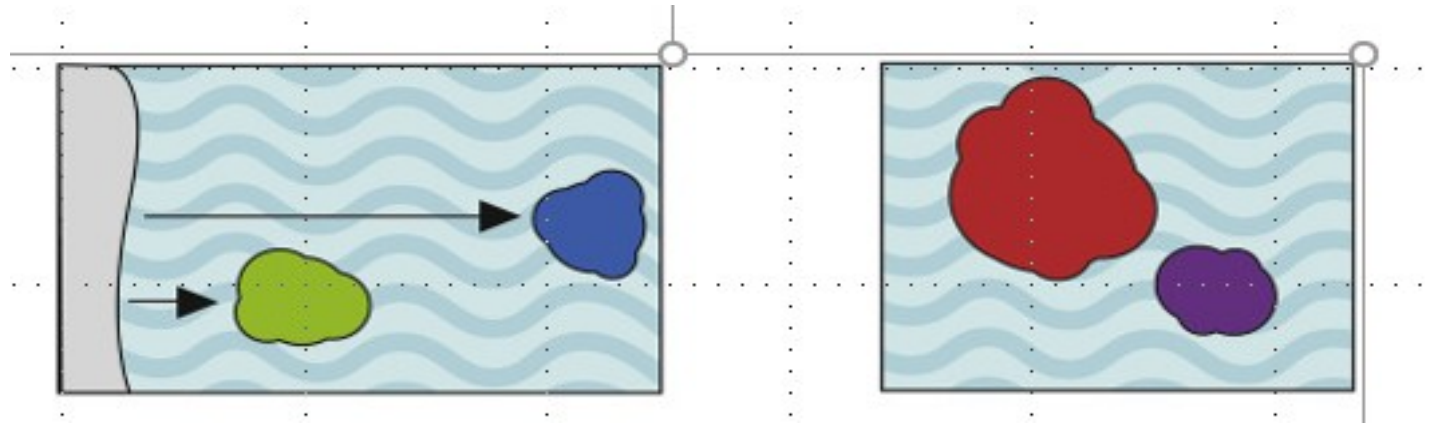
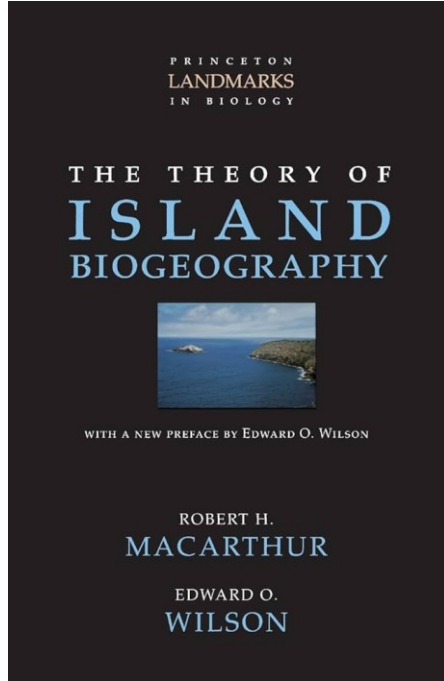


Body size



Paraziti preferují větší a tudíž predikovatelnější (rozuměj stabilnější) habitat !

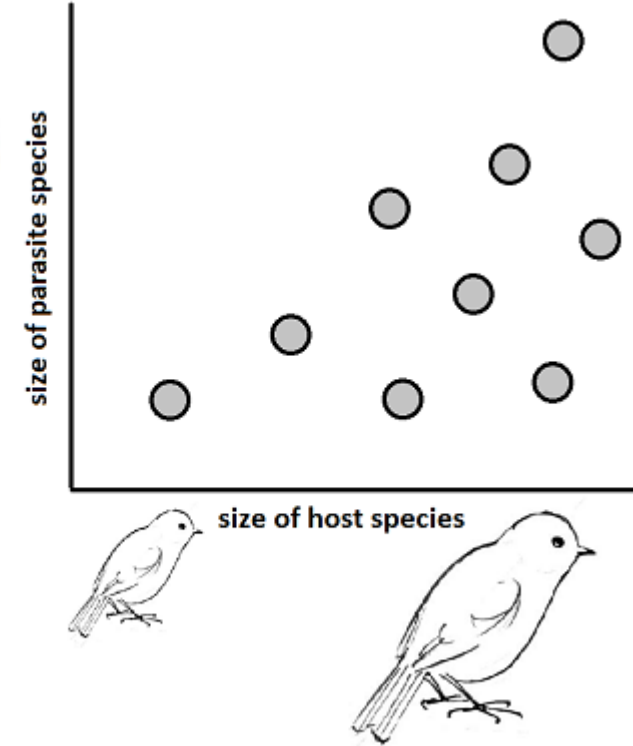
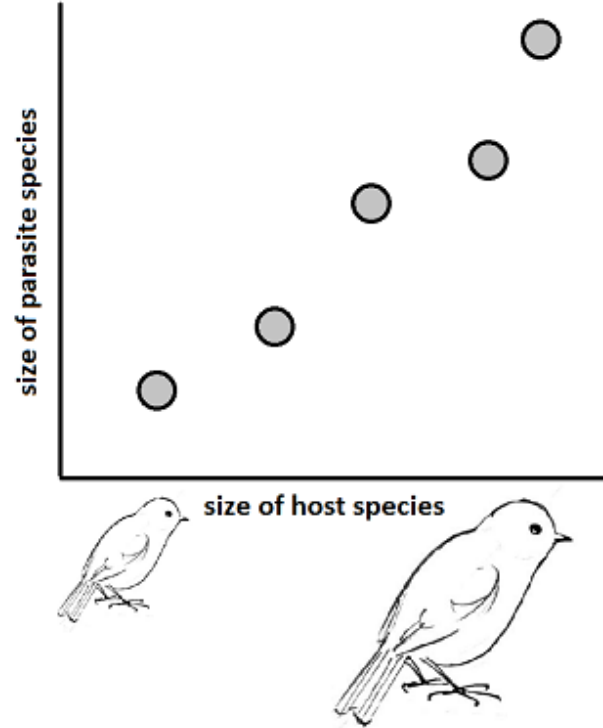
(Aplikace koncepce teorie ostrovů Mac Arthura a Wilsona)





Launcelot Harrison
1880-1928

Harrisonovo evoluční pravidlo



Hostitelé malých rozměrů hostí malé cizopasníky a hostitelé větší mohou hostit málo ale i hodně cizopasníků (Poulin,

Bergmanovo pravidlo

- Endotermní („teplokrevní“) živočichové v teplých oblastech dosahují větších rozměrů než jejich příbuzní v oblastech s chladným podnebím. Ve studených oblastech se totiž vyplatí mít malý poměr povrchu k objemu, aby nedocházelo ke ztrátám tepla – a platí, že velké těleso má tento poměr menší
- Platí pro člověka?



Kaiser-Pinguin

120 cm

40 kg

Antarktida

-19 °C



Magelan-Pinguin

70 cm

5 kg

Argentina

8 °C



Galapagos-Pinguin

50 cm

2 kg

Galapágy

24 °C



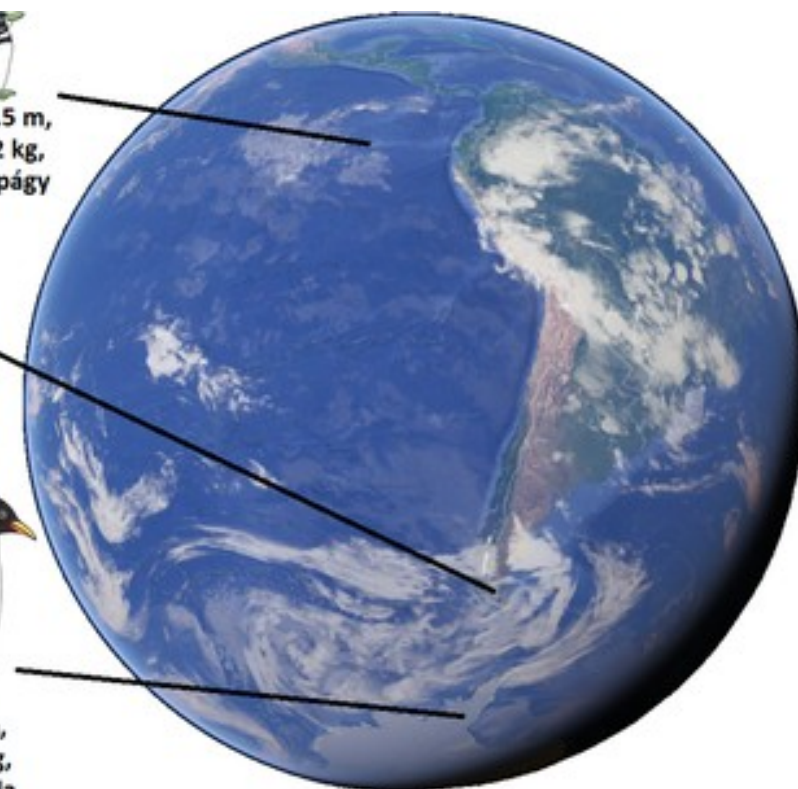
h = 0.5 m,
m = 2 kg,
Galapágy



h = 0.7 m,
m = 5 kg,
Argentina



h = 1.2 m,
m = 40 kg,
Antarktida



fenek berberský



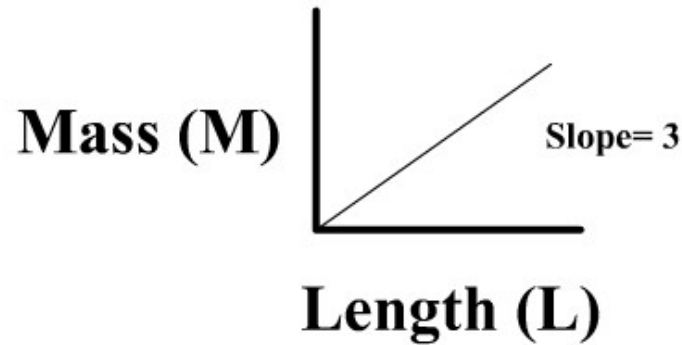
liška obecná



liška polární

Allometrie - Allometrická rovnice

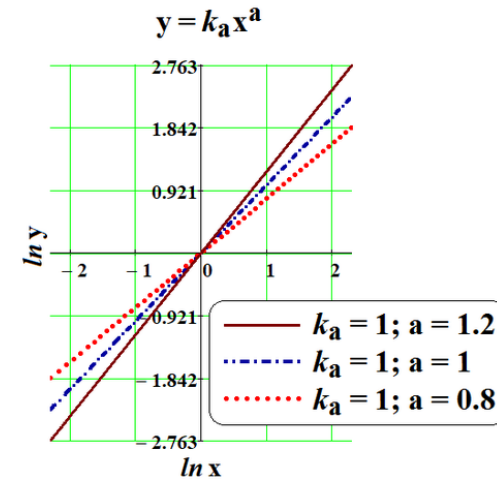
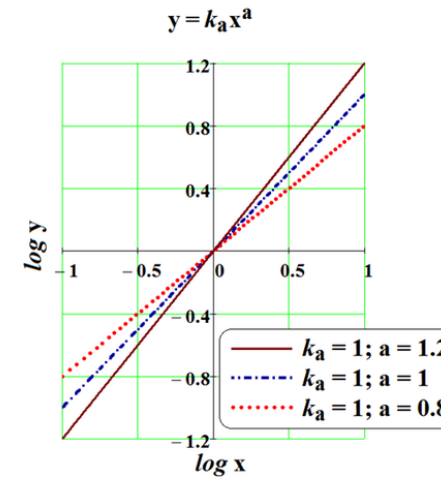
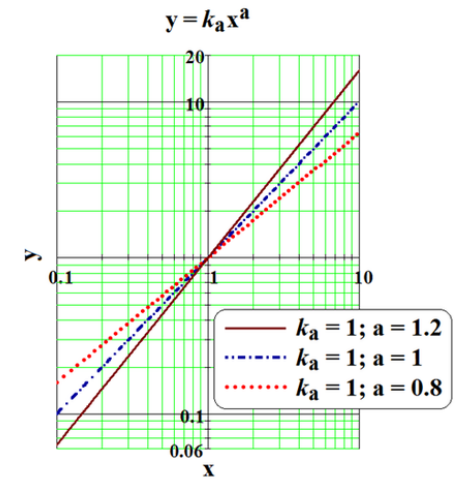
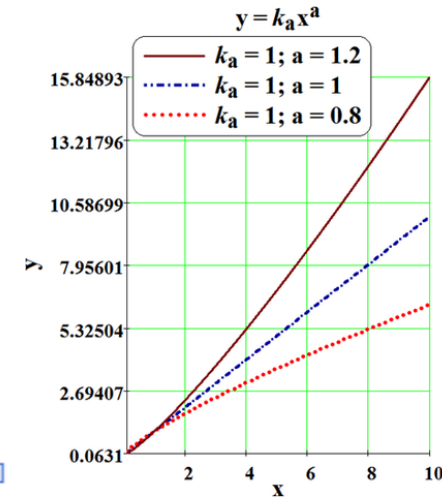
Allometrie je studiem vztahů proporcí velikosti těla a jeho tvaru z hlediska anatomie, fyziologie, a chování. Poprvé byla tato zátokost formulována Otto Snellem v roce 1892 a posléze upřesněna D'Arcym v roce 1917 v díle „Growth and Form“ Julianem Huxleym v roce 1932.



Explanation: Mass=Volume=L³
 Mass/Length= 3/1=3. Expected slope should be 3.

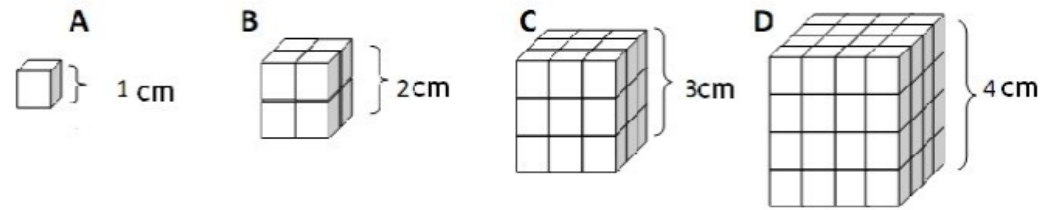
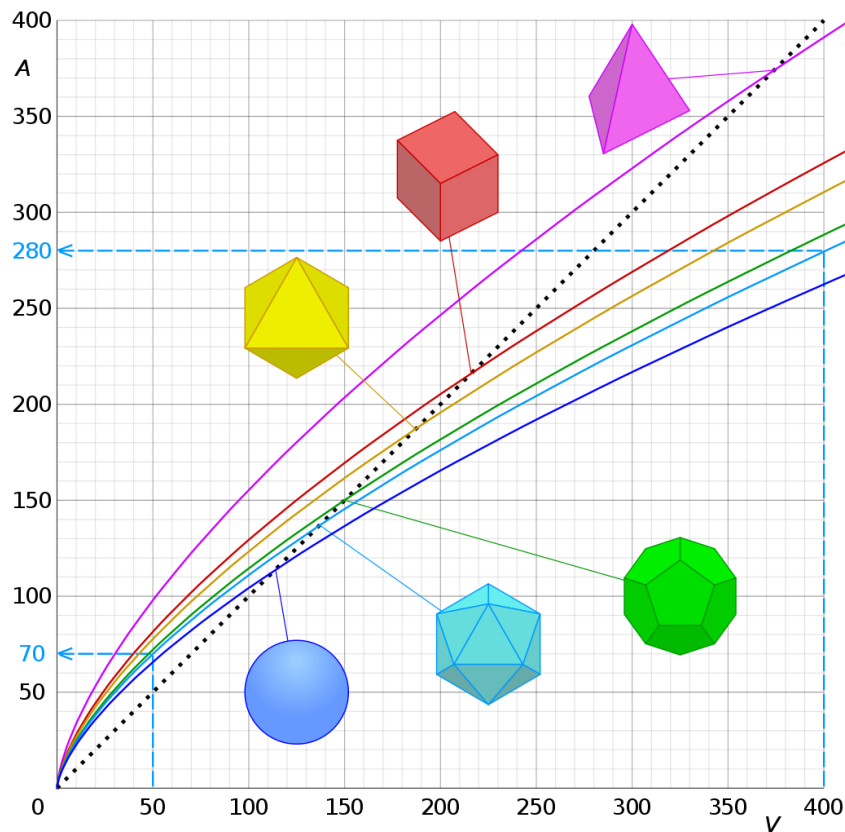
Scaling range for different organisms^[11]

Group	Factor	Length range
Insects	1000	10 ⁻⁴ to 10 ⁻¹ m
Fish	1000	10 ⁻² to 10 ⁺¹ m
Mammals	1000	10 ⁻¹ to 10 ⁺² m
Vascular plants	10,000	10 ⁻² to 10 ⁺² m
Algae	100,000	10 ⁻⁵ to 10 ⁰ m









Zákonitost povrch versus objem

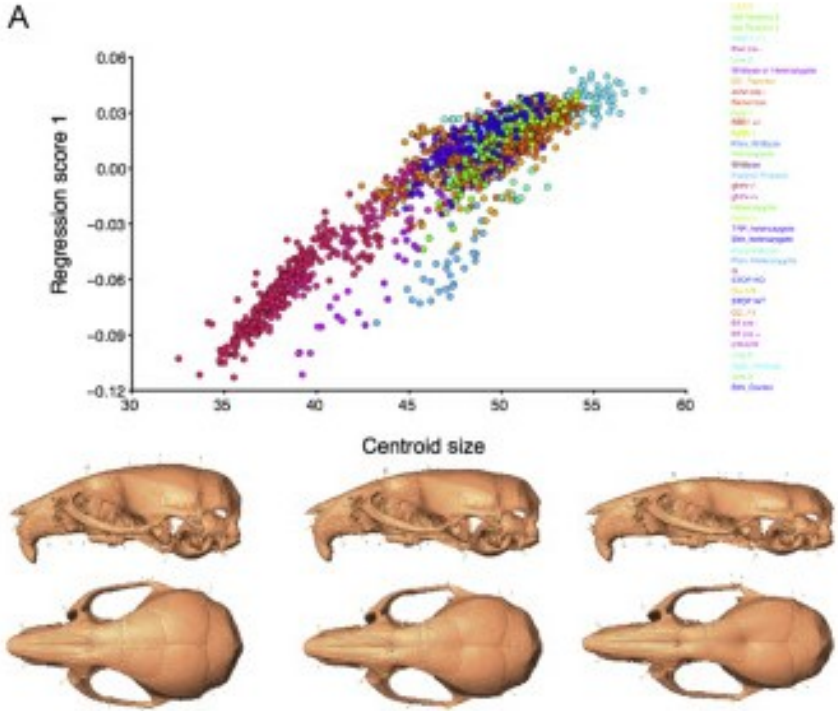
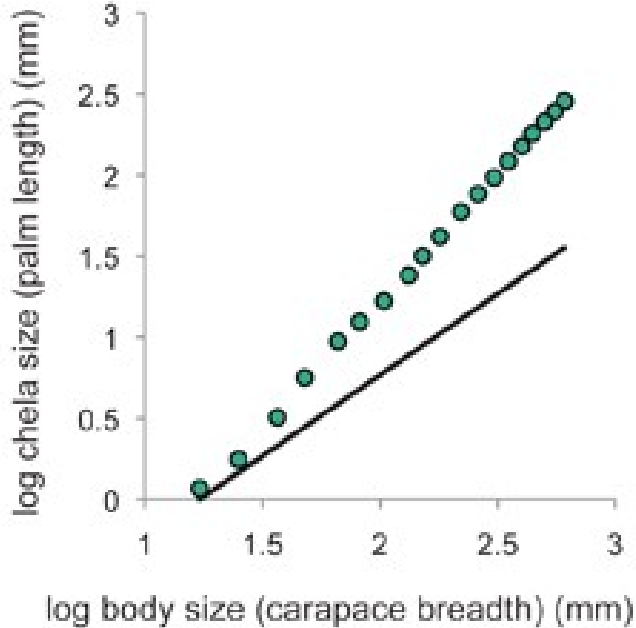
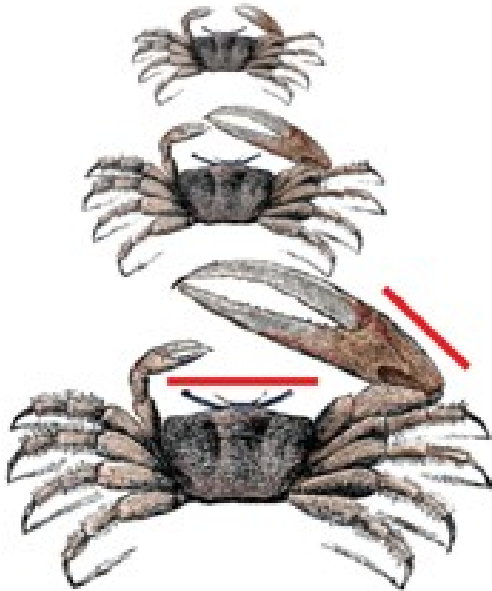
Pokud objekt prodělává proporciální změnu své velikosti, jeho nová povrchu se bude zvětšovat s kvadraticky (x^2) a následně jeho objem kubicky (x^3).



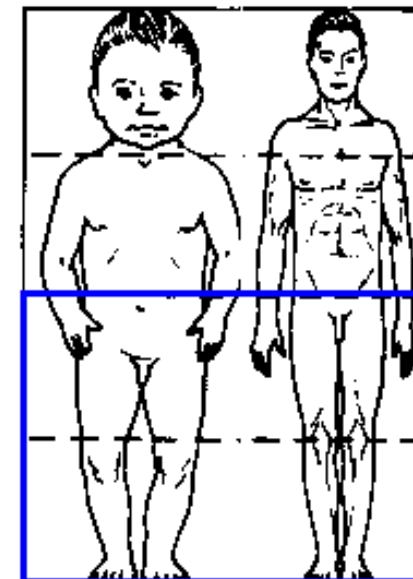
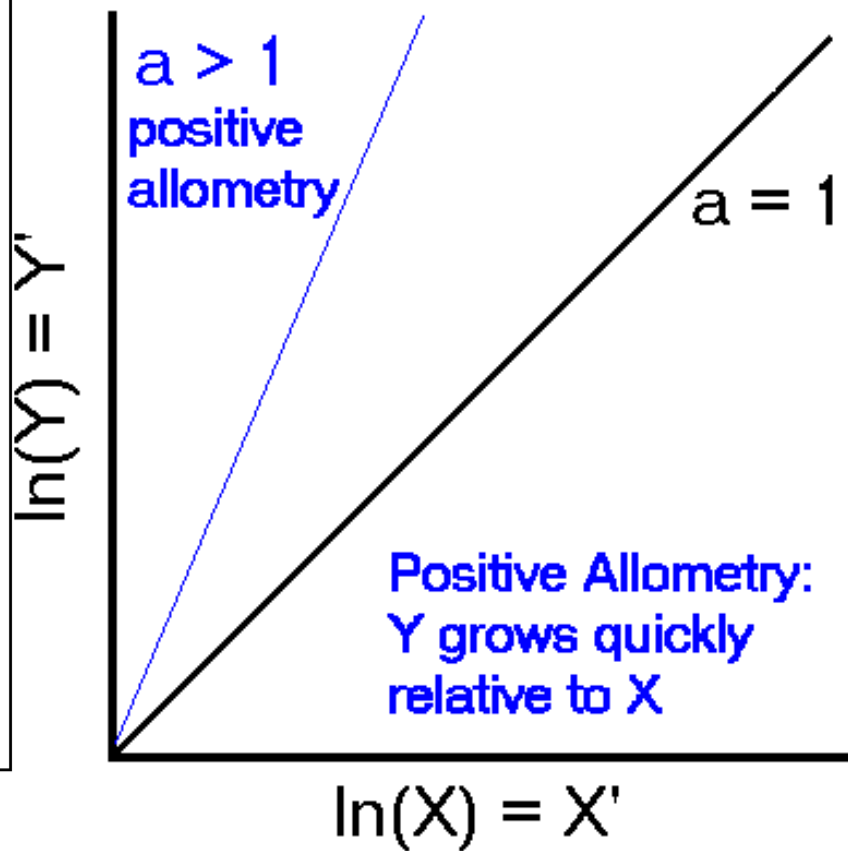
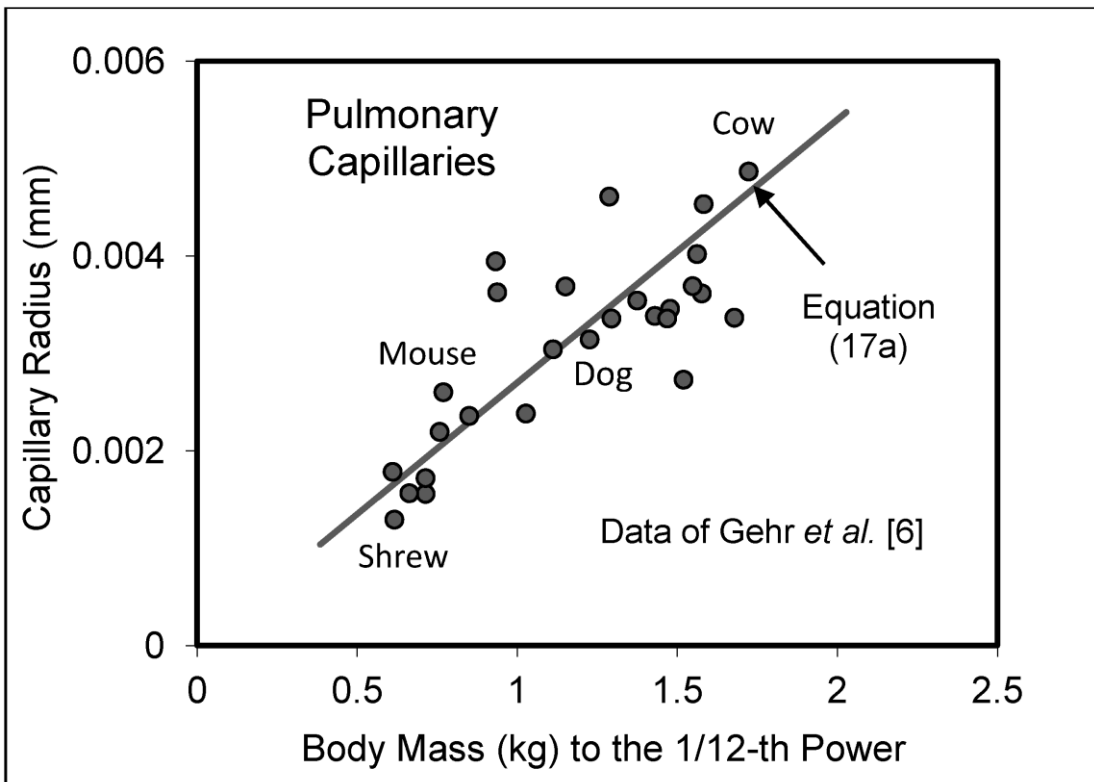
OBR.	n počet krychlíček	plocha S	objem V	S/V
A	1	6	1	6
B	8	24	8	3
C	27	54	27	2
D	64	96	64	1.5

Tvar		Délka	Plocha	Objem	SA / V poměr	SA / V poměru k jednotce objemu
Čtyřstěn		strana	$\sqrt{3}a^2$	$\frac{\sqrt{2}a^3}{12}$	$\frac{12\sqrt{3}}{\sqrt{2}a} \approx \frac{14.697}{a}$	7,21
Kostka		strana	$6a^2$	a^3	$\frac{6}{a}$	6
Osmistěn		strana	$2\sqrt{3}a^2$	$\frac{1}{3}\sqrt{2}a^3$	$\frac{6\sqrt{3}}{\sqrt{2}a} \approx \frac{7.348}{a}$	5,72
Dvanáctistěn		strana	$3\sqrt{25 + 10\sqrt{5}}a^2$	$\frac{1}{4}(15 + 7\sqrt{5})a^3$	$\frac{12\sqrt{25 + 10\sqrt{5}}}{(15 + 7\sqrt{5})a} \approx \frac{2.694}{a}$	5,31
Dvacetistěn		strana	$5\sqrt{3}a^2$	$\frac{5}{12}(3 + \sqrt{5})a^3$	$\frac{12\sqrt{3}}{(3 + \sqrt{5})a} \approx \frac{3.970}{a}$	5,148
Koule		poloměr	$4\pi^2$	$\frac{4\pi a^3}{3}$	$\frac{3}{a}$	4,836

Biologické škálování



Příklady alometrických závislostí



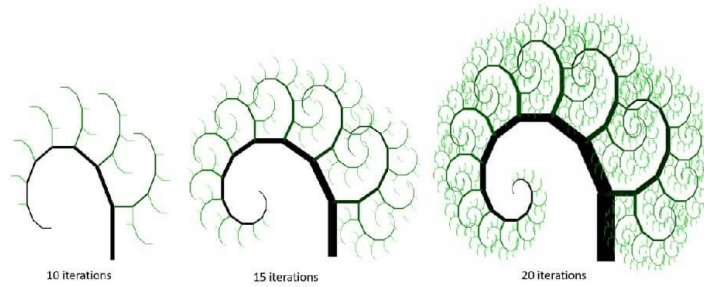
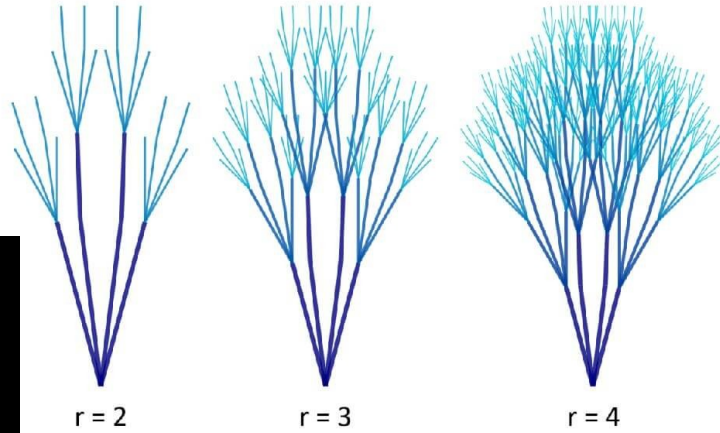
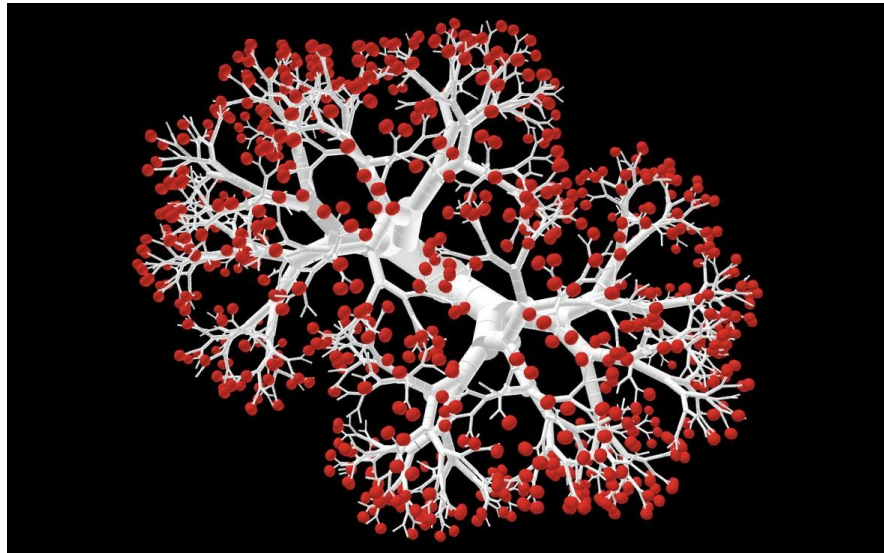
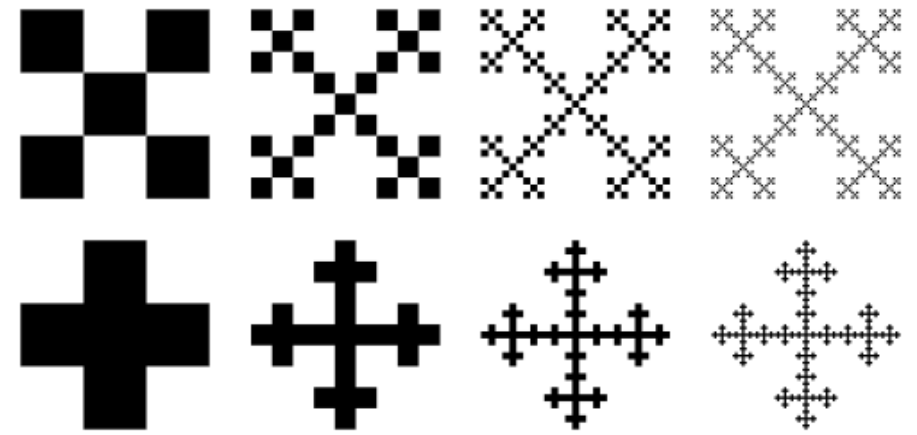
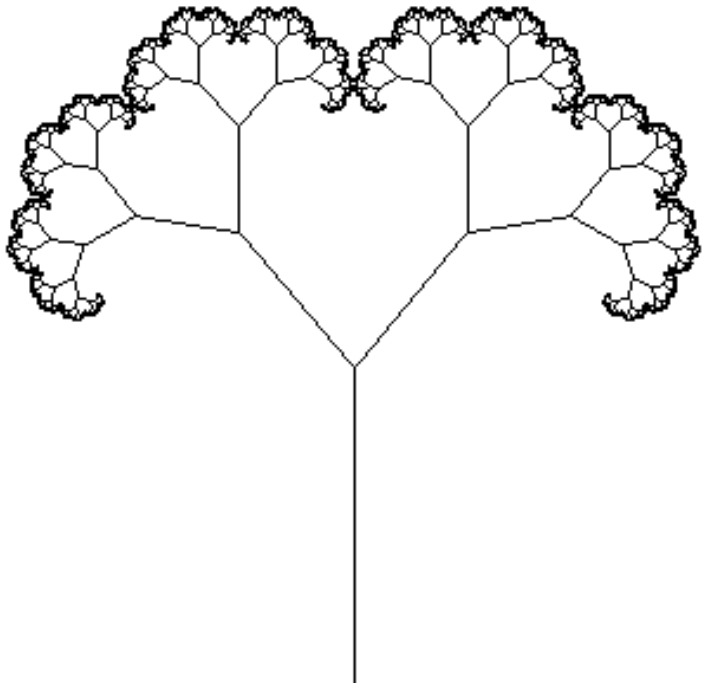
Legs grow quickly relative to torso

Aplikace v letectví



Fraktální geometrie v biologii ?

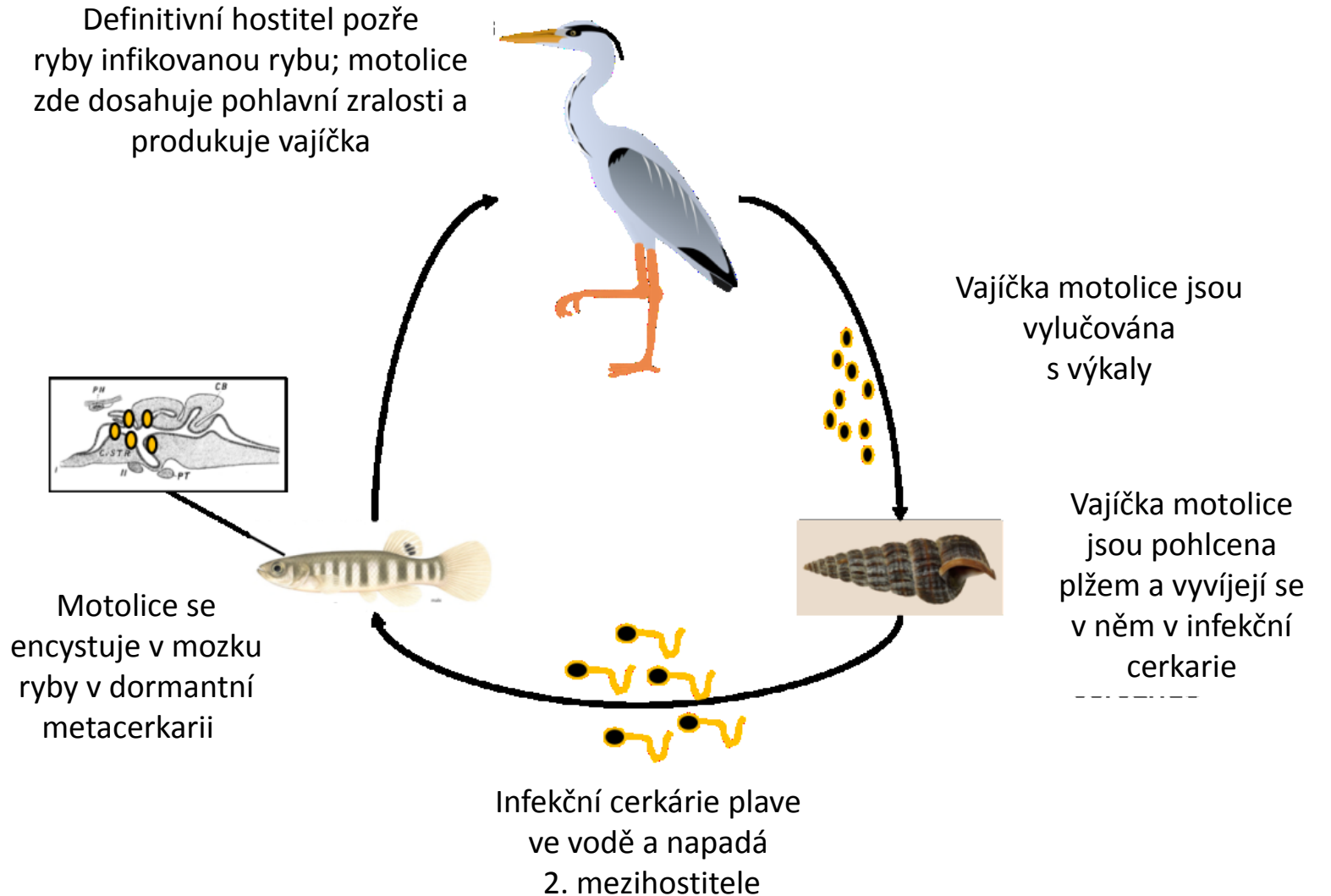




Typy hostitelů

(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.

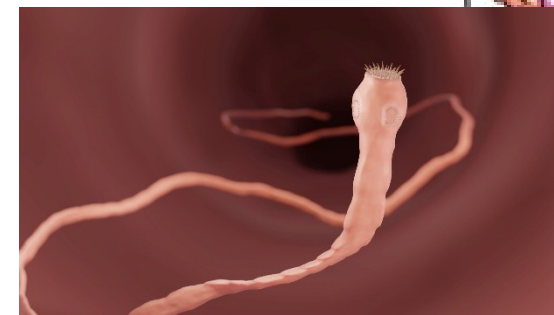


Schistosomóza – *Schistosoma mansoni*



Ascarióza – *Ascaris lumbricoides*

← Definitivní hostitel →

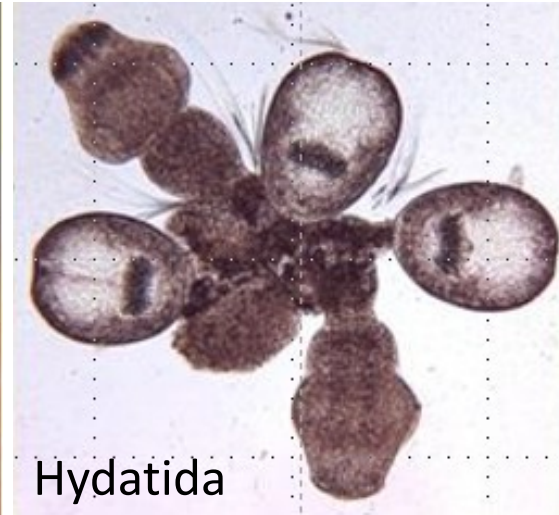


Taeniidóza – *Taenia solium*

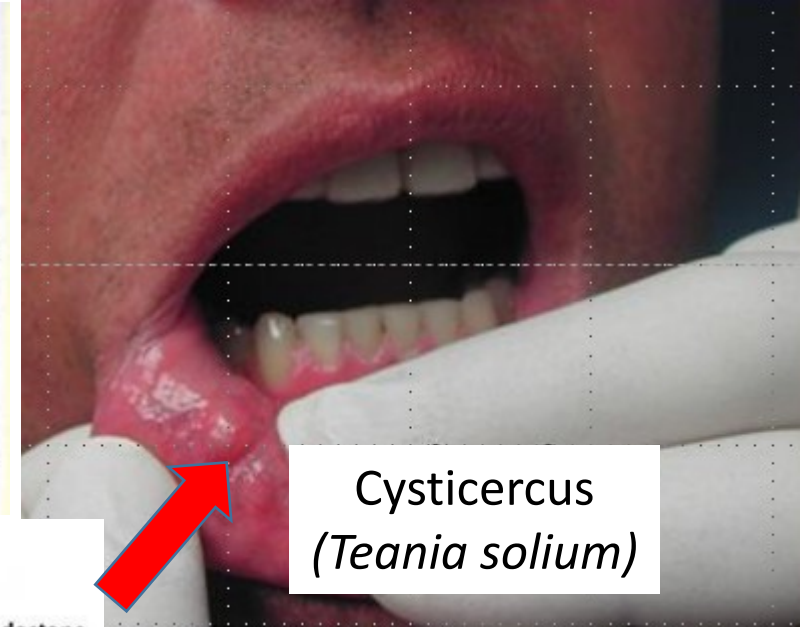
2. Mezihostitel (intermediate host) = hostitel (často bezobratlý, obratlovec), který je **nezbytný pro vývoj** larválních stadií parazita; parazit se zde vyvíjí do stadia invazního pro dalšího MH nebo pro DH



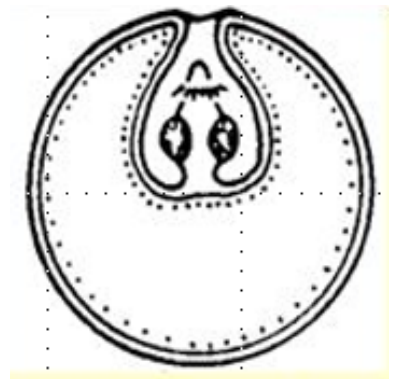
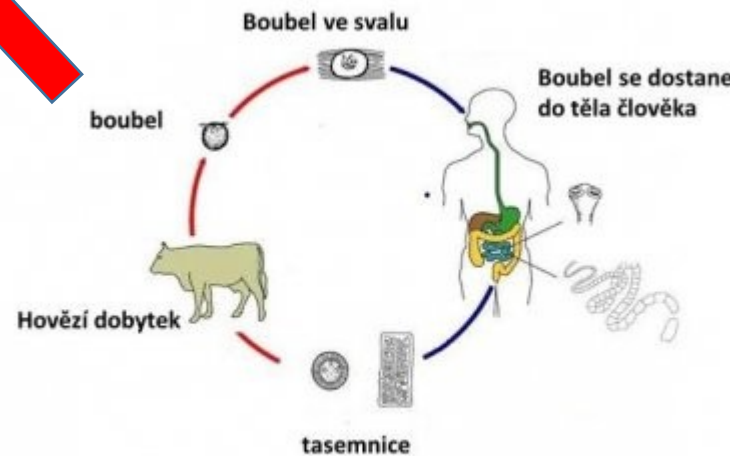
Echinokokóza, Hydatidóza
(*Echinococcus granulosus*)



Hydatida

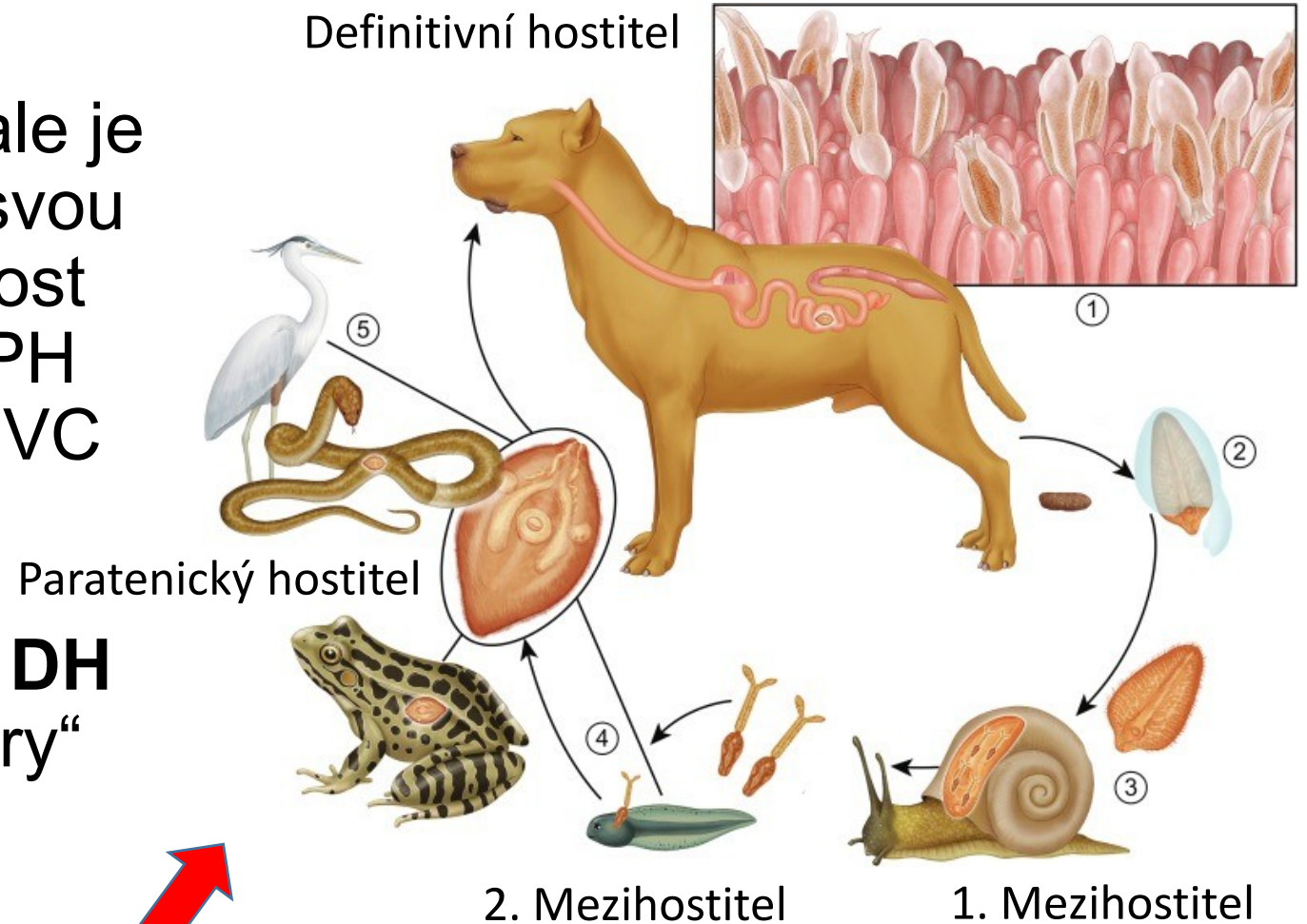


Cysticercus
(*Teiania solium*)



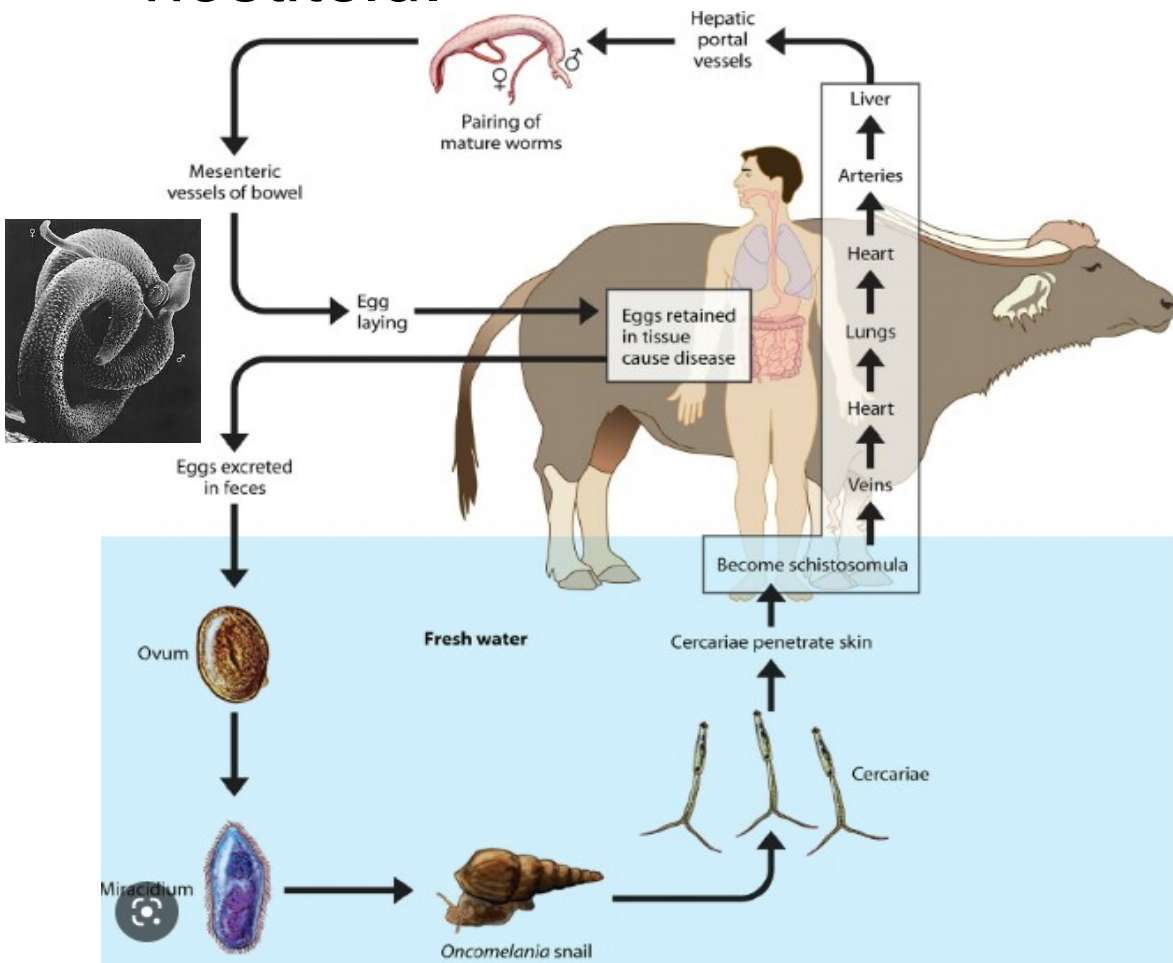
3. Paratenický hostitel (paratenic nebo transport host) = parazit

se v tomto hostiteli **nevyvíjí**, ale je schopen přežít a udržet si svou **invazeschopnost** (tj. schopnost nákazy DH nebo MZ). Účast PH není nezbytná pro dokončení VC parazita, ale v přirozených podmínkách PH představuje **významný zdroj nákazy pro DH** (překonání „ekologické mezery“ mezi MH a DK)

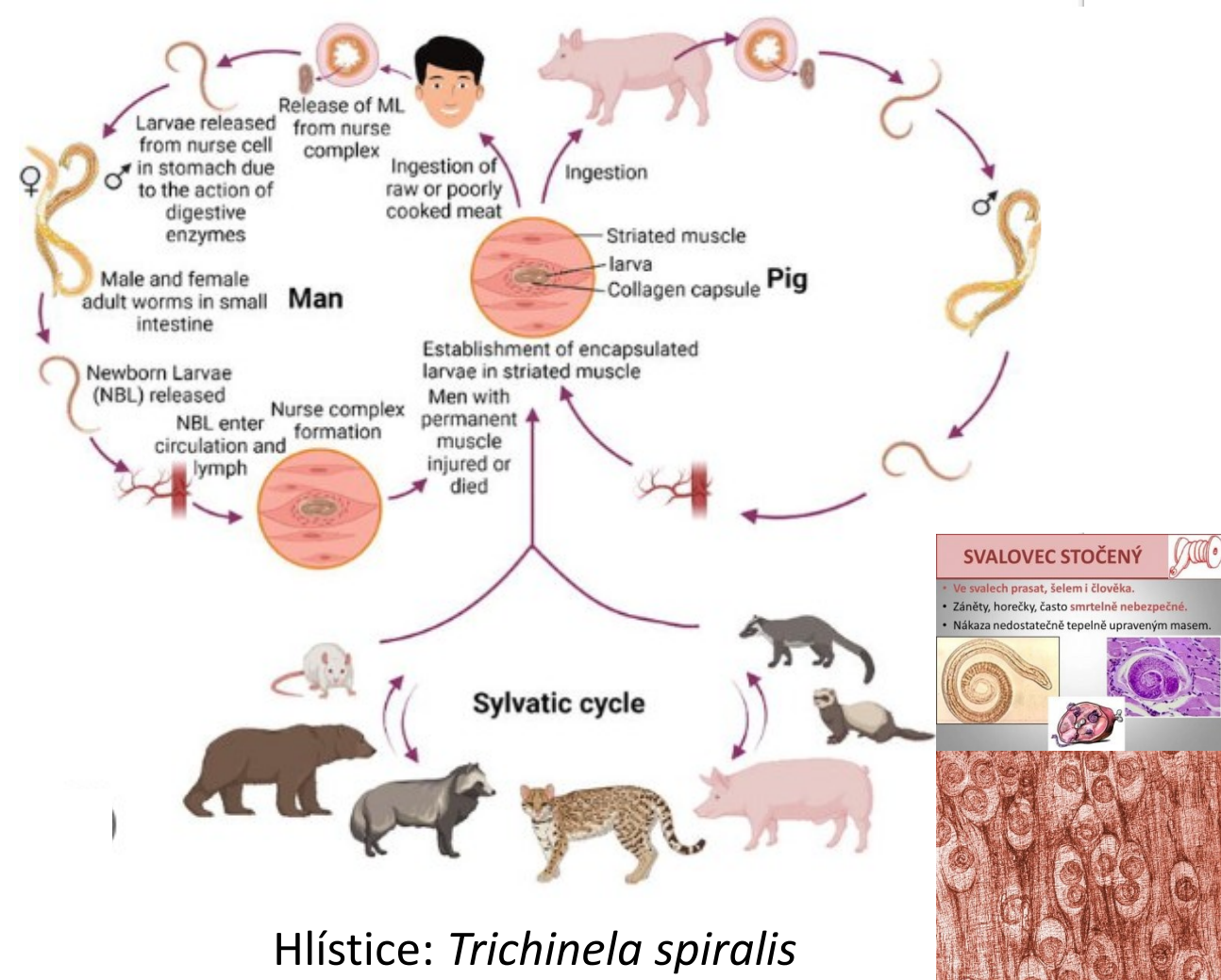


Strigeidní motolice: *Alaria canis*

4. Rezervoárový hostitel (reservoir host) = hostitel, který představuje ZDROJ NÁKAZY parazitem pro ekosystém a který umožňuje cizopasníkovi přežít i v podmínkách bez jiných vhodných hostitelů.



Motolice: *Schistosoma mansoni*

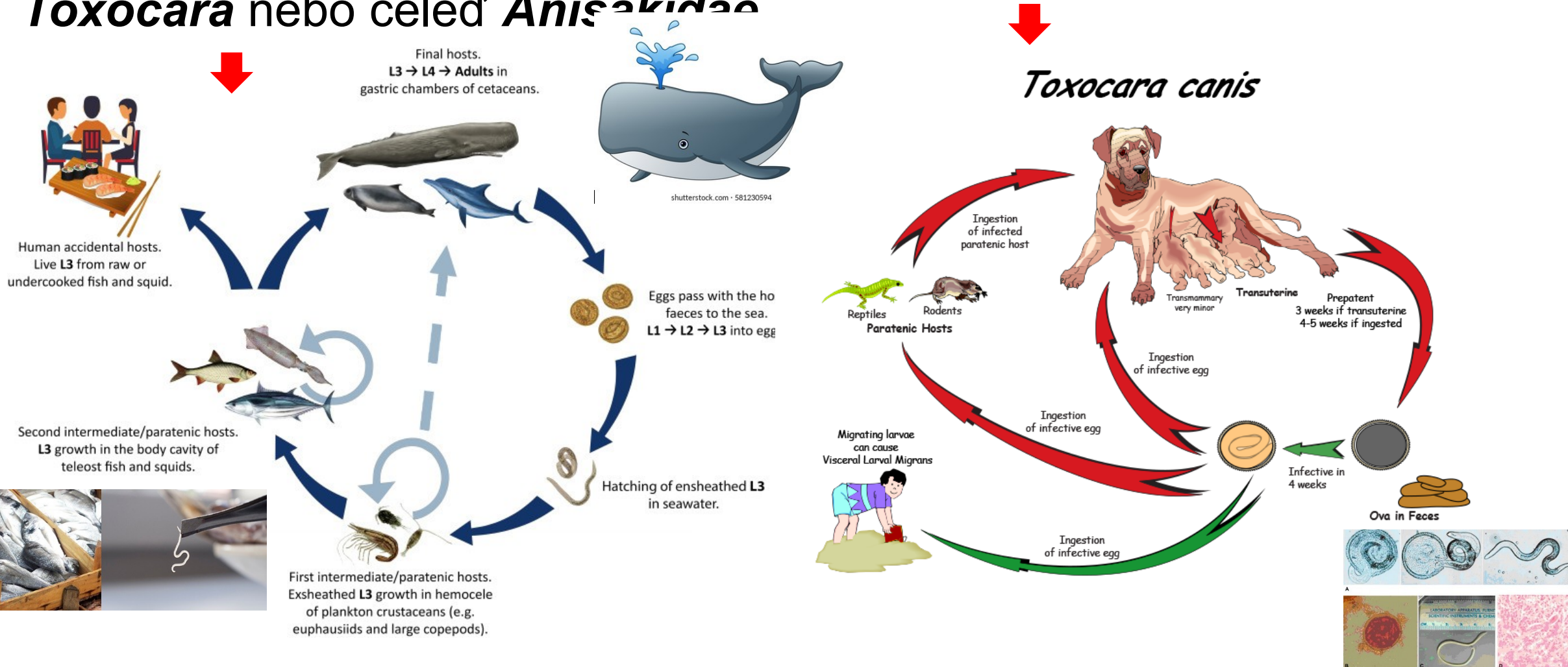


Hlístice: *Trichinella spiralis*



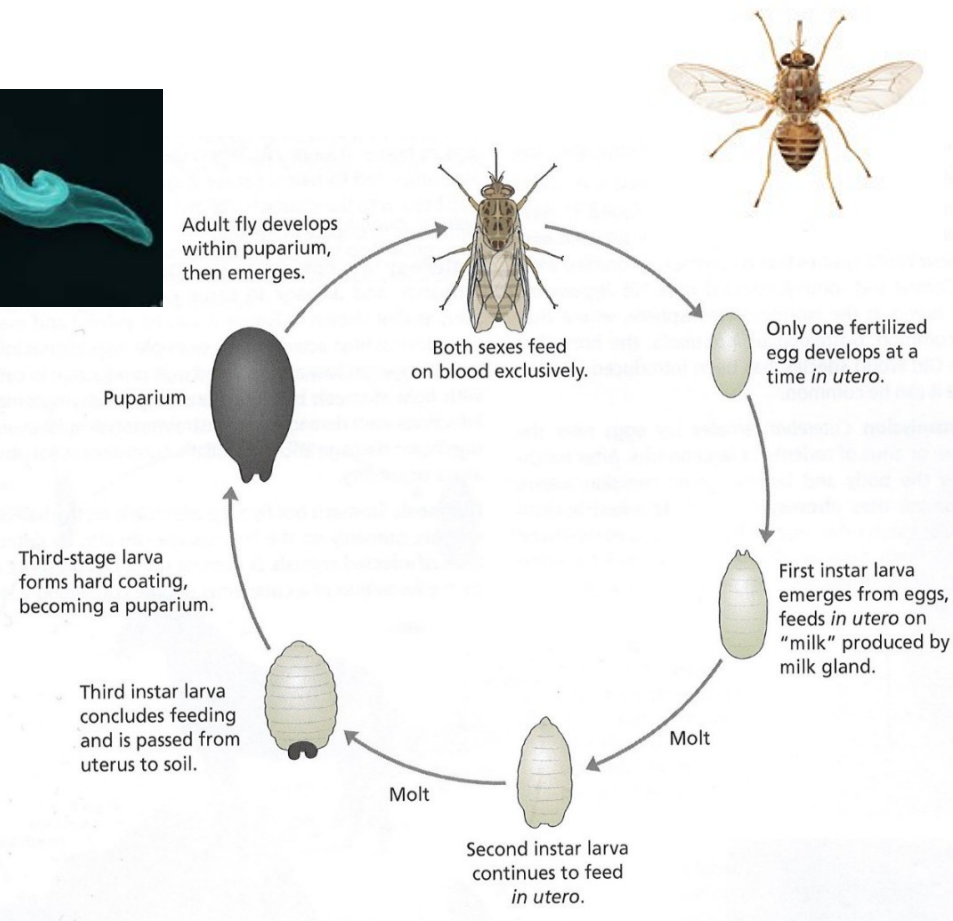
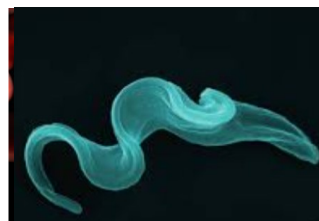
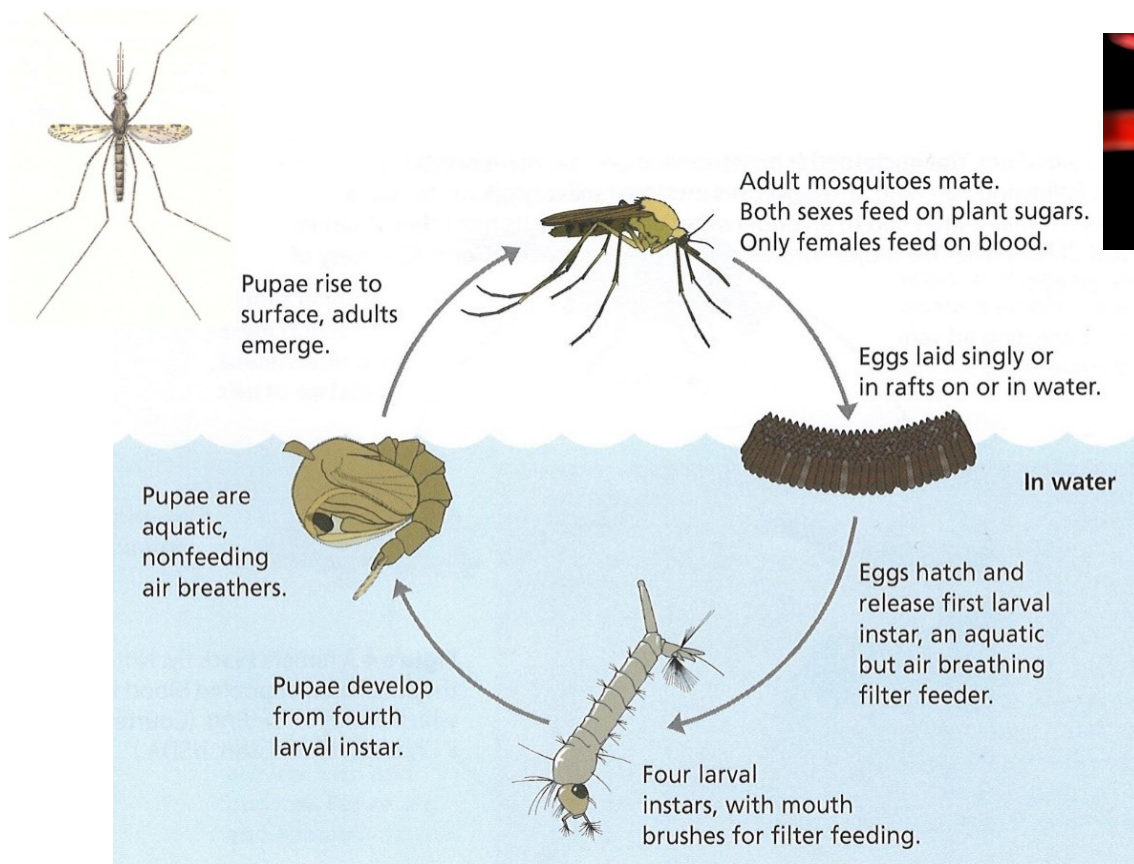
- Ve svaľech prasat, ťelem i Ľovĕka.
- Zánĕty, horeĕky, ěasto smrtelnĕ nebezpeĕnĕ.
- Nĕkaza nedostateĕnĕ tepelnĕ upravenĕm masem.

5. Náhodný hostitel (accidental host) = parazit dlouho nepřežívá a nevyvíjí se !!! Atypická migrace parazitů v NH – pro hostitele silně patogenní – „larva migrans“ škrkavek rodu *Toxocara* nebo čeleď *Anisakidae*



6. Vektor – přenašeč = hostitel sloužící k přenosu/šíření parazita

V této roli může být hostitel definitivní (komár *Anopheles* přenášející malarické Plasmodium) i meziphostitel (bodalka *Glossina* přenášející spavou nemoc – *Trypanosoma*).



Nástin evoluce člověka



Paranthropus



Australopithecus afarensis



Homo habilis



Homo erectus



Homo heidelbergensis



Homo georgicus



Homo sapiens neanderthalensis



Homo sapiens sapiens

Zleva doprava: orangutan bornejský, samice a samec gorily západní, šimpanz, člověk



Časová osa lidské evoluce

Časovou osu lidské evoluce lze vysledovat miliony let zpátky. Odborníci odhadují, že rodokmen vypadá takto:

Před 55 miliony let - Vyvinuli se první primitivní primáti (**Paleocén, Eocén, Oligocén**)

Před 15 miliony let - **Hominidae (lidoopi) se vyvinuli z předků gibbona (Miocén)**

Před 7 miliony let - Vyvinuly se první gorily. Později se šimpanzí a lidská linie rozcházejí

Před 5,5 miliony let – Ardipithecus, raný "pračlověk", sdílí rysy se šimpanzi a gorilami

Před 4 miliony let - Objevili se jako první lidé lidoopi. Měli mozky ne větší než šimpanzi, ale jiné, lidštější rysy

Před 3,9-2,9 miliony let žil v Africe **Austroipithecus afarensis**.

Před 3,2 miliony let - **LUCY – „Lucy in the Sky with Diamonds“**

Před 2,7 miliony let - Paranthropus, žil v lesích a měl masivní čelisti na žvýkání

Před 2,6 miliony let - Ruční sekery se staly první velkou technologickou inovací

před 2,3 miliony let - **Homo habilis se poprvé objevil v Africe**

Před 1,85 miliony let - Objevuje se první "moderní" ruka

Před 1,8 miliony let - Homo ergaster se začíná objevovat ve fosilním záznamu

Před 800 000 lety – **První lidé ovládají oheň a vytvářejí ohniště**. Velikost mozku se rychle zvětšuje

Před 400 000 lety se začínají objevovat neandrtálci a šíří se po Evropě a Asii

Před 300 000 až 200 000 lety se v Africe objevuje Homo sapiens - moderní člověk

Před 54 000 až 40 000 lety - **Moderní lidé přicházejí do Evropy**

Doba římská: 40 BC – 380 AD; Keltové – (400BC – 100AD)

Stěhování národů: 380AD – 570AD

Ranný středověk: 570 AD – 1000AD

<p>STARŠÍ DOBA KAMENNÁ asi 3000000 – 11000 př.n.l.</p> <p>Paleolit</p>	<p>LOVCI A SBĚRAČI Objev ohně a rozvoj řeči.</p>	 <p>pěstní kln</p>
<p>MLADŠÍ DOBA KAMENNÁ asi 11000-5000 př.n.l.</p> <p>Mezolit</p>	<p>PRVNÍ ZEMĚDĚLCI Hospodaření a zemědělství.</p>	 <p>Věstonická venuše</p>
<p>DOBA BRONZOVÁ asi 2300 – 700 př.n.l.</p>	<p>VÁLEČNICTVÍ A ROZVOJ OBCHODU Vyráběly se šperky a jiné nástroje.</p>	 <p>nádoby/šperky/hroty šípů</p>
<p>DOBA ŽELEZNÁ asi 700 př.n.l. – 1 n.l.</p>	<p>PŘÍCHOD KELTŮ</p>	 <p>soška býčka z býčí skály</p>
<p>KELTOVÉ kolem 400 př.n.l. – 100 n.l.</p> <p>Doba římská</p>	<p>PRVNÍ MINCE Statéry/Duhovky OPPIDA Města ohrazená hradbami BÓJOVÉ=>BOHEMIA</p>	 <p>Keltské oppidum</p>



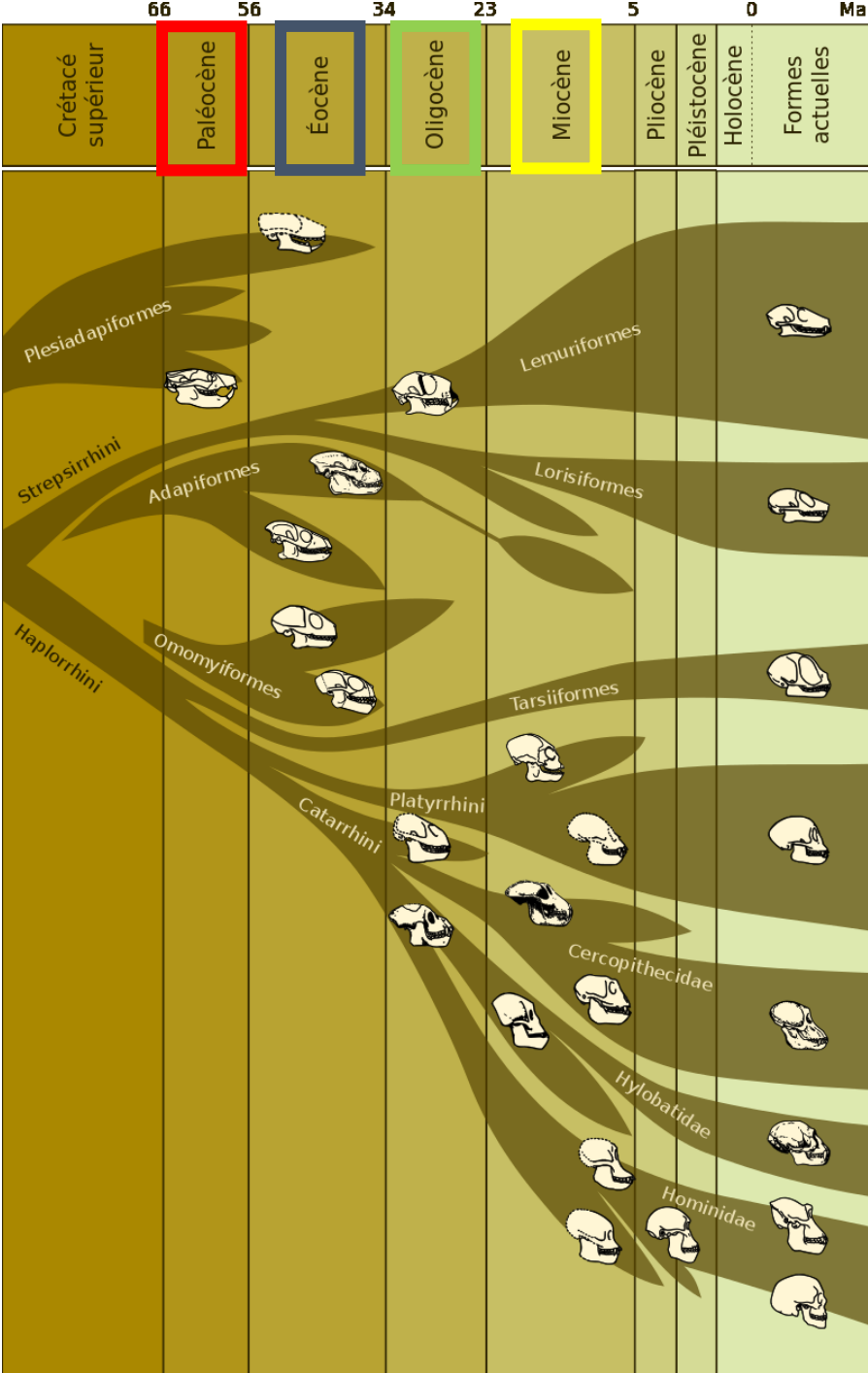
Umění



Pravěku



Strom evoluce od prvních primátů k minidům



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



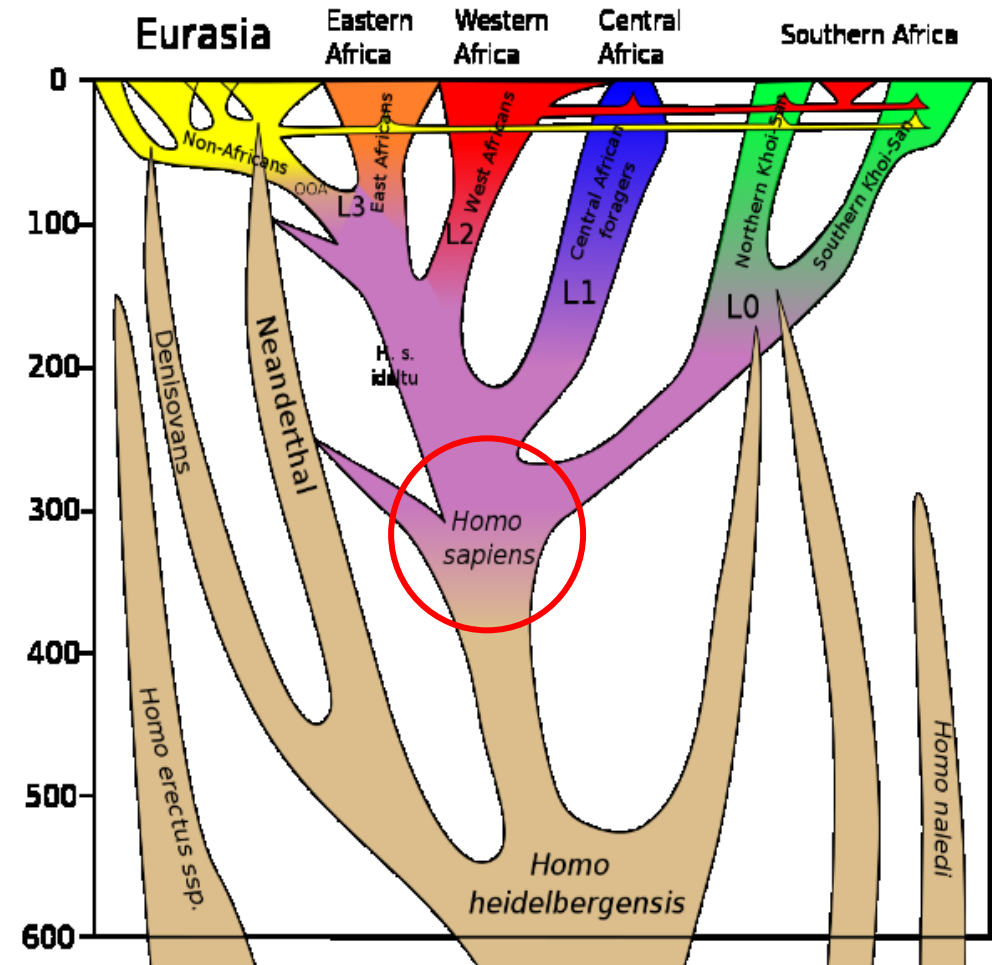
Necrolemur, jeden z nejstarších vyšších primátů (**EOCÉN**)



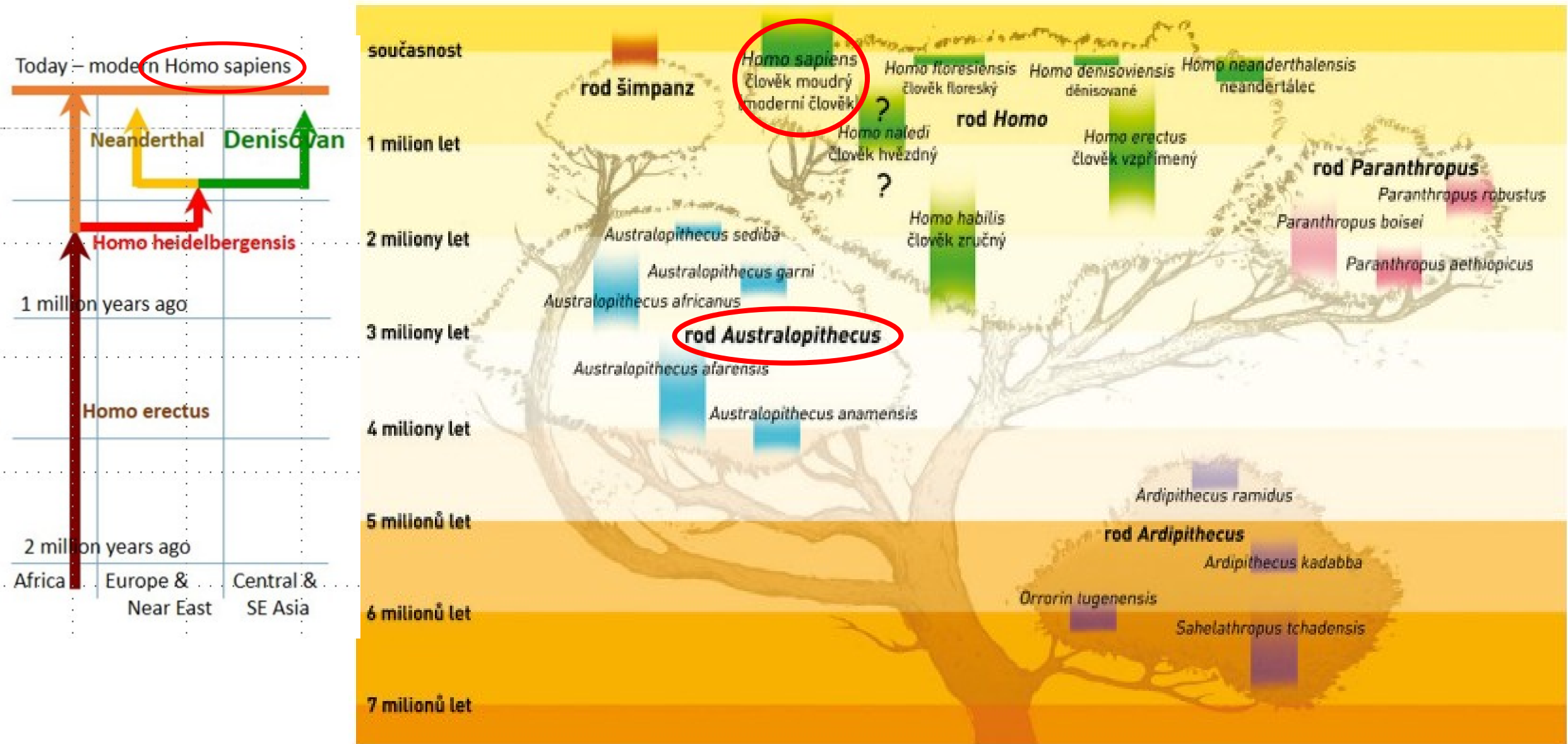
Aegyptopithecus, zástupce úzkonosých opic (**OLIGOCÉN**)



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

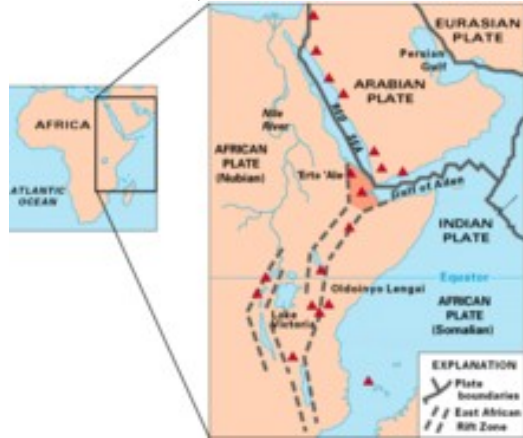


Zjednodušené schéma fylogeneze hominidů



Distribuce hominidních druhů v průběhu času.

HOMININ SPECIES DISTRIBUTED THROUGH TIME



Afarská pánev, 1974



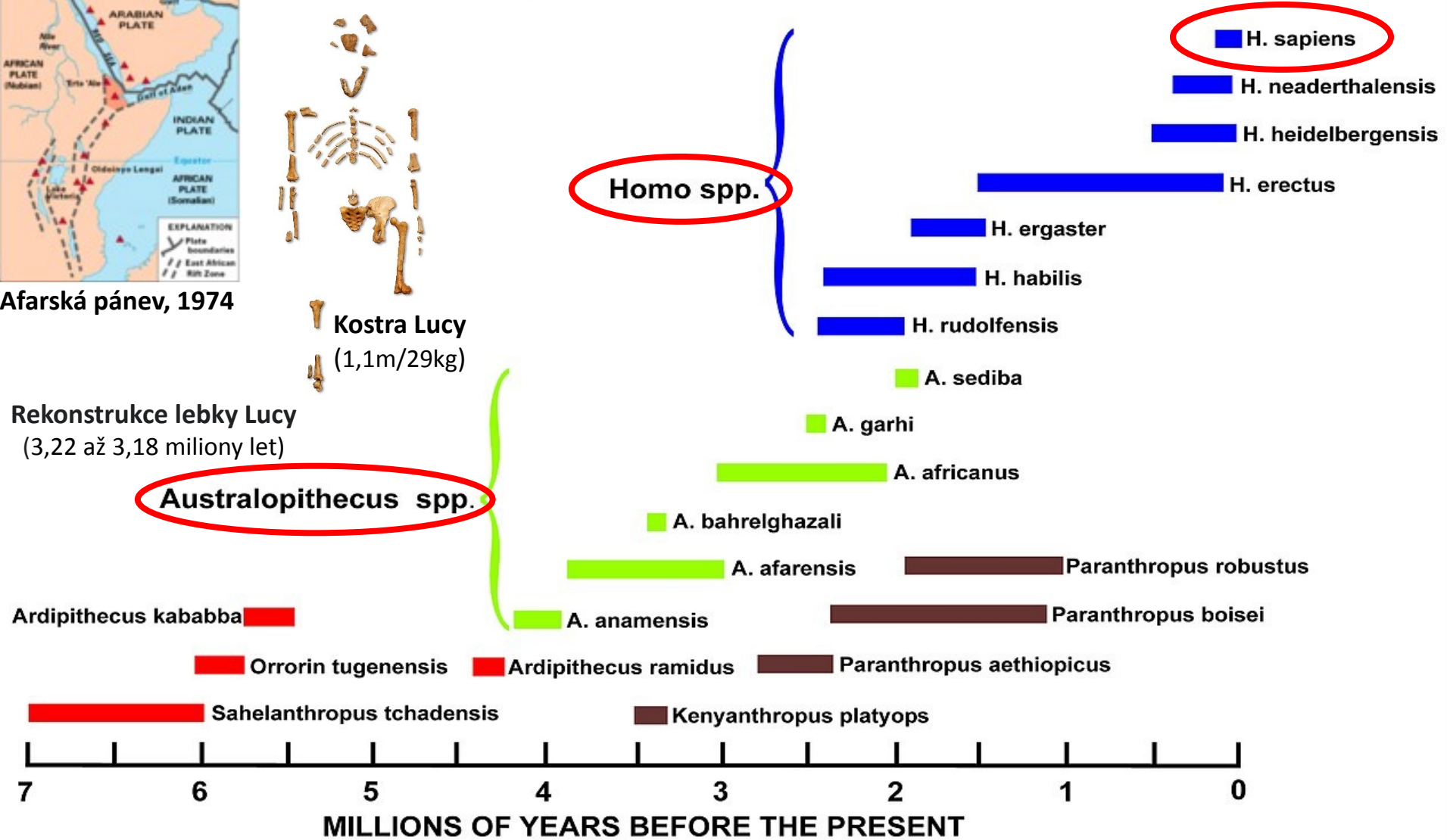
Kostra Lucy
(1,1m/29kg)

Rekonstrukce lebky Lucy
(3,22 až 3,18 miliony let)



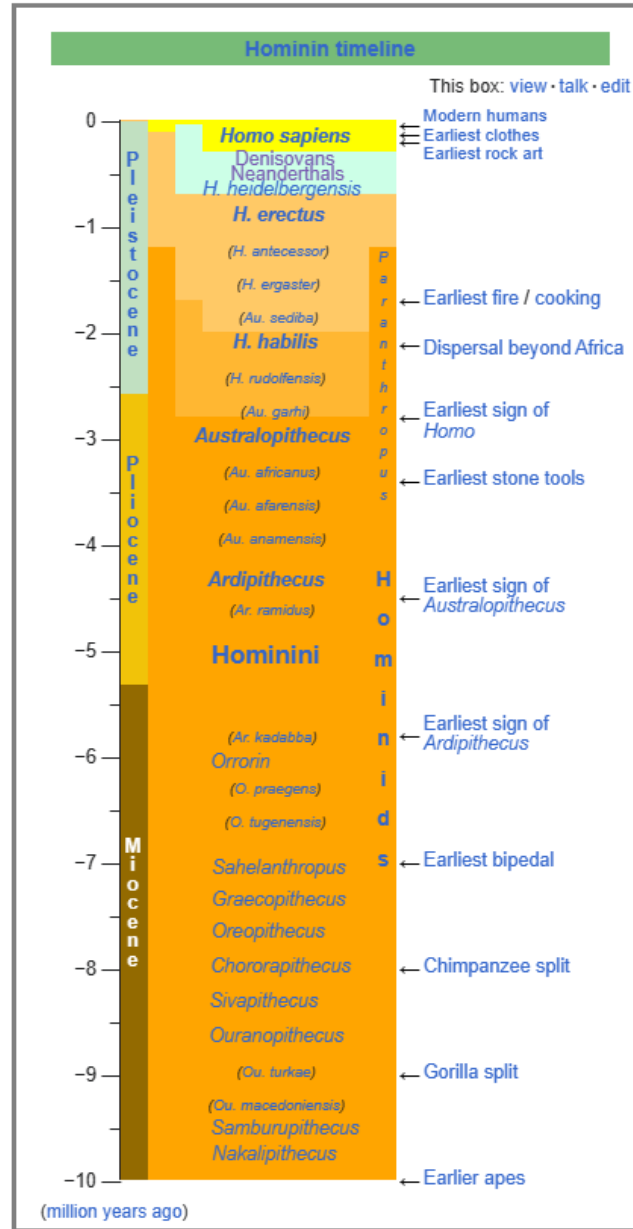
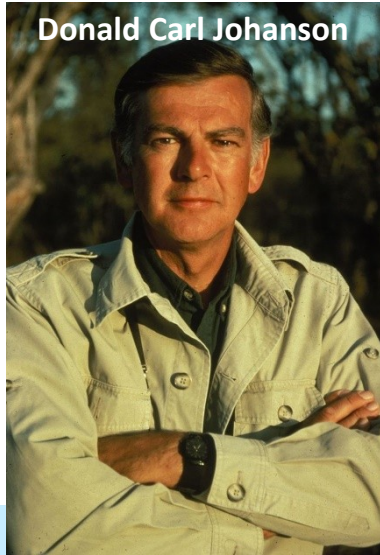
Australopithecus spp.

Homo spp.



MILLIONS OF YEARS BEFORE THE PRESENT

Lucy – *Australopithecus afarensis* – časová osa událostí



Lucy, jeden z našich nejslavnějších předků !



Fosilie AL 288-1 z Etiopie představuje několik set kusů kostí, dohromady celkem 40 procent kostry mladé samice druhu *Australopithecus afarensis*. Jde o významný nález z lidské linie, který si získal světovou proslulost svou přezdívkou **Lucy**, inspirovanou písní Beatles „**Lucy in the Sky with Diamonds**“.

Lucy žila přibližně před 3,2 miliony let. Podle všeho chodila vzpřímeně a také lezla po stromech. A to se jí podle vědců také stalo osudným. **Detailní analýza kostry Lucy naznačuje, že měla zlomené kosti v pravé paži, levém rameni, pravém kotníku a levém koleni.** To jsou zranění, která odpovídají pádu z vyvýšeného místa, což s největší pravděpodobností byl nějaký strom. Prý ale netrpěla dlouho a brzy po zranění zemřela.

Světová muzea -Vědecké rekonstrukce Lucy



*Museum national
d'histoire naturelle,
Paris, Francie*



*Naturmuseum
Senckenberg,
Německo*



Cast of Lucy in Mexico

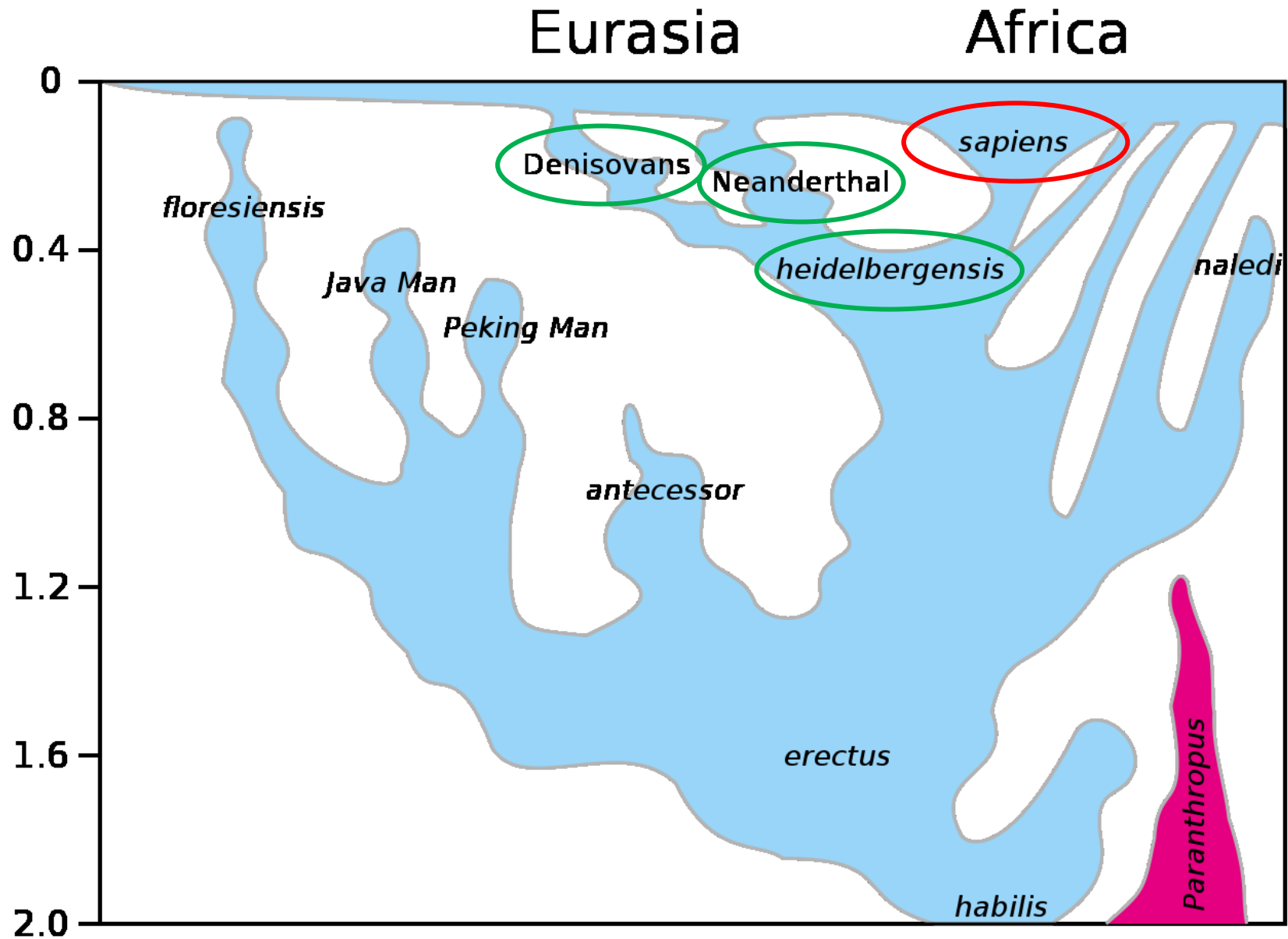


*Cleveland Museum
of Natural History,
Spojené státy*



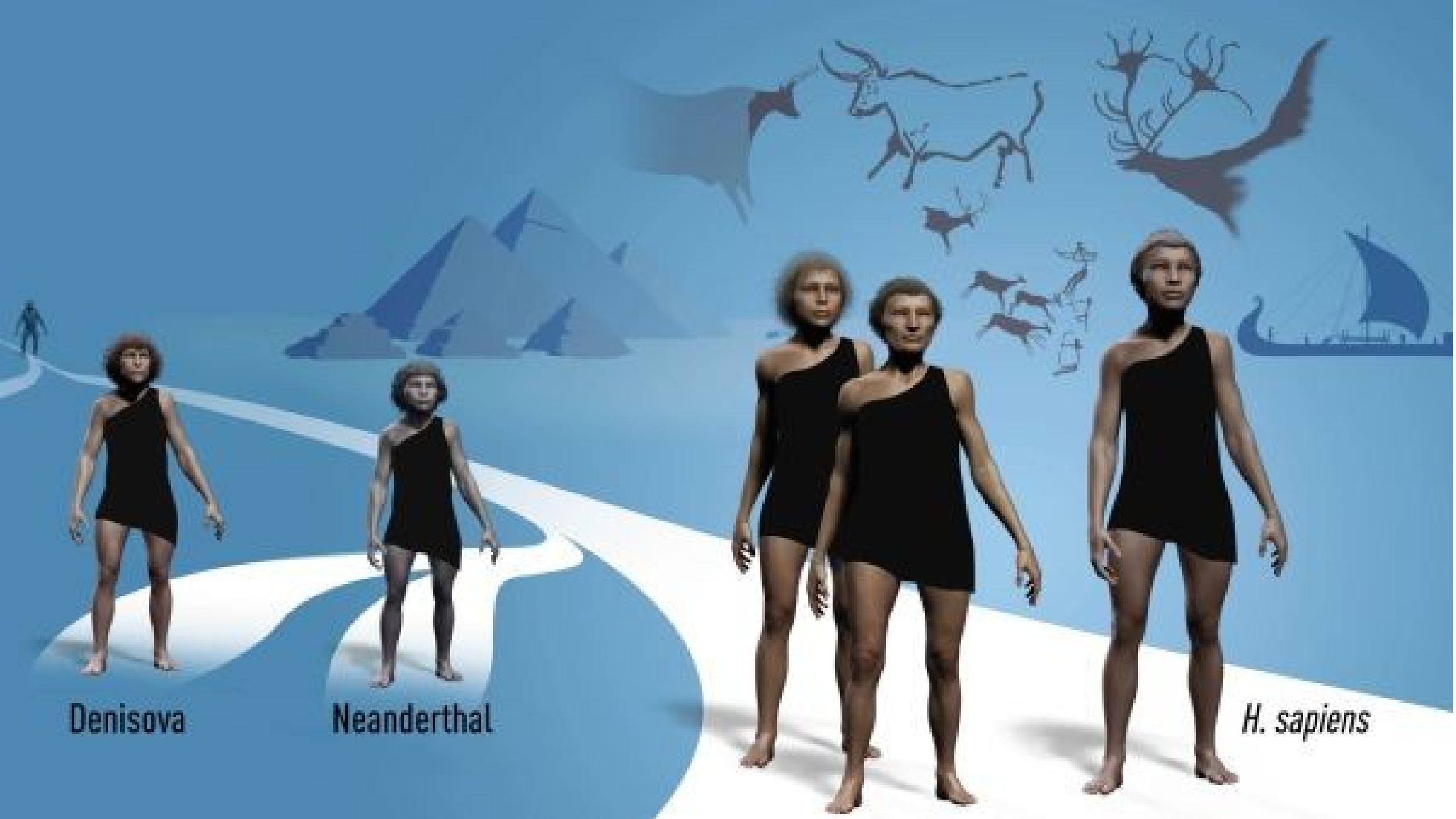
*Natural History
Museum of Geneva,
Švýcarsko*

Hlavní vývojové linie člověka a jejich křížení



Křížení s neandrtálci ?





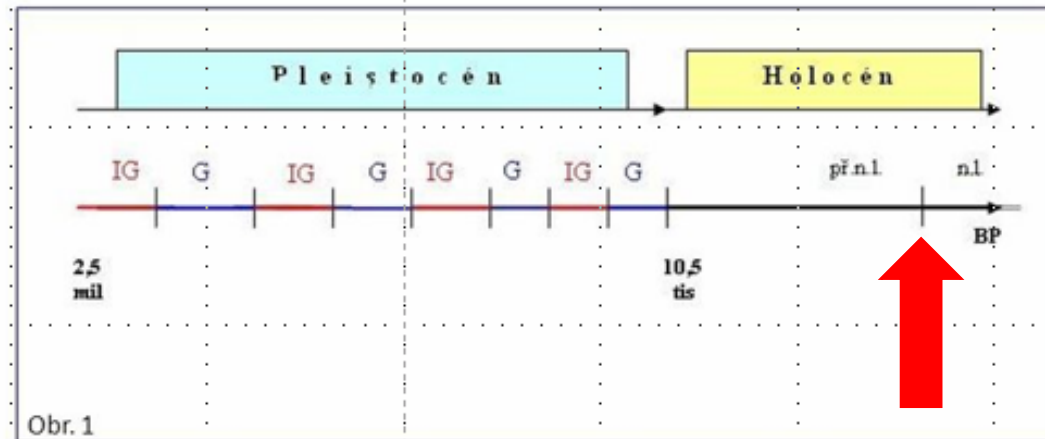
Denisova

Neanderthal

H. sapiens

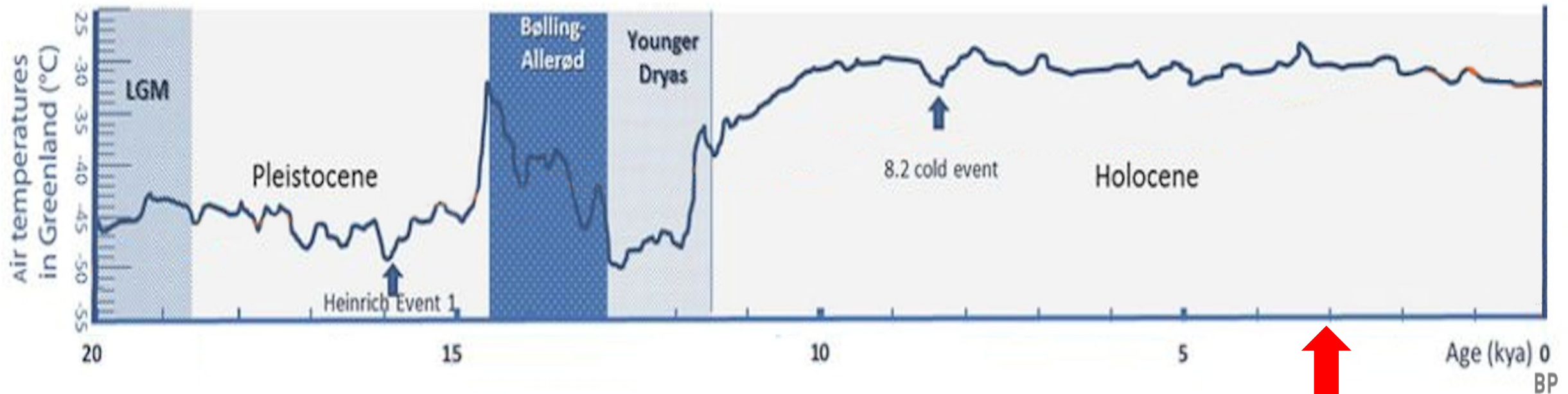
Čtvrtohory: Pleistocén - Holocén

- 2 milióny let až současnost
- střídání doby **ledové a meziledové** (glaciál a interglaciál)
- dělení: **PLEISTOCÉN** a **HOLOCÉN**



Nástupem čtvrtohor (**pleistocén, cca 1,7 mil. – 10 000 BP**) došlo k náhlému **ochlazení**, žila zde chladnomilná fauna (mamuti). V mladších čtvrtohorách (**holocén, cca od 10 000 BP**) se postupně **otepluje**; příroda se proměnila do podoby, jak ji známe dnes.

Vývoj teplot v postglaciálu po posledním glaciálním maximu (LGM). Zrod zemědělství odpovídá období rychle stoupající teploty na konci chladného období Mladšího Dryasu a začátek dlouhého a teplého období Holocénu.

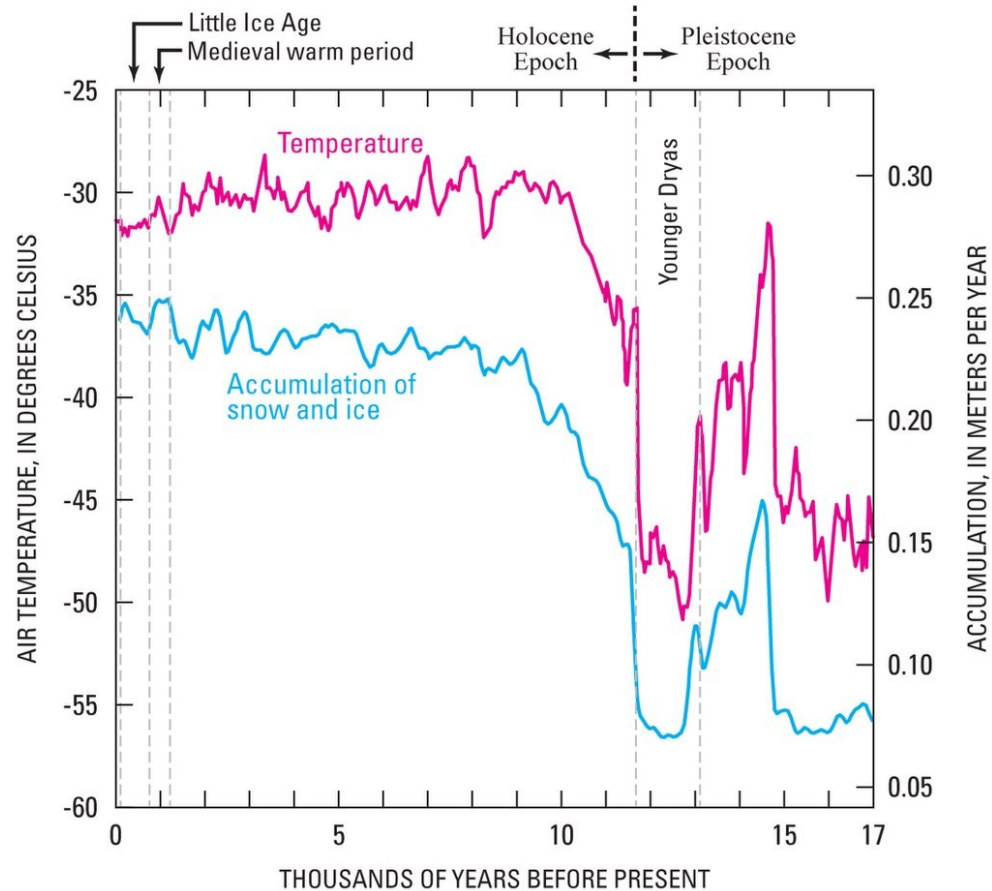


Lucy

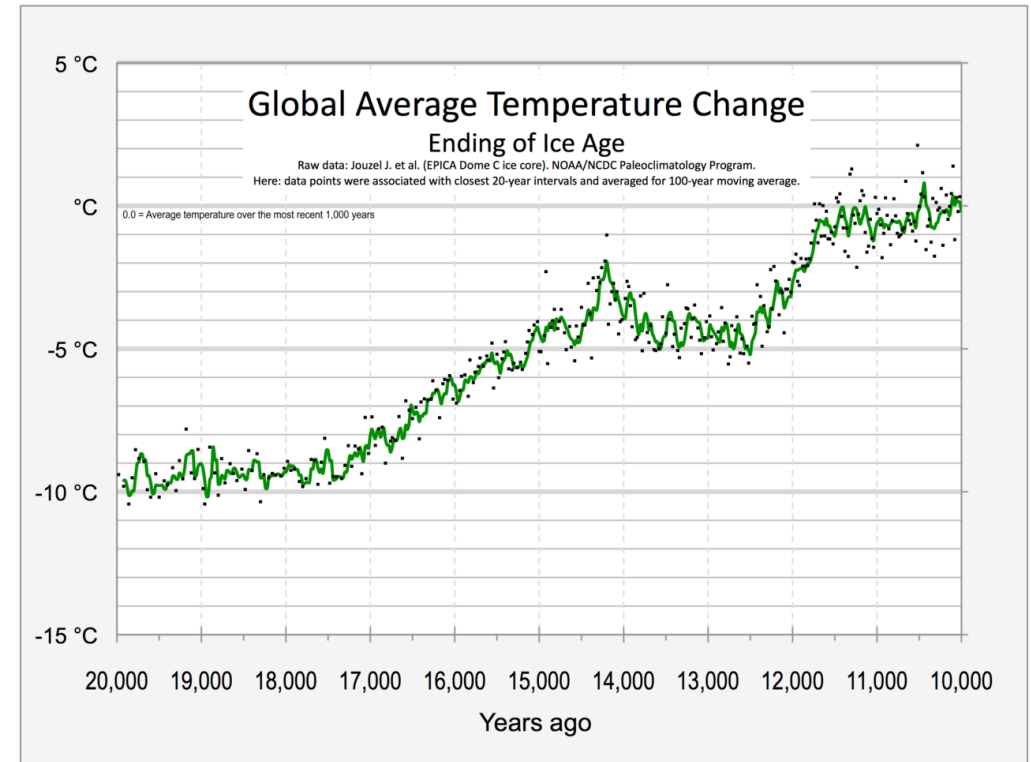
Kráter Hiawatha o průměru 31 km je v Grónsku ukrytý pod ledovcem. Vznikl při dopadu, který patrně způsobil počátek holocénu.



Klimatická charakteristika holocénu

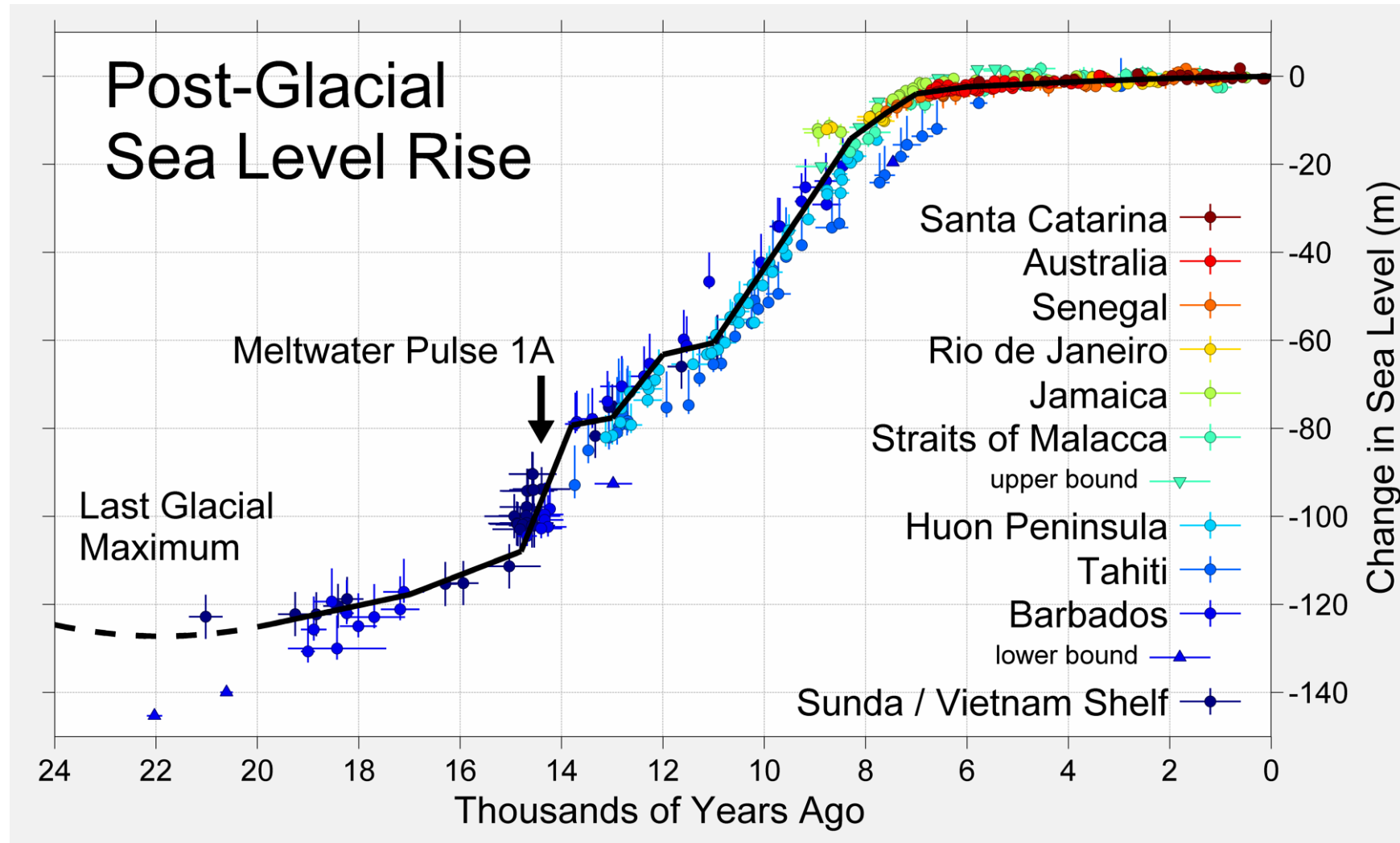


Odvozené změny lokálních teplot v Grónsku v tisících letech před současností. Počátek holocénu je tam charakterizován prudkým oteplením v Grónsku.

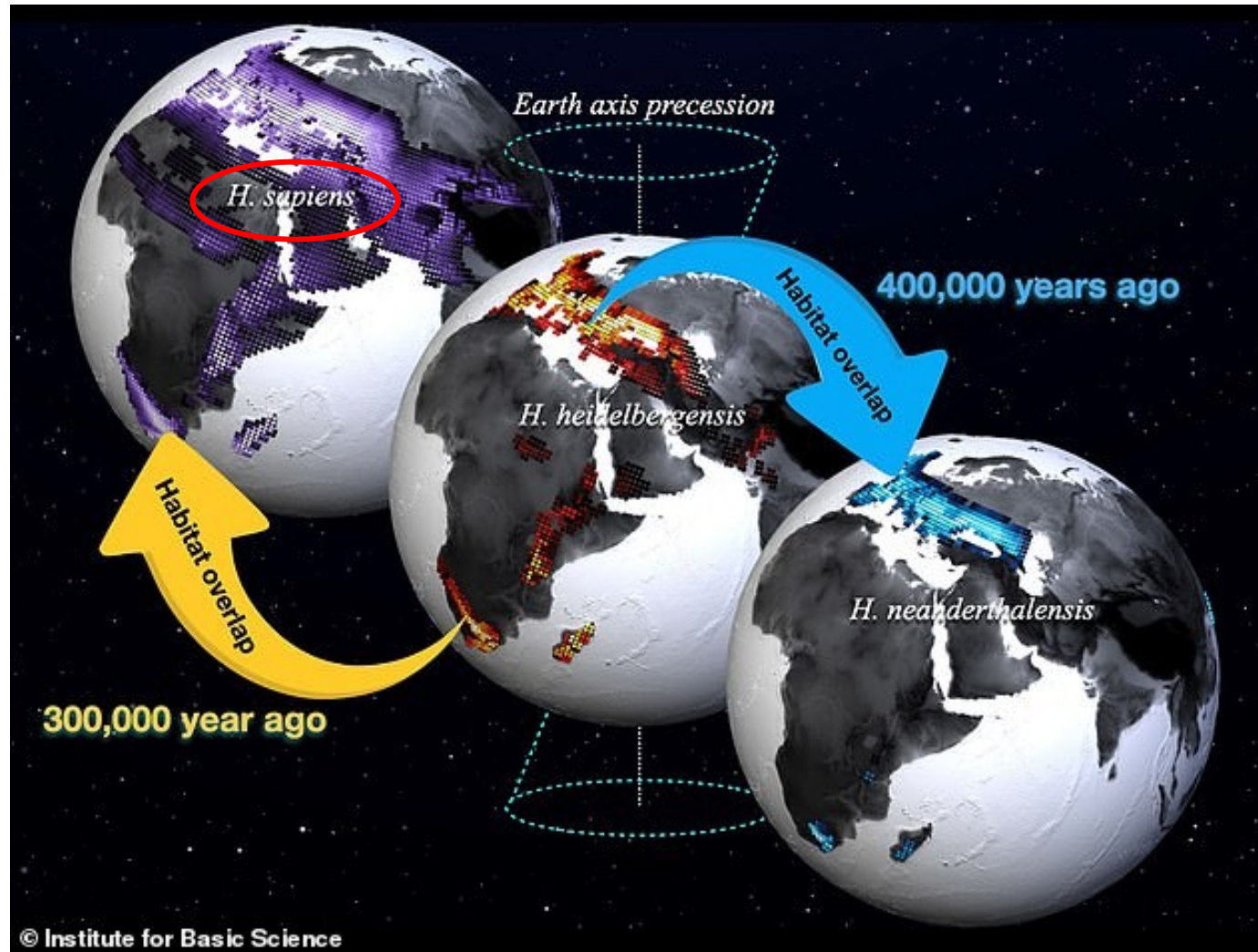


Teploty v Antarktidě (EPICA) nevykazují tak velké a náhlé změny jako v Grónsku.

Nárůst hladiny moří po konci poslední doby ledové byl více než 100 metrů



Změny klimatu a migrace dávných lidí do nových oblastí



Migrace a rozšíření dávných lidí za poslední dva miliony let bylo silně ovlivněno změnami zemského klimatu. Preferovaná stanoviště **Homo sapiens** (fialové stínování, vlevo), **Homo heidelbergensis** (červené stínování, uprostřed) a **Homo neanderthalensis** (modré stínování, vpravo) jsou znázorněna na obrázku výše.

Afrika – původní rozšíření nejstarších hominidů:

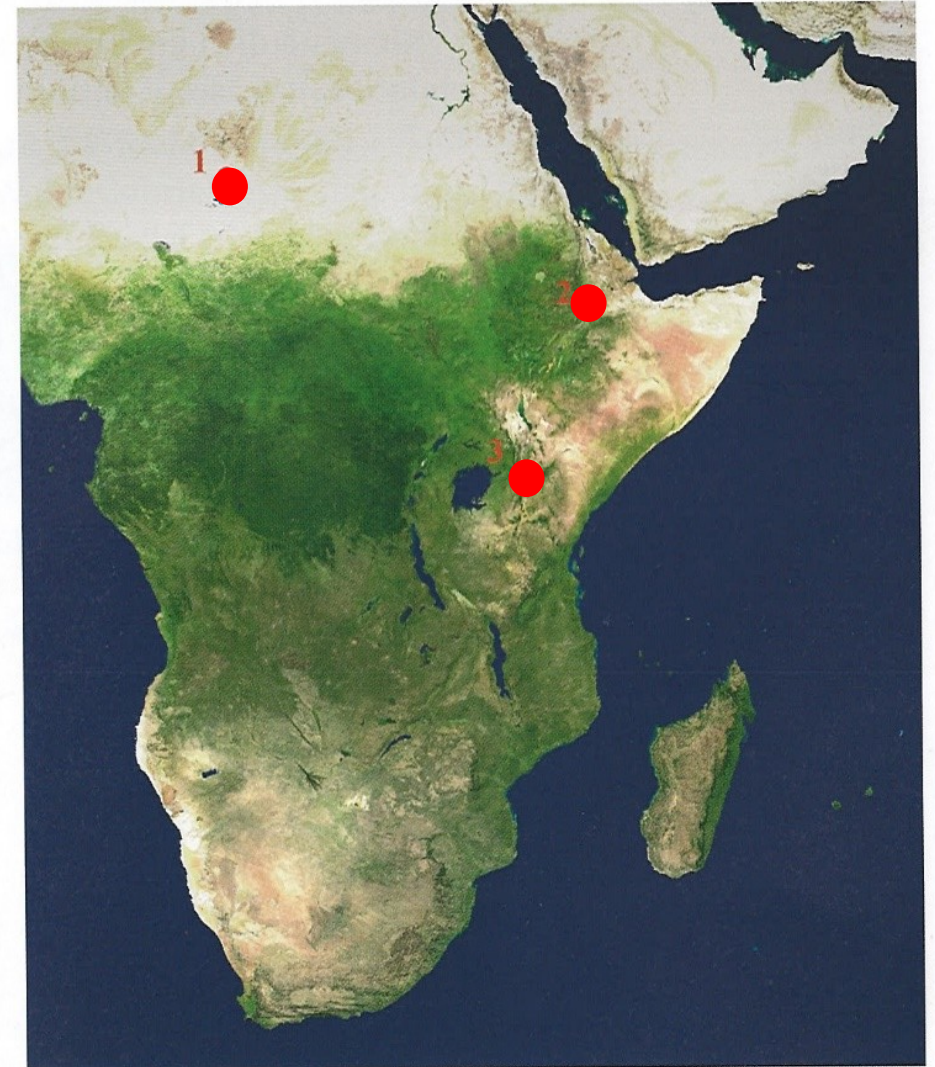
1 – Djurab, 2 – střední Awaš, 3 - Kapsomin



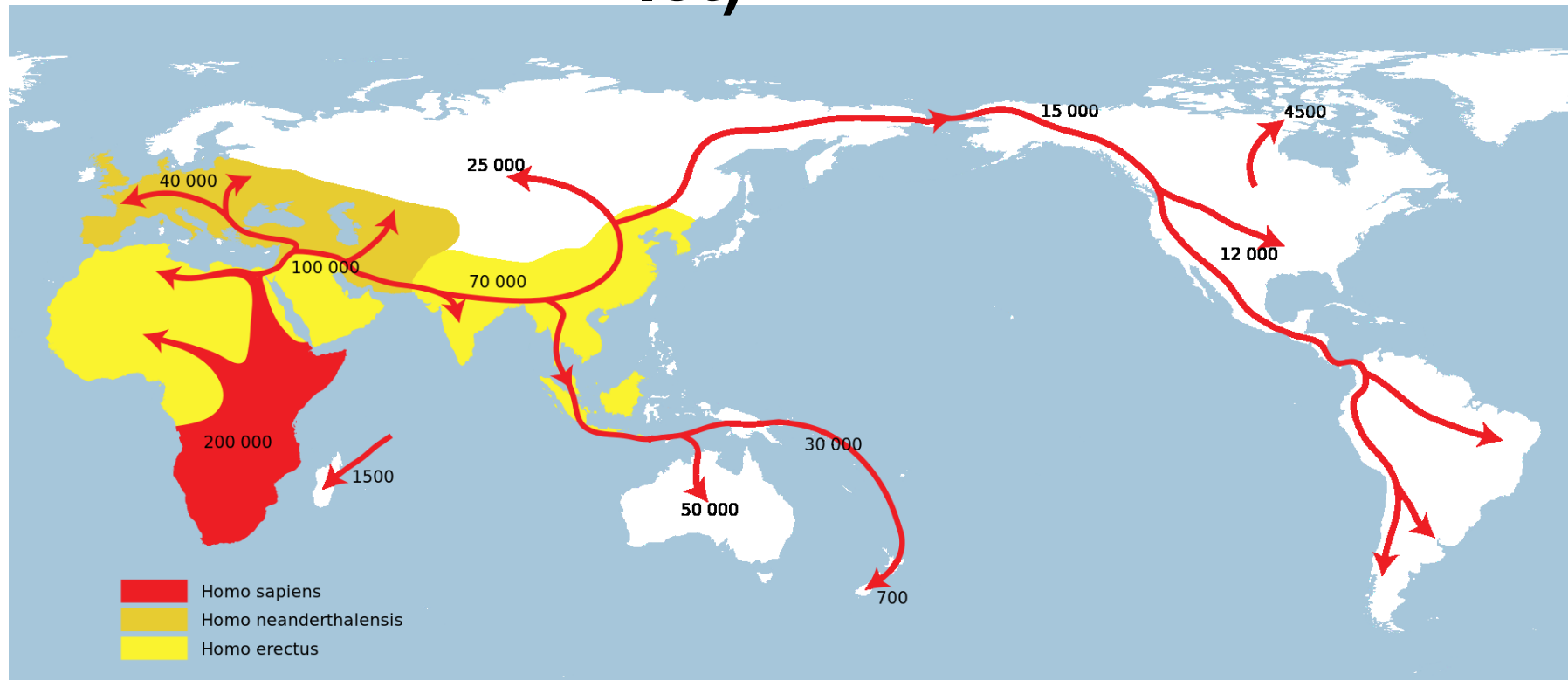
Obr. IX. 7 *Sahelanthropus tchadensis*, lebka. (Kresba PD)



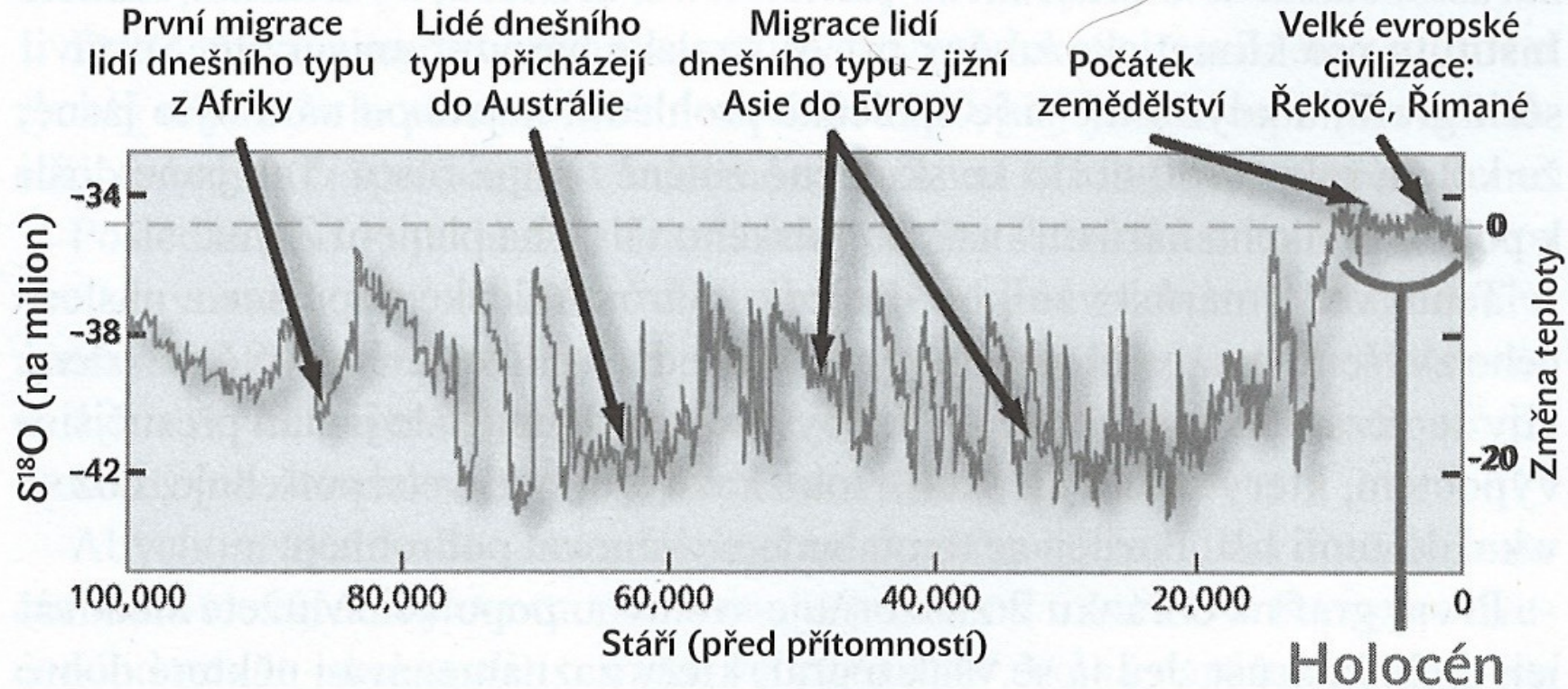
Obr. IX. 8 *Sahelanthropus tchadensis*, rekonstrukce obličeje. (Kresba PD)



Historie rozšíření *Homo erectus*, neandrtálce a moderního člověka – *Homo sapiens* (čísla = tisíce let)



Migrace: 100 000 let historie lidstva



Obrázek 1. 100 000 let historie lidstva

Migrace moderních humanoidů z Afriky a jejich rozšíření po světě

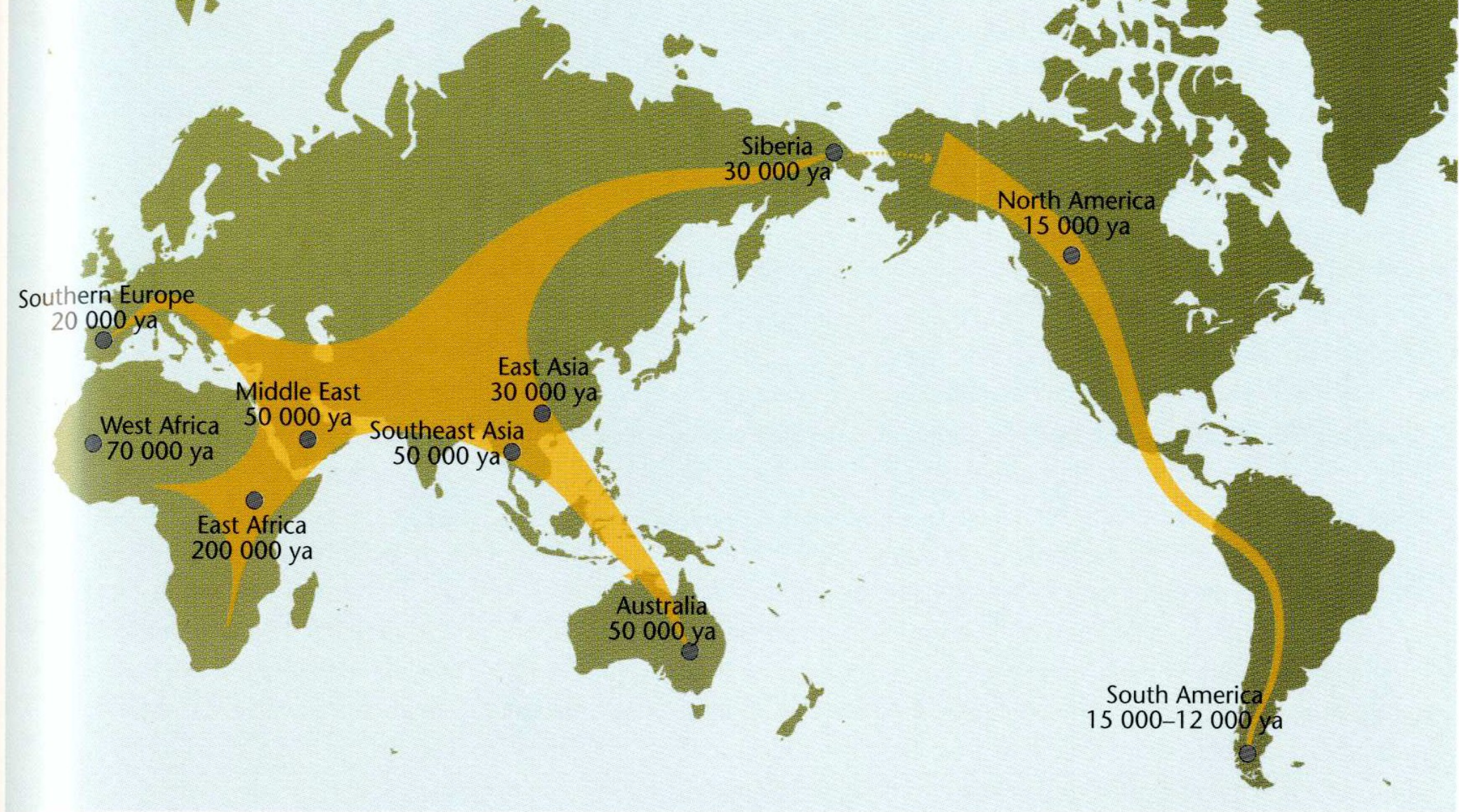
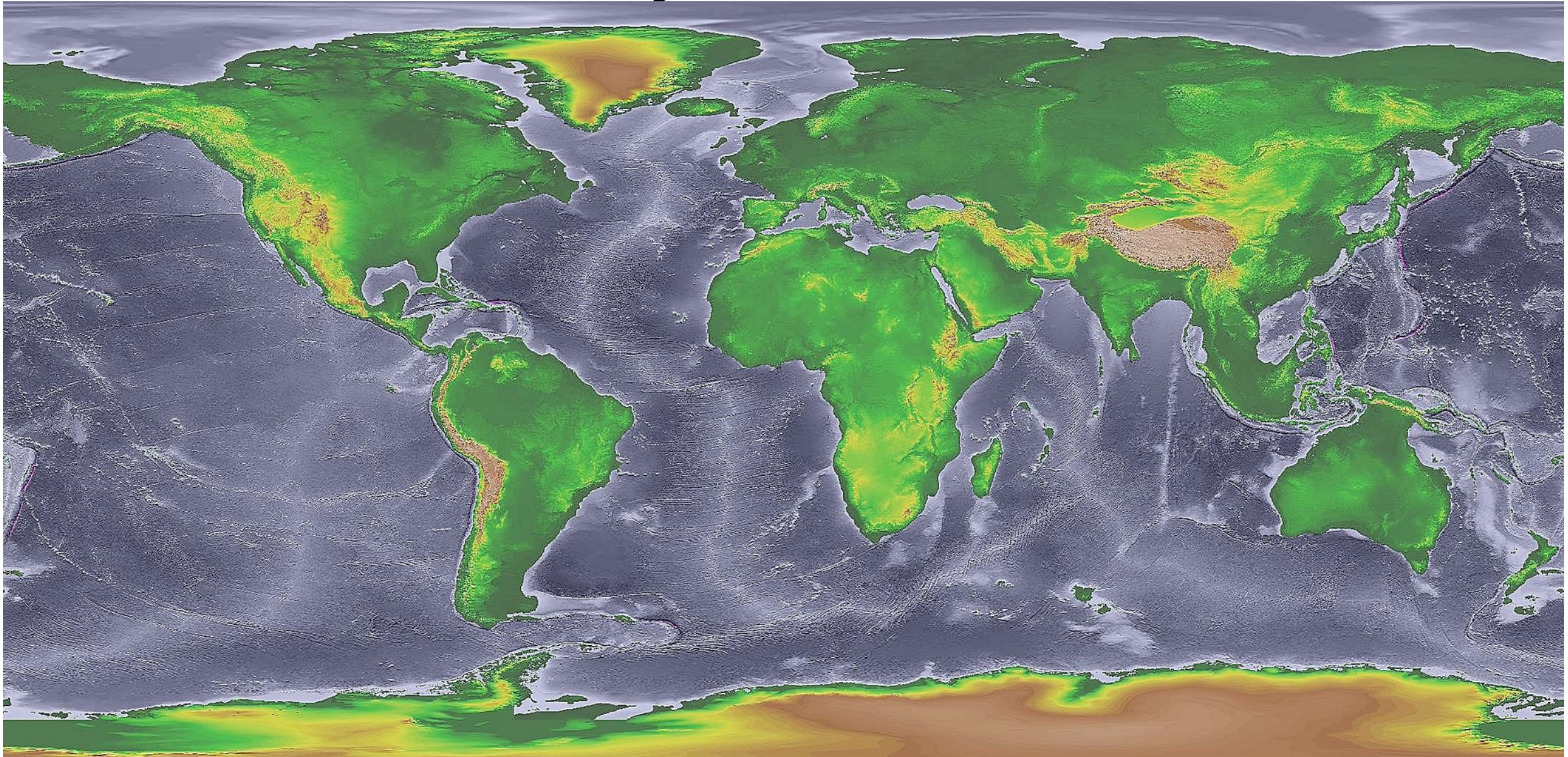


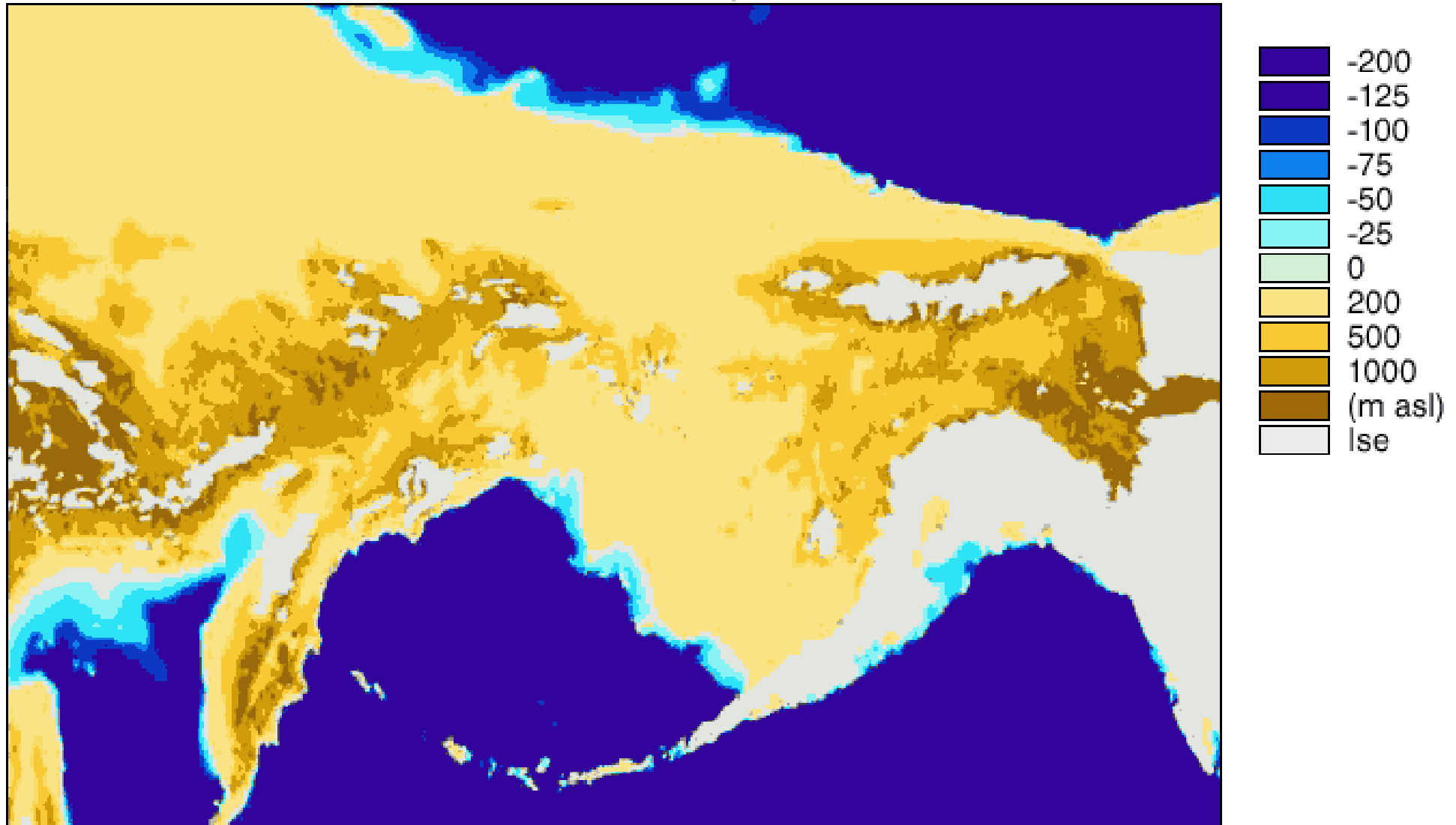
Figure 10.6 The migration of anatomically modern humans out of Africa and their spread around the world.

Poslední doba ledová měla za následek pokles hladiny oceánů a moří

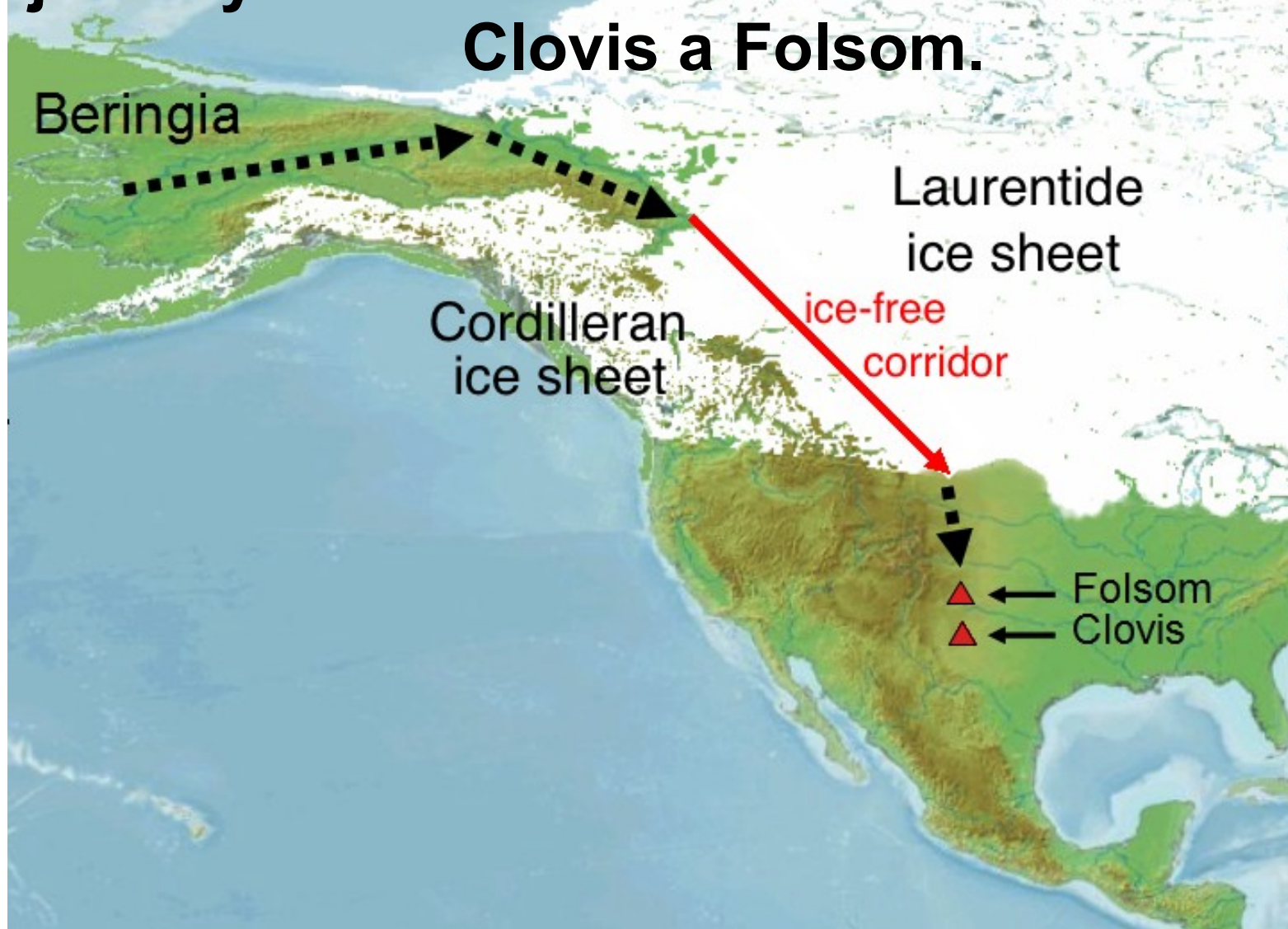


Hladina moře Beringii (modře) a obnažená souš (hnědě) (uvedeno v metrech od doby před 21 000 lety do dnes)

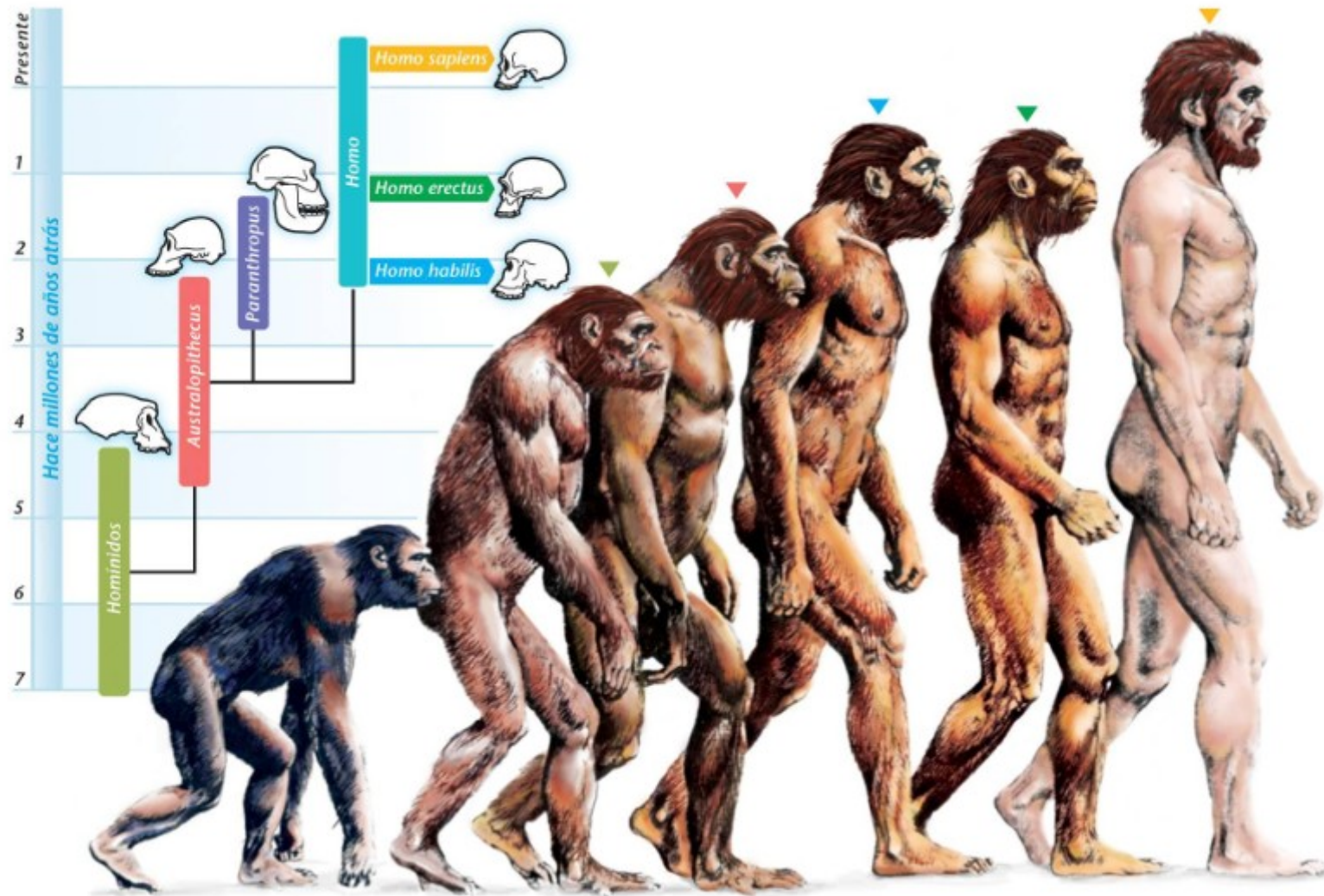
Coastline 21,000 Cal years BP



Mapa ukazující přibližnou polohu koridoru bez ledu podél kontinentálního předělu oddělujícího Kordilérský a Laurentinský ledovec. Rovněž jsou vyznačena stará Paleo-indiánská místa osídlení Clovis a Folsom.



Předchůdci člověka



.... ejhle Homo

- **Homo sapiens sapiens**

- jeden typ tohoto člověka – Homo sapiens sapiens fossilis - Kromaňonec - nepřesné označení pro Homo sapiens mladého paleolitu, před cca 35000-10000 lety



- **Homo sapiens sapiens recens – člověk moudrý**

- před 800000-dodnes
- obsah mozkovny 1300-1600 cm³
- anatomicky moderní člověk
- žil v rodových společenstvích

- Afrika, Austrálie, Nová Guinea, Tasmánie, Evropa
- četná naleziště v ČR



Původ a vývoj člověka - souhrn

- Vývoj člověka je složitý a dlouhodobý proces, při kterém došlo k celé řadě změn v anatomické stavbě, fyziologii orgánů a orgánových soustav.
- **hominizace** – proces polidštění (změny stavby těla - napřímení postavy, zakřivení páteře, zlepšení motoriky, bipedie, změny lebky)
- **sapientace** - proces psychických a sociálních změn (vývoj mozku a jeho funkcí)

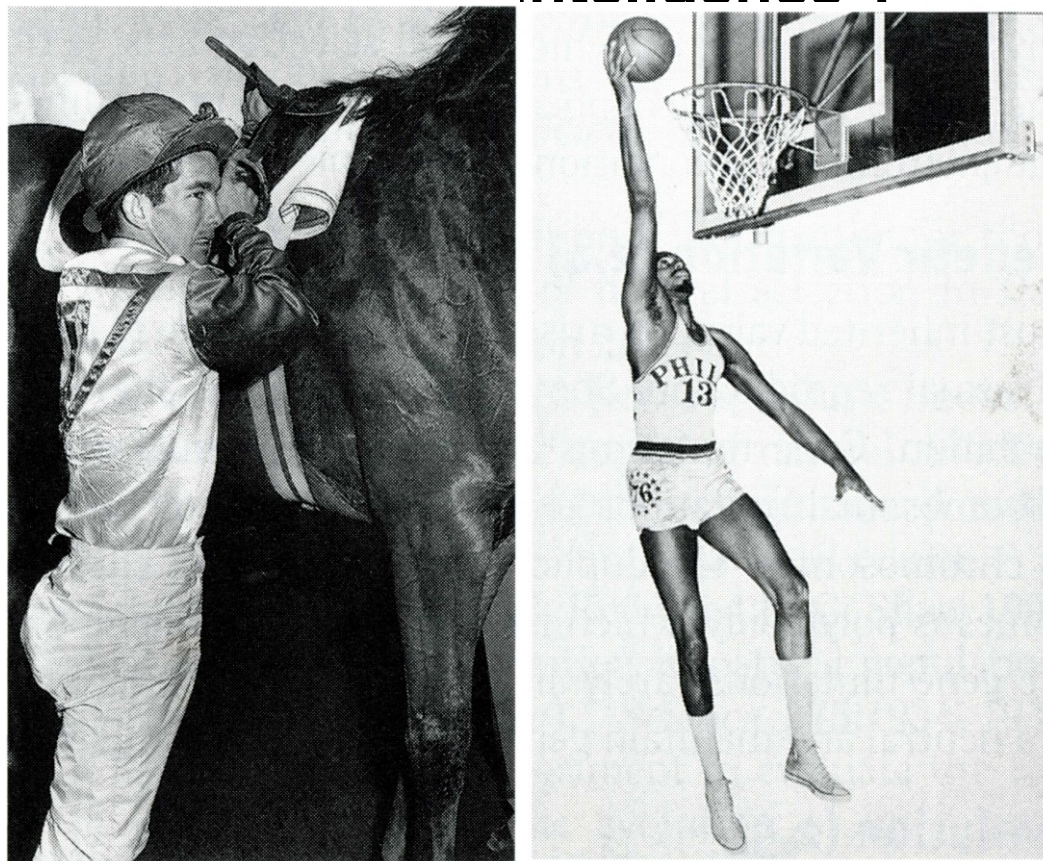
Předchůdci člověka

- Kolébkou lidstva je Afrika a odtud se postupně lidé šířili do Evropy, Asie a dalších.
- Proconsul, Sivapithecus, Dryopithecus, **Sahelantropus**
- **Australopithecus**
- **Homo habilis** – člověk zručný
- Homo rudolfensis, Homo ergaster
- **Homo erectus** – člověk vzpřímený
- **Homo neanderthalensis** – slepá vývojová větev
- **Homo sapiens sapiens**

Mimořádné adaptační schopnosti člověka

V čem spočívá úspěšnost a vyjímečnost člověka jako druhu ?

Je to jeho nesmírná schopnost se přizpůsobovat rozmanitým životním podmínkám – jeho fenotypická plasticita a inteligence ?





Lidé v polárních oblastech

Lidé v tropickém pralese





Lidé v současných městech





člověka

Log-log graf vztahu mezi velikostí organismu v době rozmnožování a délkou generace

Otodus megalodon (?Carcharocles megalodon)

Estimate from tooth GHC 6 using the summed crown width method (SCW)
- Perez et al. (2021)

Mean ~20.3 m
(~17.4 - 24.2 m)

Reconstruction of vertebral column IRSNB P 9893
- Cooper et al. (2022)

~15.9 m

Estimate from tooth NSM PV-19896 using upper anterior tooth crown height equations
- Shimada (2019)

~14.2 m

Average estimate of 544 teeth using tooth crown height equations.
- Pimienti & Balk (2015)

~10.5 m

Great White Shark (Carcharodon carcharias)

Large Female

~6.0 m

Small Mature Female
- Gottfried et al. (1996)

~4.7 m

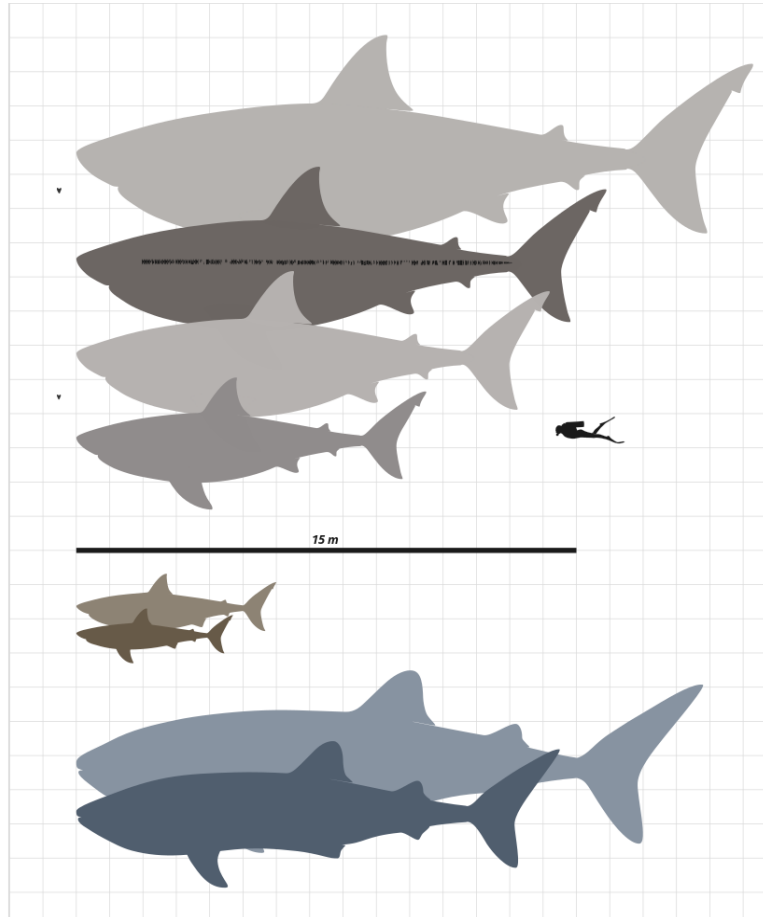
Whale Shark (Rhincodon typus)

Large Female
- Borrell et al. (2011)

15 m SL
(~18.8 m est. TL)

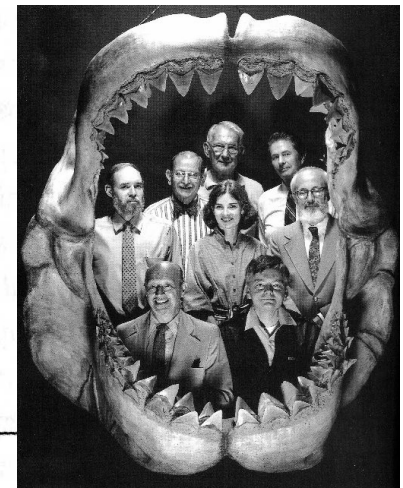
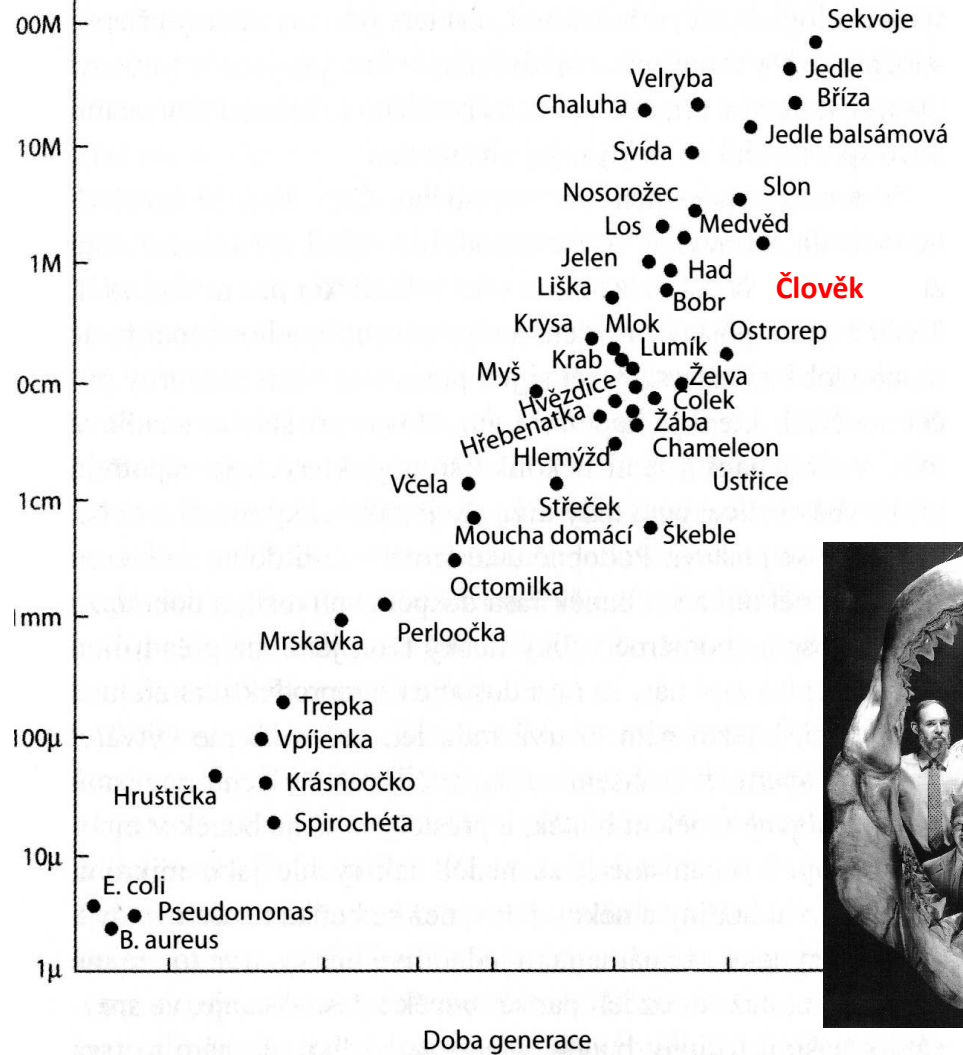
Average Fully Grown Female ?
- Meekan et al. (2020)

~14.5 m TL

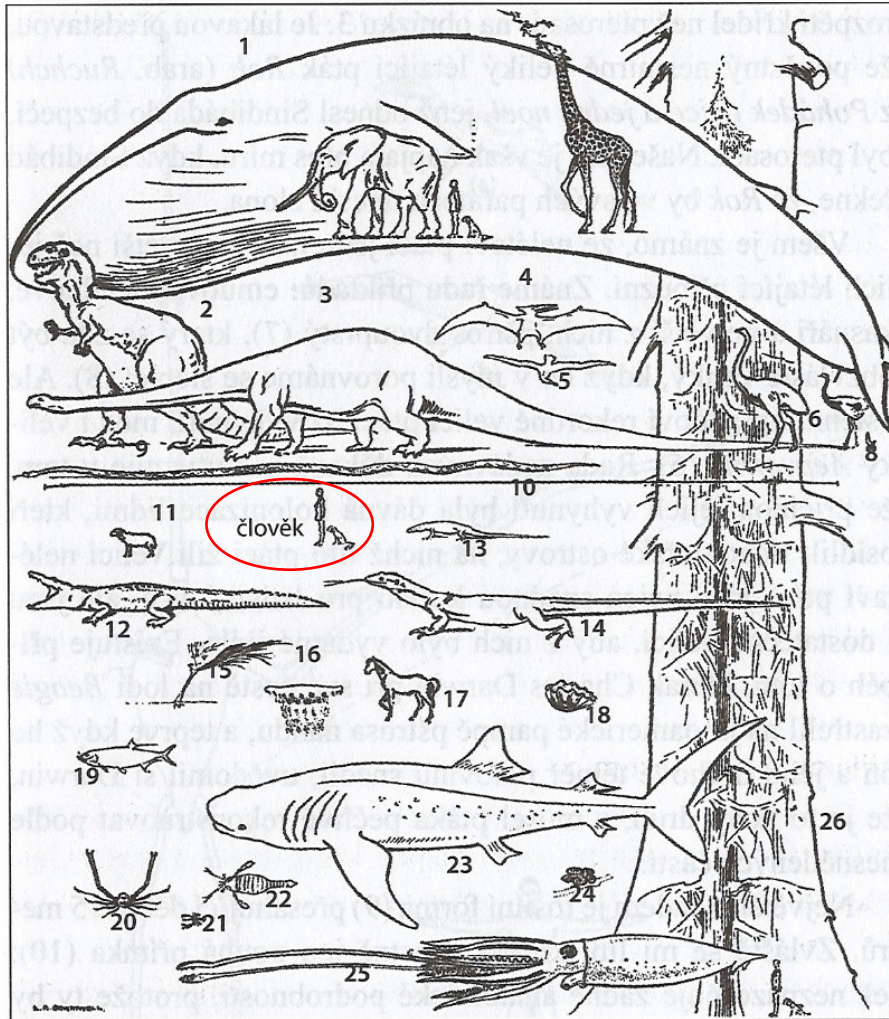


Velikost

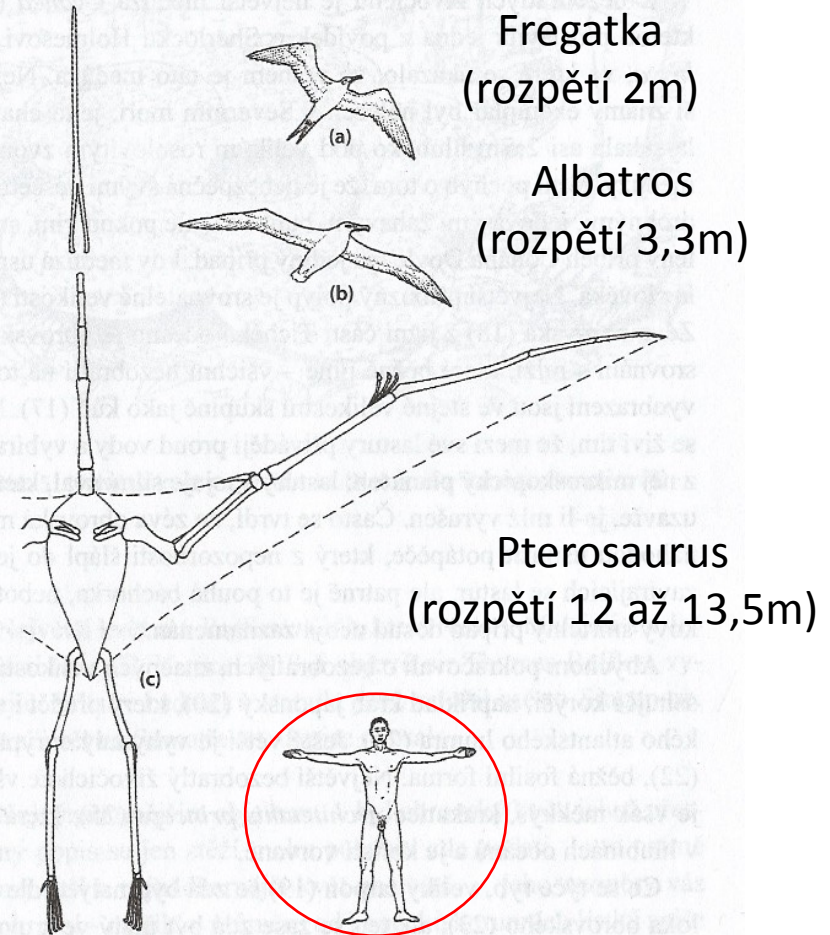
00M
10M
1M
0cm
1cm
1mm
100μ
10μ
1μ



Není nezbytné se přeceňovat !



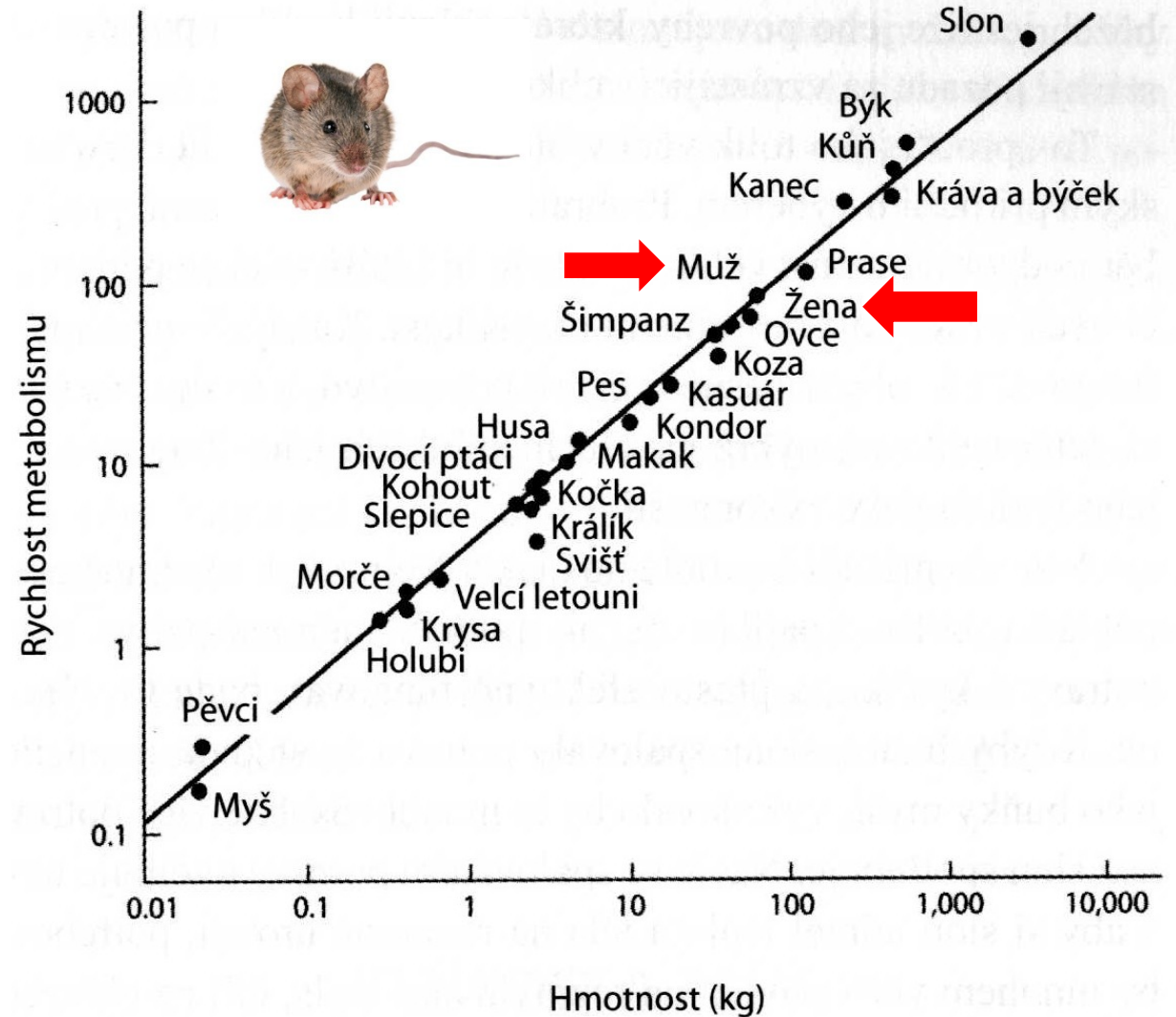
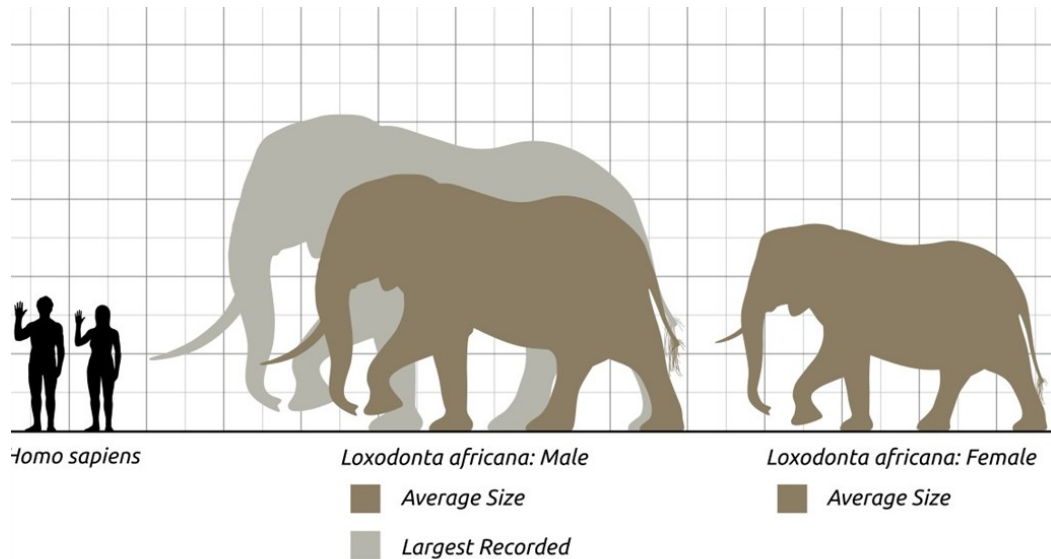
Obr. 3. Největší živočichové a rostliny.
Z knihy H. G. Wellse, J. S. Huxleyho a G. P. Wellse Věda o životě (1931).



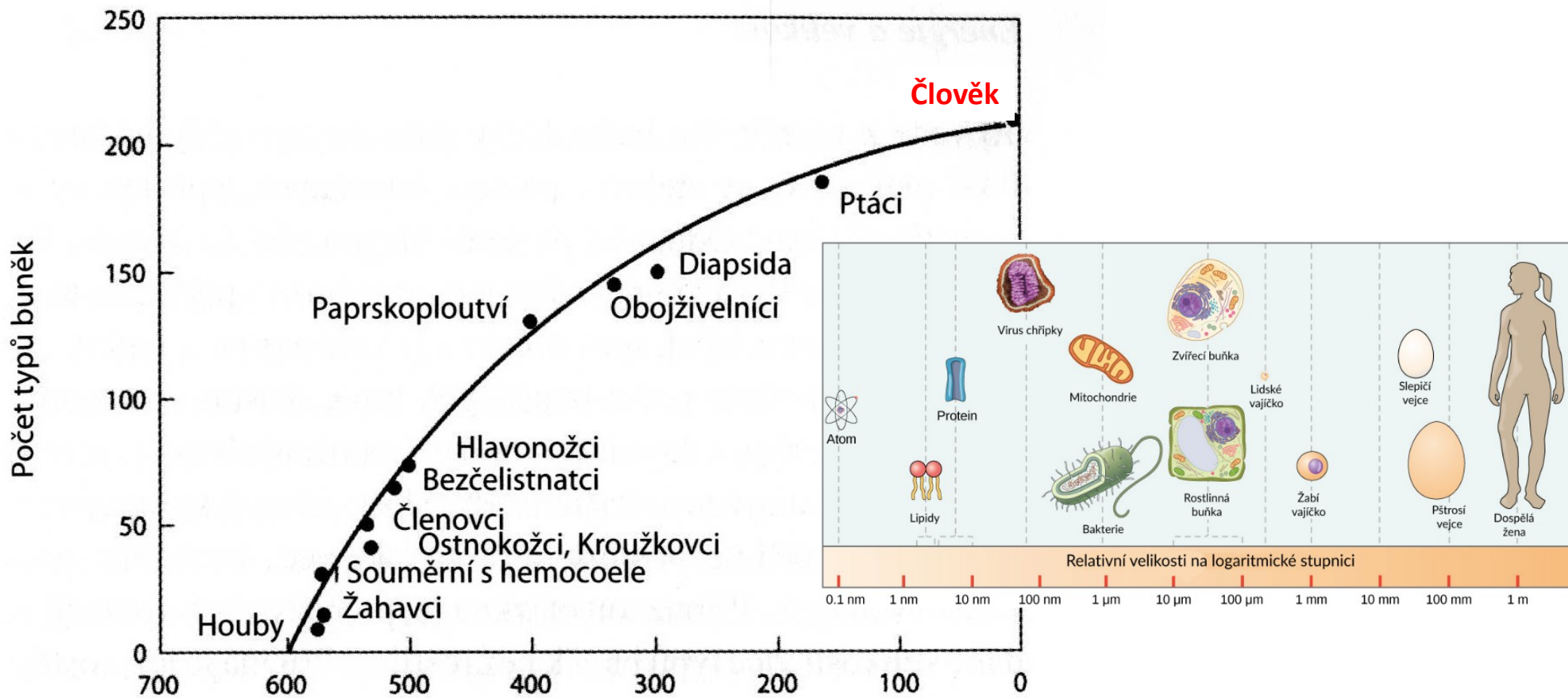
Obr. 4. (a) Fregatka vznešená má rozpětí křídel téměř 2 metry. (b) Albatros stěhovavý mívá rozpětí až 3,3 metry, je to největší žijící pták. (c) Největší létající živočich všech dob byl pterosaur, jehož rozpětí bylo odhadnuto na 12 až 13,5 metru. (Podle T. A. McMahon a J. T. Bonnera, O velikosti a životě, 1983)

Biologické adaptace člověka

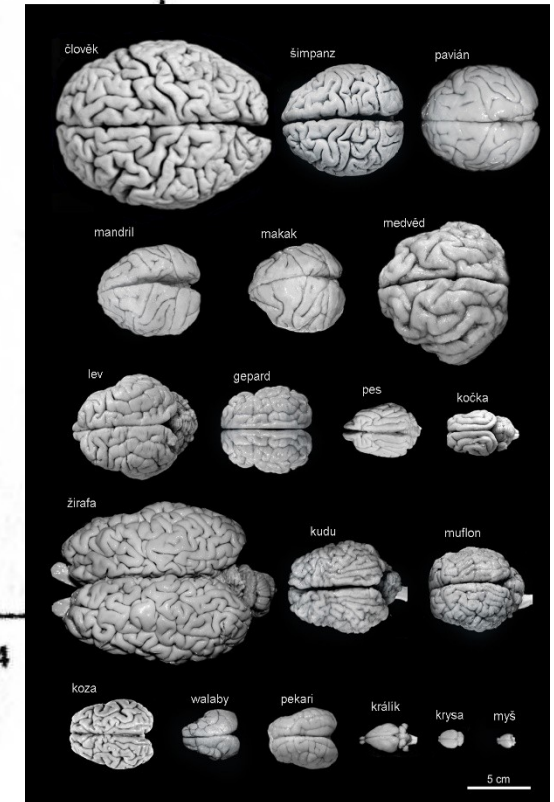
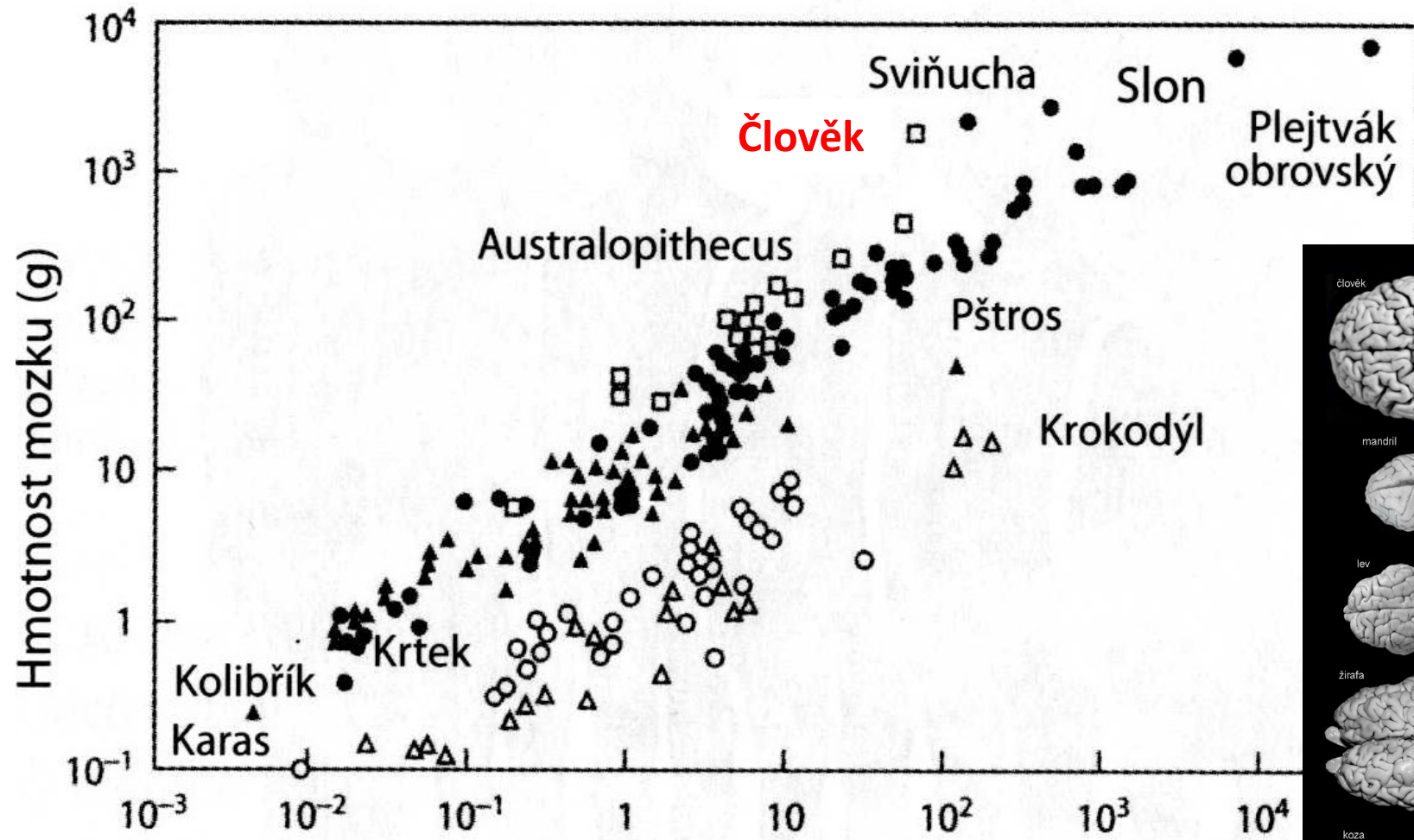
Křivka od myši ke slonovi ukazující vztah rychlosti metabolismu k hmotnosti těla



Odhad počtu buněčných typů u raných zástupců různých skupin živočichů

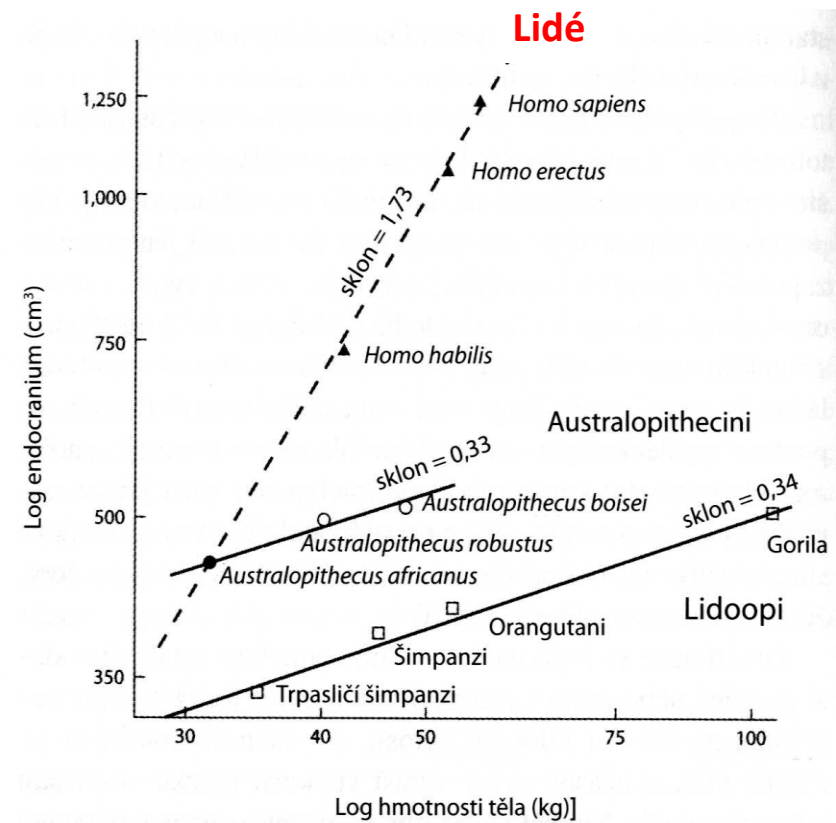
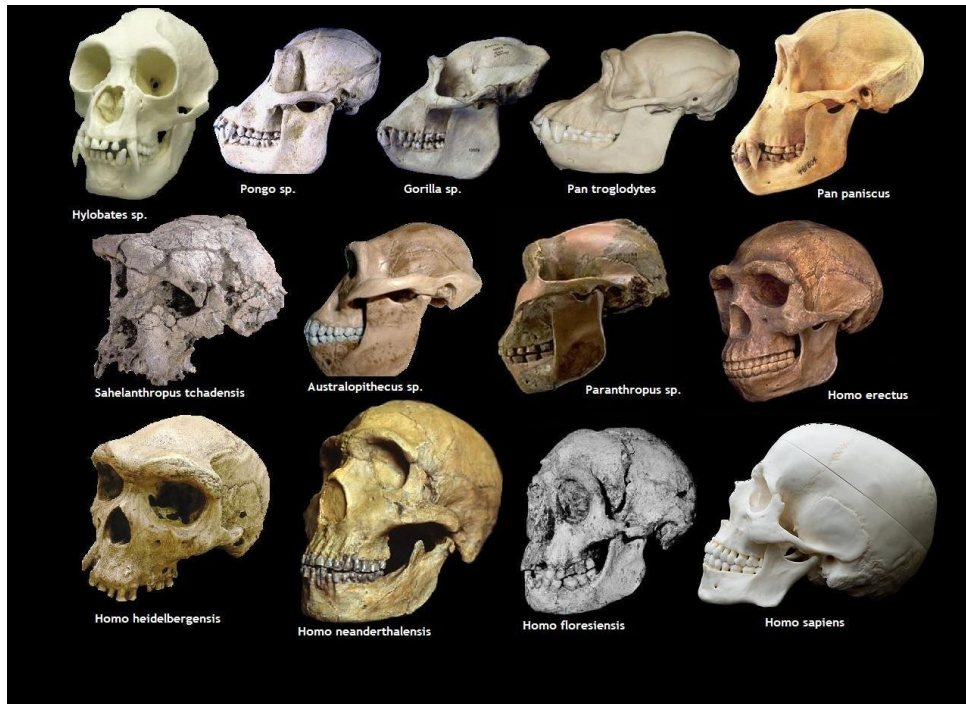


Velikost mozku 200 druhů obratlovců

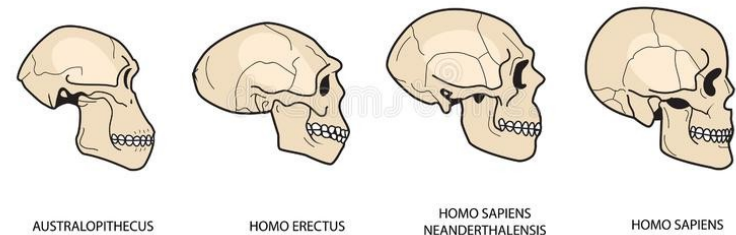


Biologické adaptace člověka

Objem endokrania vnesený oproti hmotnosti těla lidoopů, australopiteků a linie Homo v logaritmické stupnici



EVOLUTION OF THE SKULL

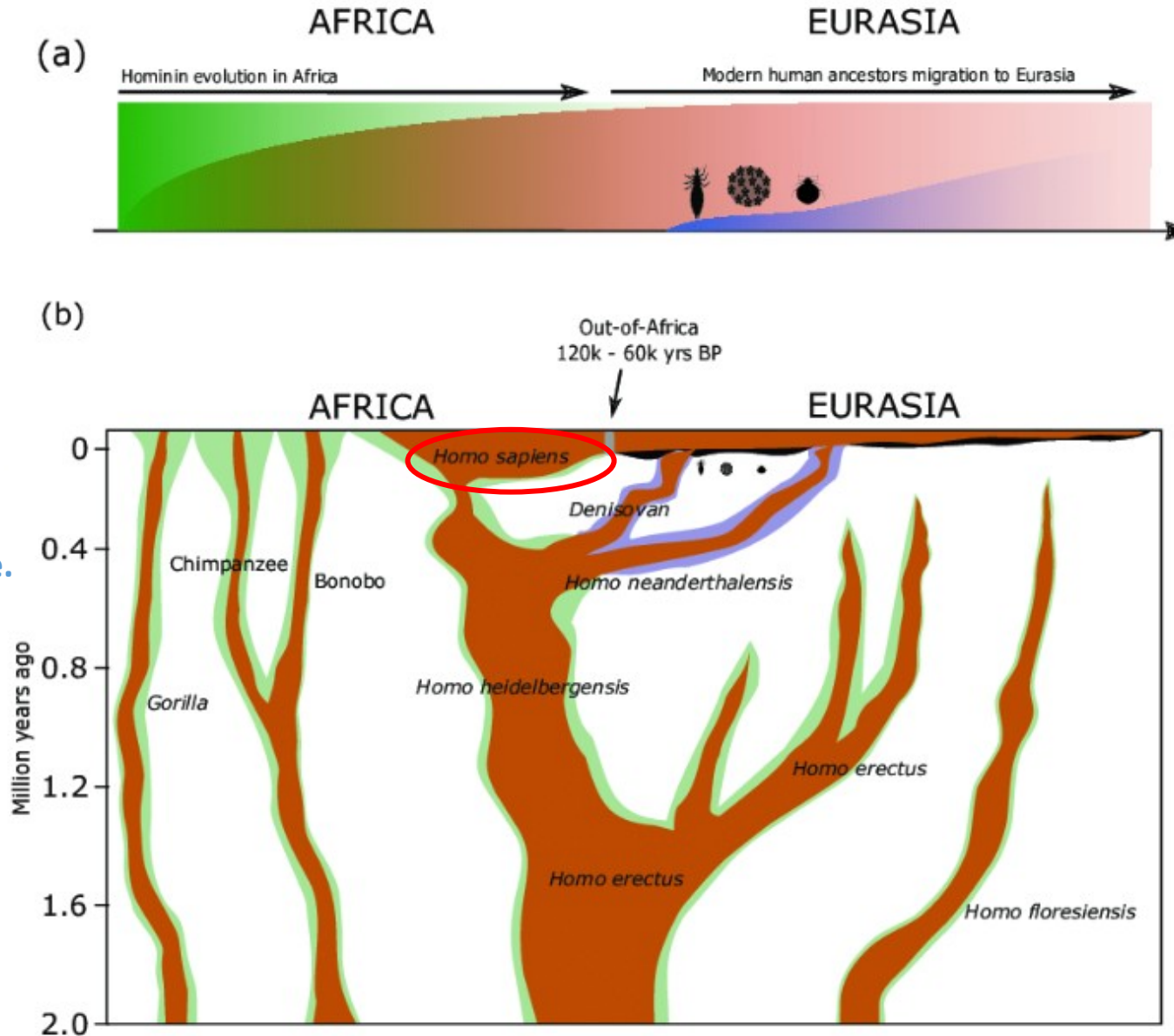


Evoluce cloveka byla vzdy ko-evoluci s jeho cizopasníky



Jaký je původ patogenů - parazitů člověka ?

(a) Lidské patogeny z Afriky:
Lidské papilovirus (HPV)
Virus herpes simplex (HSV)
Virus lidské imunodeficiency (HIV)
... vyvíjející se mezi moderními lidmi migrujícími z Afriky s dalším přenosem mezi moderními lidmi migrujícími z 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, kteří převládají dodnes.

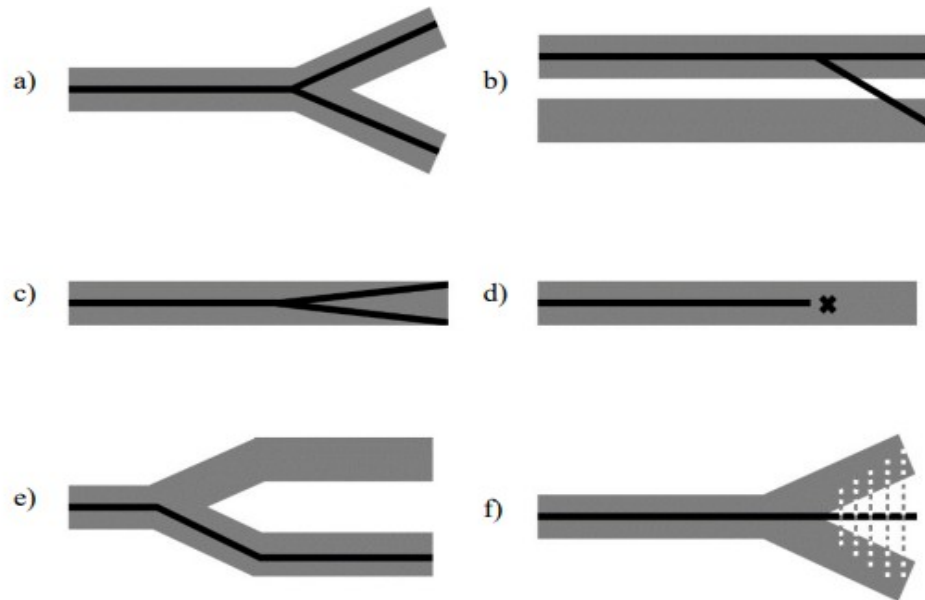


(b) Většina moderních lidských patogenů se objevila v Africe, které se přenášely mezi skupinami předků hominidů a africkými lidmi a dále se rozcházely a rozptylovaly mimo Afriku s odpovídajícími skupinami původních hominidů: evoluce populací neandrtálců a denisovanů výhradně v Eurasii s jejich patogeny.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

Jak pracuje koevoluce ?

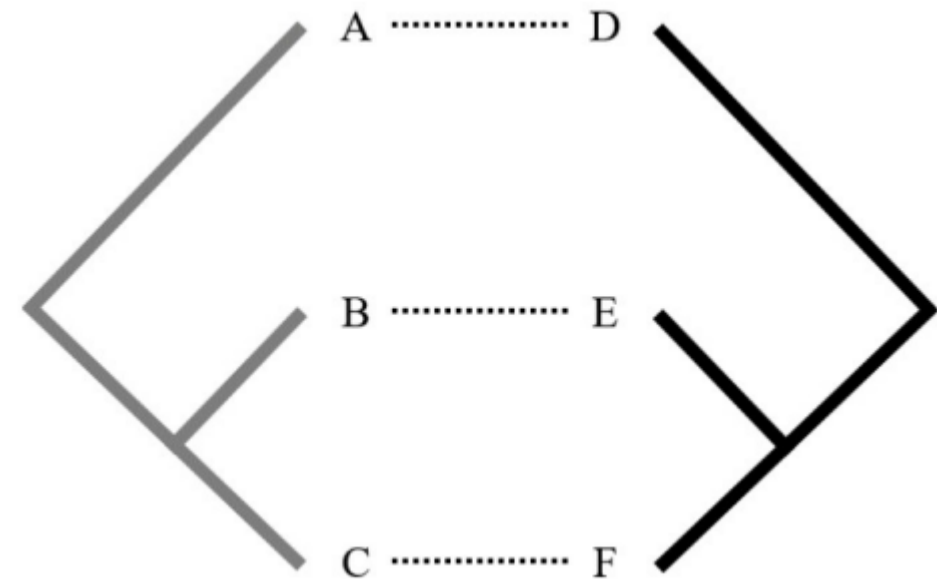
Události, které mohou nastat během společného vývoje parazita a hostitele.

Procesy speciace



Šedou barvou jsou znázorněny hostitelské linie, černou je označen parazit. a) kospeciace, b) změna hostitele (host-switch) se speciací parazita, c) duplikace parazita, d) extinkce parazita, e) hostitel diverguje, ale parazit je schopný napadnout pouze jednu z linií, f) neschopnost speciace parazita.

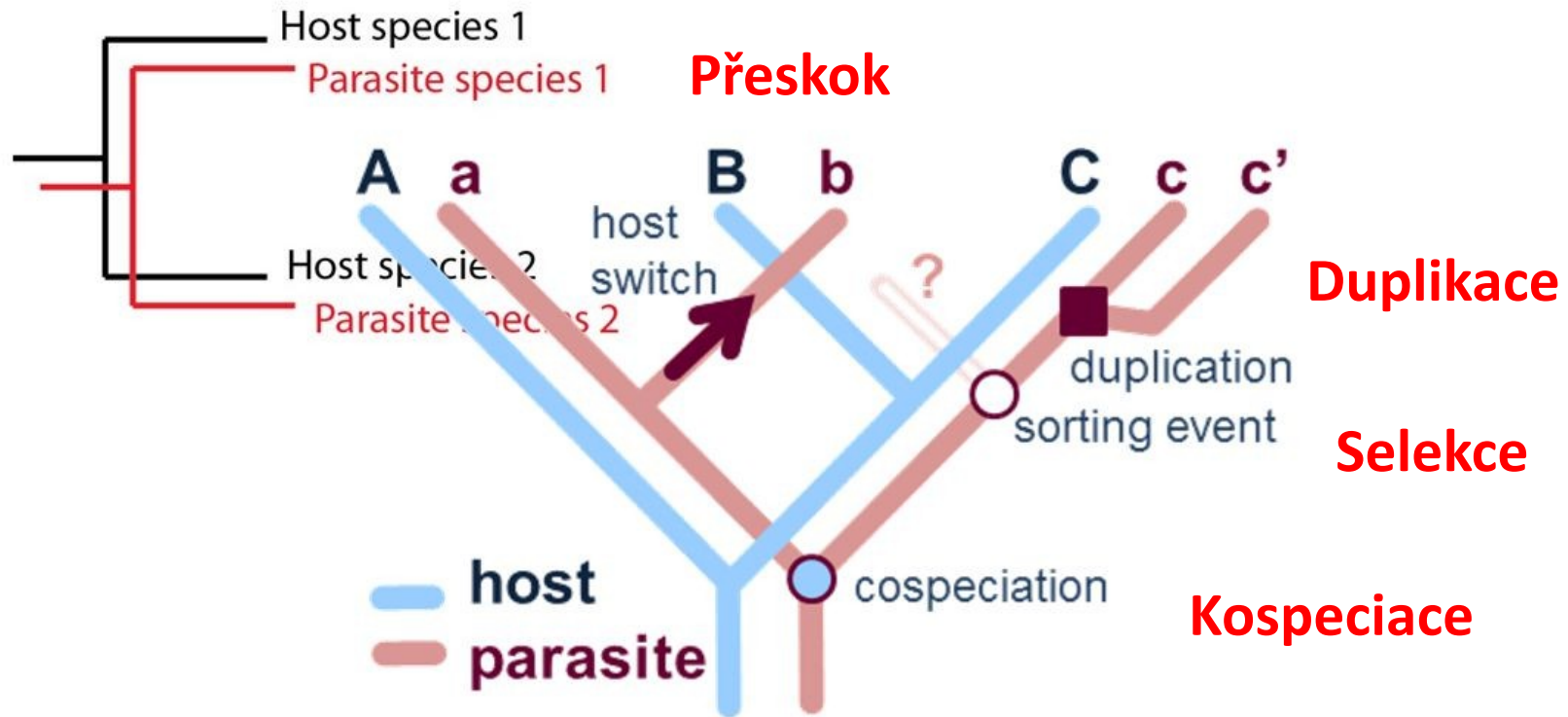
Vývojová kongruence

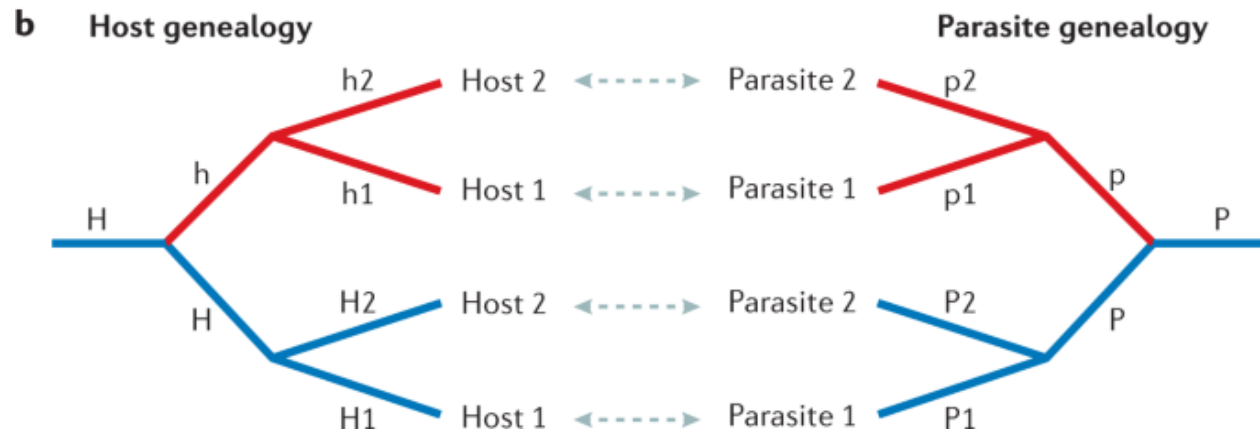
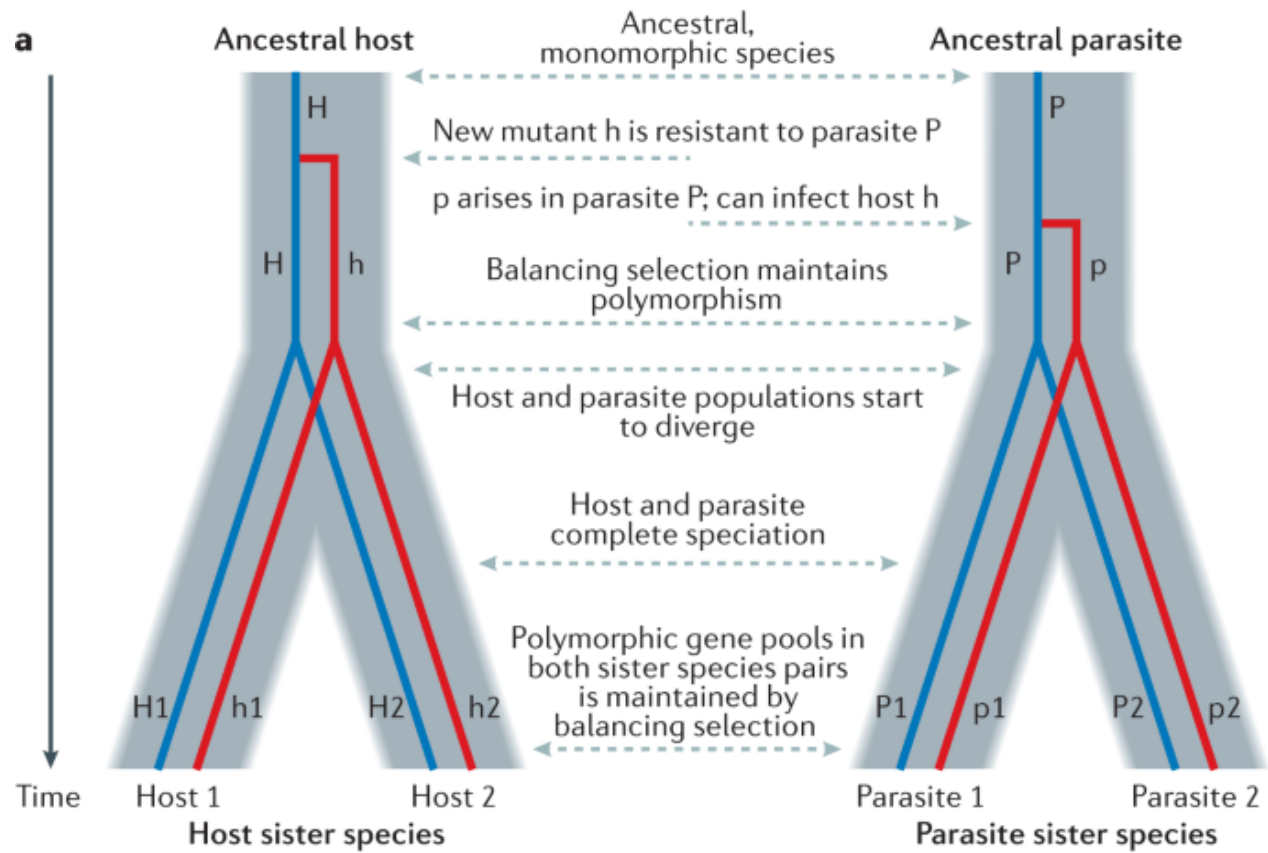


Kongruentní fylogenetické stromy. V tomto případě by byl hostitel A napadán parazitem D, hostitele B by využíval parazit E a u hostitele C by byl prokázán parazit F.

Mechanismy koevoluce parazita a hostitele

The Mechanism of Host-Parasite Coevolution

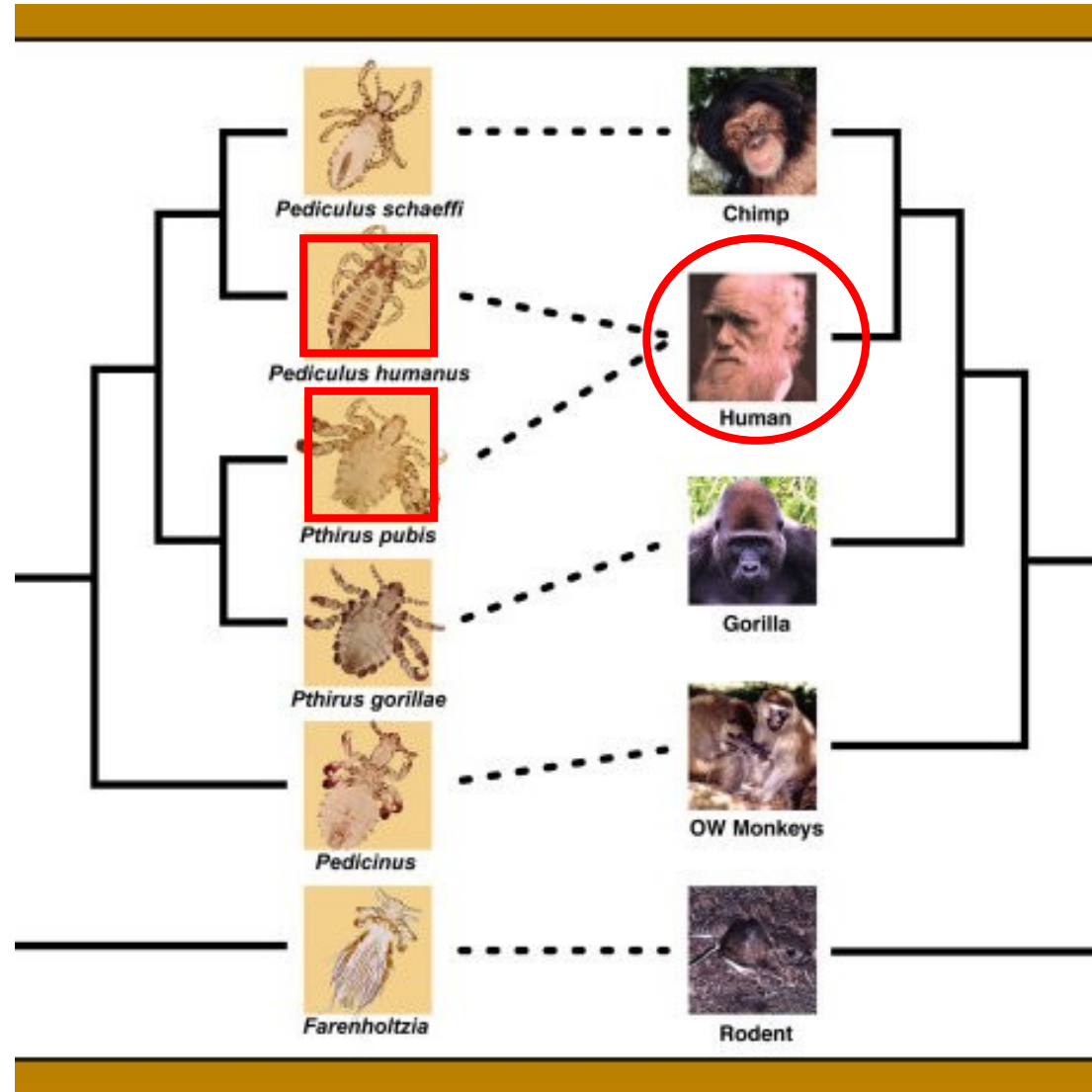




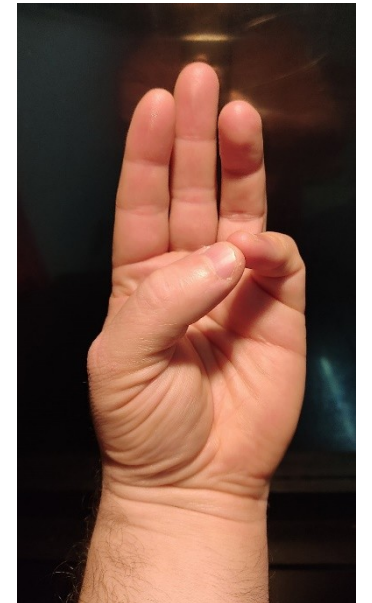
Koevoluce primátů a jejich vší



Pediculus humanus
(Veš šatní)
Pthirus pubis
(Veš muňka)



007

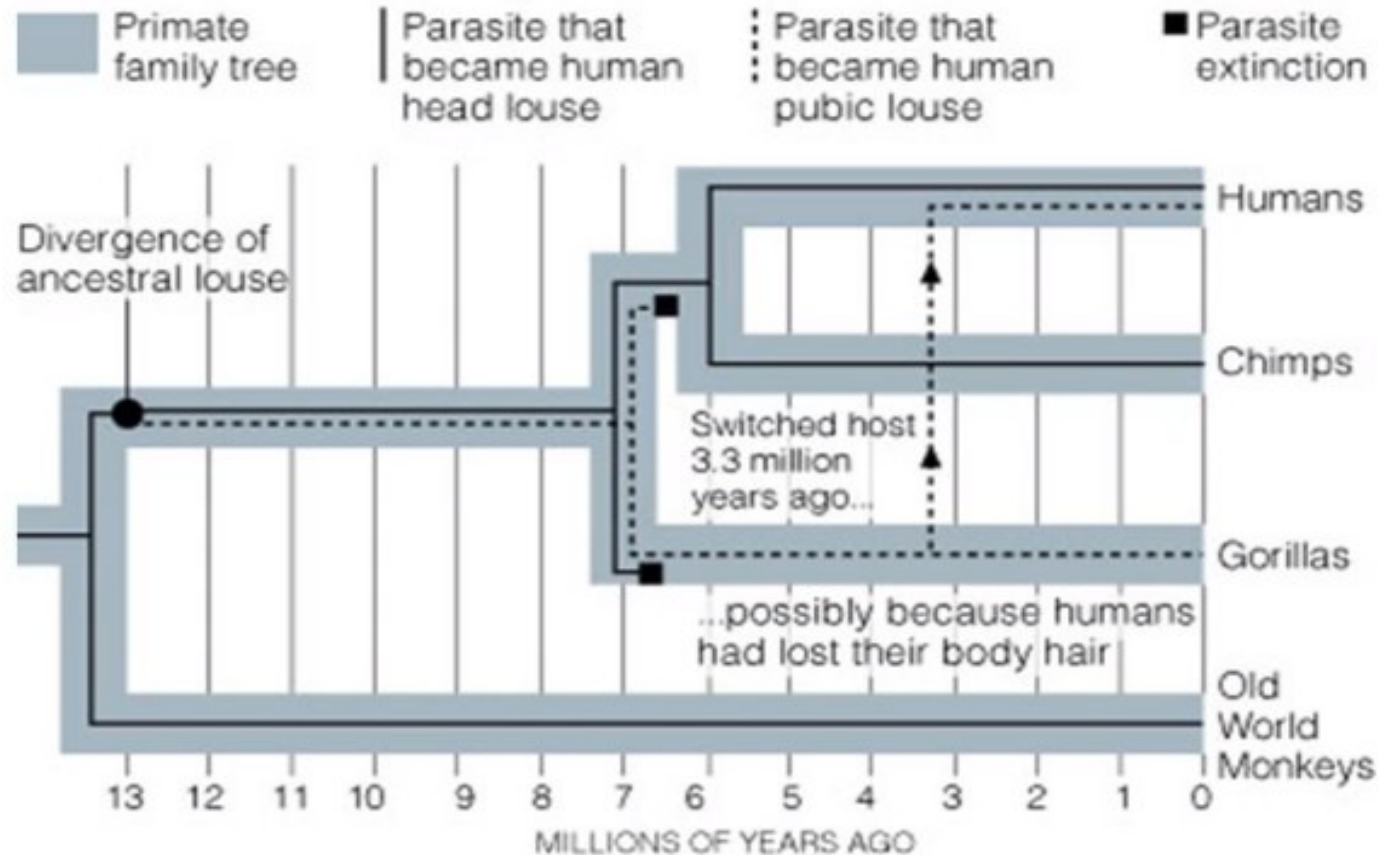


Divergence v evoluci lidských vší

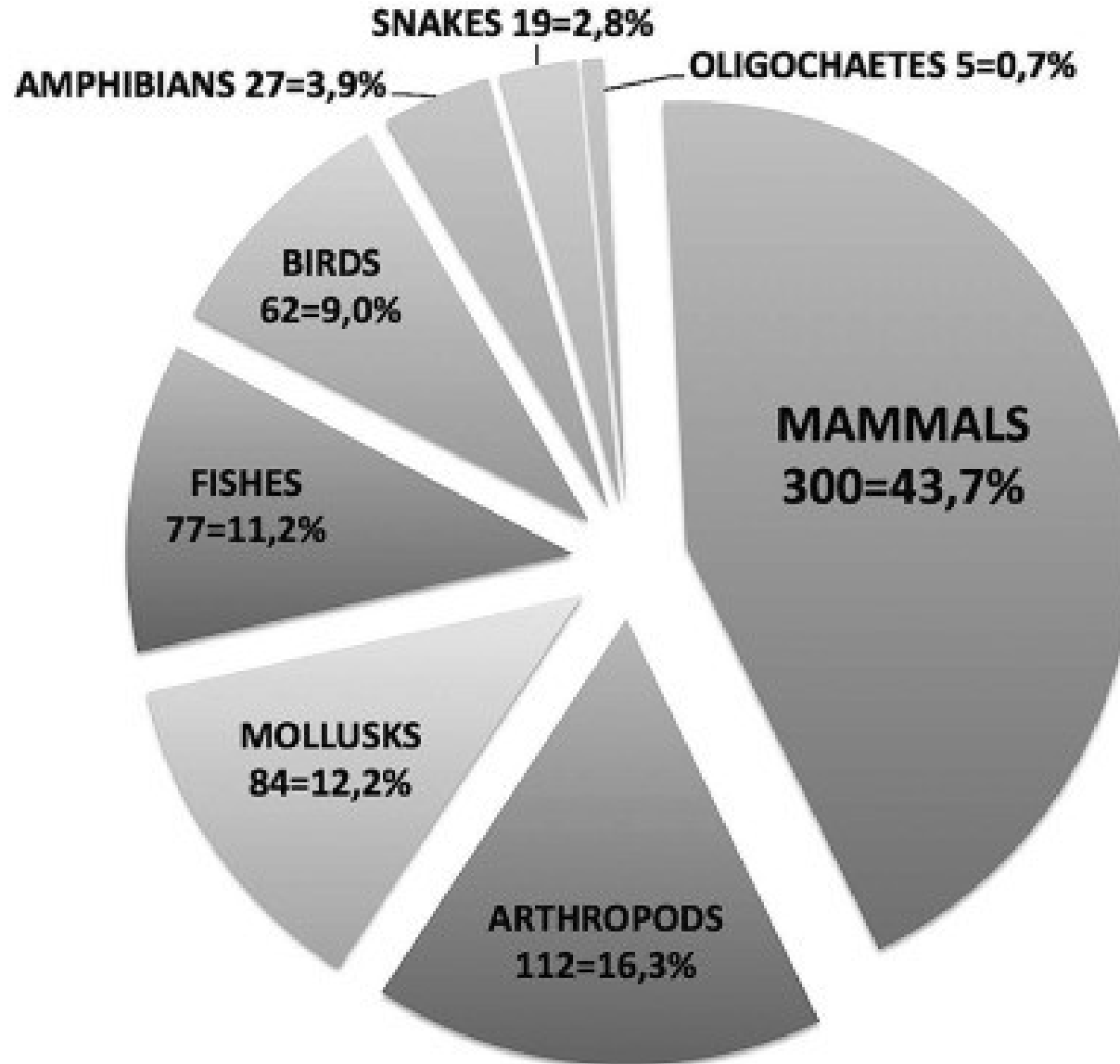
Ztráta tělesného ochlupení vedla ke vzniku nového druhu – *Pthirus pubis*

Making a Connection

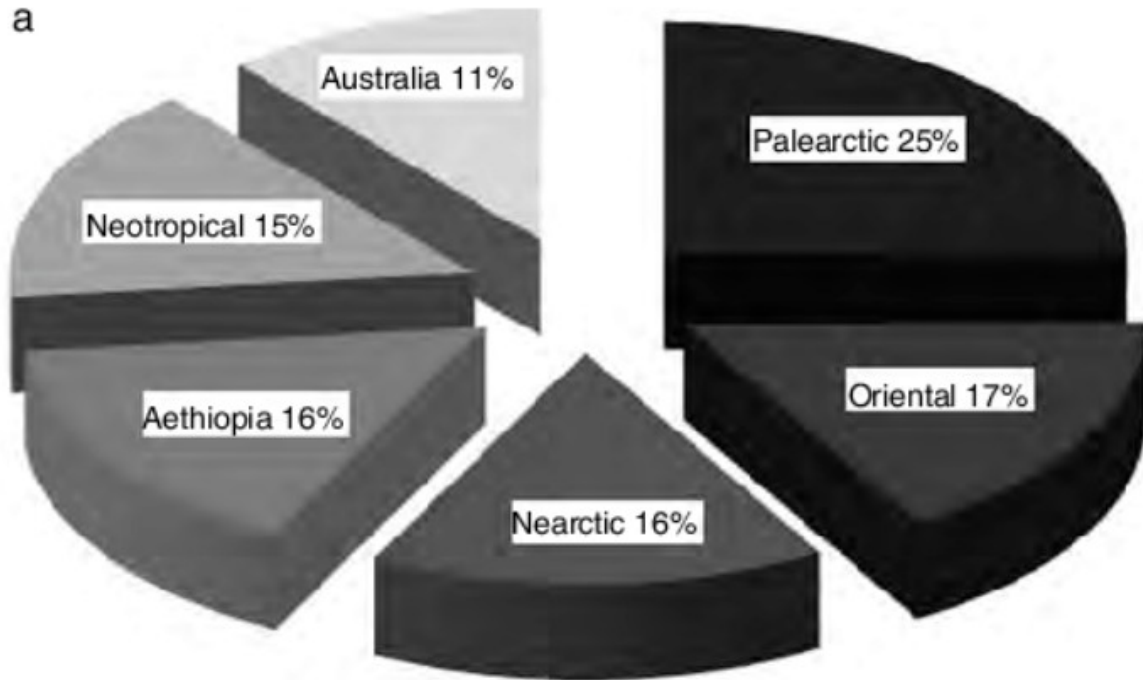
By studying divergences in lice species, scientists can estimate milestones in human history like when they lost their body hair.



Paraziti člověka jako indikátor evoluce jejich hostitelů



Geografické rozšíření lidských parazitů



(a) Na základě všech druhů parazitů, včetně těch s celosvětovým rozšířením

(b) Pouze na základě druhů popsanych jako v endemické oblasti

