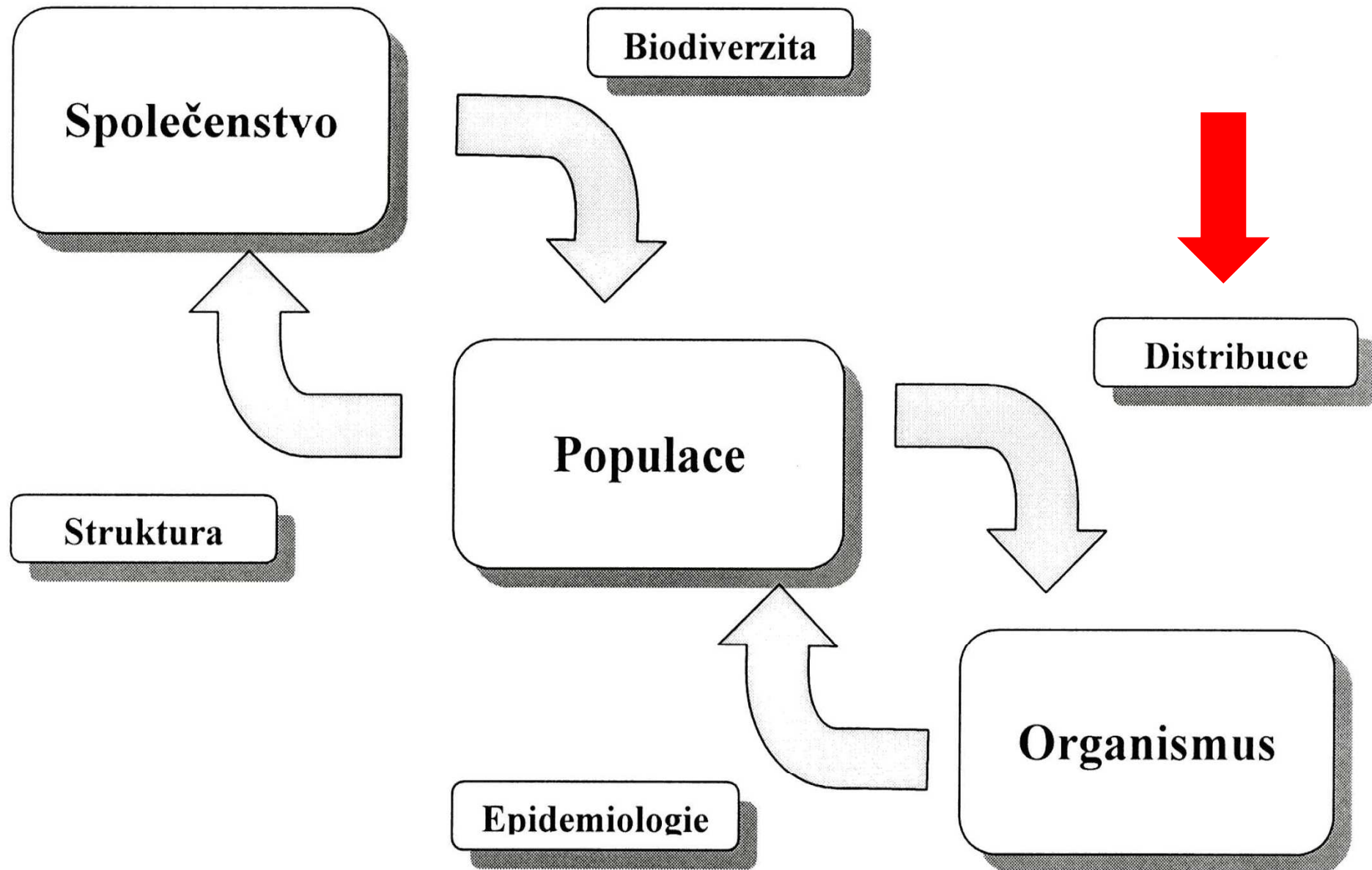


Distribuce a přenos parazitů

Schématické znázornění tří hierarchických úrovní studia živočichů



Distribuce: První zákon parazitismu !

- Základním aspektem **vztahu mezi parazity a hostiteli je distribuce parazitů mezi hostiteli**, v typickém případě shluková nebo **agregovaná**, což bylo popsáno jako "**první zákon parazitismu**„ (Poulin, 2007).
- Agregace má velmi významné **důsledky jak pro hostitele, tak pro parazity**, protože ovlivňuje **jejich genetiku a evoluci**, a bylo zjištěno, že má **mnoho důsledků pro veřejné zdraví a hospodaření s hospodářskými zvířaty**.
- Bylo prokázáno, že **agregace ovlivňuje ekologii parazitů** tím, že **stabilizuje populační dynamiku** hostitel-parazit a **usnadňuje mezidruhovou ko-infekci** v důsledku zvýšené náchylnosti hostitele.
- Agregace také **ovlivňuje evoluci parazitů** např. **zvýšením úrovně vnitrodruhové kompetitivní interakce a rychlosti adaptivní diverzifikace parazitů** v rámci hostitele.
- V souladu s tím **agregace parazitů mezi hostiteli ovlivňuje přenos infekčních lidských nemocí !**

Studium distribuce cizopasníků. Jedna z priorit současné parazitologie

- V souladu s celosvětovými trendy v taxonomii parazitů spouštíme novou tematickou řadu s názvem "**Rozšíření parazitů a biodiverzita: migrace, konstrukce a organizace niky**", která se zaměří na **inventarizaci biodiverzity parazitů a hodnocení prostorového rozšíření parazitů** s cílem podpořit opatření **pro racionální sběr a zachování zdrojů parazitů v dnešním rychle se měnícím environmentálním klimatu**.
- Kromě toho bude tematická řada mimo jiné **přezkoumávat pokroky ve výzkumu prostorového rozšíření, migrace, invaze a sledovatelnosti parazitů** s cílem **zhodnotit biologickou rozmanitost místních parazitů** a vyvinout robustní iniciativy na ochranu založené na regionálním riziku přenosu nákaz.
- V reakci na **další šíření tropických, parazitárních onemocnění s expanzí a růstem globální ekonomiky** jsou v tomto tématu vítány i příspěvky zabývající se neparazitárními chorobami, jako je žlutá zimnice, horečka dengue, Zika a další nemoci s rozšiřujícím se rozšířením.
- Vyzýváme k předkládání výzkumných článků, včetně vymezení rozsahu, systematiky, přehledů a narativních syntéz, jakož i **původních studií o objevování druhů, klasifikaci, distribuci, migraci, konstrukci nik a původu parazitů**.

Životní strategie cizopasníků

(upraveno podle Esch a Fernandez 1993)

- **kolonizační strategie:**

distribuce cizopasníků

**způsoby přenosu a šíření
ontogenetické migrace
cizopasníků**

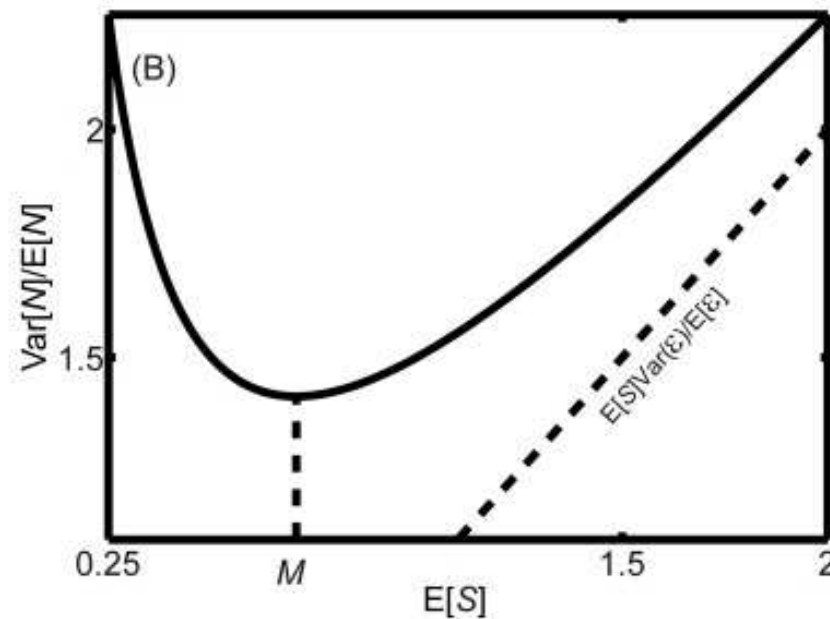
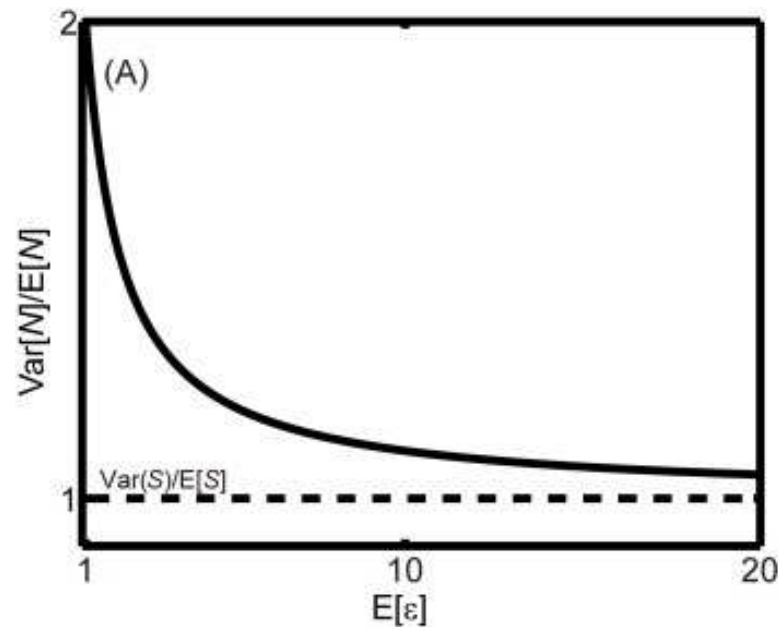
- **reprodukční strategie:**

**typy životních cyklů
rozmnožování cizopasníků
dynamika populací**



Hierarchické úrovně parazitologie

distribuce	populace	společenstvo
geografická	úroveň druhu	regionální
hostitelská specificita	suprapopulace	Supraspolečenstvo
frekvenční distribuce	Metapopulace (component)	Metaspolečenstvo
lokalizace (mikrohabitat)	infrapopulace	infaspolečenstvo



Obrázek ilustruje, jak se agregace liší buď v závislosti na setkání hostitele s parazitem, nebo na úspěchu parazita (při infikování hostitelů).

Globální biodiverzita a distribuce cizopasníků

- **Odhady globální biodiverzity za posledních 20 let hovoří o 3 až 10 milionech druhů, zatímco formálně bylo popsáno pouze 1,4 milionu. Získání spolehlivých odhadů existujících druhů je obtížné, zejména proto, že mnoho druhů může celosvětově vyhnout dříve, než byly klasifikovány a formálně pojmenovány.**
- **Paraziti mají často nerovnoměrné prostorové rozložení a jsou skryti v hostitelích, což ztěžuje jejich detekci a odběr vzorků, což vede ke špatným znalostem o diverzitě a distribuci parazitů. Tyto obtíže přispívají k typické absenci údajů o parazitech v různých situacích, například:**
 - v ekologických průzkumech obecně
 - při indexaci biologického hodnocení
 - ve studiích potravních sítí a při hodnocení rizik vyhynutí živočichů.

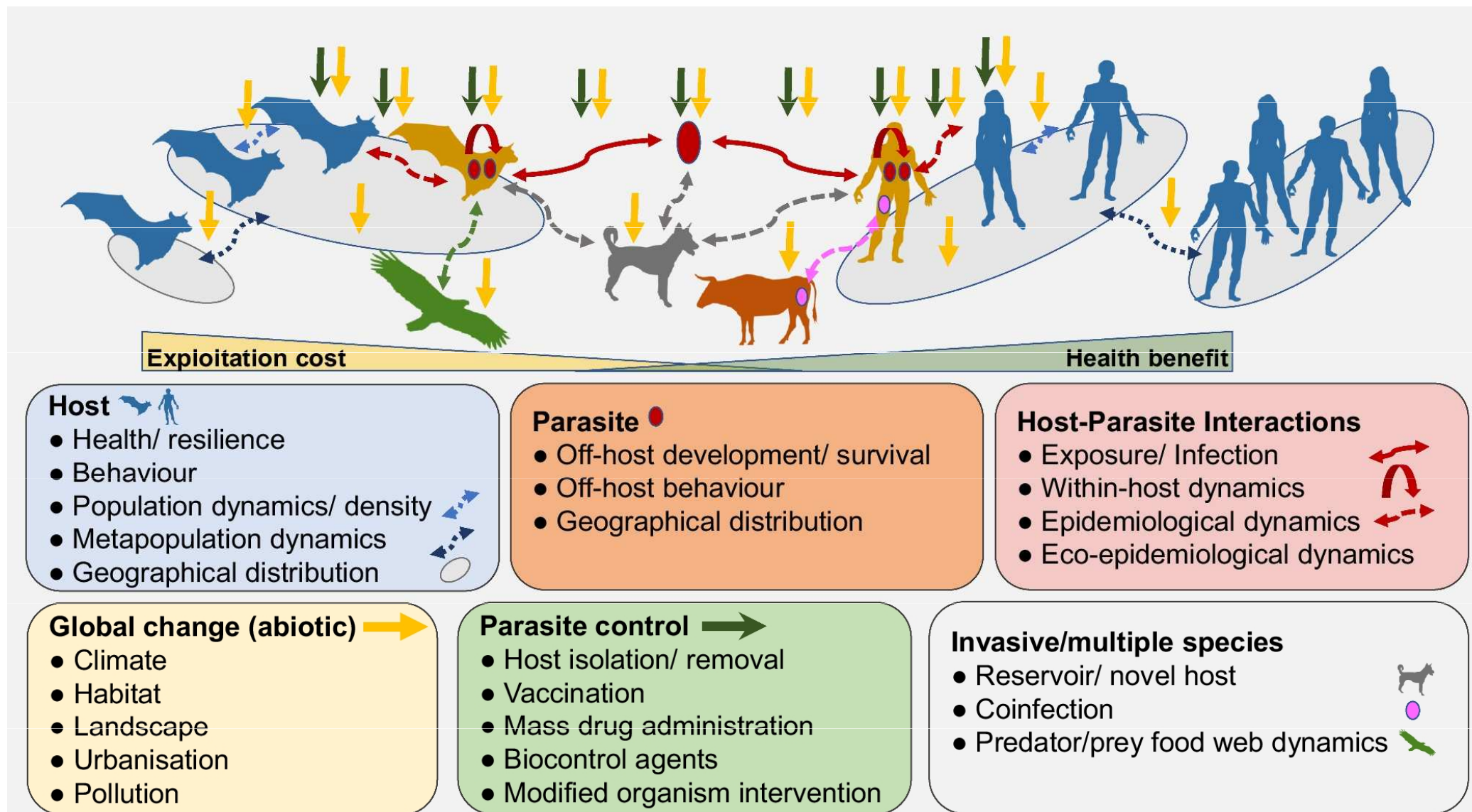
Rozšíření parazitů a biodiverzita: migrace, vytváření a organizace nik



Distribuce parazitů a studium ekosystémů

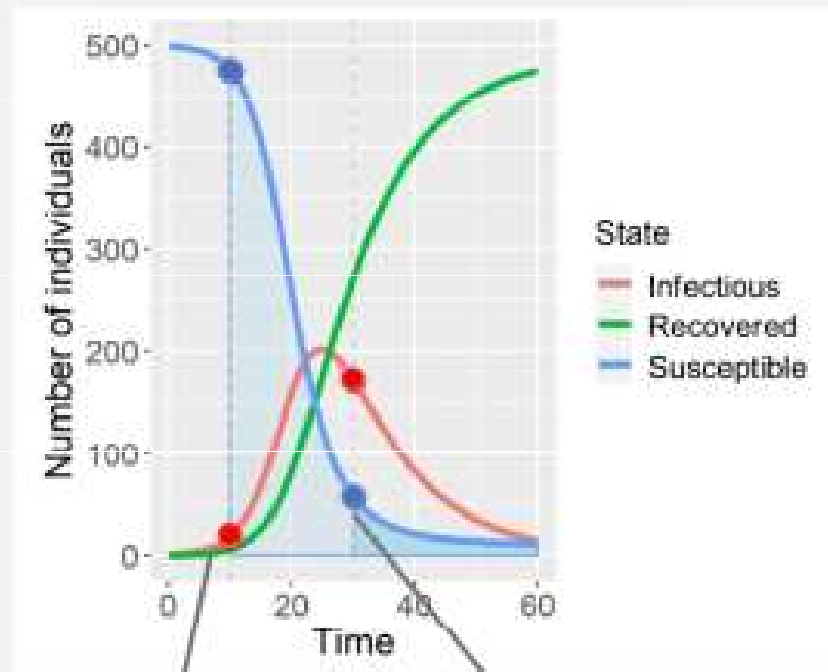
- **Paraziti jsou nejen velmi rozmanité druhy, ale také velmi důležití pro ekologii. Jsou však také nejméně chráněni snahami o zachování ekosystémů, což se v poslední době stalo předmětem zvláštního zájmu jak s ohledem na zrychlující se tempo výskytu nemocí, tak na rostoucí uznání ekologického významu mnoha parazitů.**
- **Změny prostředí a/nebo hostitelů vedou k vystavení novým selektivním tlakům, které vedou k novým znakům vyžadujícím vytvoření niky, což je činnost, která může poskytnout vhled do vývoje vedoucího k evoluci nových interakcí mezi hostitelem a parazitem.**

Schéma řízení interakcí mezi hostitelem a parazitem u lidí a volně žijících živočichů v době globálních změn



Prevalence *versus* Distribuce

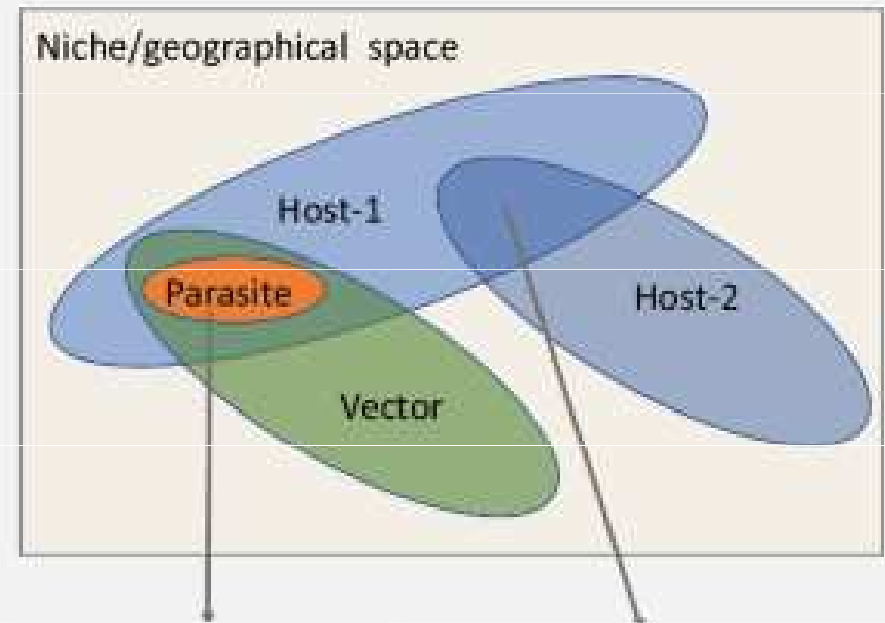
A The dynamical process pitfall



Prevalence low, large pool of susceptible hosts, high capacity of control efforts to contain epidemic

Prevalence high, small pool of susceptible hosts, low capacity of control efforts to contain epidemic

B The spatial heterogeneity pitfall



Parasite distribution restricted within host range by environmental suitable condition and/or vector

Contact opportunity between two hosts is outside the niche/geographical space where parasite can persist

Text k obrázku

Možná úskalí při vyvozování závěrů o riziku šíření a přelévání parazitů z epidemiologické dynamiky a prostorové heterogenity v druhových interakcích.

- Panel **A** ilustruje možné úskalí dynamického procesu: pokud se rozhodnutí o kontrole parazitů řídí pouze prevalencí, zaměření úsilí o kontrolu na populace s vysokou prevalencí může vést k menšímu celkovému omezení šíření parazitů, pokud je skupina vnímavých jedinců nízká směrem k pozdějšímu stádiu endemitu (tmavě modře stínovaná oblast), zatímco omezení šíření parazitů v populaci s nízkou prevalencí, ale velkými skupinami vnímavých hostitelů může chránit větší část populace z infekce (světle modře stínovaná oblast) a snížit sílu infekce.
- Panel **B** ilustruje možné úskalí prostorové heterogenity: paraziti mohou být omezeni na malé podmnožiny hostitelovy niky/geografického prostoru, pokud podmínky prostředí neumožňují zachovat dynamiku přenosu v celém areálu hostitele nebo pokud nejsou přítomny základní druhy vektorů. Oblast přítomnosti a přelévání patogenů může být tedy nadhodnocena, pokud se předpokládá, že tvorba hostitele-parazita probíhá v celém nikovém/geografickém prostoru hostitelského druhu. V takovém scénáři příležitosti ke kontaktu mezi různými hostitelskými druhy nemusí nutně umožňovat dospět k závěru o přelévání patogenů

Směrem ke zdravějšímu ochranářskému paradigmatu: integrace nemocí a molekulární ekologie na podporu biologické ochrany

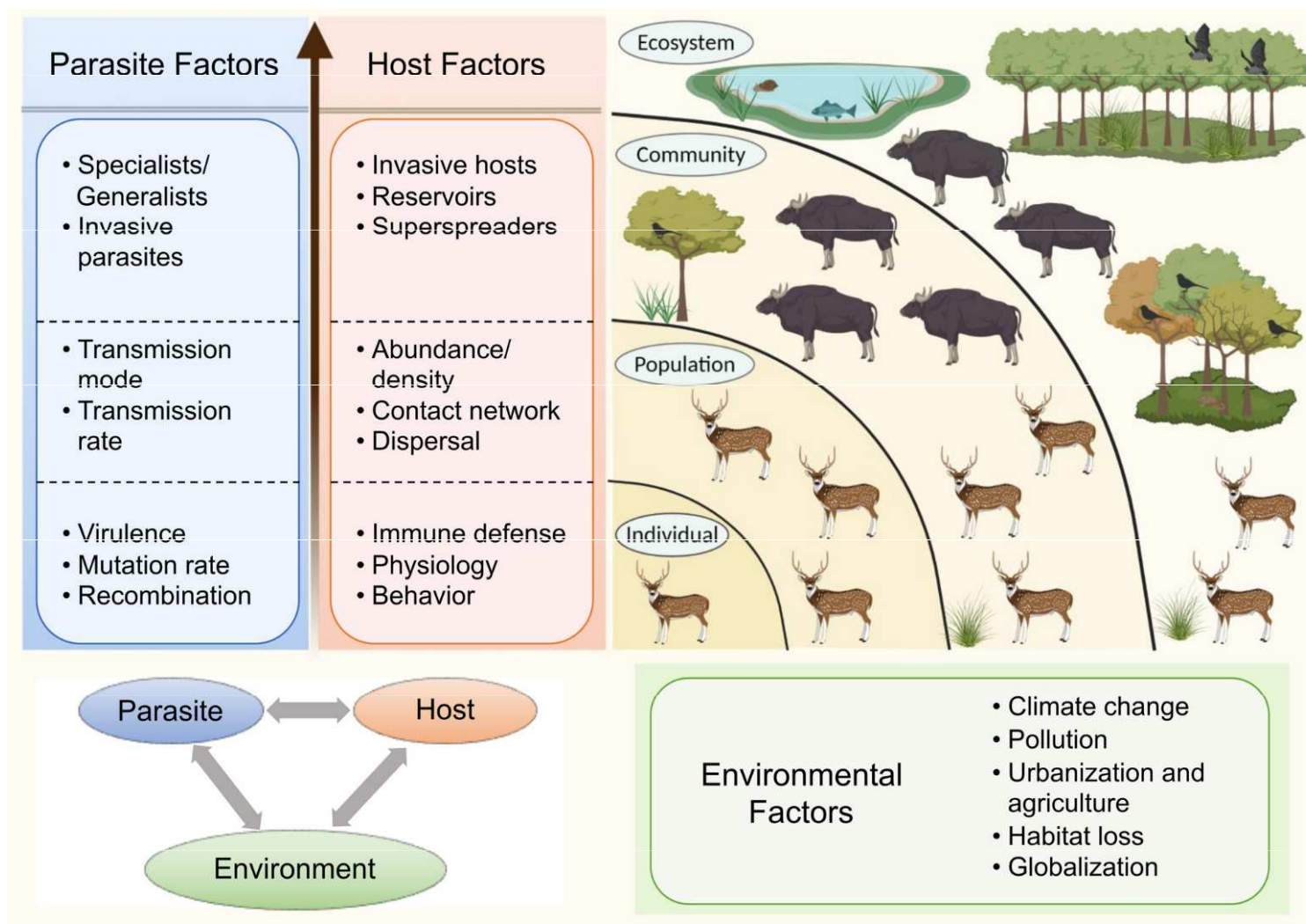
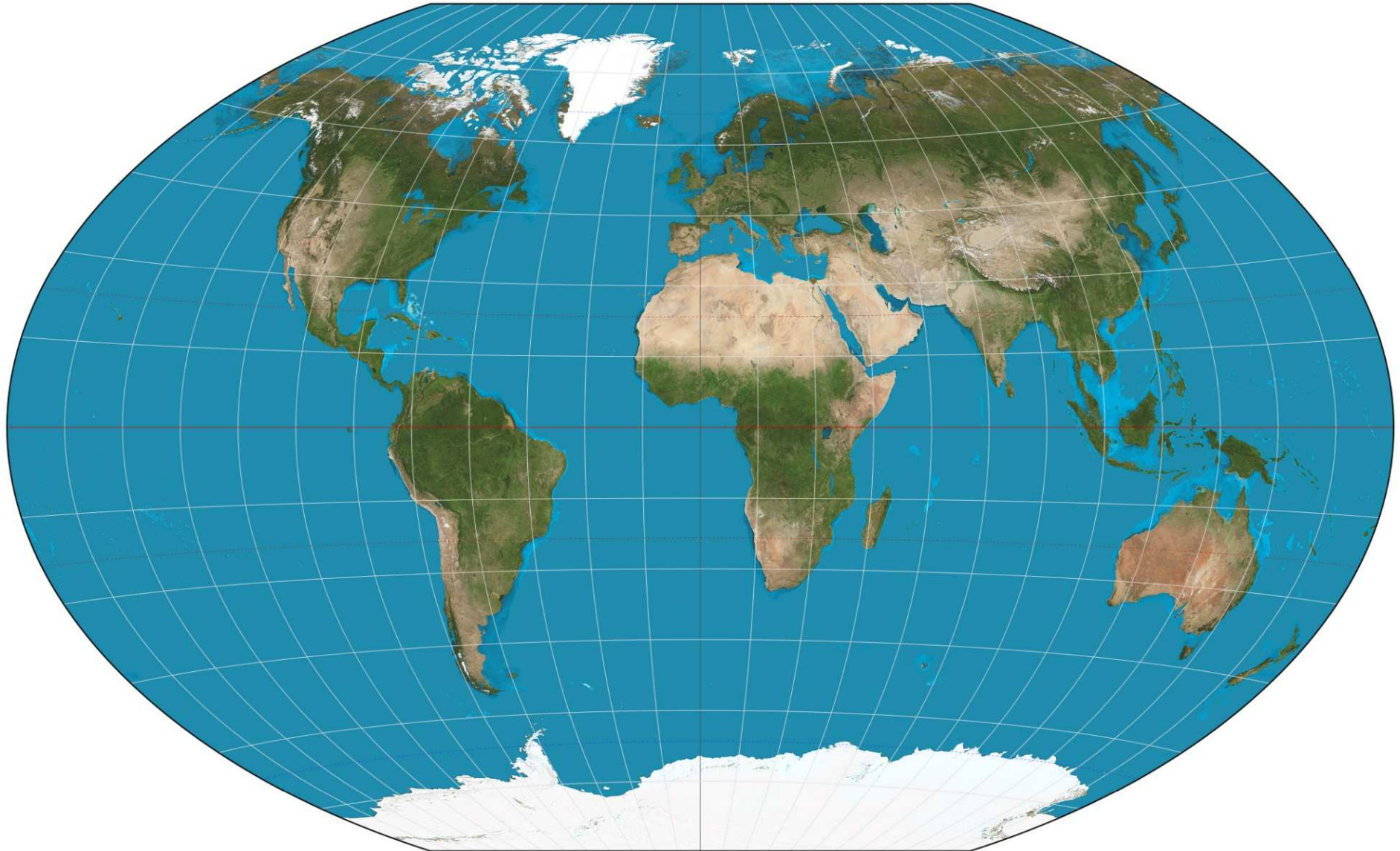


Schéma znázorňující hostitele, parazita a faktory prostředí ovlivňující dynamiku onemocnění napříč měřítky biologické organizace, na úrovni jednotlivce, populace, společenstva a ekosystému. Je pozoruhodné, že vliv hostitelských a parazitárních faktorů na dynamiku onemocnění na každé úrovni se často vzájemně nevyklučuje a může se pohybovat od jednotlivců až po populace a na úrovni komunit/ekosystémů.

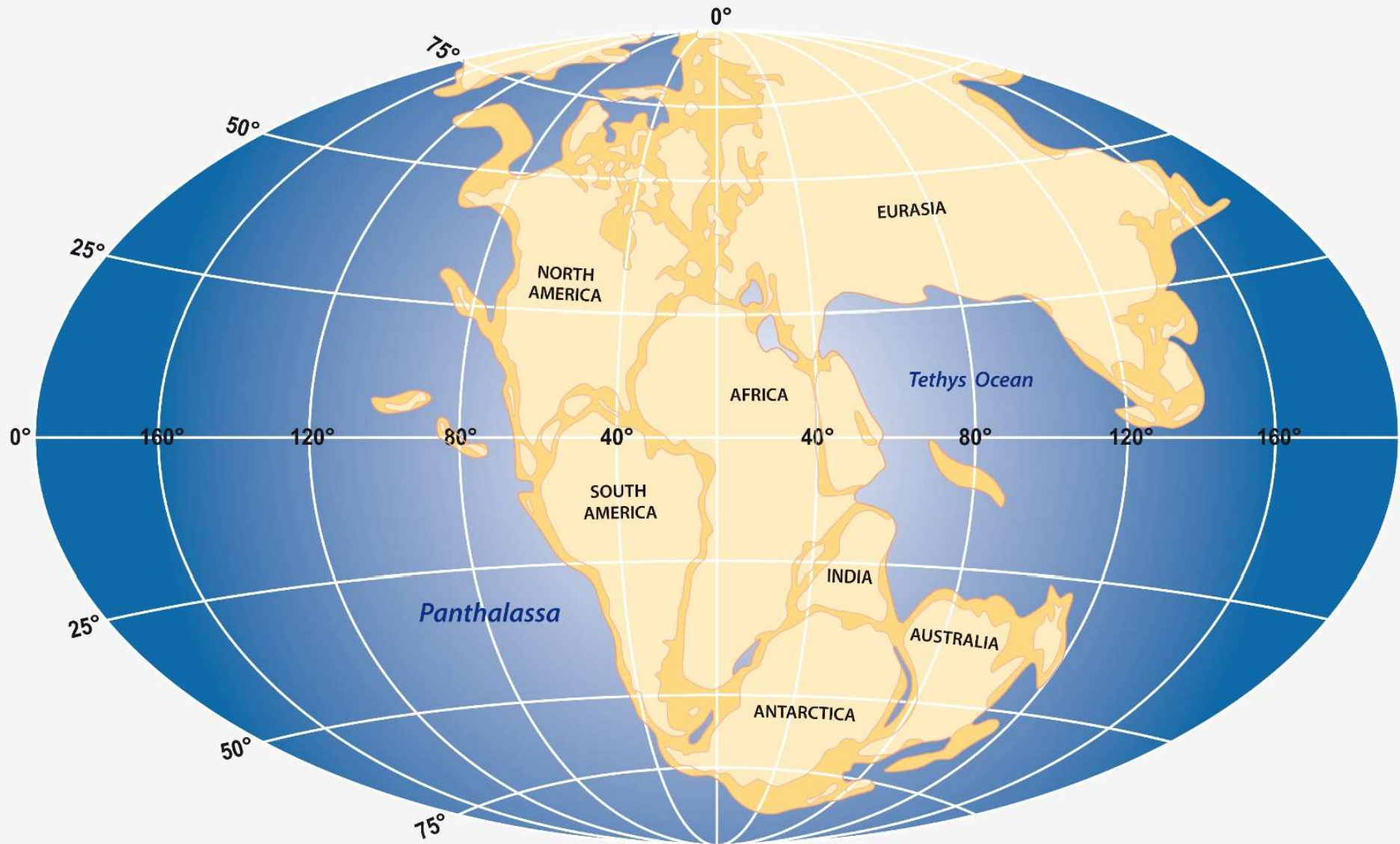
Typy distribuce cizopasníků

- **Geografická distribuce**
- Hostitelská specificita (mezi různými druhy hostitelů)
- Frekvenční distribuce (v hostitelské populaci)
- Mikrohabitat distribuce (lokalizace v organismu hostitele)

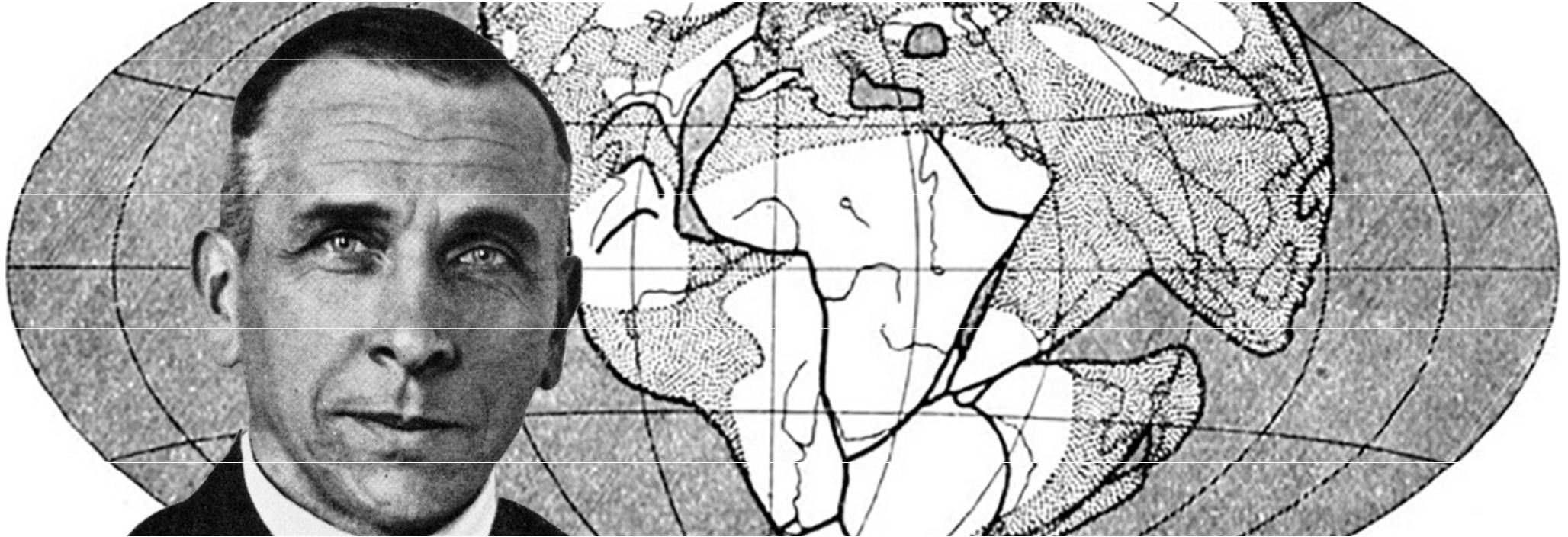
Rozmístění kontinentů – základ geografické distribuce



Původní prapevnina - Pangea

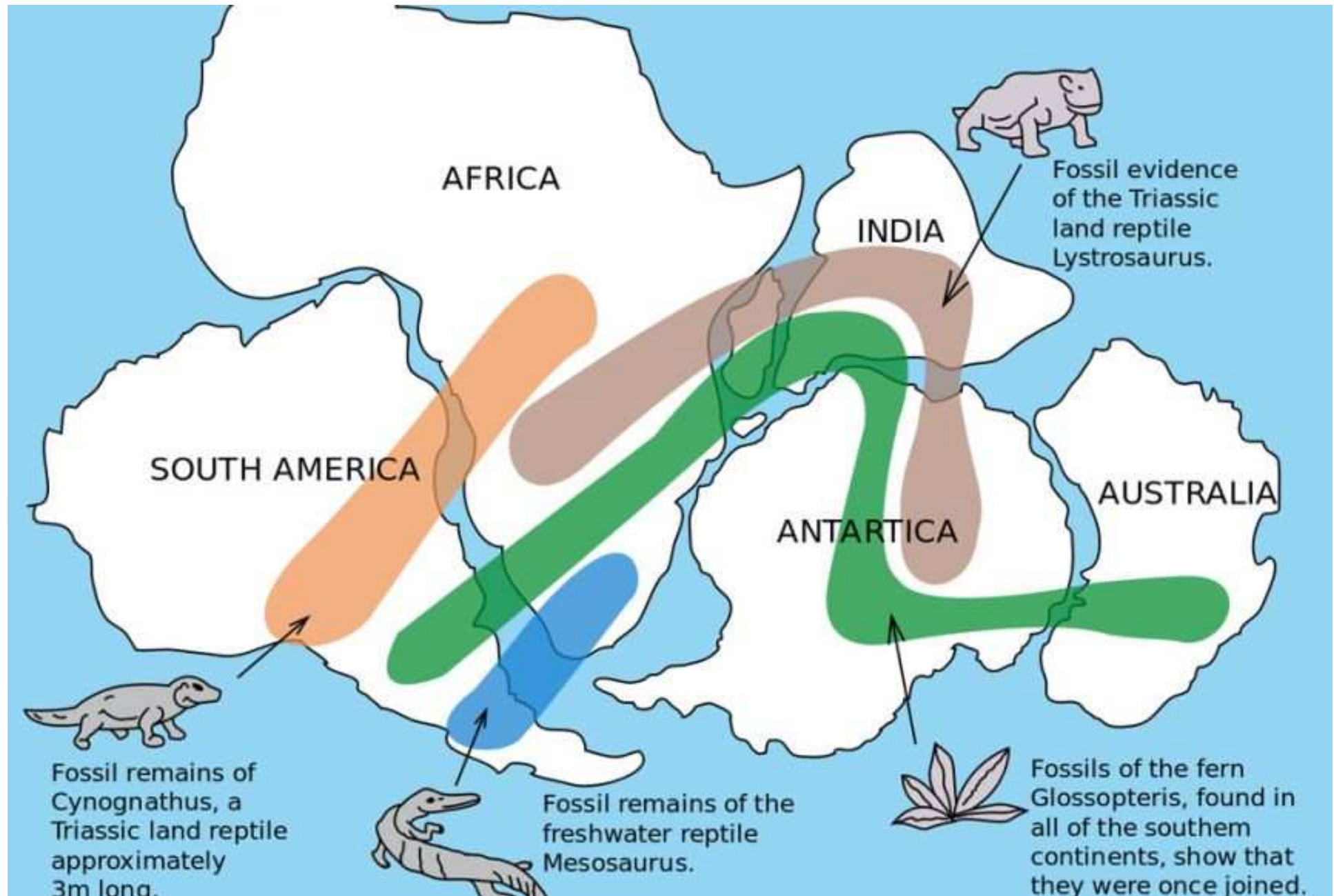


Alfred Wegener

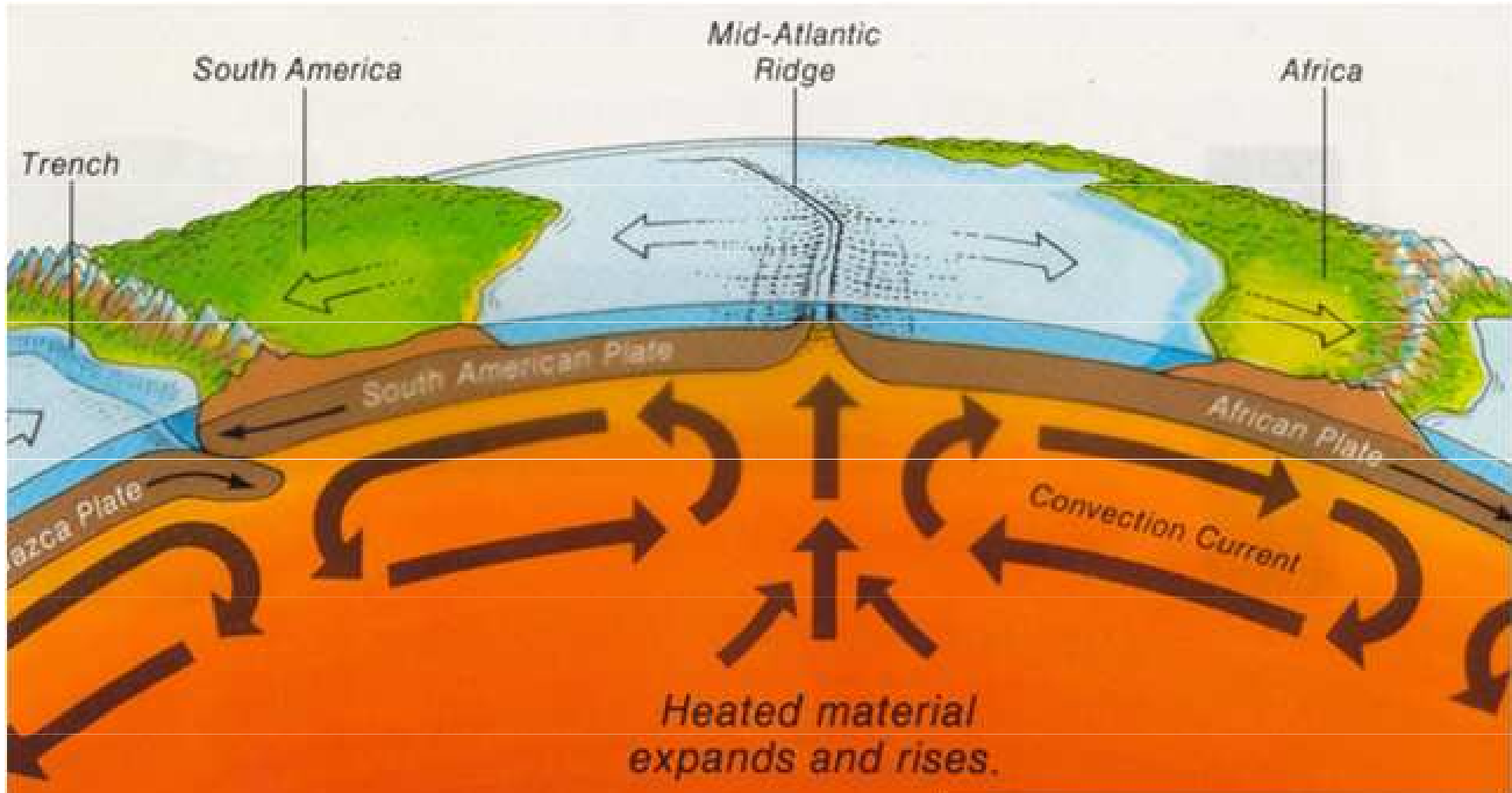


Alfred Lothar Wegener (1. listopadu 1880 Berlín – 2. nebo 3. listopadu 1930 Grónsko) byl německý vědec, který se zabýval mnoha vědními obory, světového uznání a věhlasu došel v geologii a v meteorologii. Byl průkopníkem balónového pozorování. Předložil tzv. mechanickou teorii vzniku tornád. Na počátku 20. století vypracoval úplnou teorii zrcadlení vzduchu na základě vlastních pozorování na polární stanici v Grónsku, kterou založil.

Teorie kontinentálního driftu



Příčina – pohyby tektonických desek



Rozestup kontinentů



225 million years ago



150 million years ago



65 million years ago



nowadays



CONTINENTAL DRIFT

Pangaea



**Laurasia and
Gondwana**

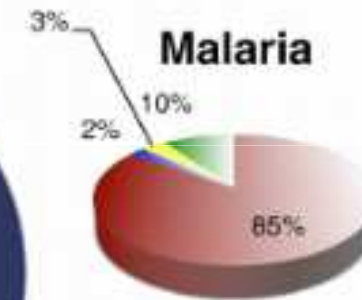
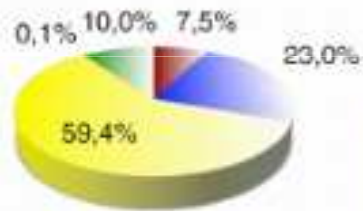


**Modern
world**

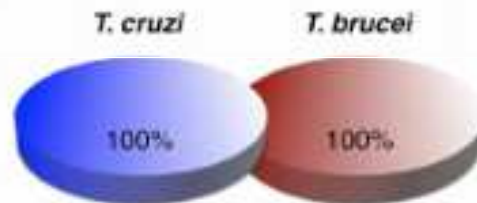


GLOBAL DISTRIBUTION OF SOME PARASITIC DISEASES

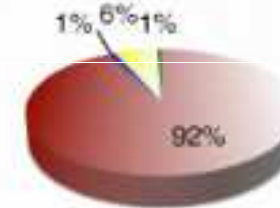
Leishmaniasis



Trypanosomiasis



Schistosomiasis



Endemické geografické rozšíření některých lidských parazitárních onemocnění. Mapa zobrazuje 5 různých oblastí světa podle WHO: Ameriku, Afriku, Evropu, východní Středomoří a jihovýchodní Asii Západní Pacifik. Procenta představují rozložení autochtonních endemických případů (133).

Historie „migrace“ malárie *Plasmodium vivax*

A brief history of the migration of the malaria parasite *Plasmodium vivax*

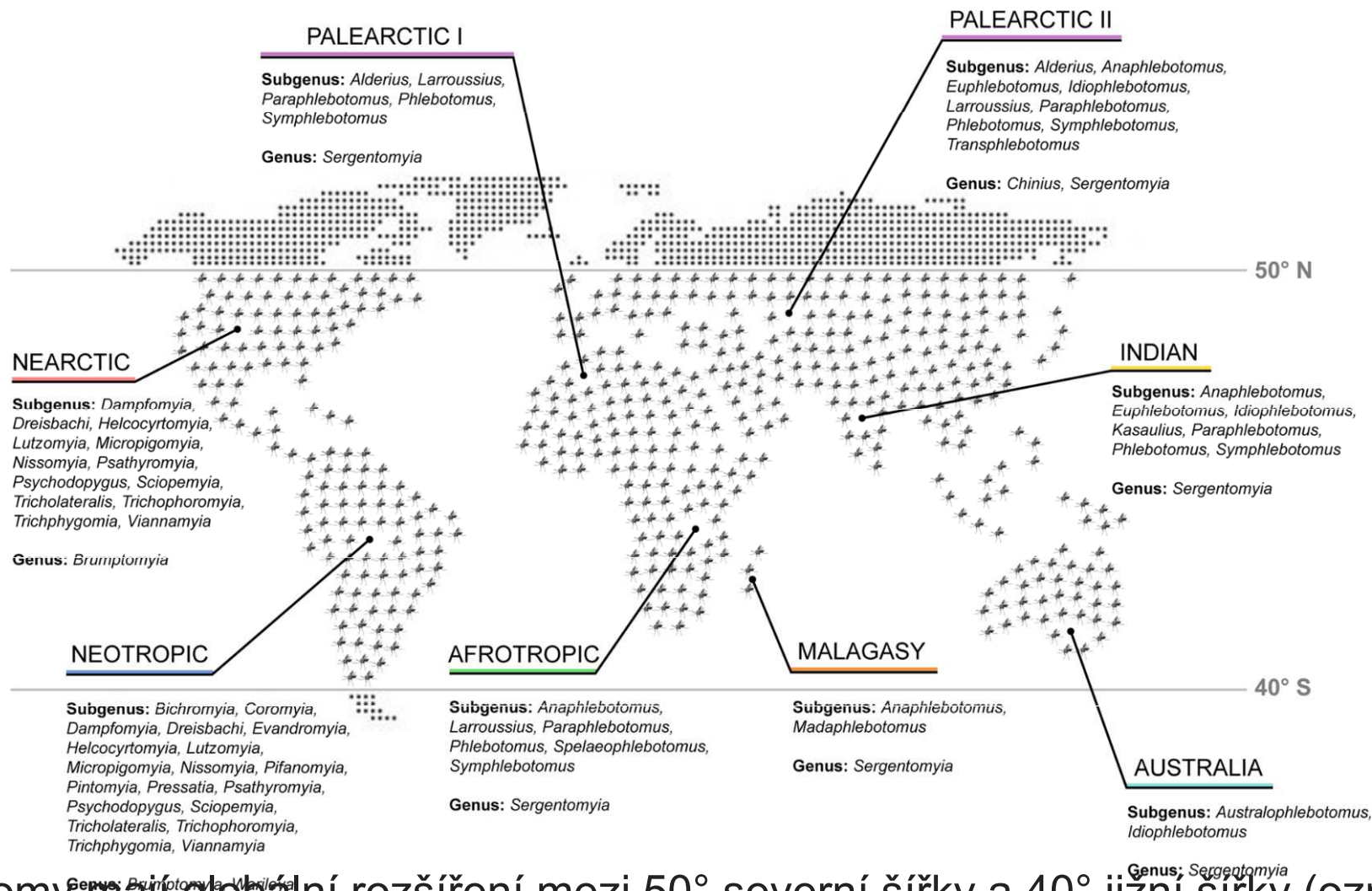


Preference habitatů a jejich benefity

Druh parazita	Typ habitatu	Benefity habitatu
Plasmodium vivax	Uvnitř červené krvinky s Duffy antigenem *) viz poznámka	Základní receptor antigenu, unik před imunitou
Leishmania - amastigot	Uvnitř fagozómu nebo makrofága	Únik před protilátkovou imunitou, rezistence vůči lytickým enzymům
Adultní motolice nebo tasemnice	Tenké střevo hostitele	Vysoká dostupnost potravy, snadná disperze vajíček
Trichinella spiralis	Uvnitř skeletální svaloviny	Stabilní habitat, únik před imunitou, kontakt pro rozmnožování
Schistosoma japonicum	Mesenterické žíly hepatického cévního systému	Vysoká dostupnost potravy, kontakt při rozmnožování
Schistosoma haematobium	Cévy ve stěně močového měchýře	Únik před kompeticí, snadná disperze vajíček
Diplostomní motolice	Unitř oka ryby (metacerkárie)	Únik před imunitou, zvýšená pravděpodobnost predace
Monogenea ryb	Specifické místo na žábrech	Adaptace na strukturu hostitele, kontakt pro rozmnožování, únik před kompeticí
Vši ptáků nebo savců	Specifická velikost peří nebo srsti (chlupů)	Dokonalejší přichycení, kontakt při rozmnožování
Ektoparaziti mořských ryb	Ústa nebo záhyby kůže	Únik před aktivitou čističů

Poznámka k Plasmodium vivax

- **Duffy antigen/chemokinový receptor (DARC)**, také známý jako **Fy glykoprotein (FY)** nebo **CD234 (Clesk Differenciace 234)**, je protein, který je u lidí kódován genem *ACKR1*.
- Antigen Duffy se nachází na povrchu červených krvinek a je pojmenován po pacientovi, u kterého byl objeven. Protein kódovaný tímto genem je glykosylovaný membránový protein a nespecifický receptor pro několik chemokinů. Protein je také receptorem pro lidské malarické parazity *Plasmodium vivax*, *Plasmodium knowlesi* a opičího malarického parazita *Plasmodium cynomolgi*. Polymorfismy v tomto genu jsou základem systému Duffyho krevních skupin.

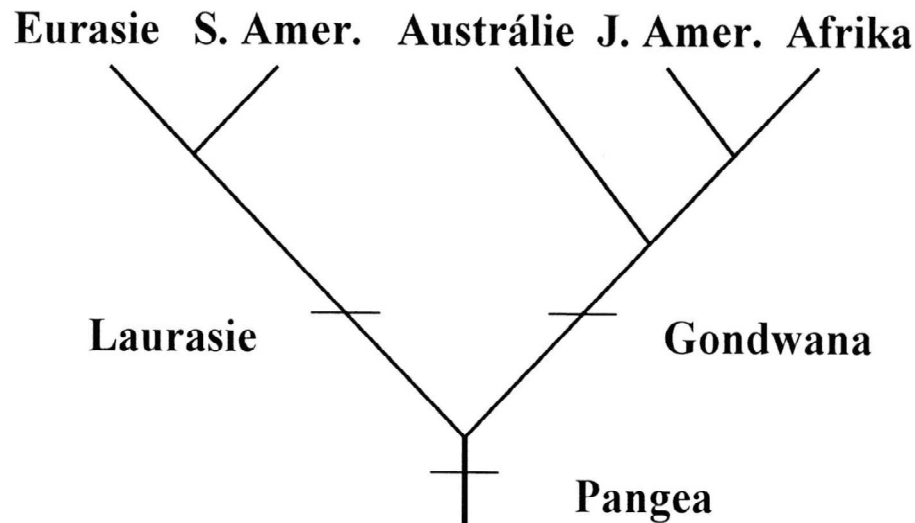


Flebotomy mají globální rozšíření mezi 50° severní šířky a 40° jižní šířky (označené šedými vodorovnými čarami), s výjimkou Nového Zélandu a tichomořských ostrovů. Na mapě jsou příslušné rody/poddruhy flebotomů (podle široce přijímané klasifikace založené na konzervativním přístupu) uvedeny na základě jejich výskytu v definovaných zoogeografických oblastech: palearktická (fialová), nearktická (červená), neotropická (tmavě modrá), afrotropická (zelená), malgašská (oranžová), australská (světle modrá) a indická (žlutá). Převzato z⁷. S laskavým svolením NIAID.

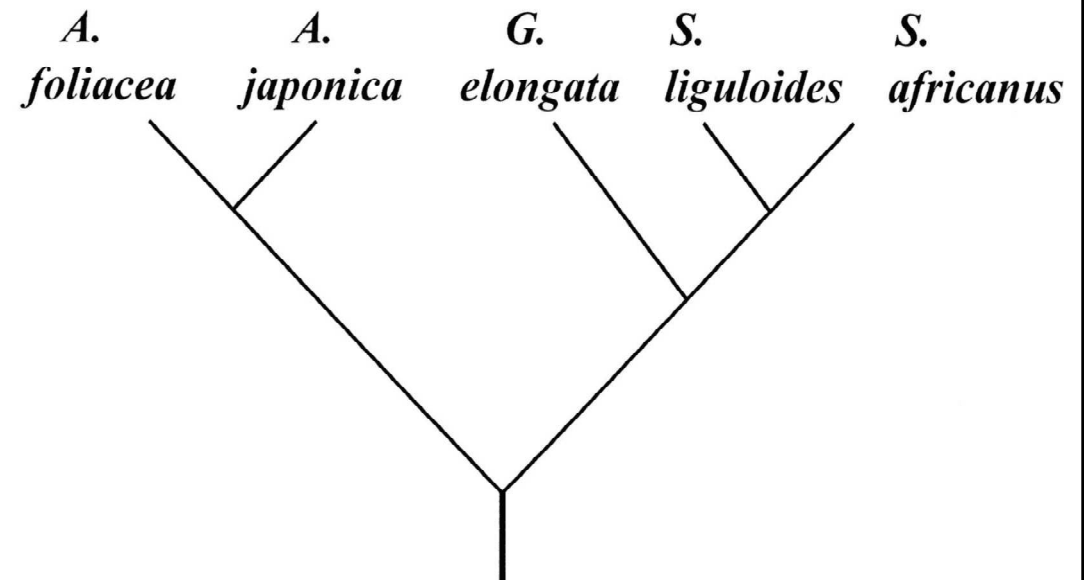
Geografická distribuce cizopasníků

(upraveno podle Brooks McLennan 1991)

Kladogram vzniku 5 geografických oblastí osídlených tasemnicemi čeledi Amphilinidae



Fylogenetický vztah 5 druhů tasemnic čeledi Amphilinidae (založeno na morfologických znacích)



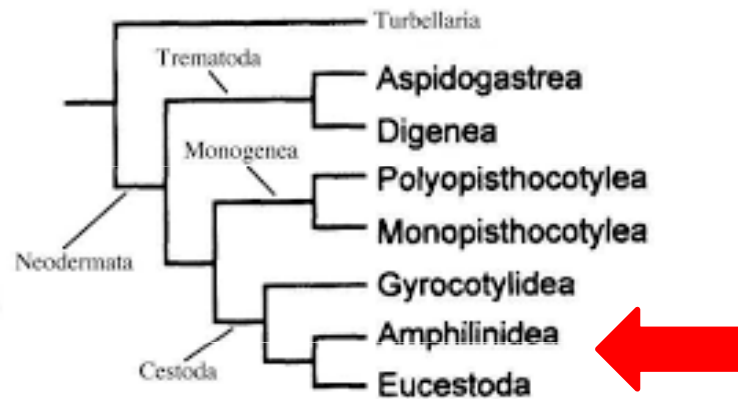
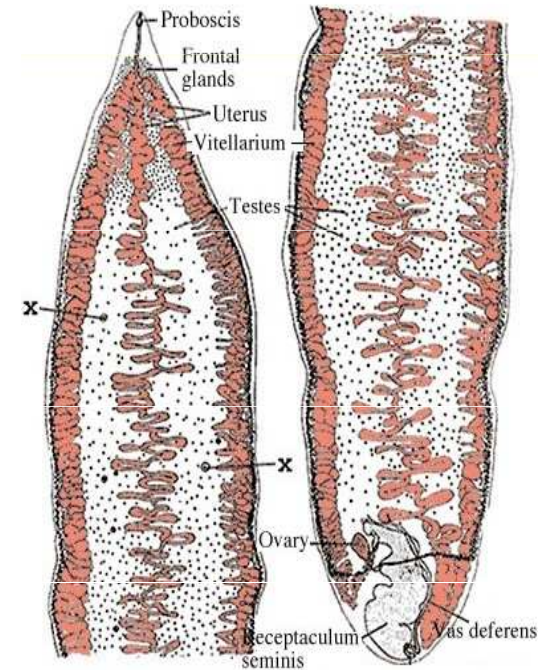
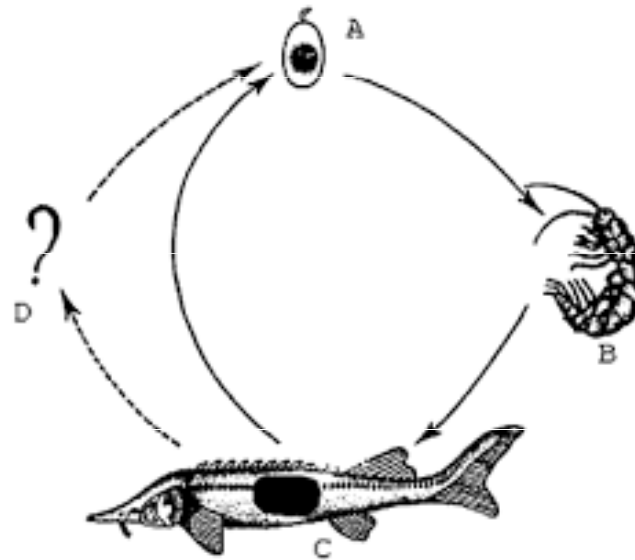
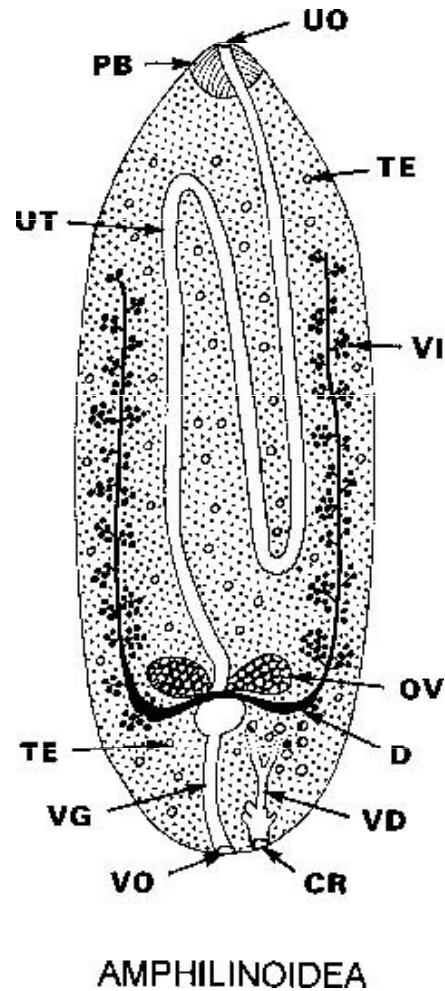
A. = *Amphilina*;

G. = *Gigantolina*;

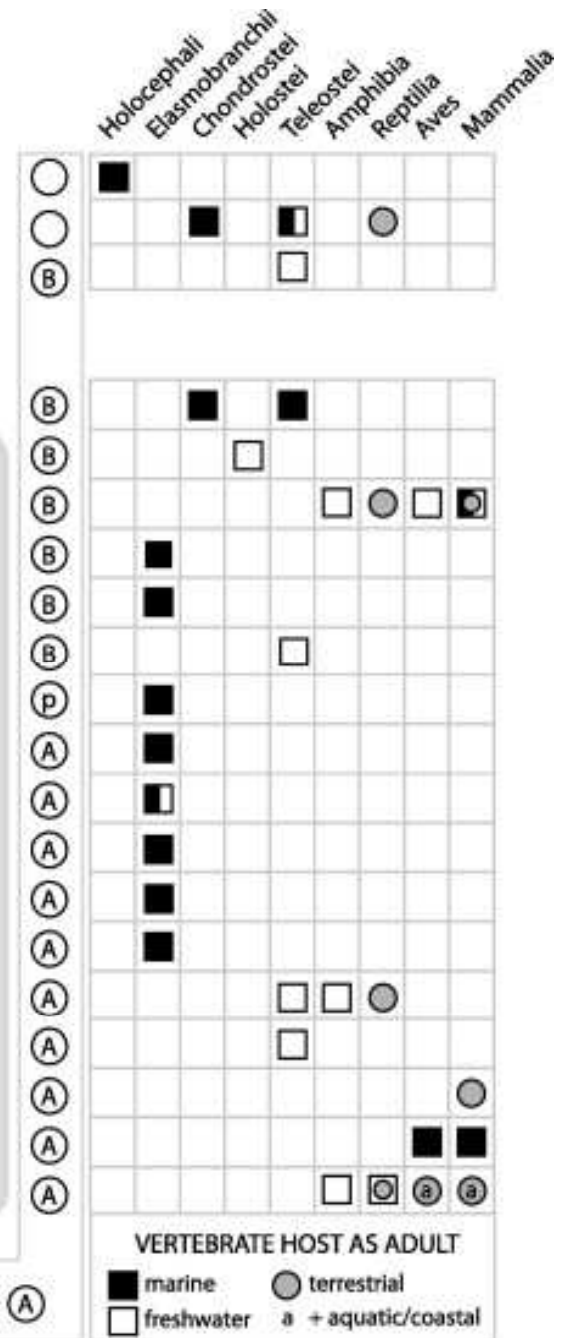
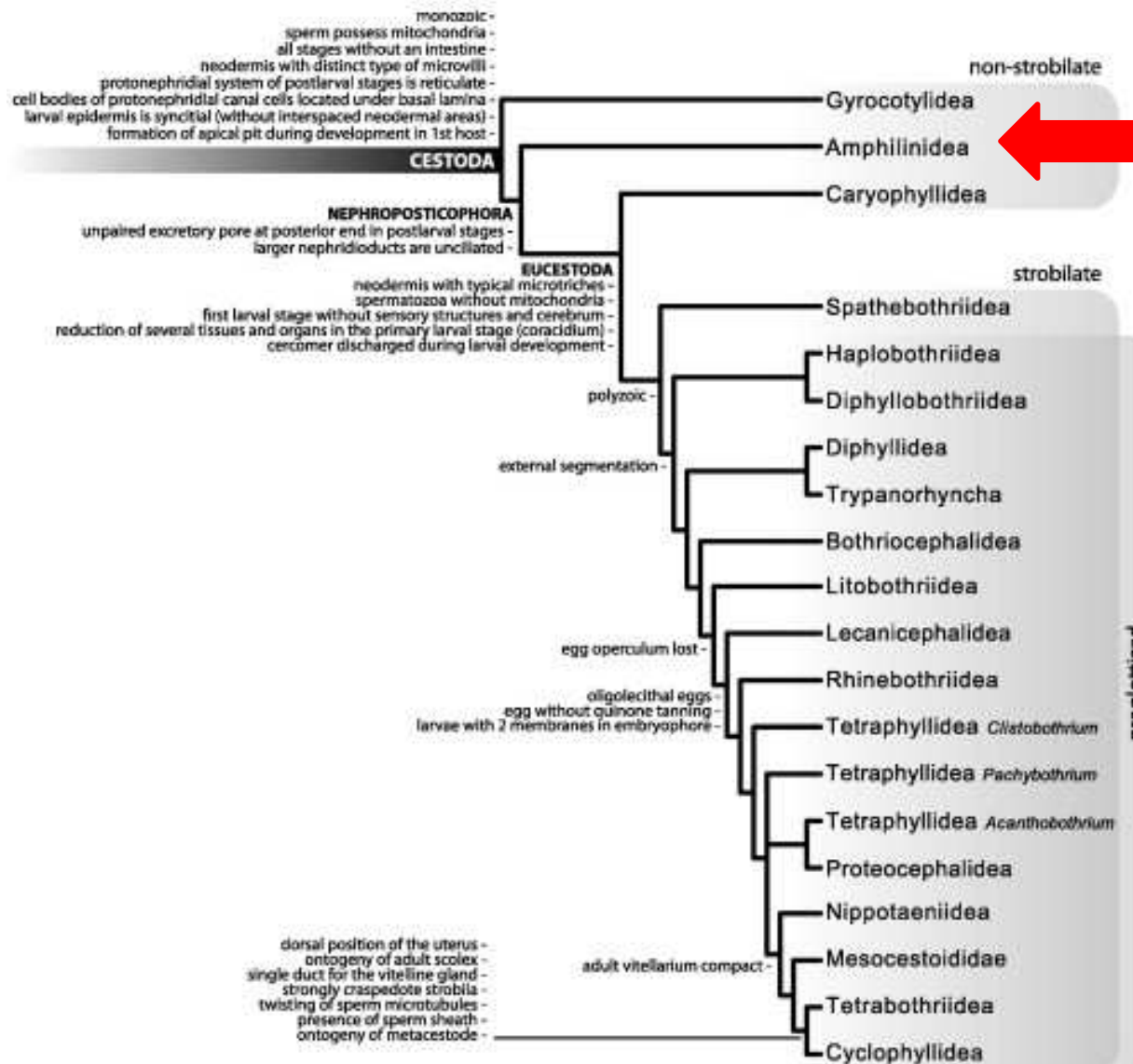
S. = *Schizochorus*

Amphilina foliacea – Jeseterovka listová

Amphiliidea je řád ploštěnců. Existuje 10 druhů Amphiliidea, v 7 rodech a 2 rodinách. Zahrnuje skupiny jako Schizochoceridae a Amphiliidae. Spoléhají se na ciliární klouzání, aby se mohli pohybovat.



Amphilinidae – fylogenetická pozice

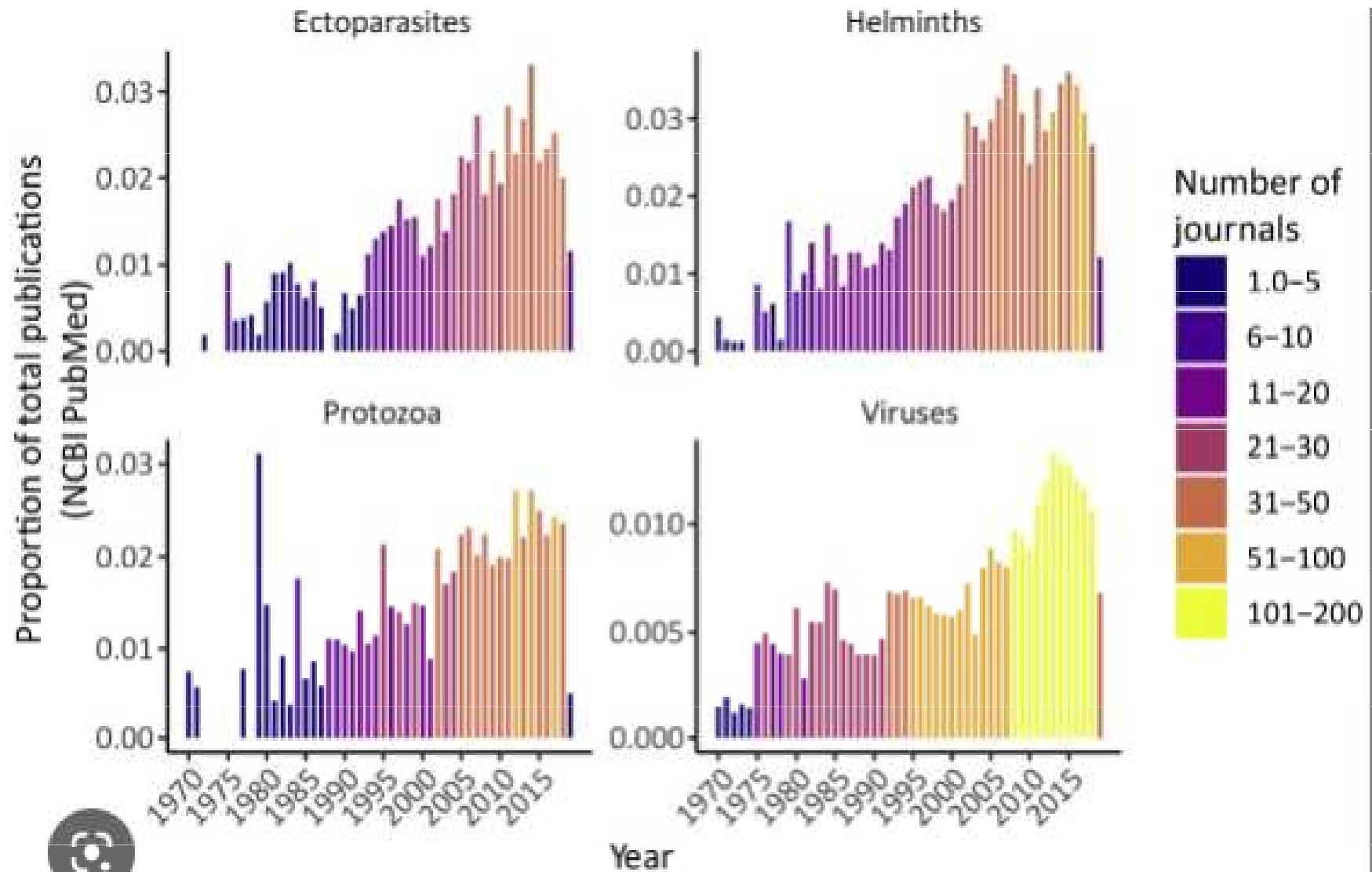


Typy distribuce cizopasníků

- Geografická distribuce
- **Hostitelská specificita** (mezi různými druhy hostitelů)
- Frekvenční distribuce (v hostitelské populaci)
- Mikrohabitat distribuce (lokalizace v organismu hostitele)

Distribuce mezi různé druhy hostitelů
ve společenstvu
Hostitelská specificita

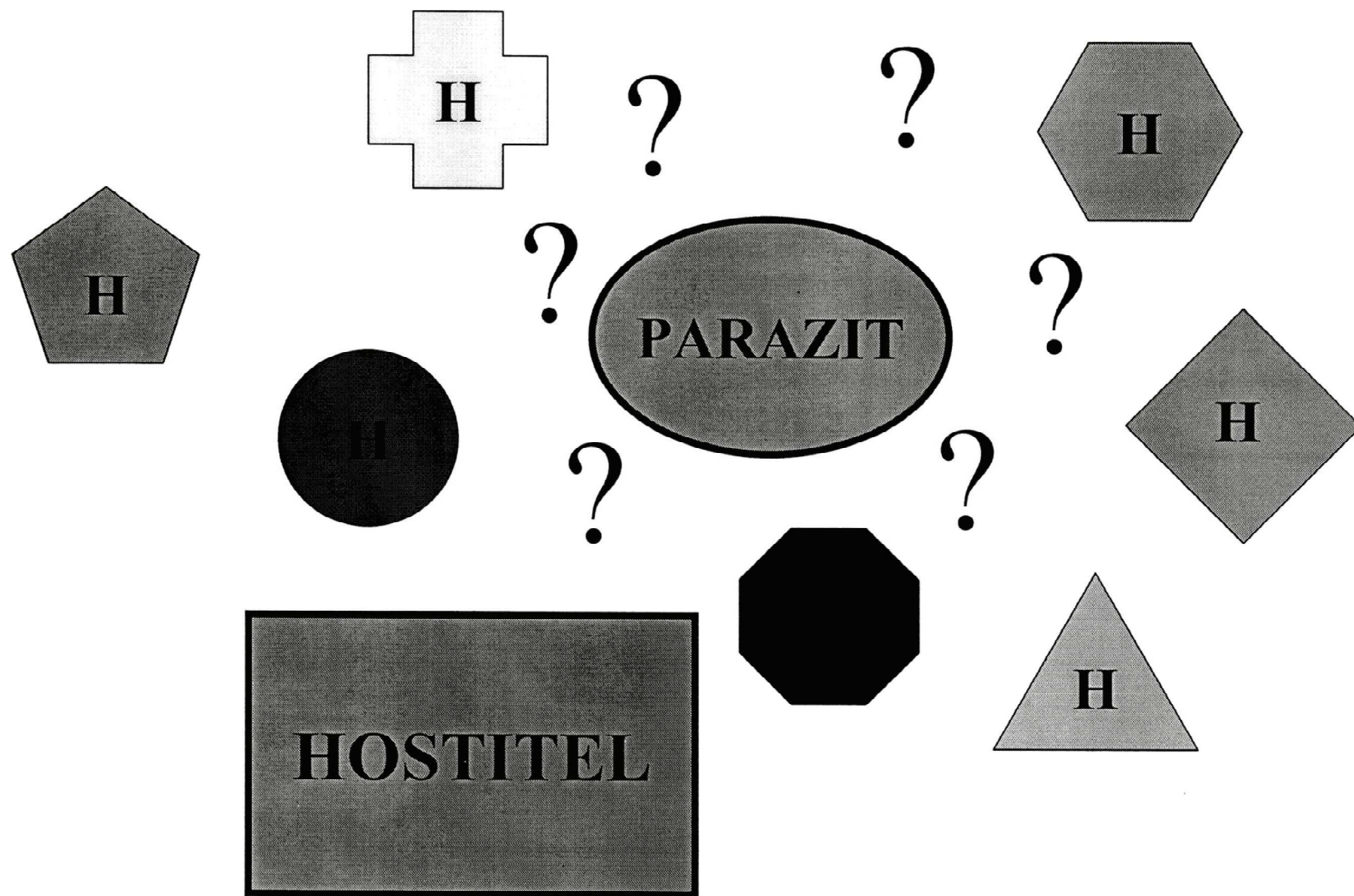
Host Specificity in Variable Environments: Trends in Parasitology



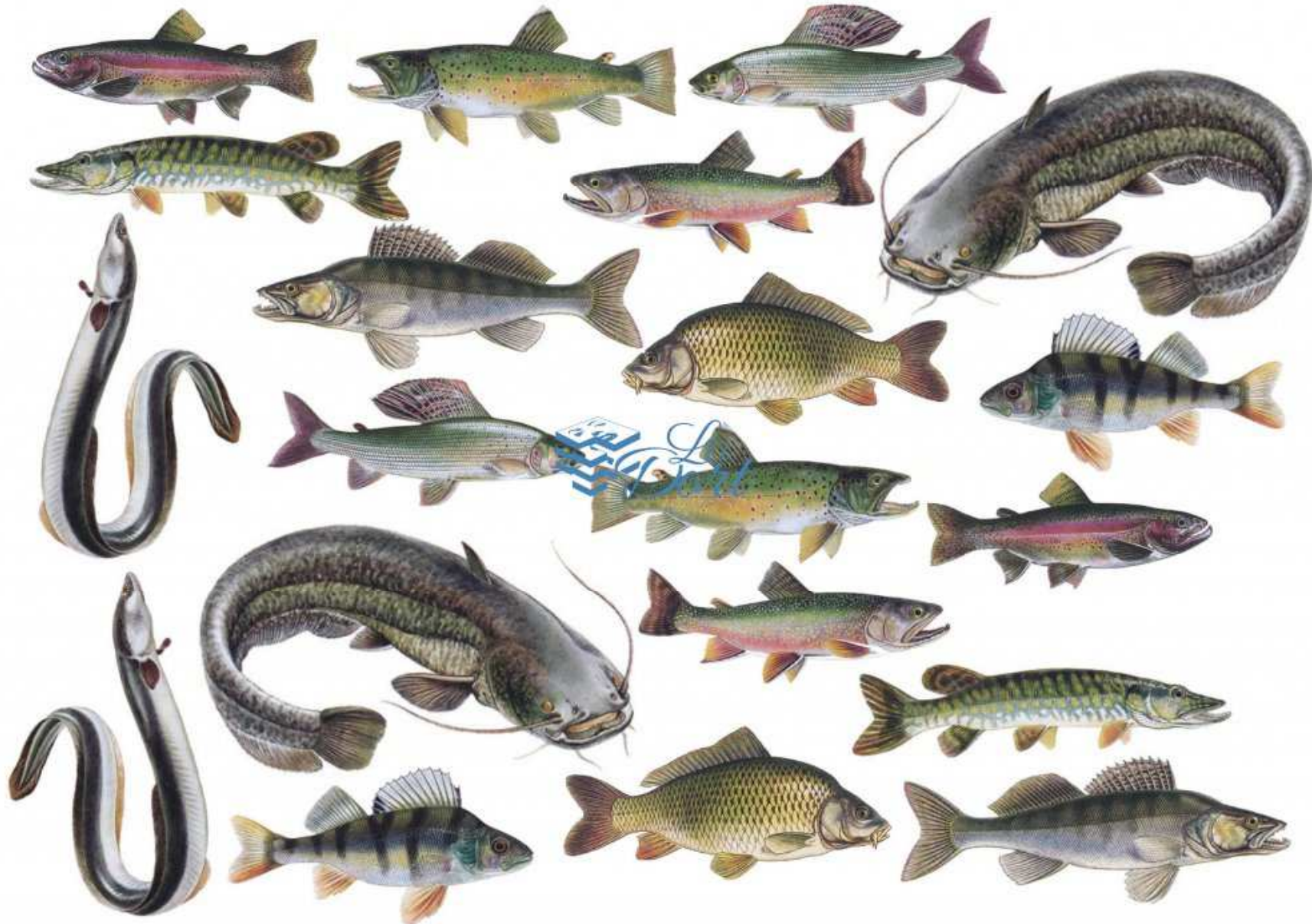
Distribuce parazitů mezi různé druhy hostitelů



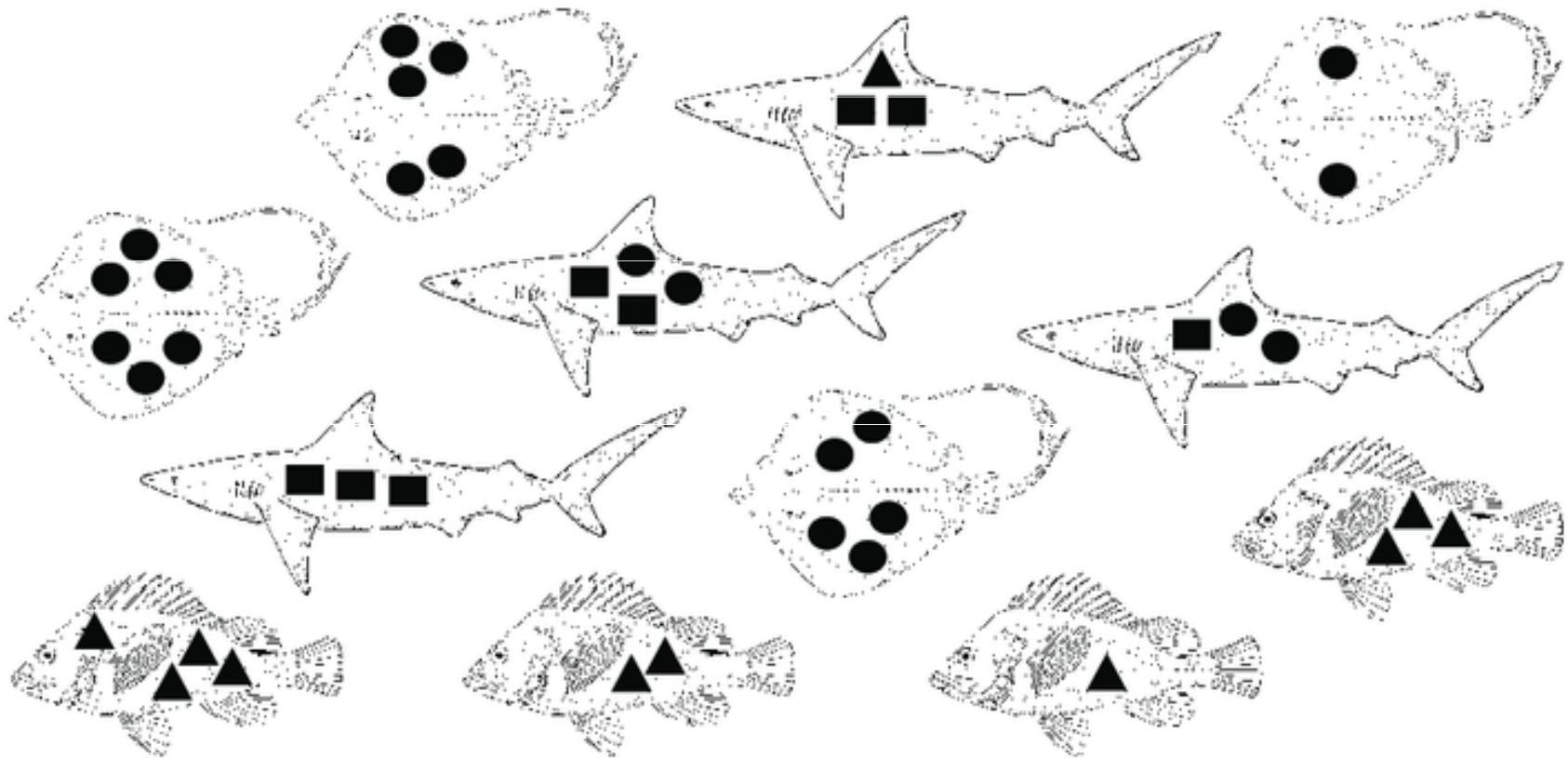
Distribuce mezi hostiteli v reálném prostředí



Důležitá je podobnost prostředí



Hostitelská specificita





Hostitelská specificita

Hostitelská specificita = dána počtem druhů hostitelů v/na nichž parazit může existovat (dosáhnout pohlavní zralosti)

Specialista = vyskytuje se pouze na jediném druhu hostitele nebo na druzích velice úzce příbuzných

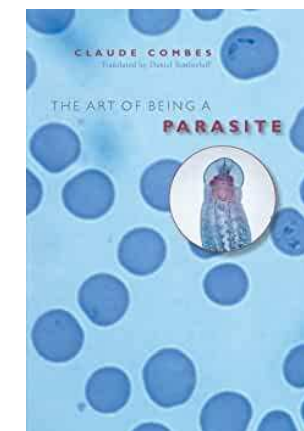
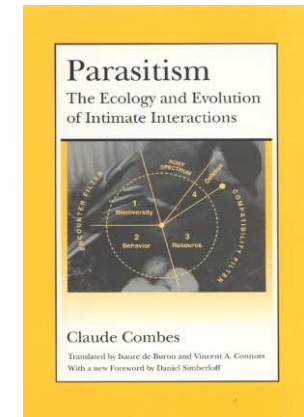
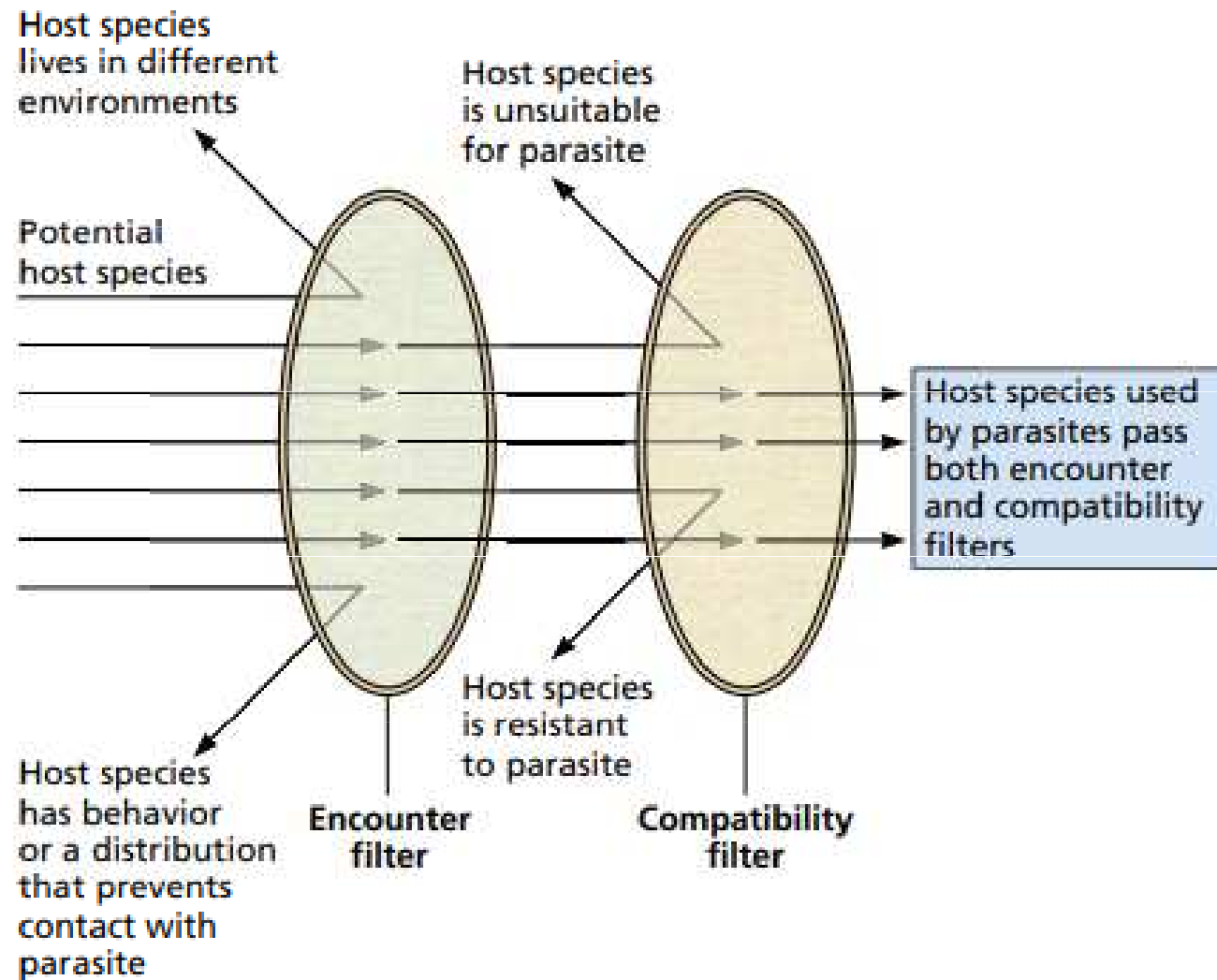
Generalista = vyskytuje se na širokém spektru hostitelských druhů náležejících k nepříbuzným taxonům

Index hostitelské specifičnosti:
$$S = \frac{\sum (x_i/n_i \cdot h_i)}{\sum (x_i/n_i)}$$

(podle Rohdeho 1980)

x_i = počet jedinců parazita druhu (i); n_i = počet vyšetřených hostitelů druhu (i);
 x_i/n_i = abundance parazitů na hostiteli druhu (i); h_i = relativní pořadí hostitelského druhu podle počtu cizopasníků

Koncepce vstupního a kompatibilního filtru



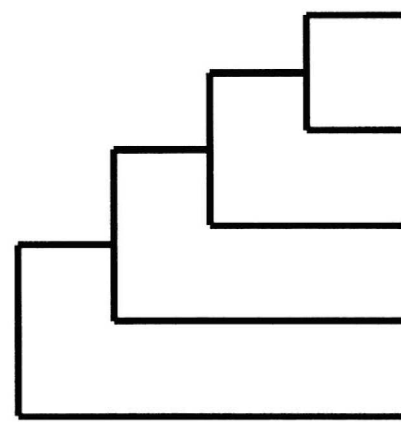
Claude Combes - francouzský biolog a parazitolog. Je profesorem biologie zvířat a ředitelem Centre de Biologie et Écologie Tropicale et Méditerranéenne na Université de Perpignan. Od roku 1996 je členem Francouzské akademie věd.

Distribuce mezi druhy hostitelů

(upraveno podle Poulina 1998)

Výsledek ko-evoluce mezi hostitelem a parazitem

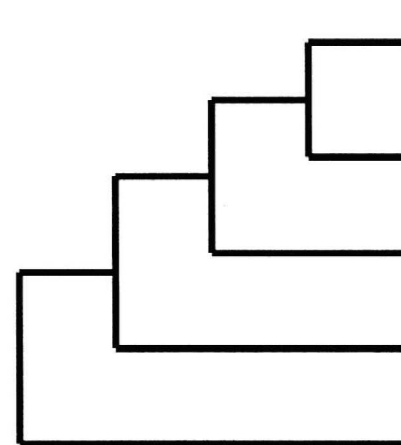
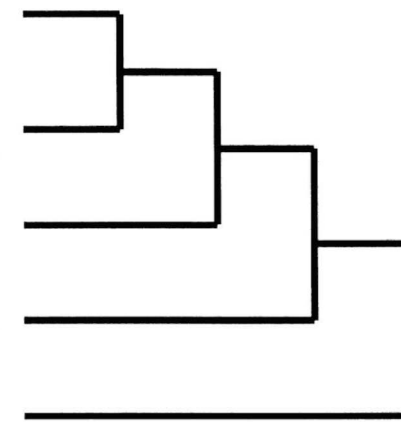
Hostitelé



A - - - - -
B - - - - -
C - - - - -
D - - - - -
E - - - - -

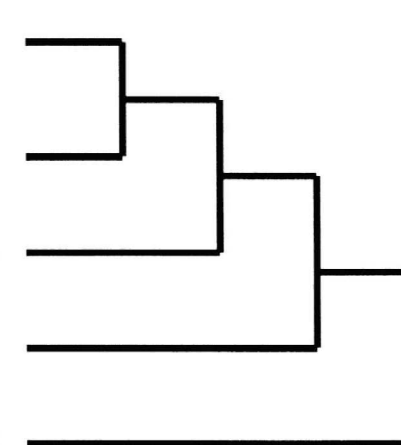
1
2
3
4
5

Paraziti

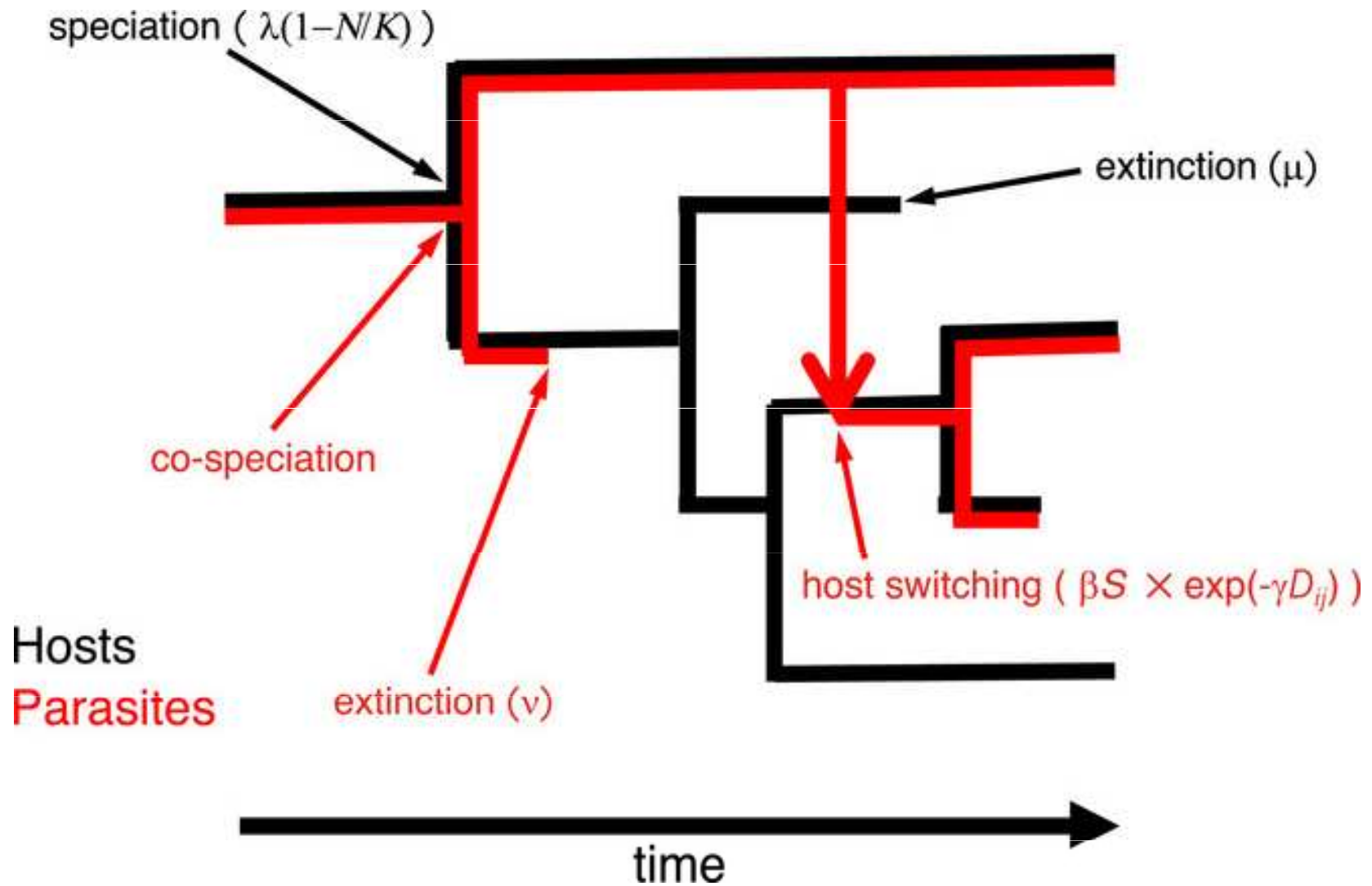


A - - - - -
B - - - - -
C - - - - -
D - - - - -
E - - - - -

1
2
3
4
5

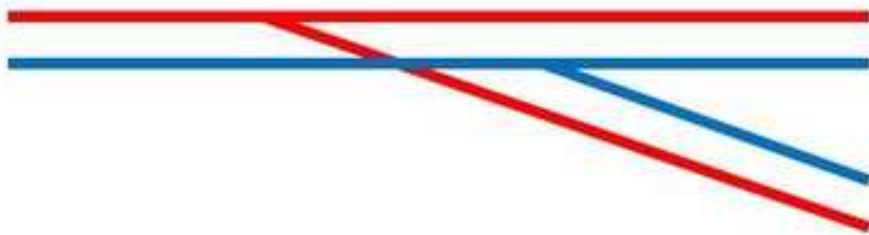


Model koevoluce

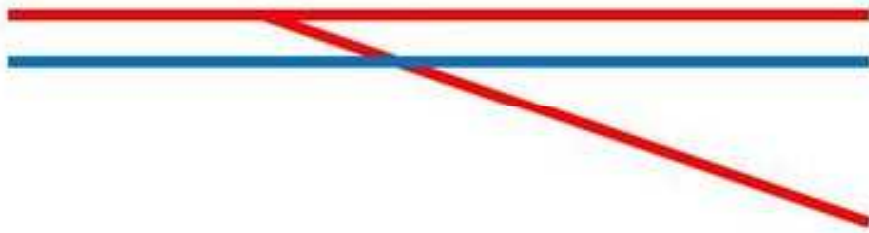


Speciační události v koevoluci parazita a hostitele

a. Cospeciation



b. Sorting



c. Duplication



d. Host-switching

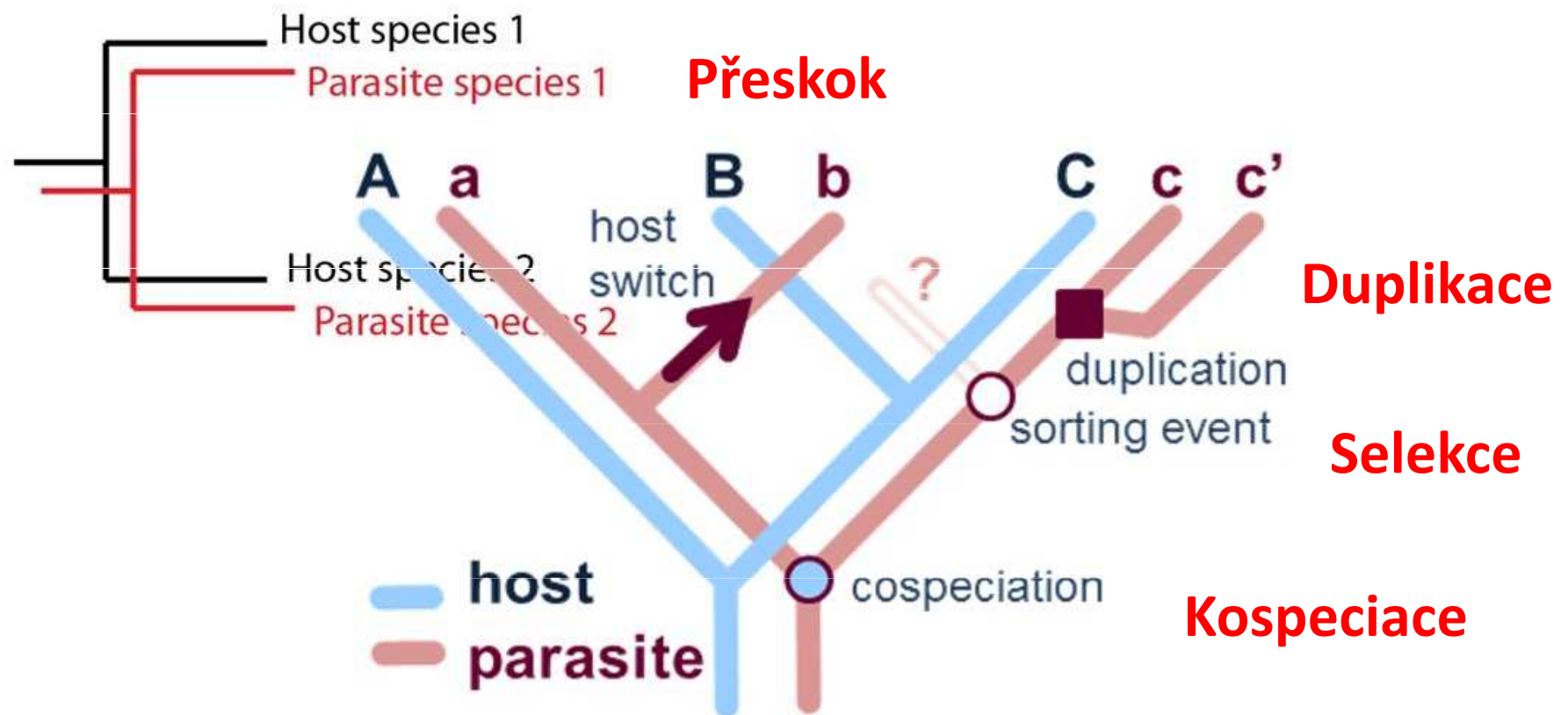


e. Host-switching (Incomplete)

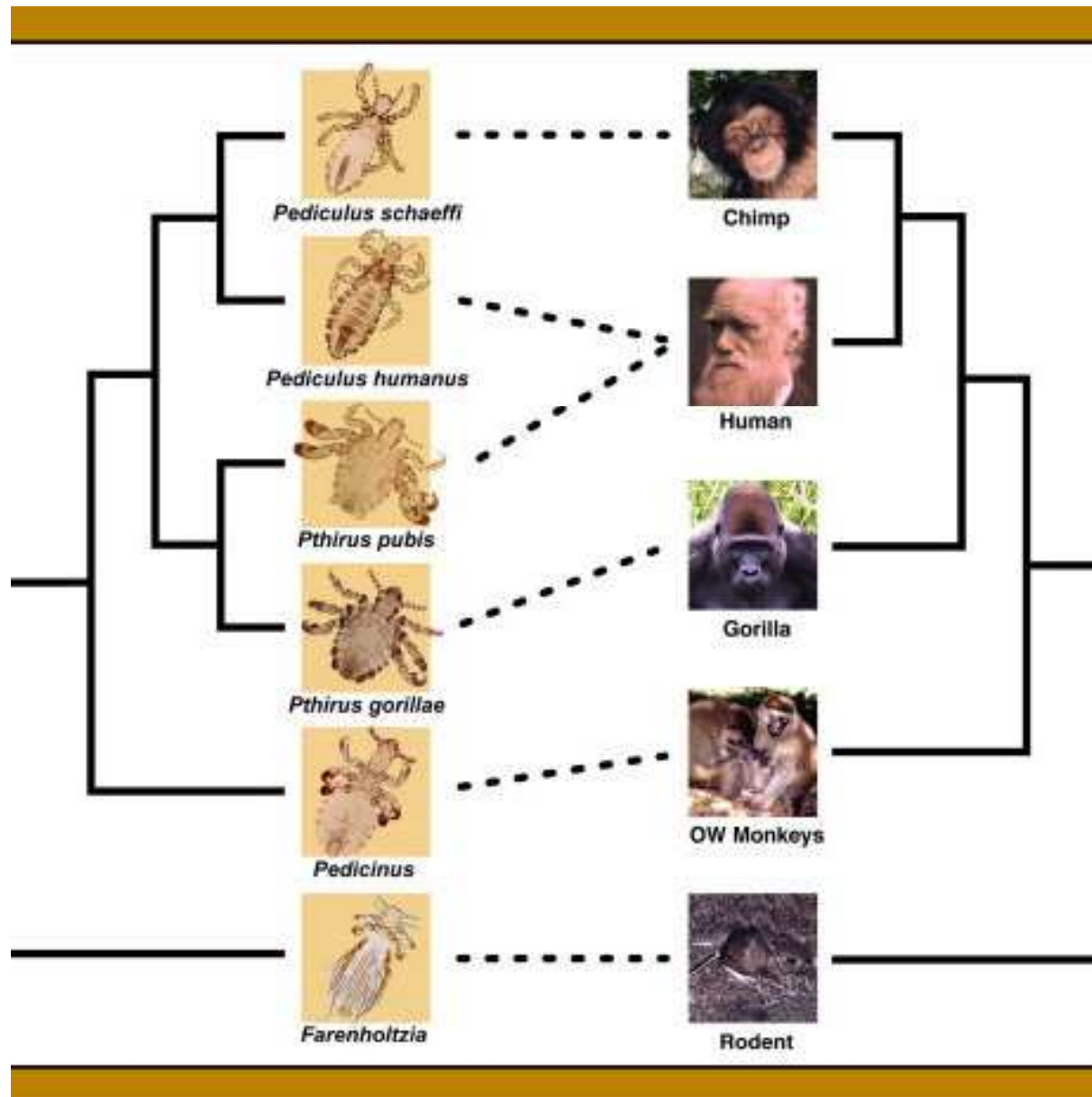


Mechanismy koevoluce parazita a hostitele

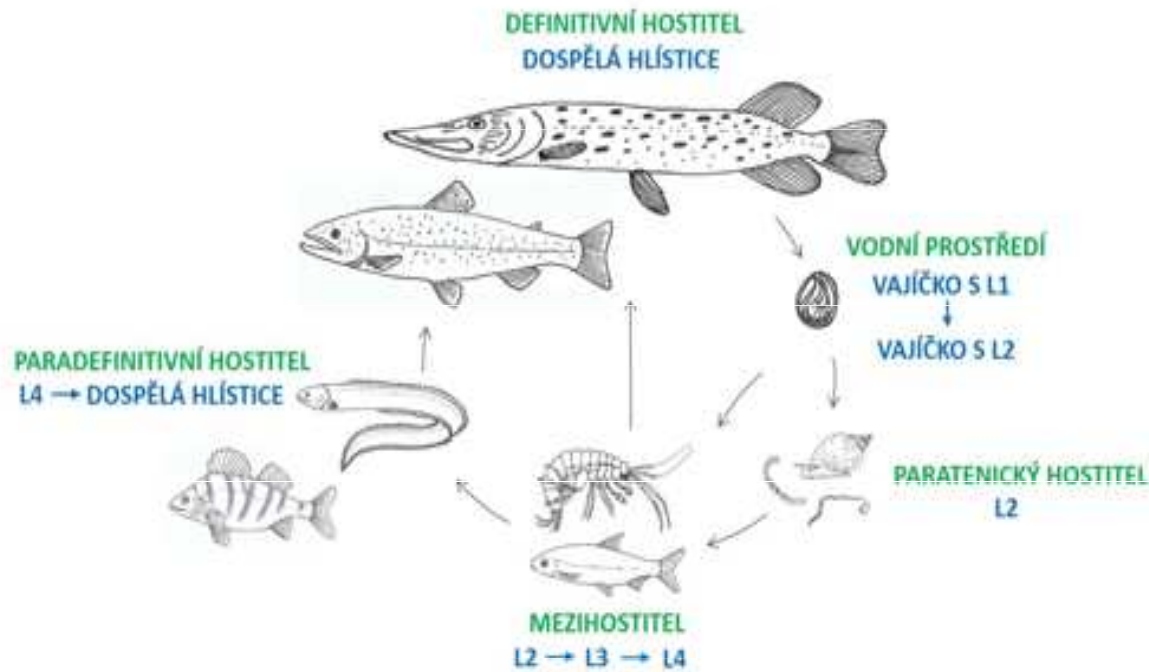
The Mechanism of Host-Parasite Coevolution



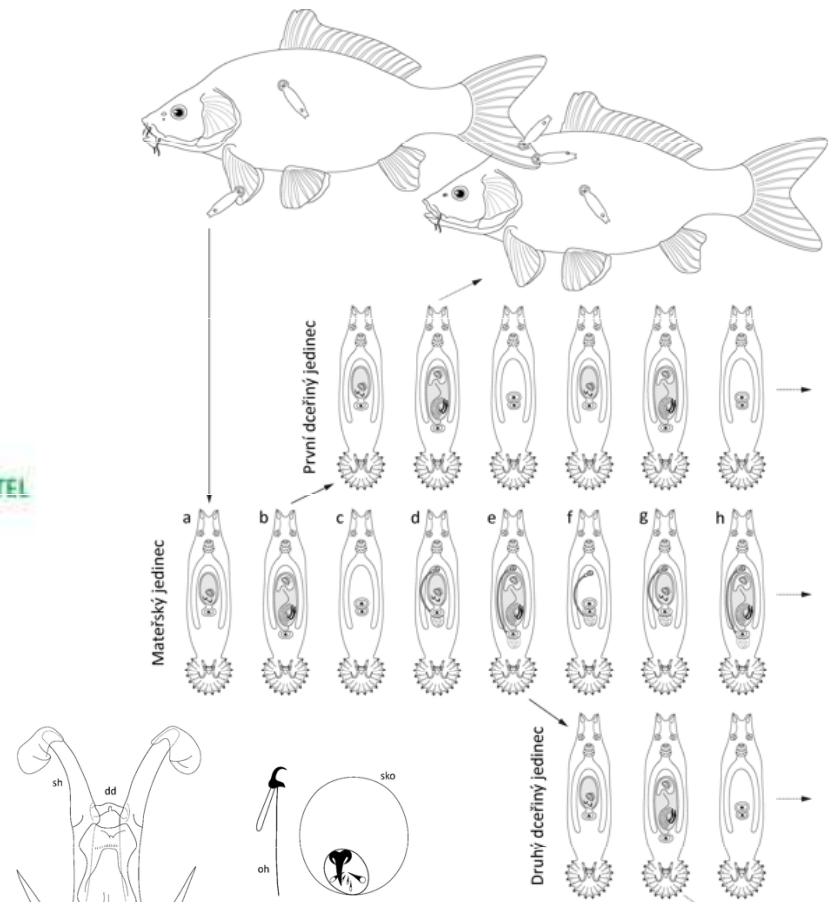
Koevoluce primátů a jejich vší



Generalisti versus specialisti

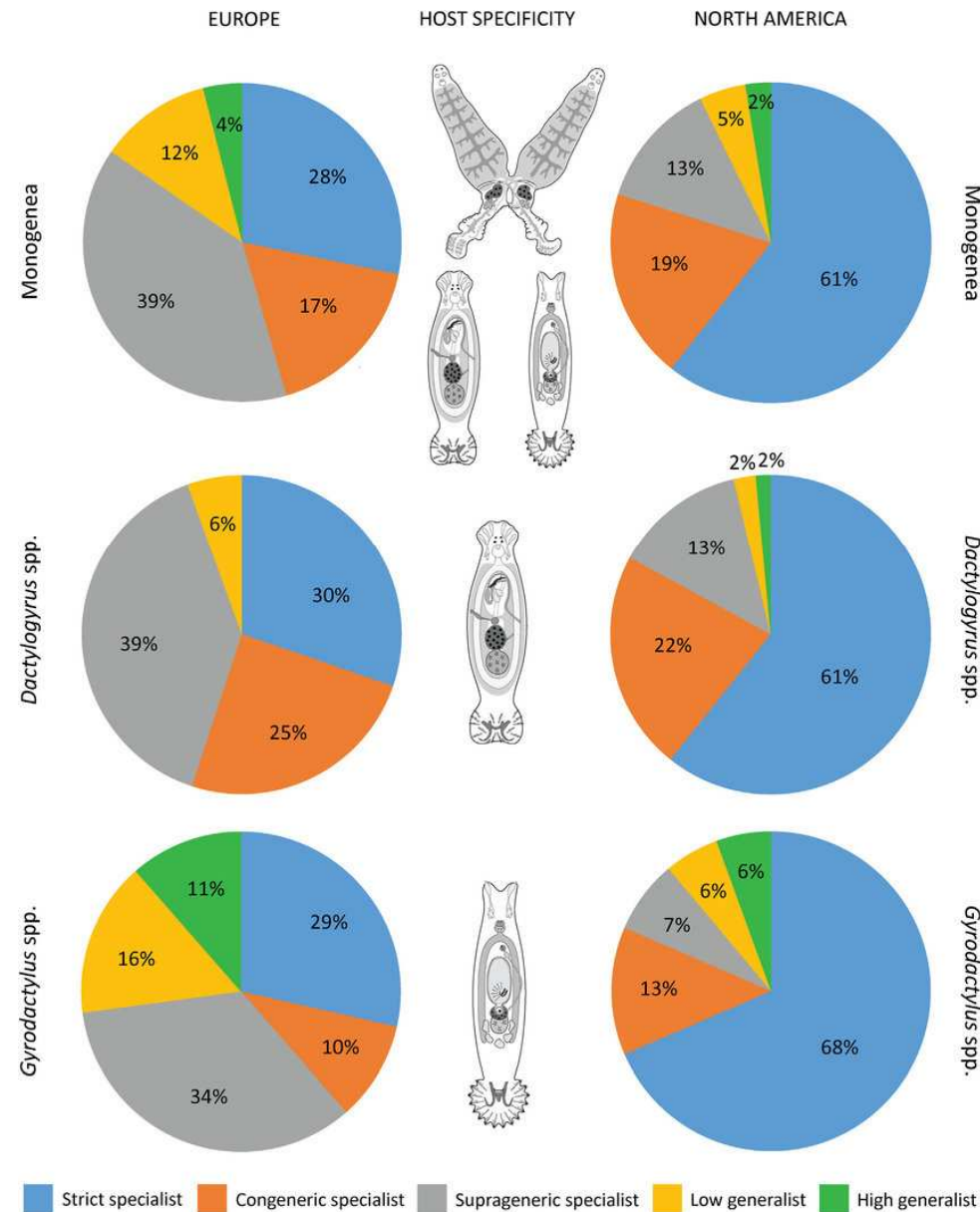


Raphidascaris acus
(velké spektrum hostitelských druhů ryb)



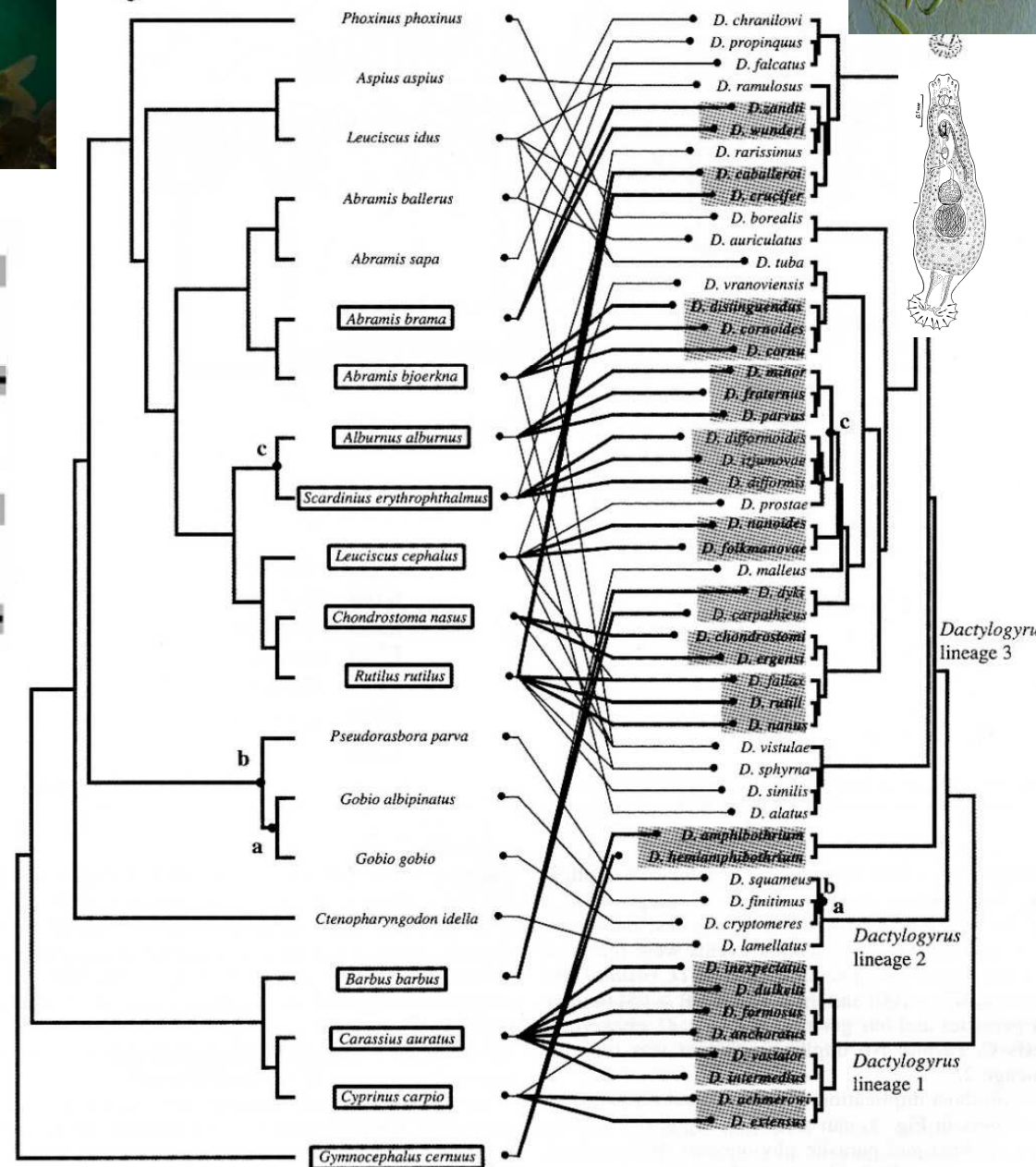
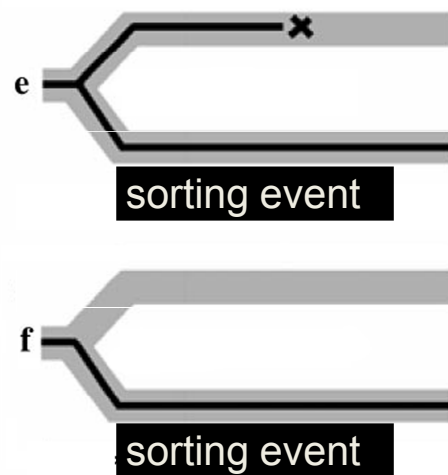
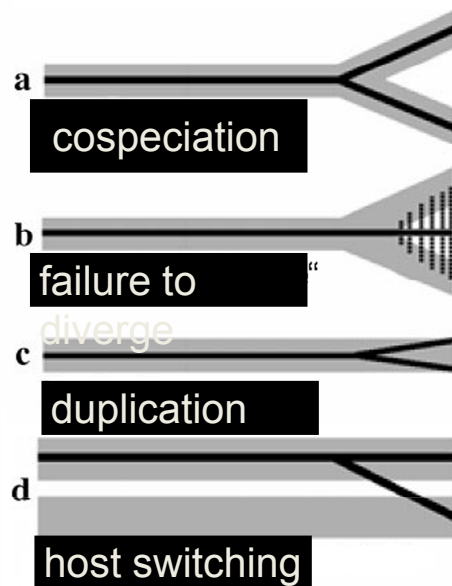
Gyrodactylus cyprini
(pouze na *Cyprinus carpio*)

Hostitelská specificita amerických a evropských monogeneí



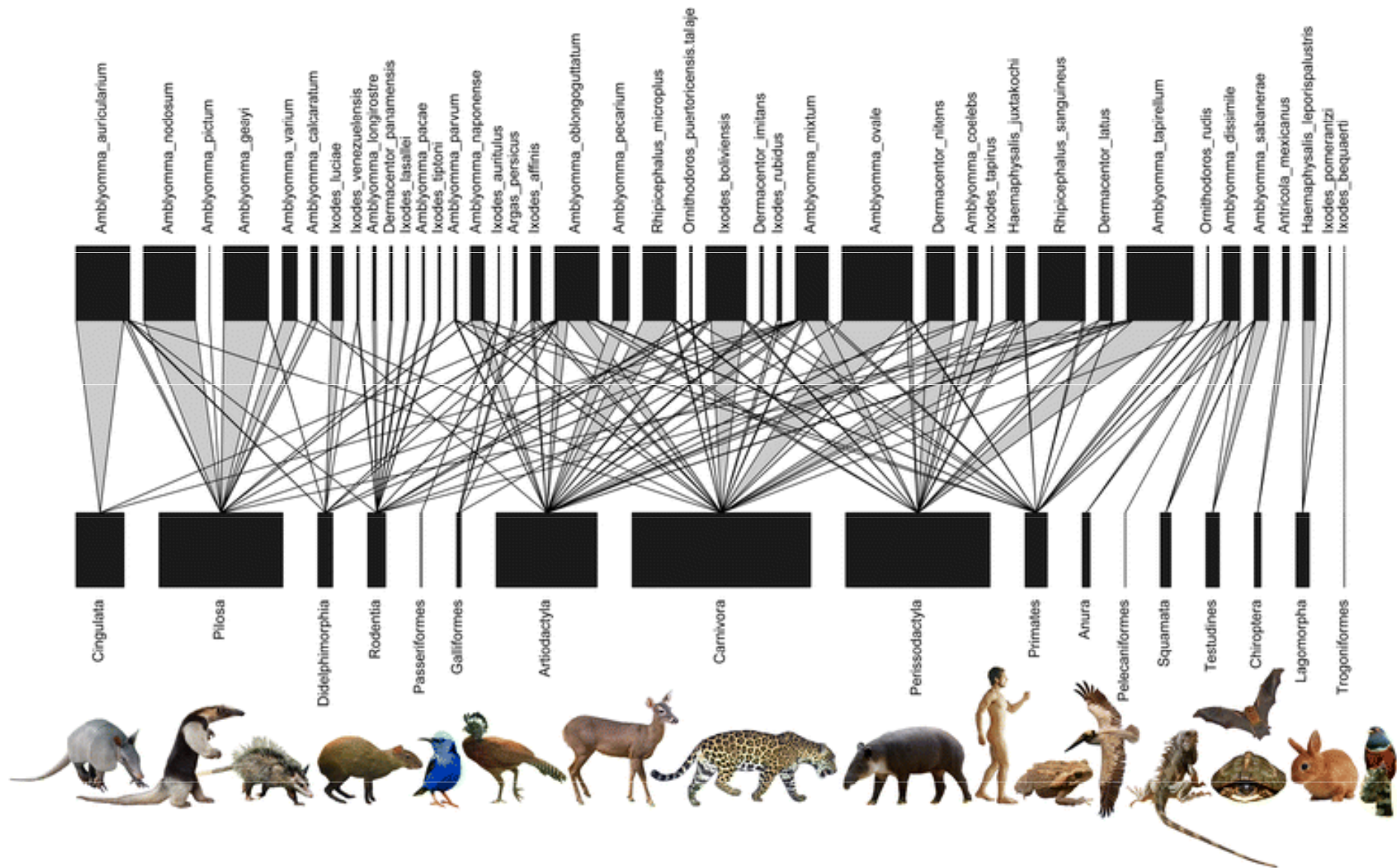
Koevoluce v parazito-hostitelském systému

Host-specific parasites and fish hosts

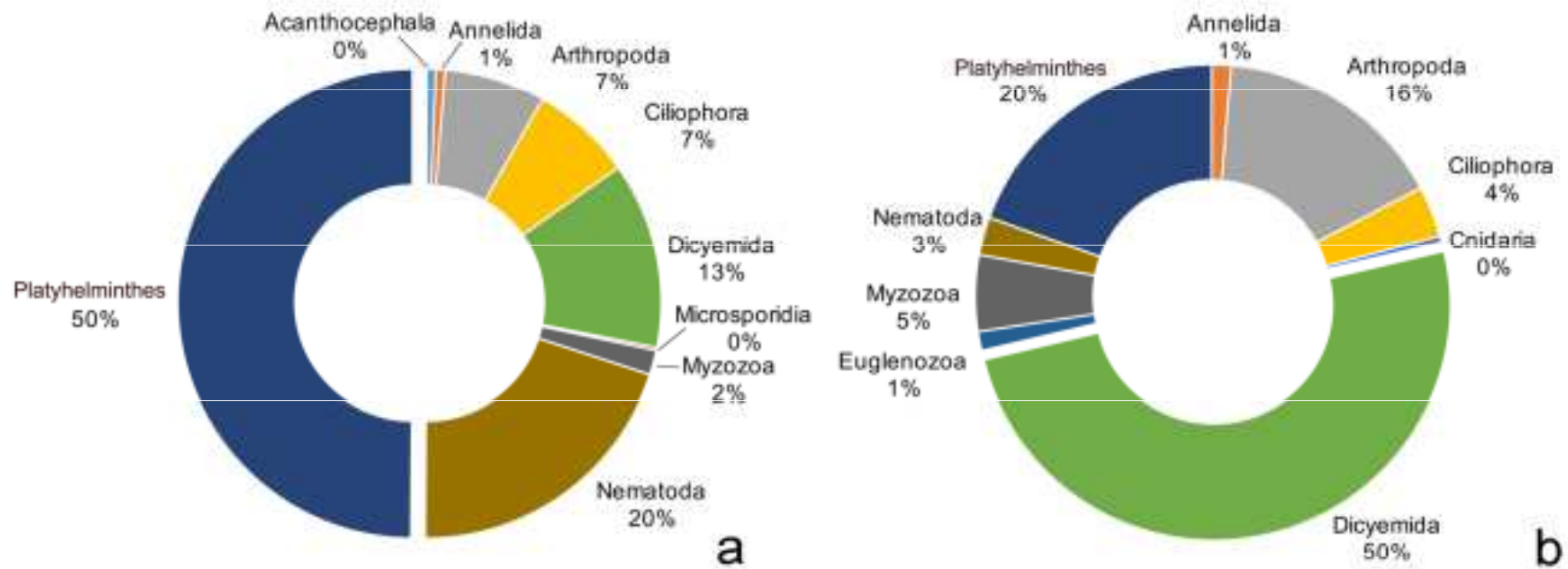


Šimková et al., Evolution 2004

Hostitelská specificita společenstev neotropických klíšťat.



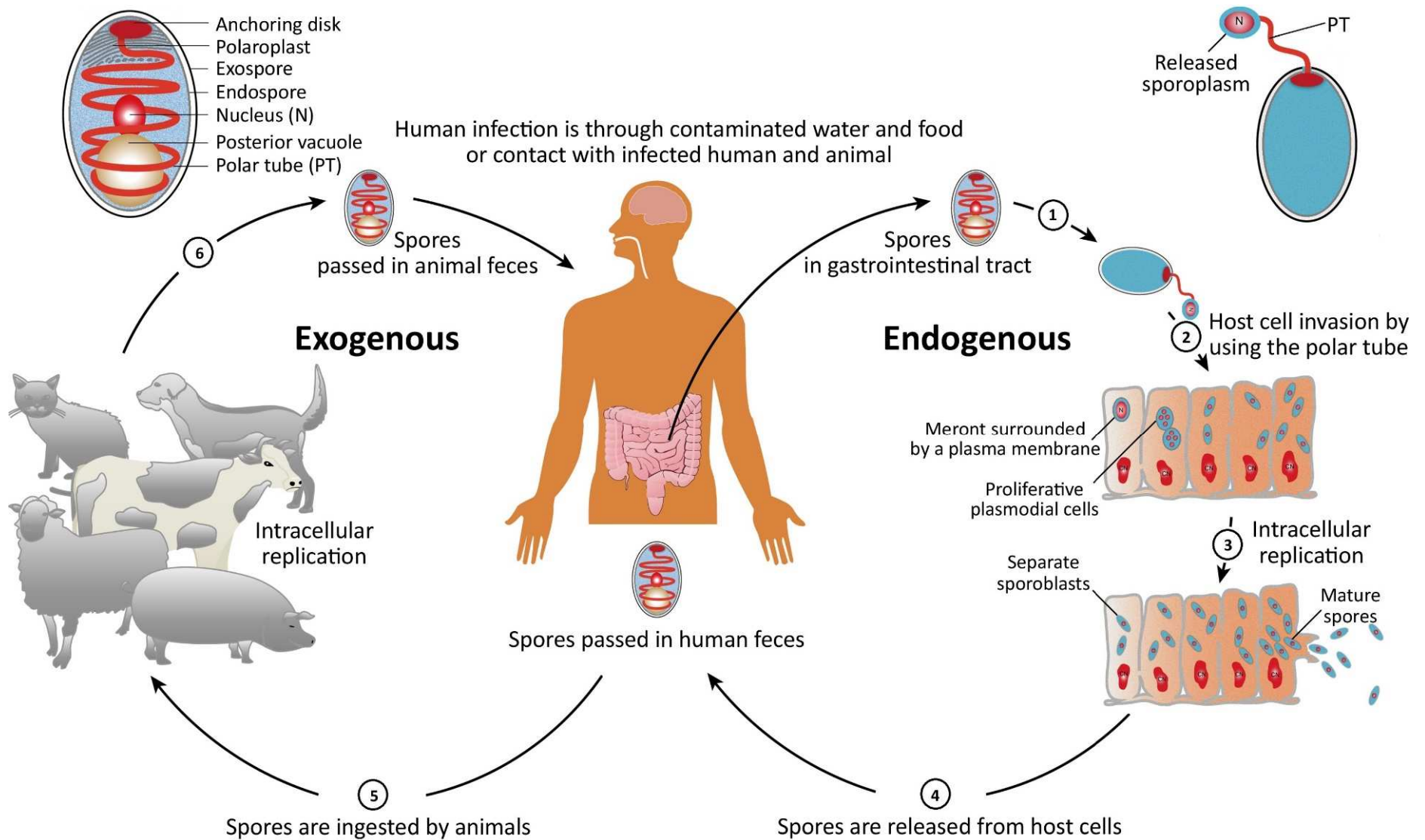
Počet parazito-hostitelských asociací u dvou hlavních skupin hlavonožců



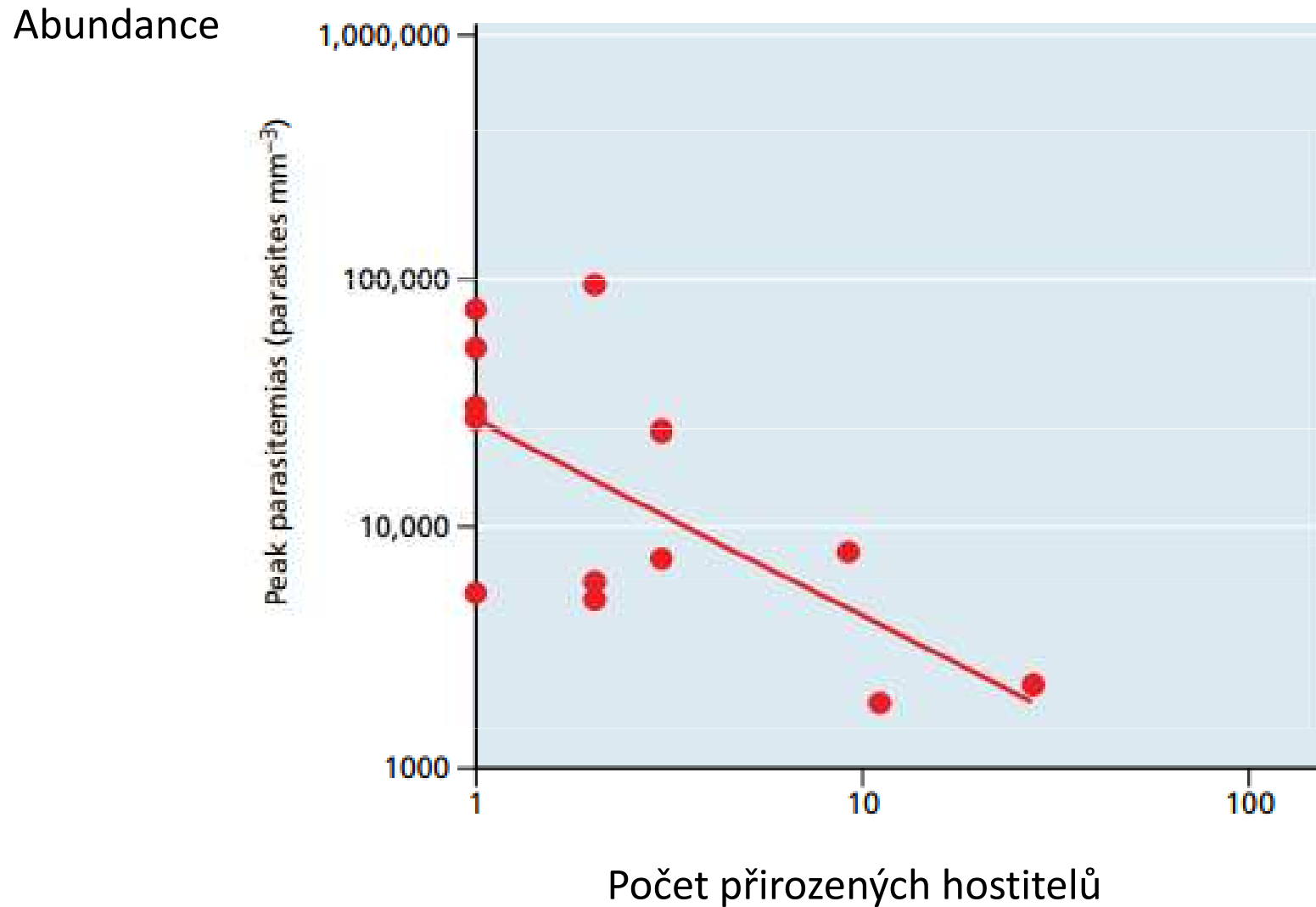
Decapodiformes(a)

Octopediformes (b)

Specificita *Encephalitozoon bieneusi*



Specialisti versus generalisti (abundance)

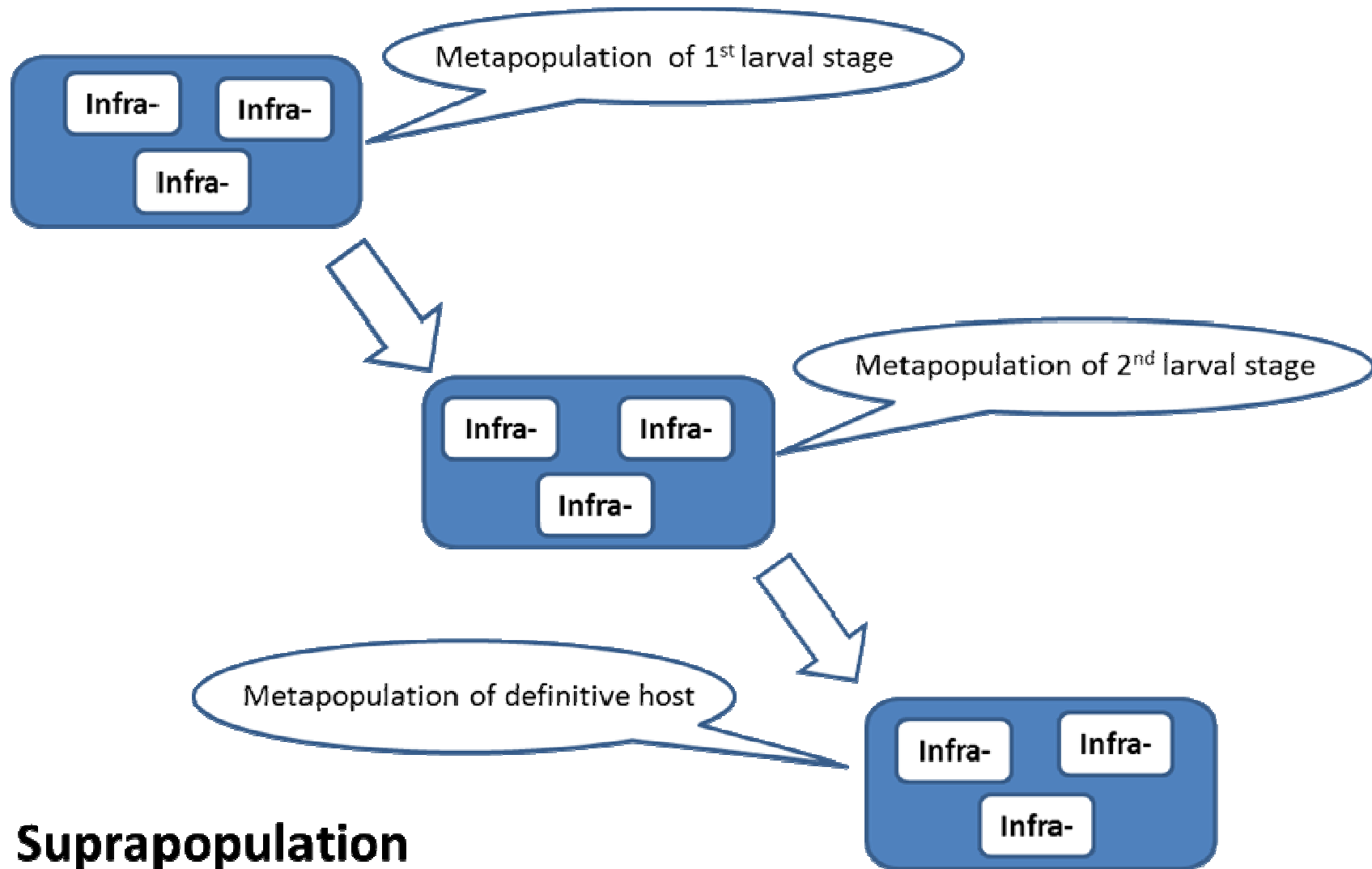


Typy distribuce cizopasníků

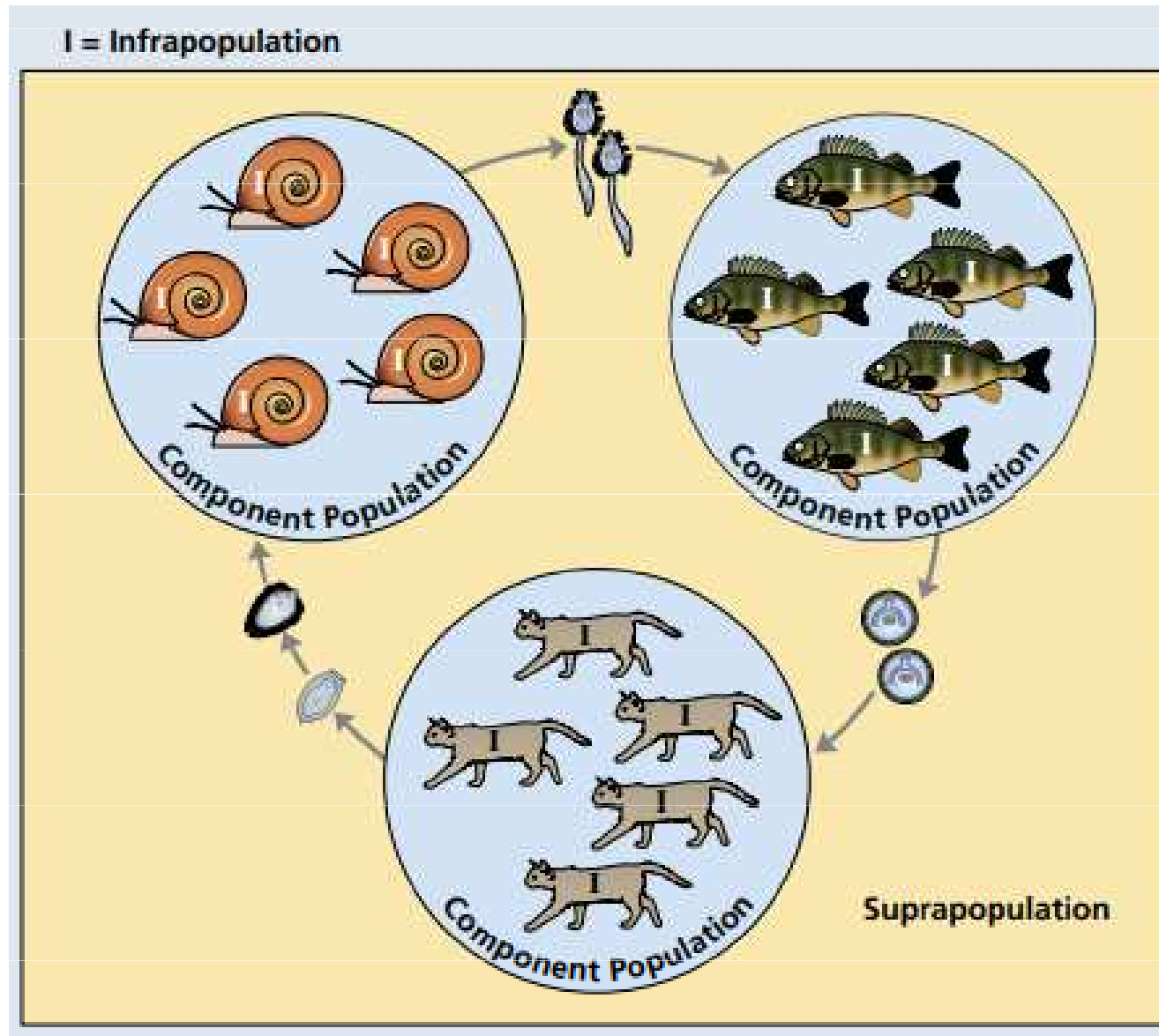
- Geografická distribuce
- Hostitelská specificita (mezi různými druhy hostitelů)
- **Frekvenční distribuce** (v hostitelské populaci)
- Mikrohabitat distribuce (lokalizace v organismu hostitele)

Distribuce v populaci hostitele
(Frekvenční distribuce)

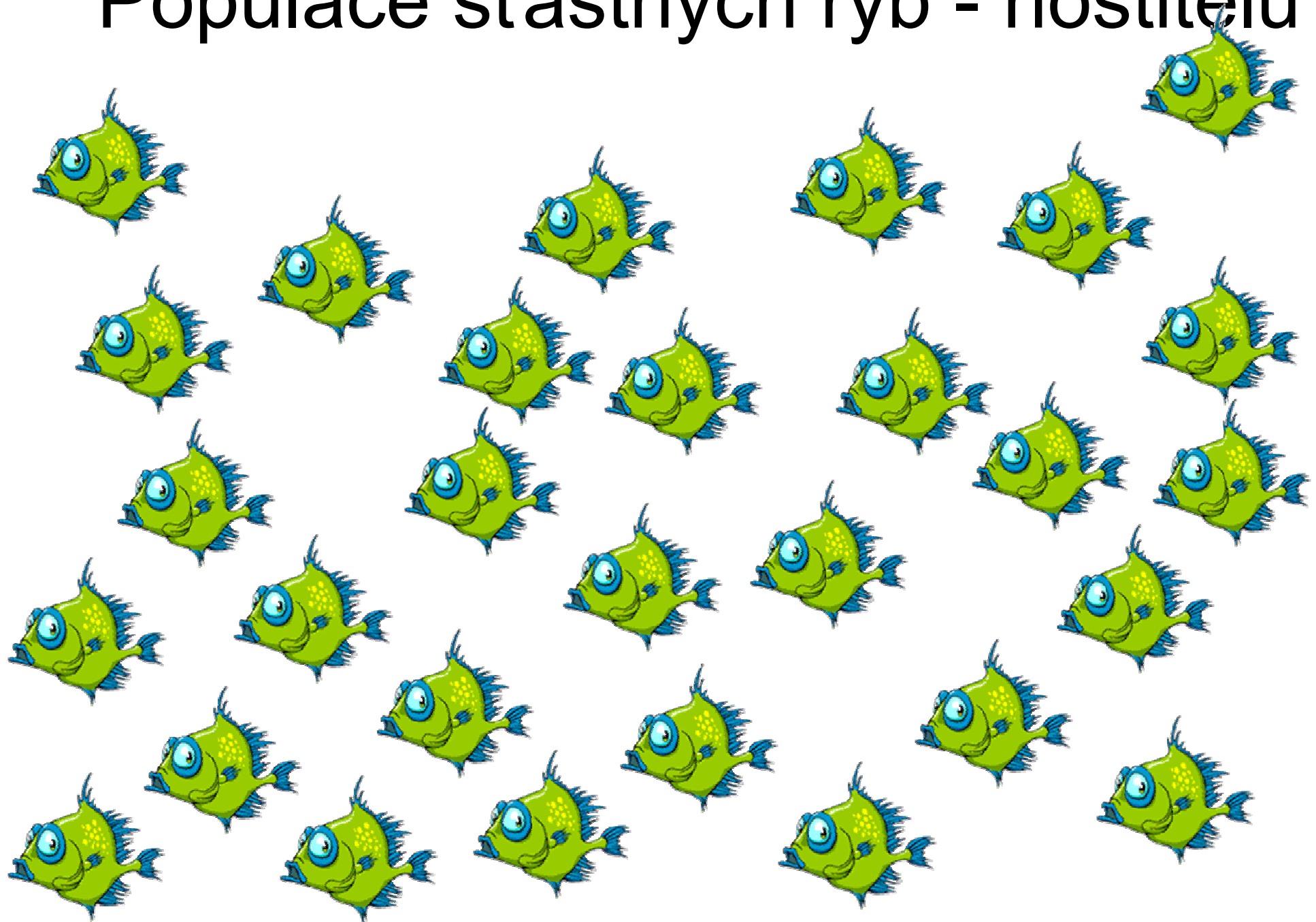
Hierarchická struktura populace parazita



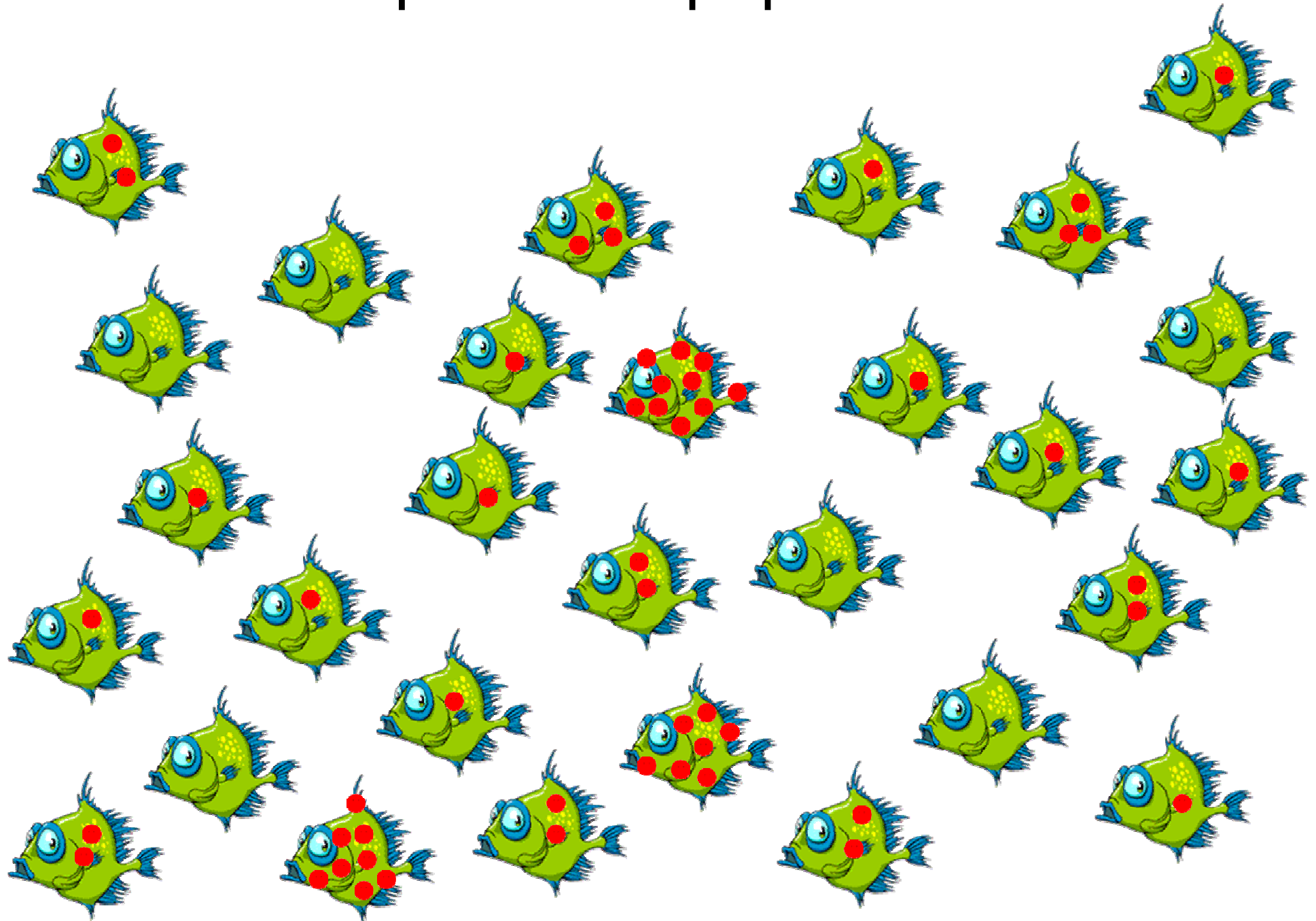
Hierarchie organizace populace parazita na infra, component a supra populaci



Populace šťastných ryb - hostitelů

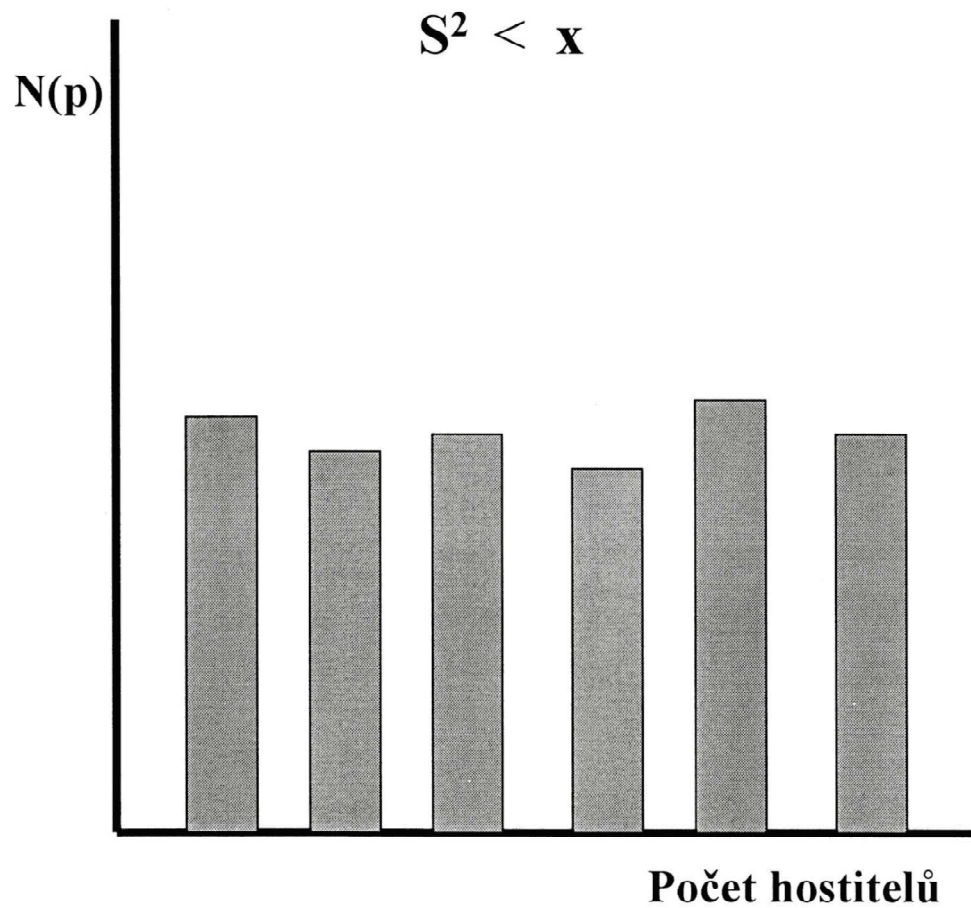


Distribuce paraziti v populaci hostitele

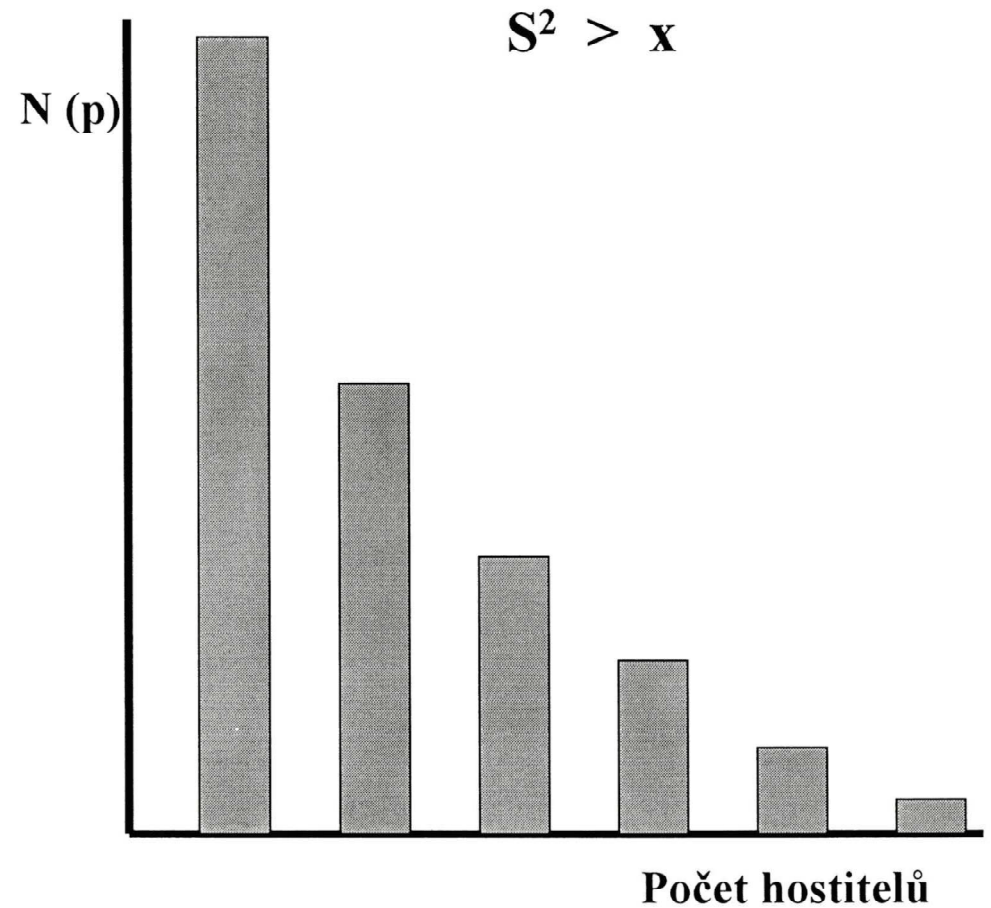


Frekvenční distribuce

Rovnoměrná distribuce



Agregovaná distribuce



Typy frekvenční distribuce



Všichni H mají
stejně P

$$S^2 < x$$

Faktory generující
rovnoměrné distribuci

- mortalita P
- hostitelská imunita
- procesy závislé na hustotě populace
- mortalita H indukovaná P

P jsou náhodně
rozloženi

$$S^2 = x$$

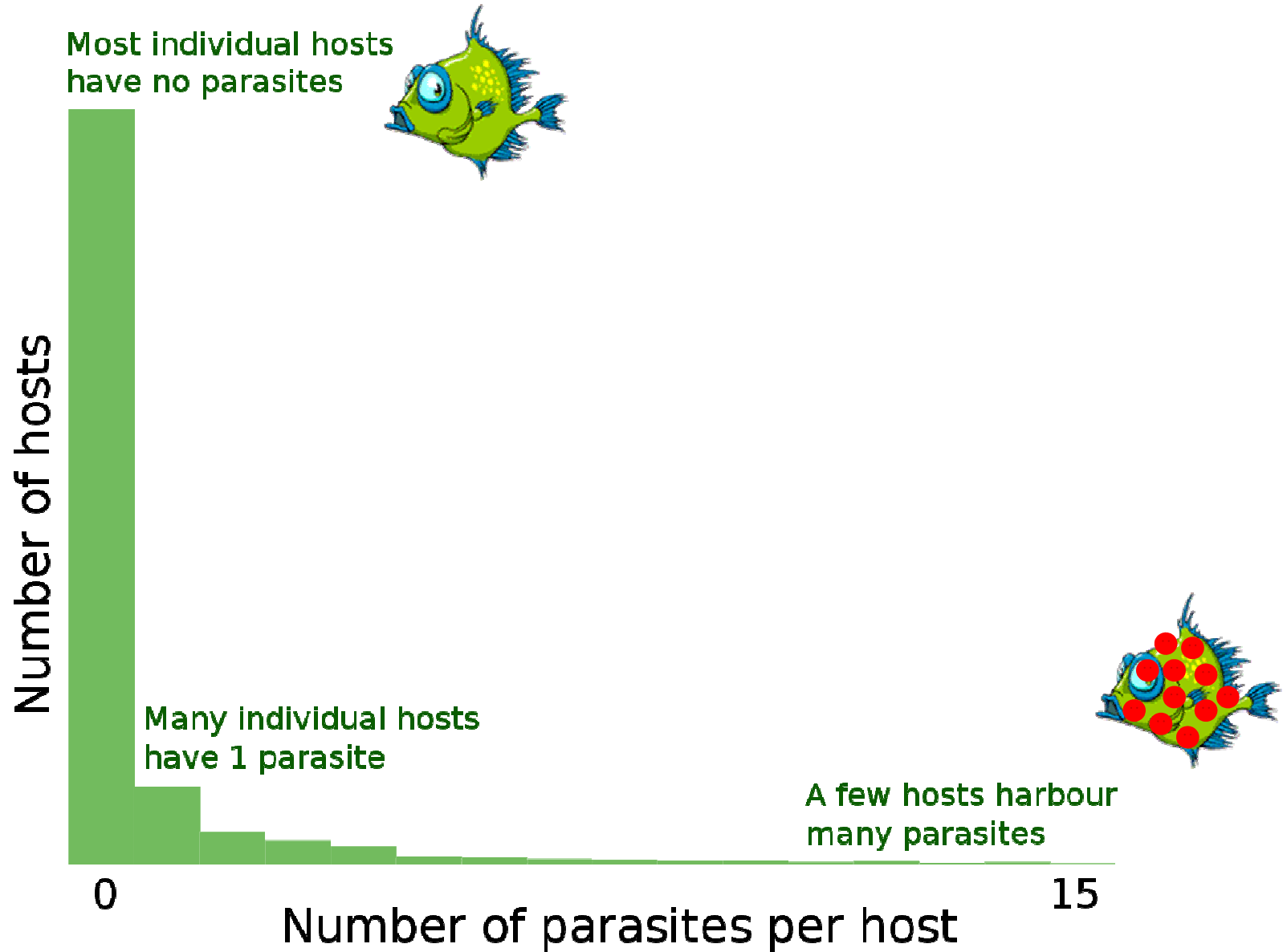
Všichni P jsou
v jednom H

$$S^2 > x$$

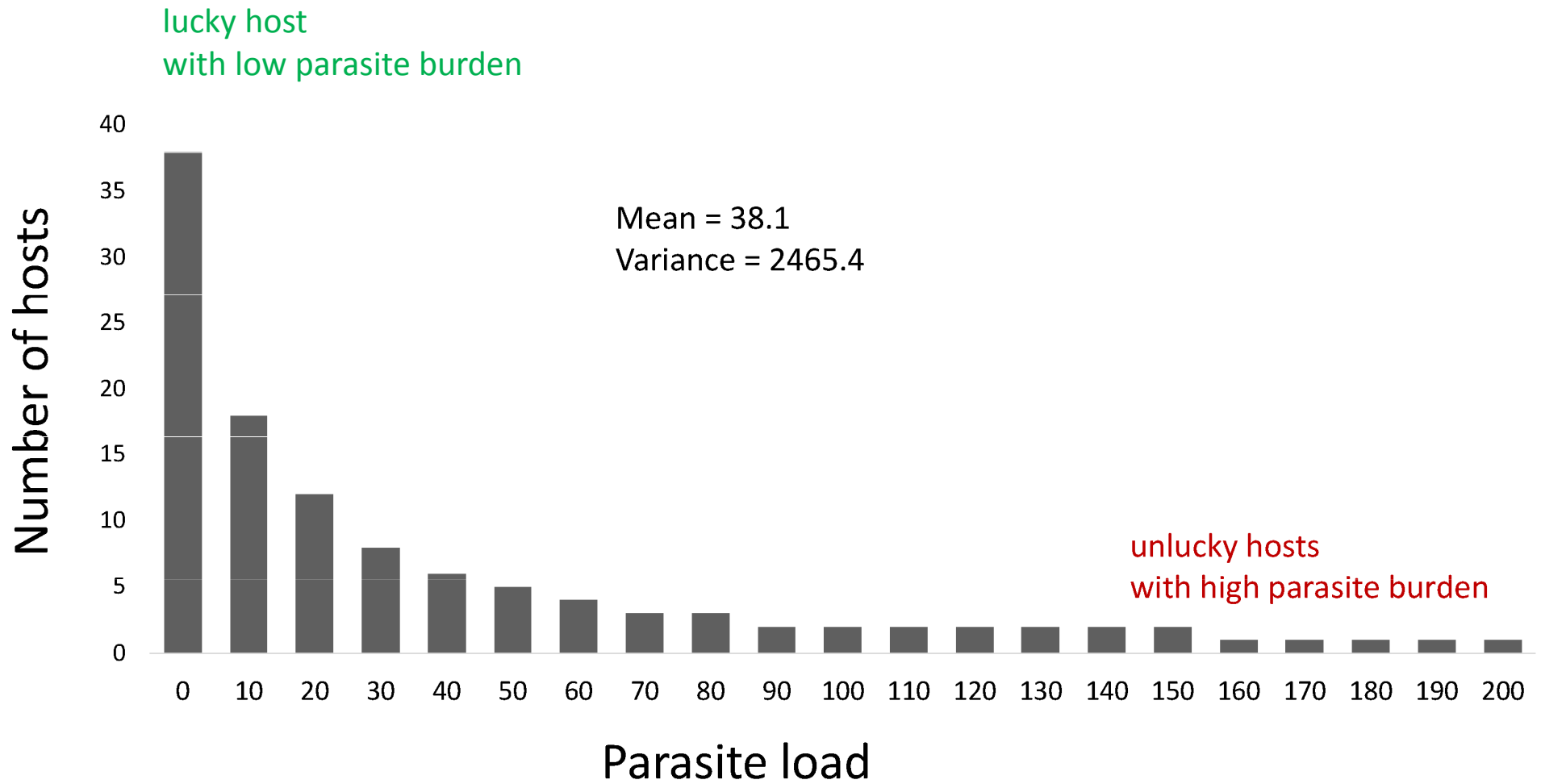
Faktory generující
agregovanou distribuci

- heterogenita v chování hostitele
- heterogenita v imunitě
- přímé množení P na H
- prostorová heterogenita distribuce invazních stádií

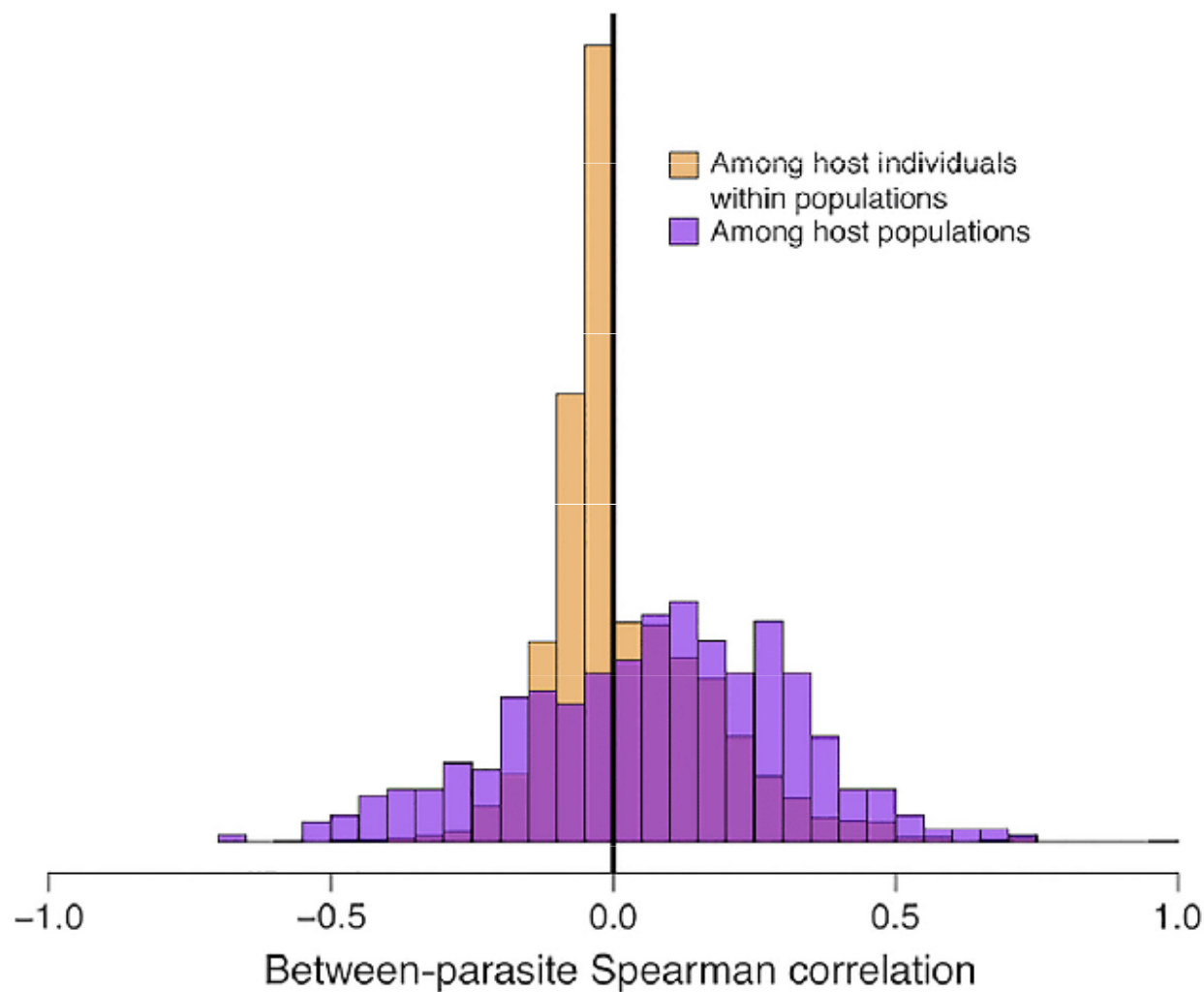
Distribuce parazitů (●) v populaci hostitele



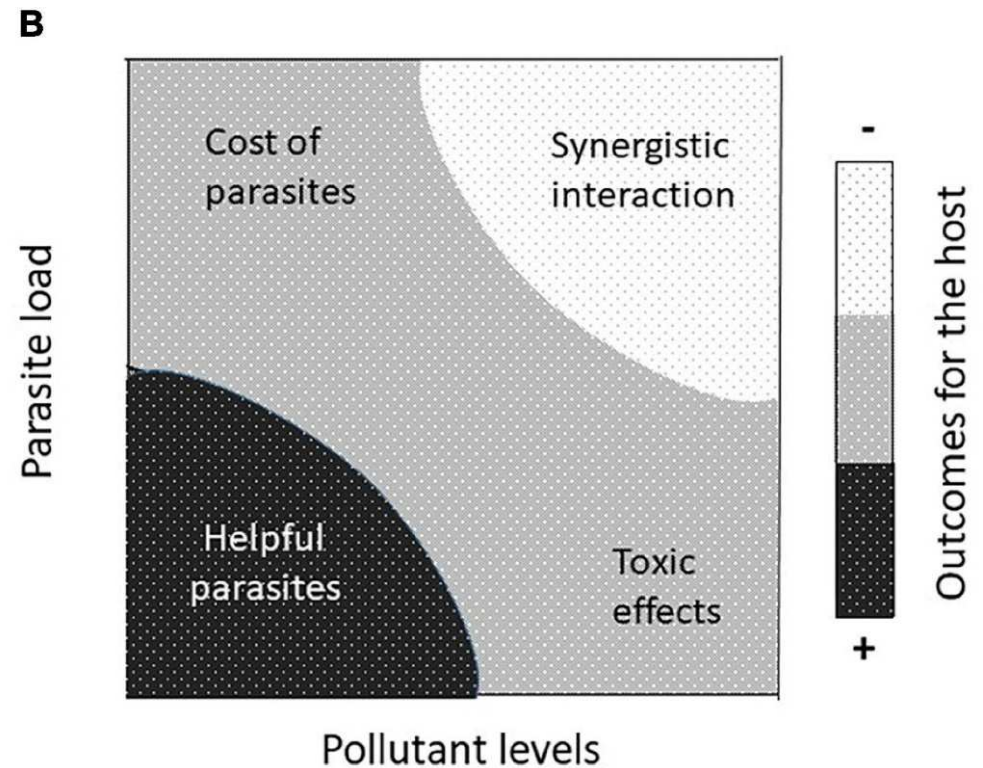
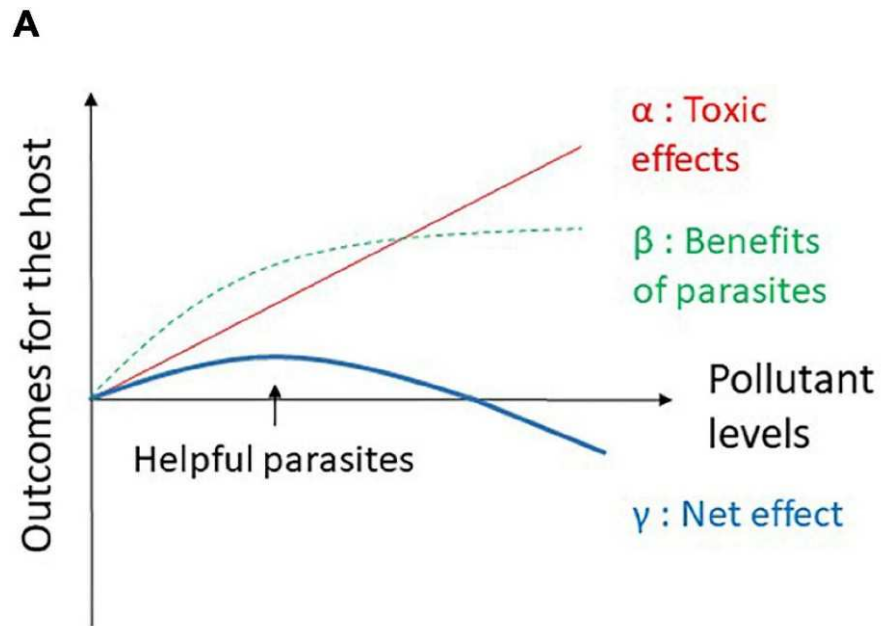
Frekvenční distribuce parazitů



Distribuce mezi jednotlivými hostiteli a mezi populacemi



Benefit parazitismu ve znečištěném prostředí

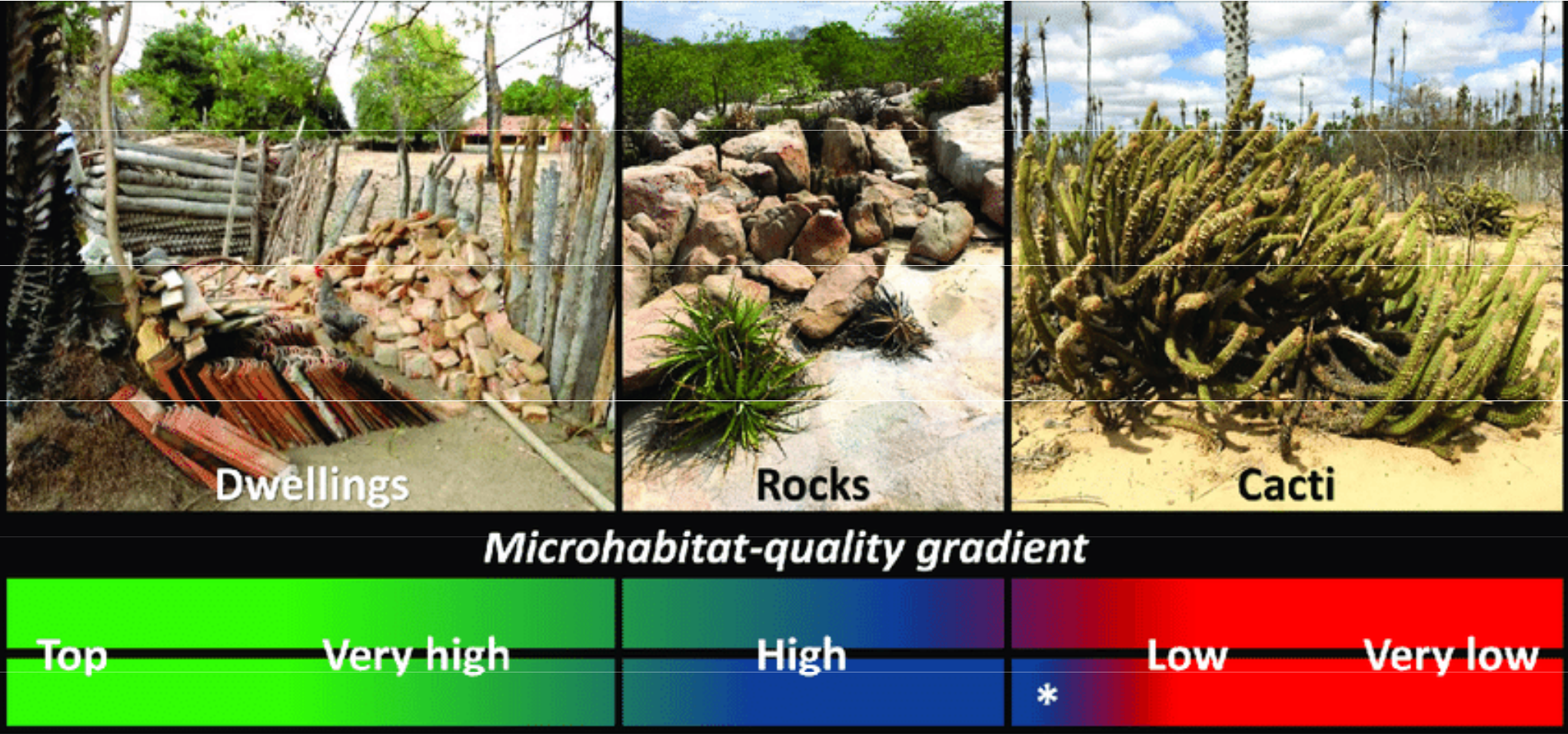


Typy distribuce cizopasníků

- Geografická distribuce
- Hostitelská specificita (mezi různými druhy hostitelů)
- Frekvenční distribuce (v hostitelské populaci)
- **Mikrohabitat distribuce** (lokalizace v organismu hostitele)

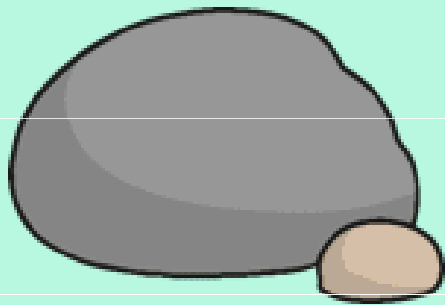
Distribuce na/v těle hostitele - lokalizace

Gradienty kvality mikrohabitatů

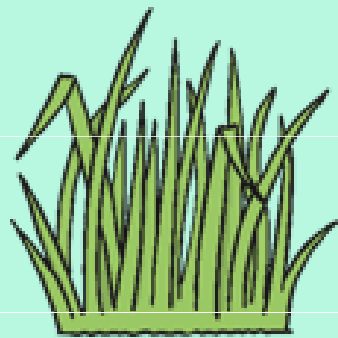


Microhabitats and Minibeasts

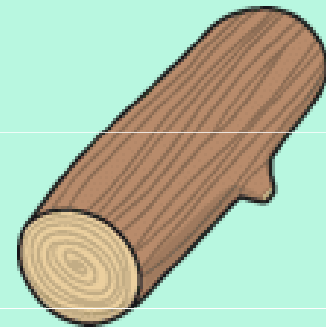
Here are some different microhabitats you might have found in the local environment.



Under stones and rocks.



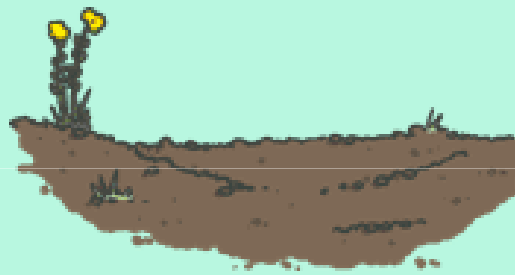
In short grass.



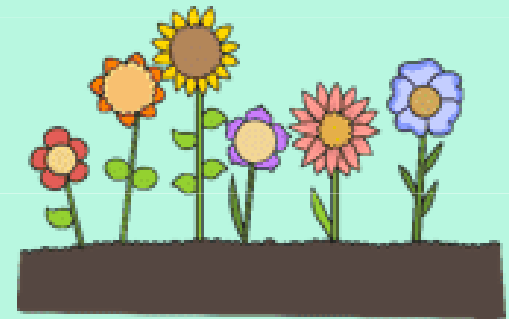
Inside rotting wood.



Under fallen leaves.

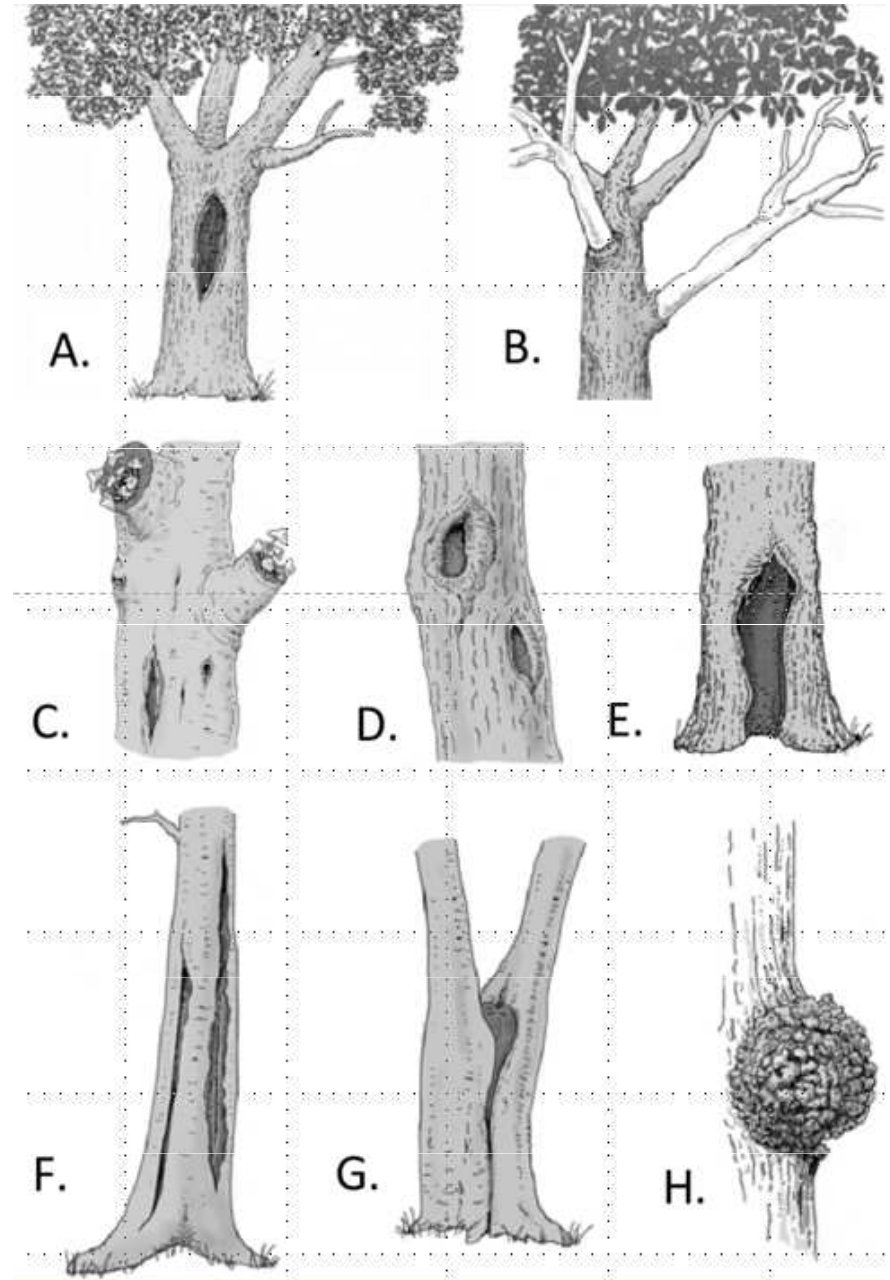
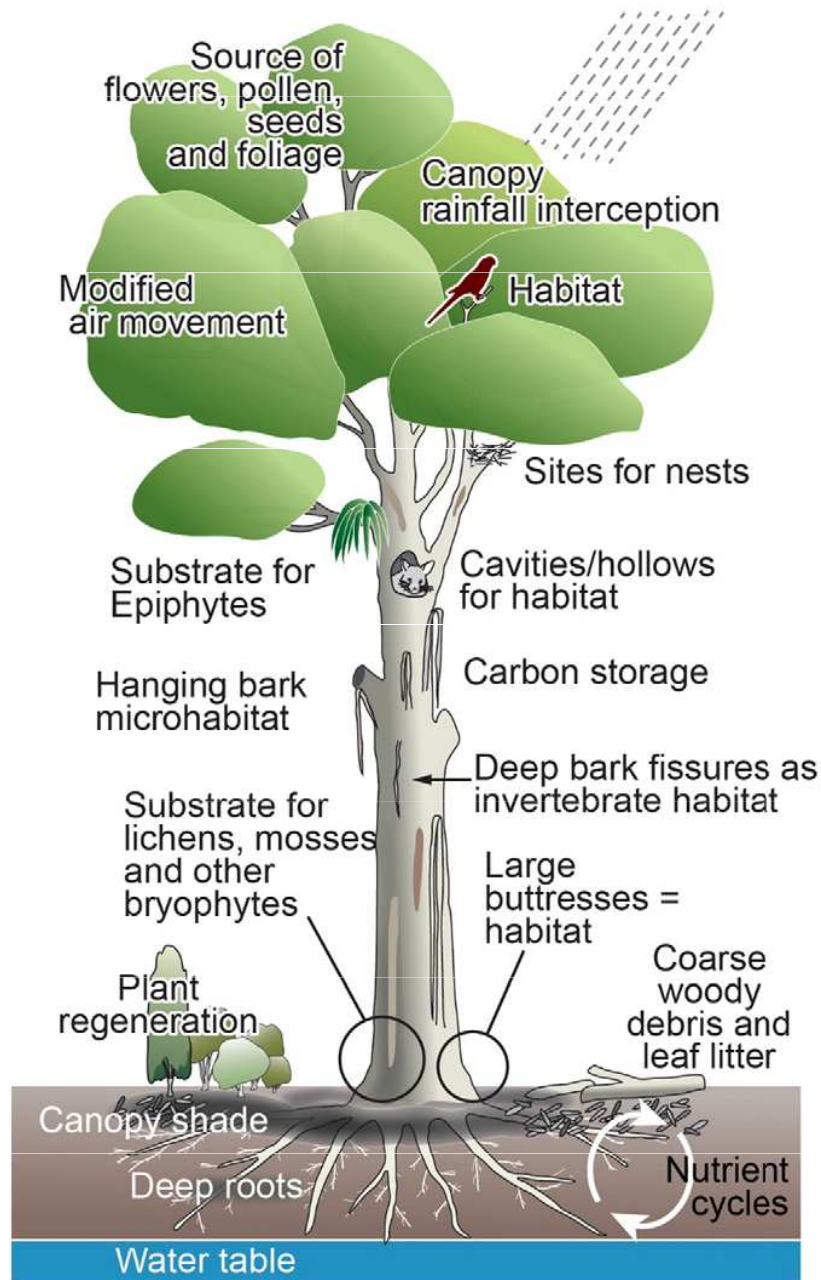


In and on the soil.

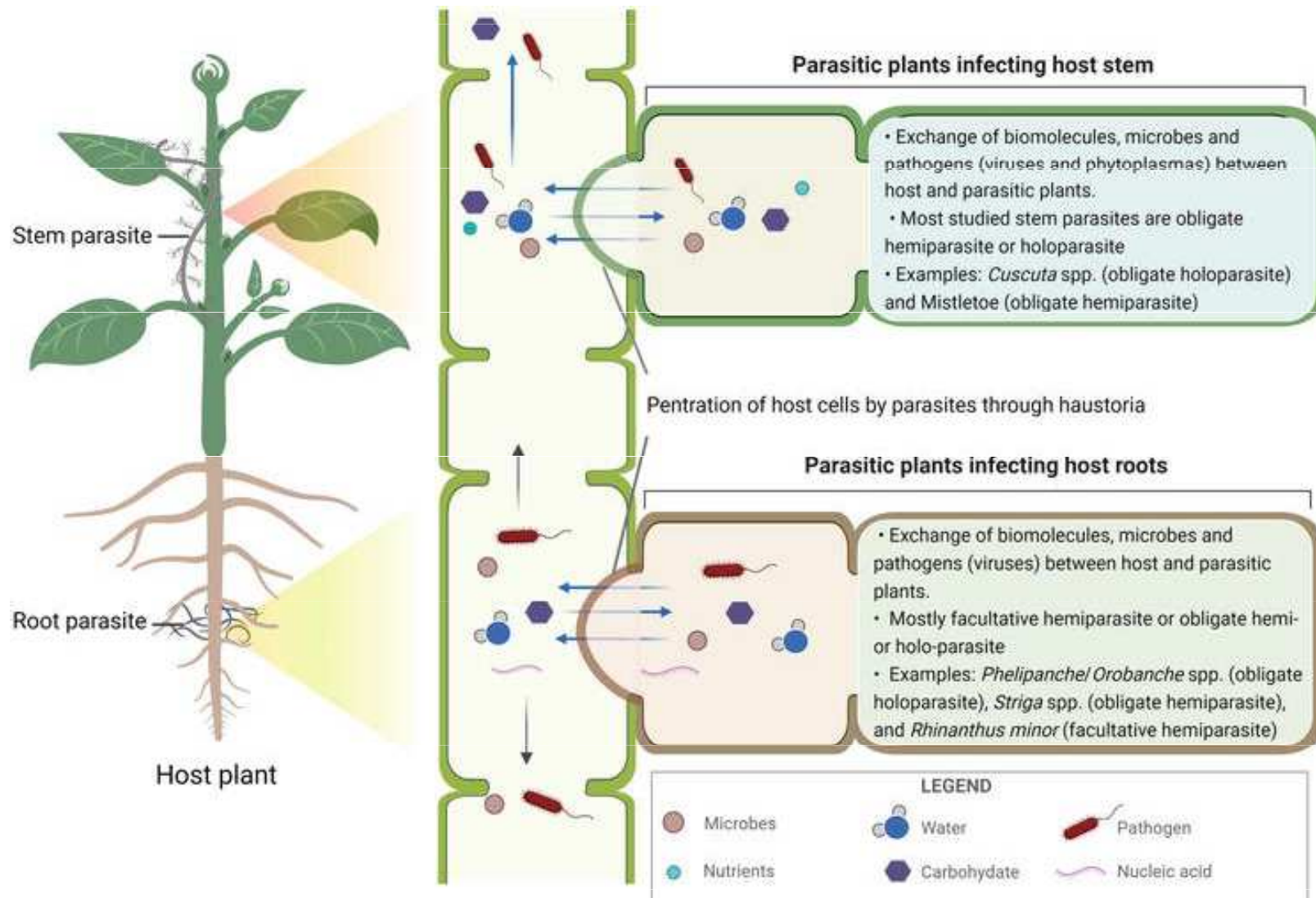


In tall grass and flowers.

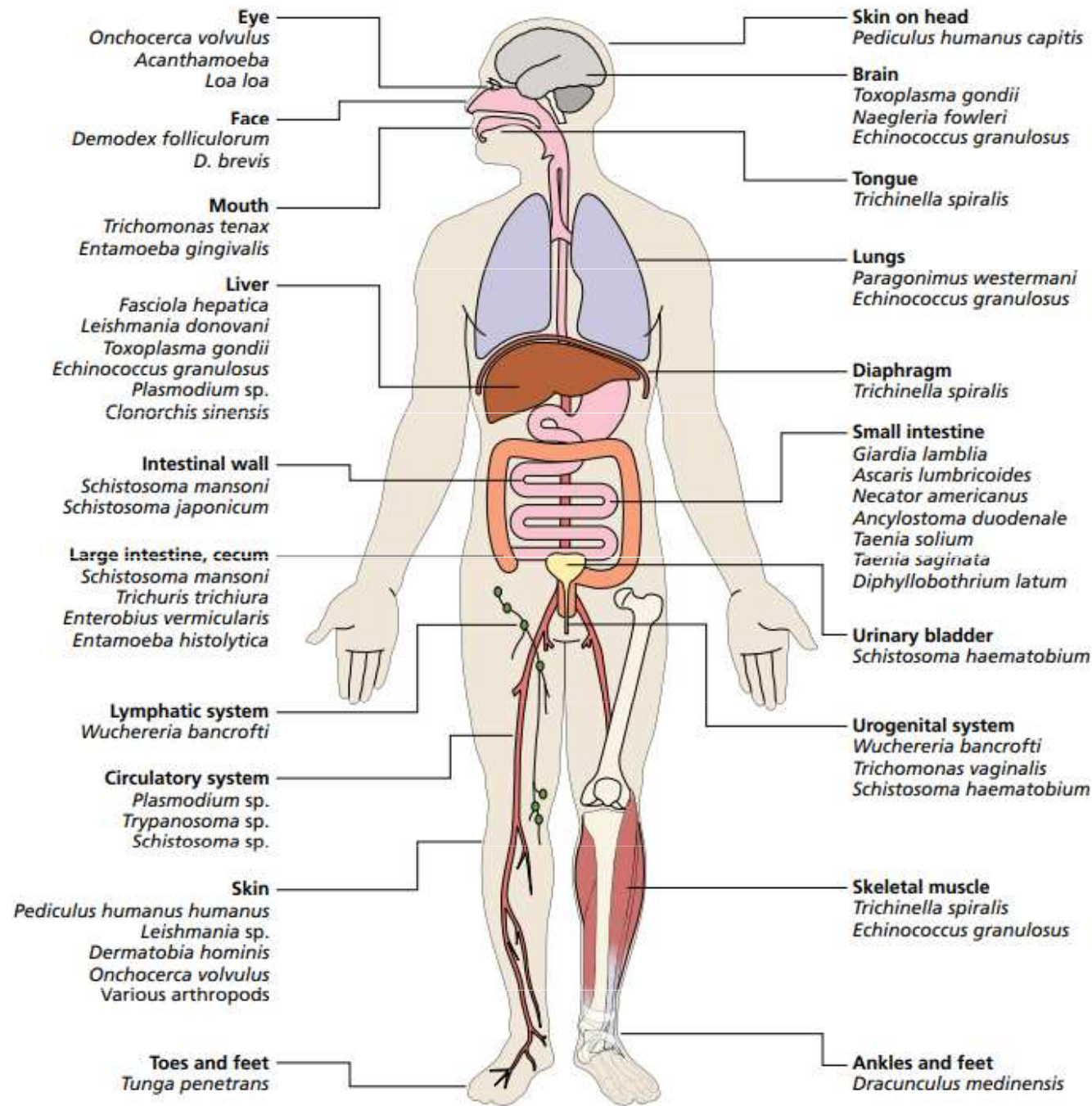
Strom jako mikrohabitat



Mikrohabitat parazitů rostlin

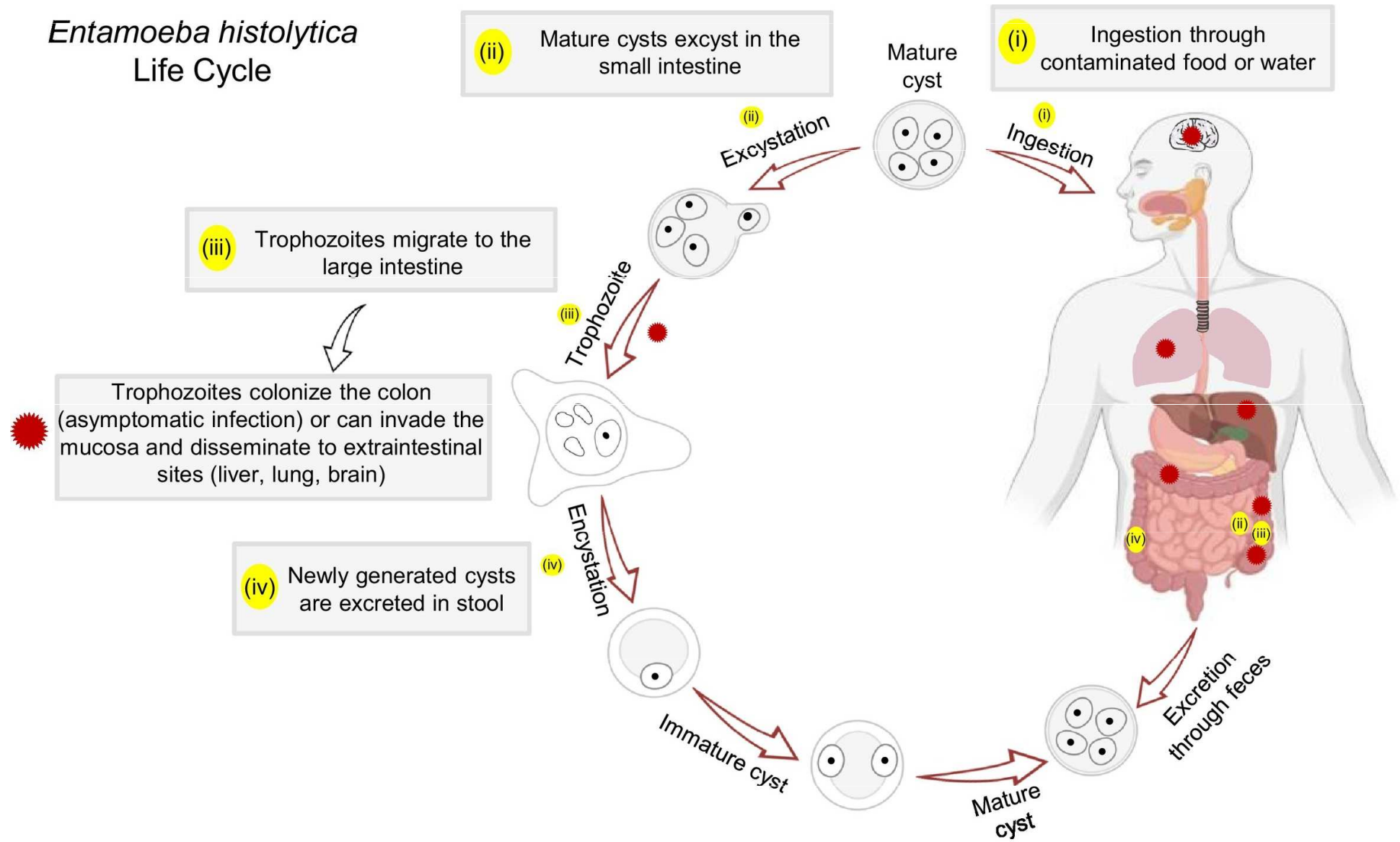


Tělo člověka jako habitat

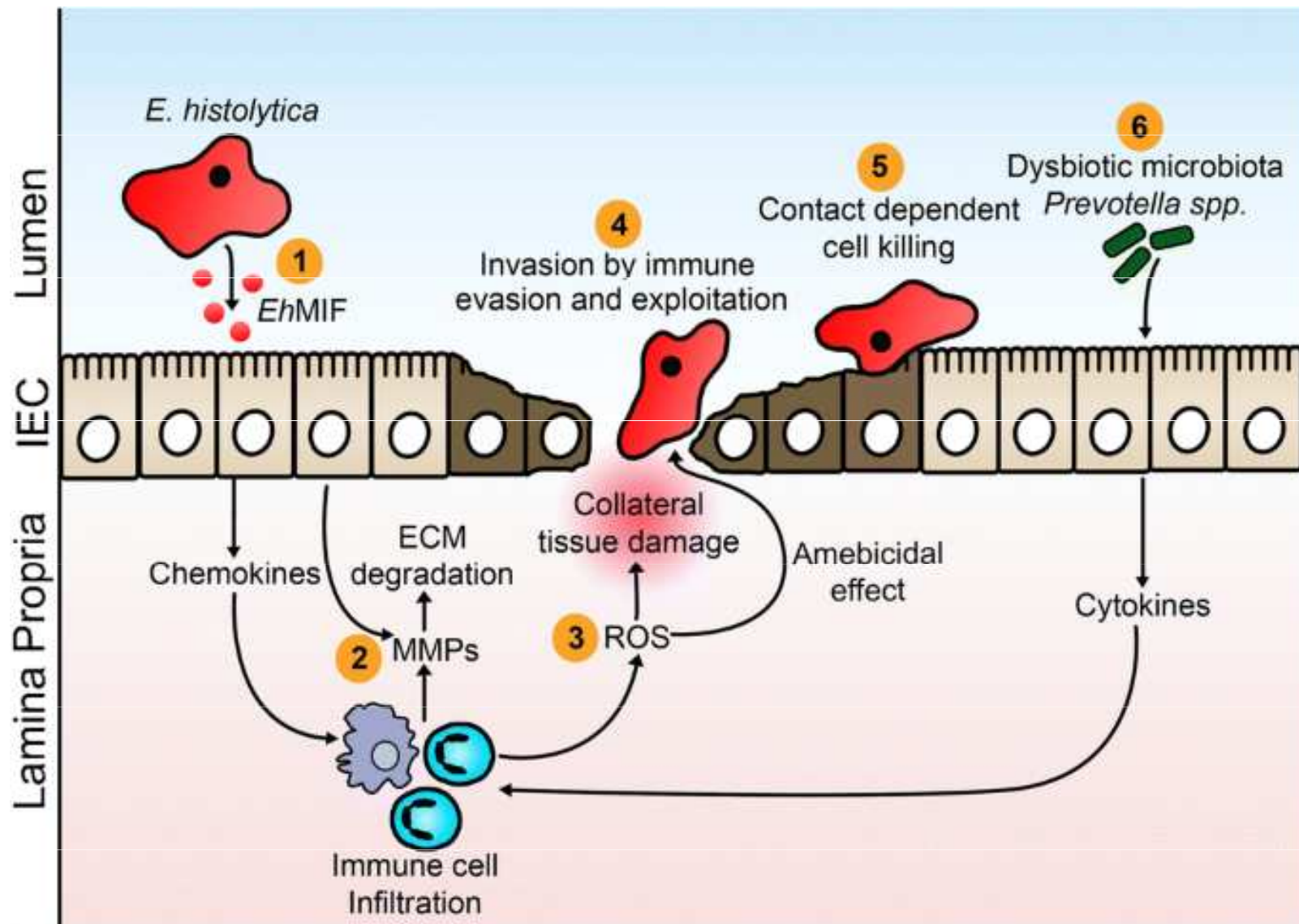


Různé mikrohabitaty migrujících trofozoitů

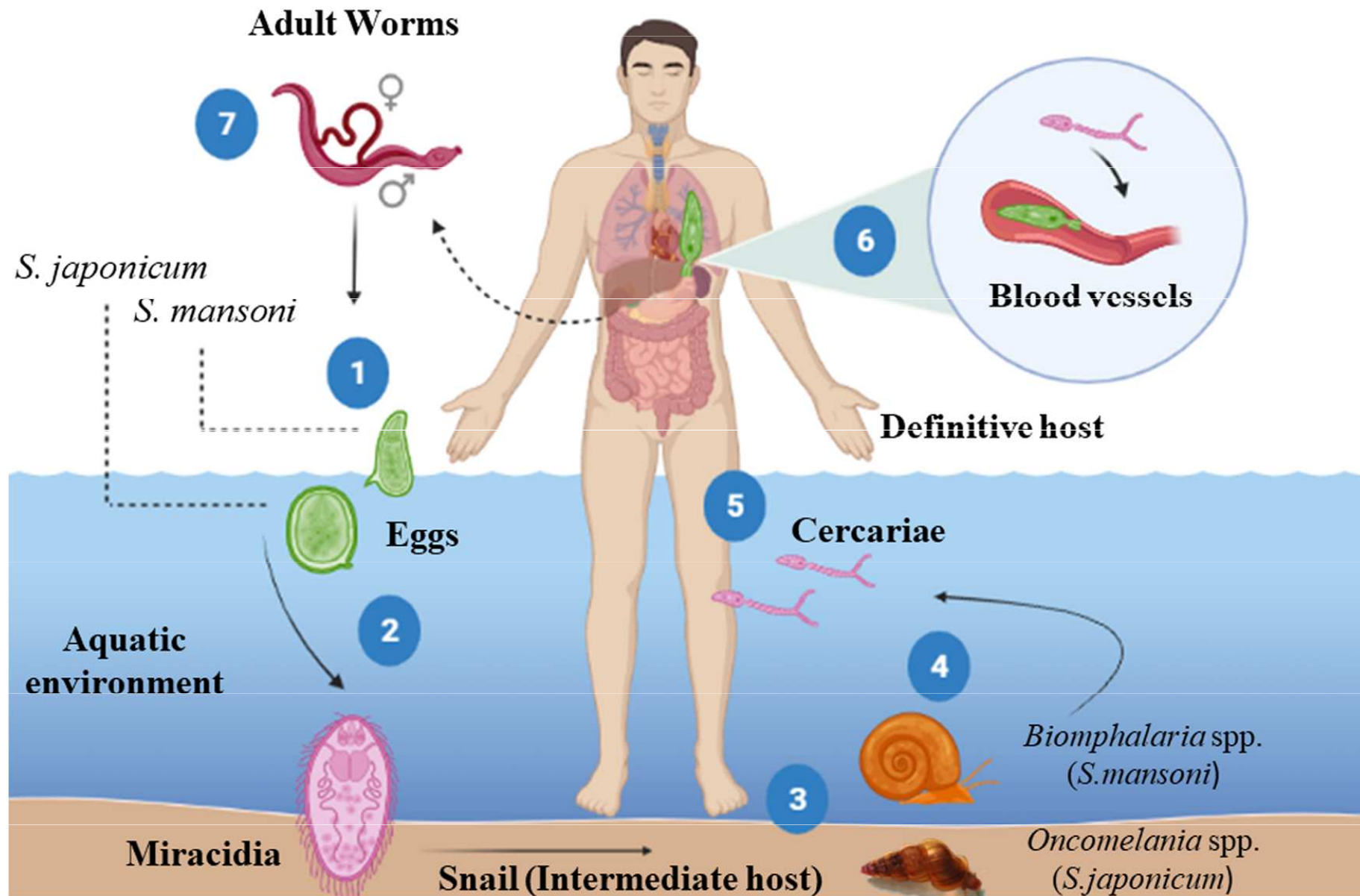
Entamoeba histolytica



Destrukce střevního epitelu a průnik *Entamoeba histolytica* do cévního systému

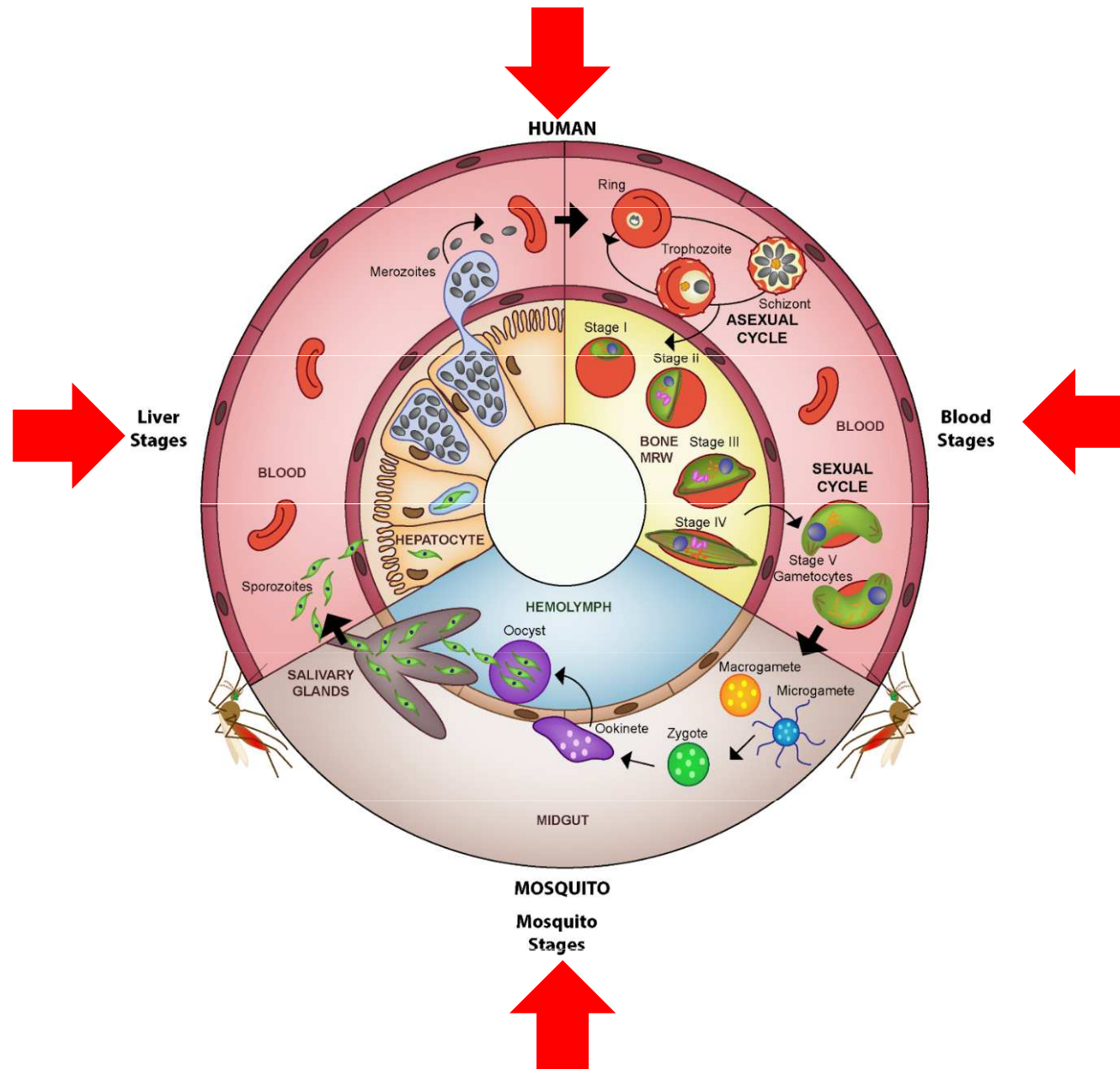


Životní cyklus *Schistosoma falciparum*

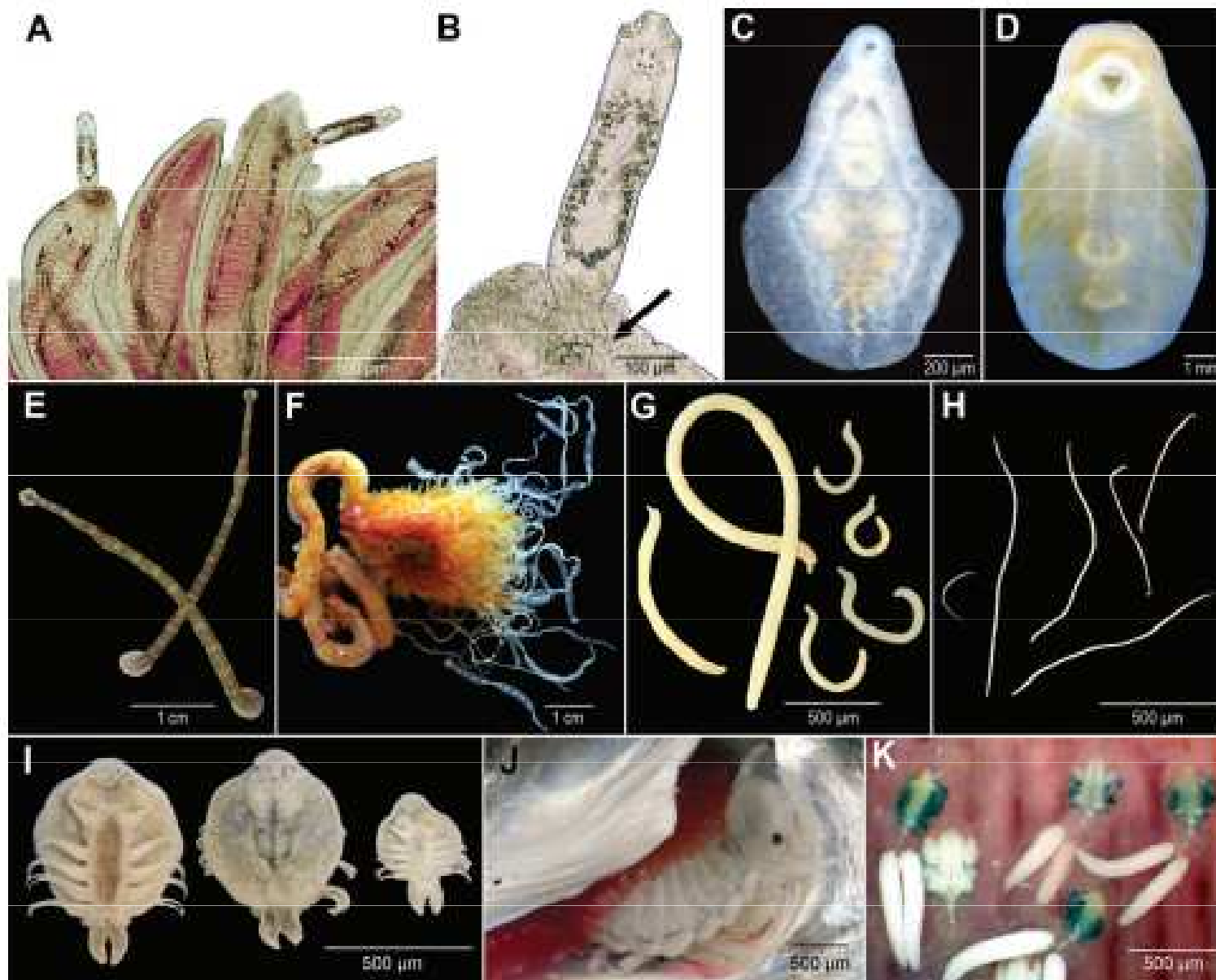


Rozdílná lokalizace vývojových stádií Plasmodium falciparum v hostitelích

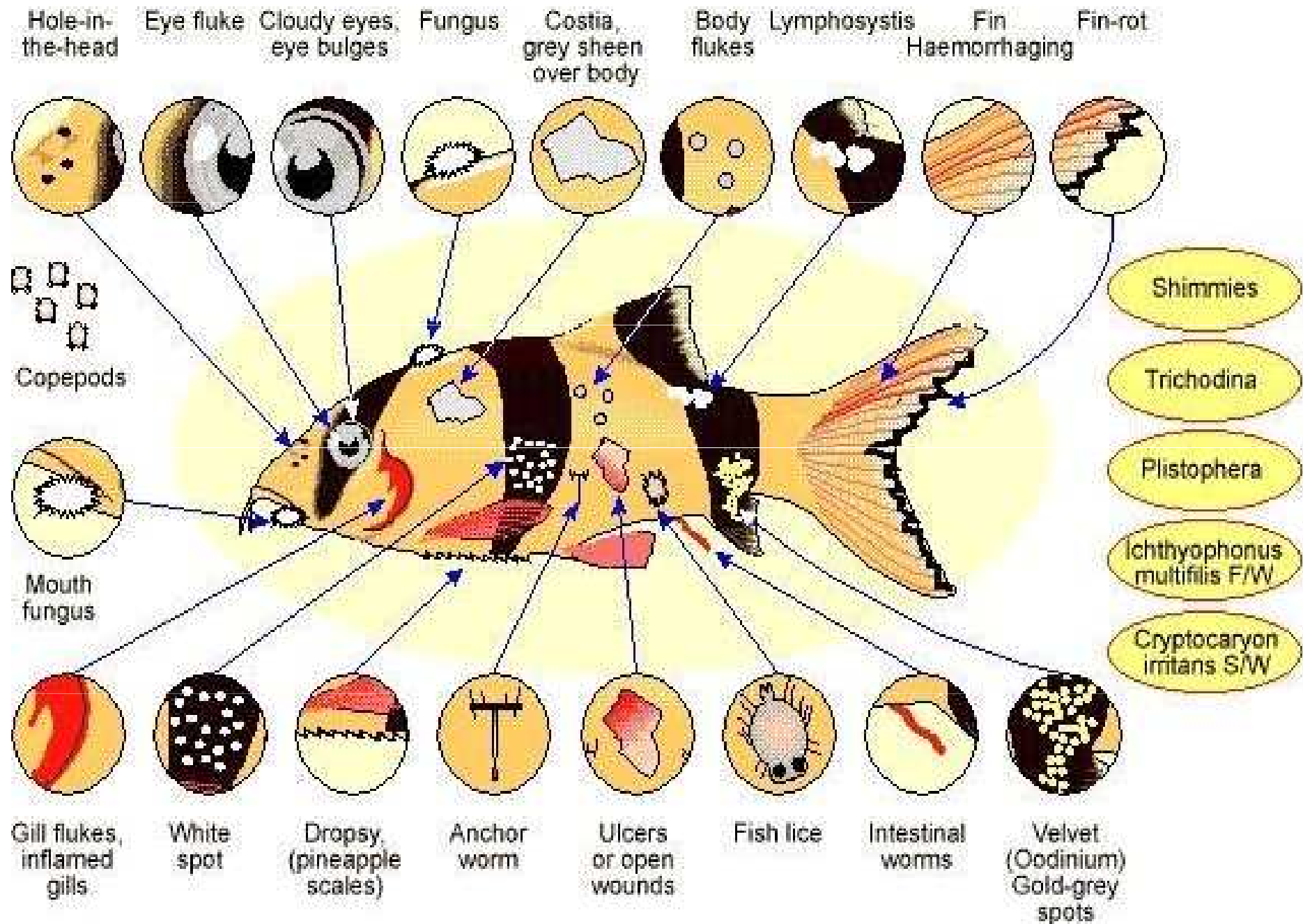
Plasmodium falciparum v hostitelích



Hlavní skupiny rybích parazitů

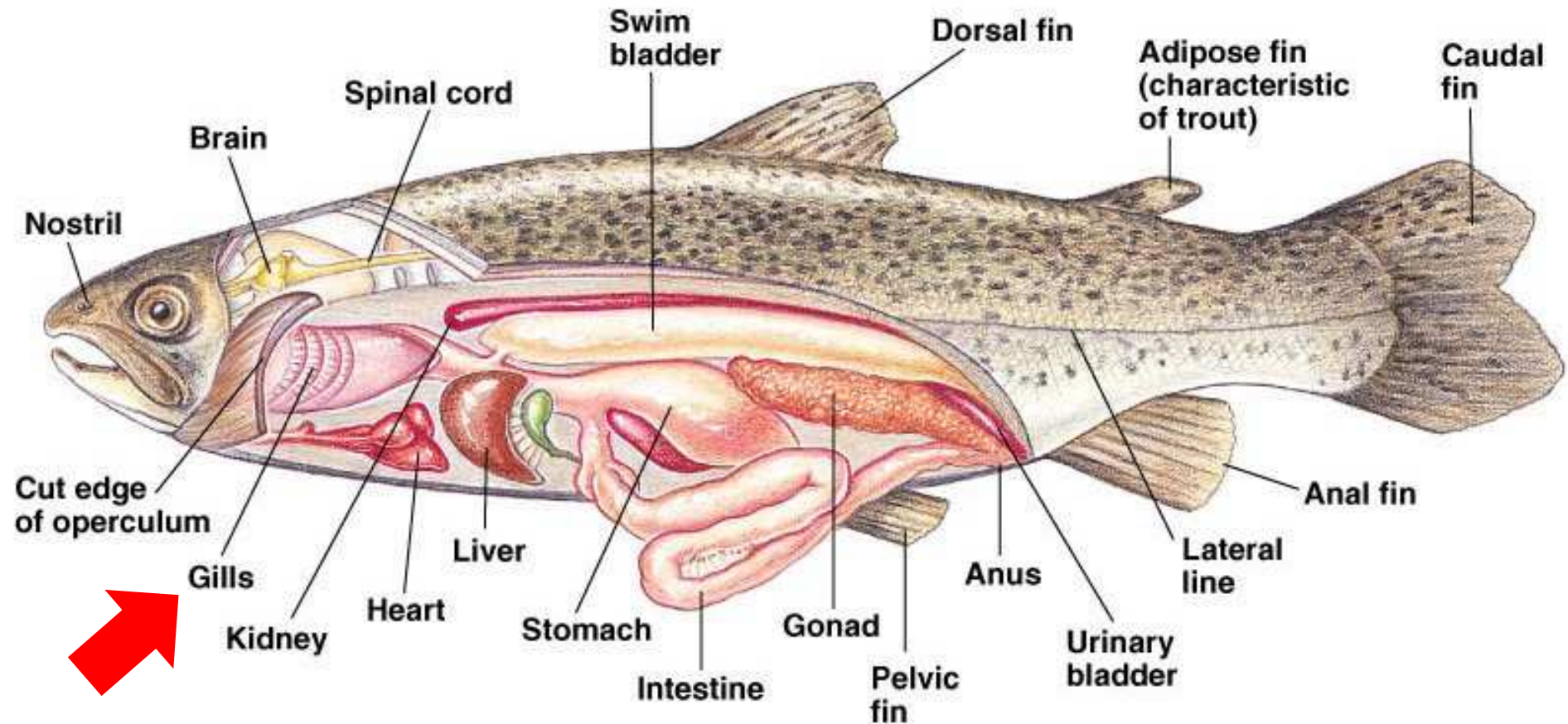


Organismus ryby jako habitat

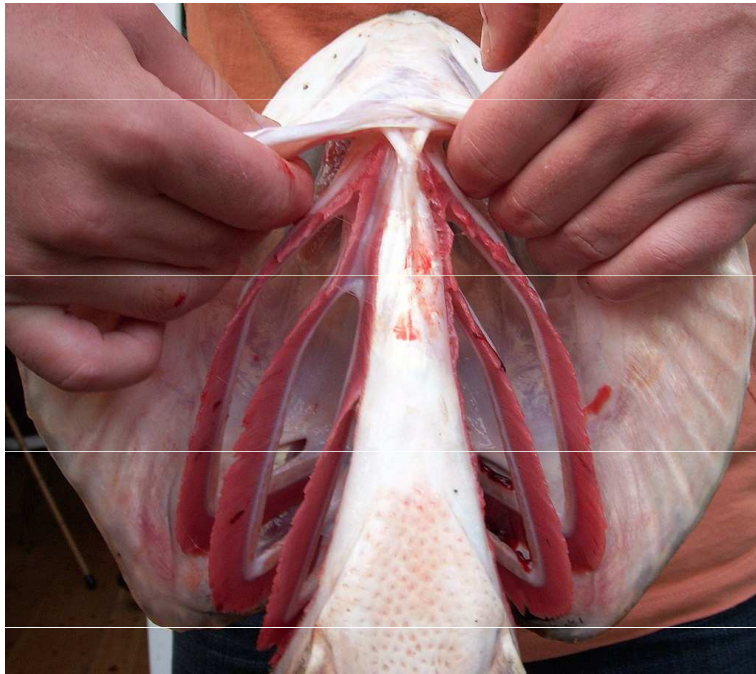


Too small to be seen with the unaided eye

Hostitelská ryba jako habitat



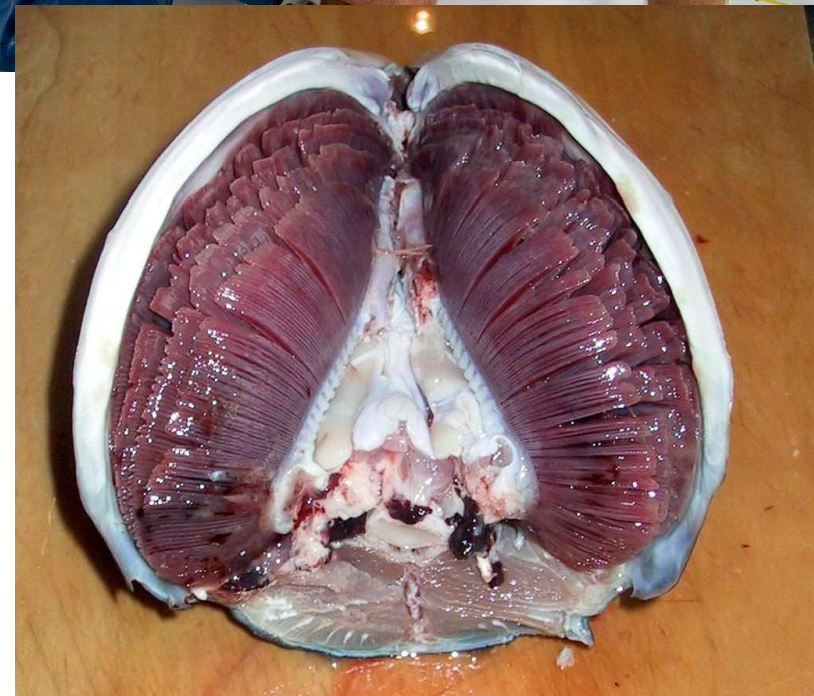
Žaberní aparát ryb jako habitat



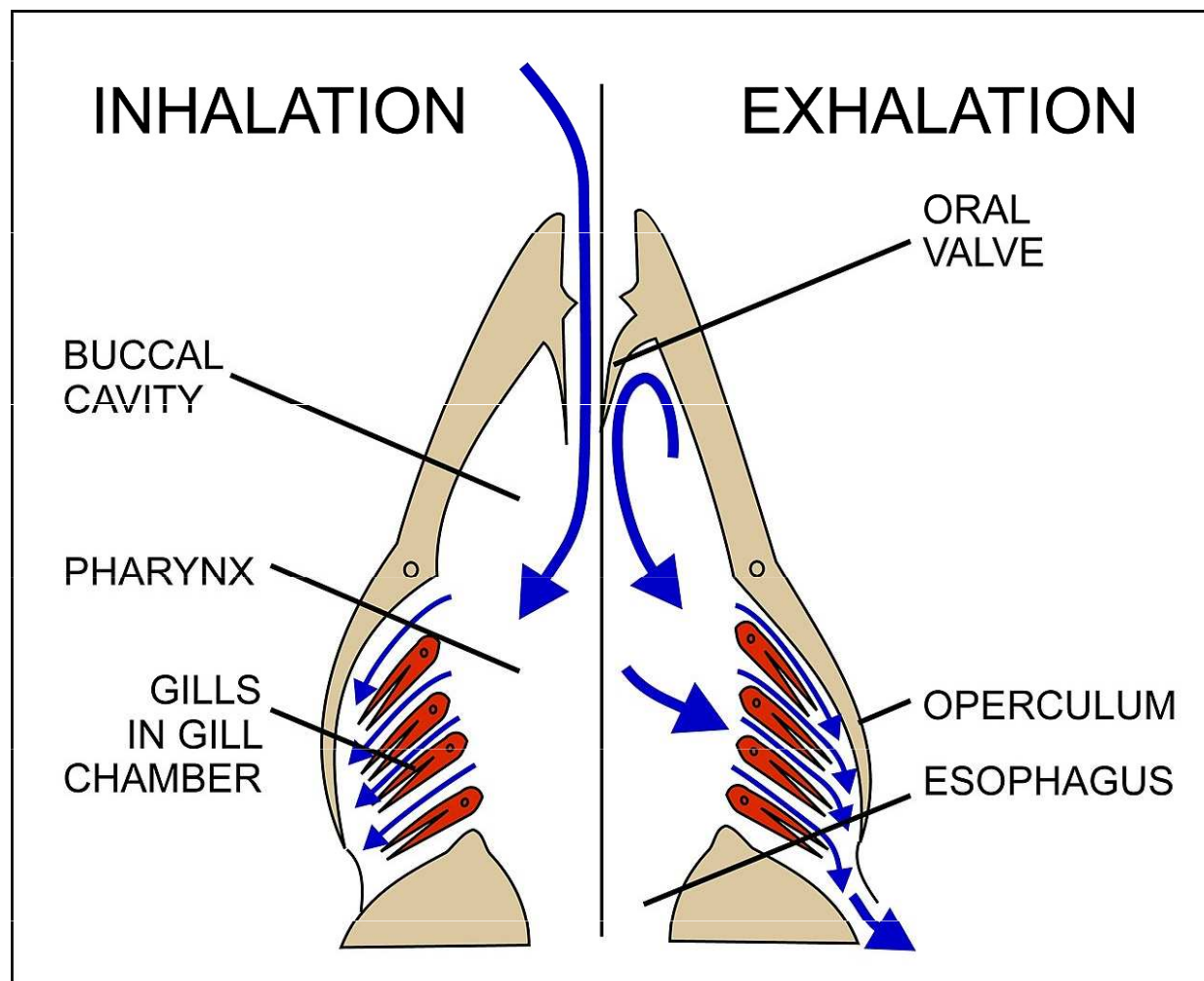
Žaberní oblouky štiky obecné
(*Esox lucius*)



Žábry tuňáka in situ



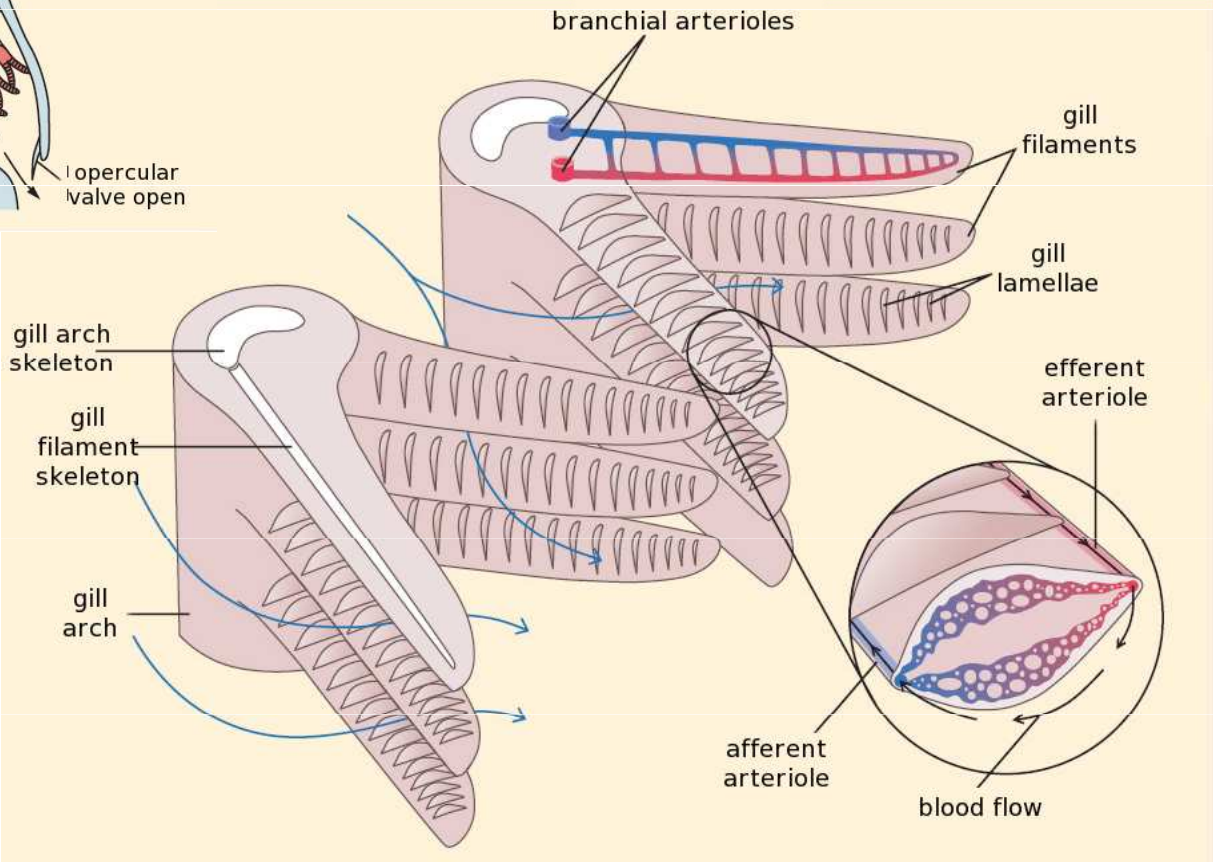
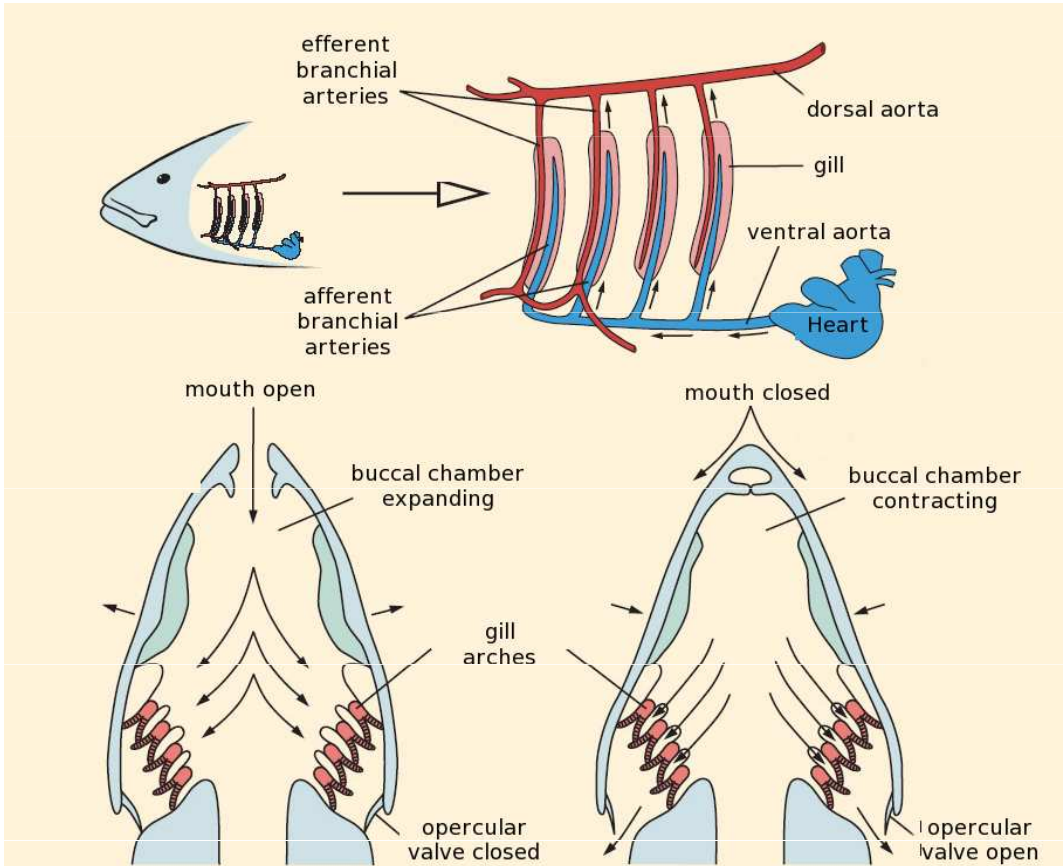
Dýchací mechanismus u kostnatých ryb, zobrazený v horizontálním řezu ústy, hltanem a žaberní komorou. Pohyb vody je indikován modrými šipkami. Inhalační proces vlevo, výdech vpravo.



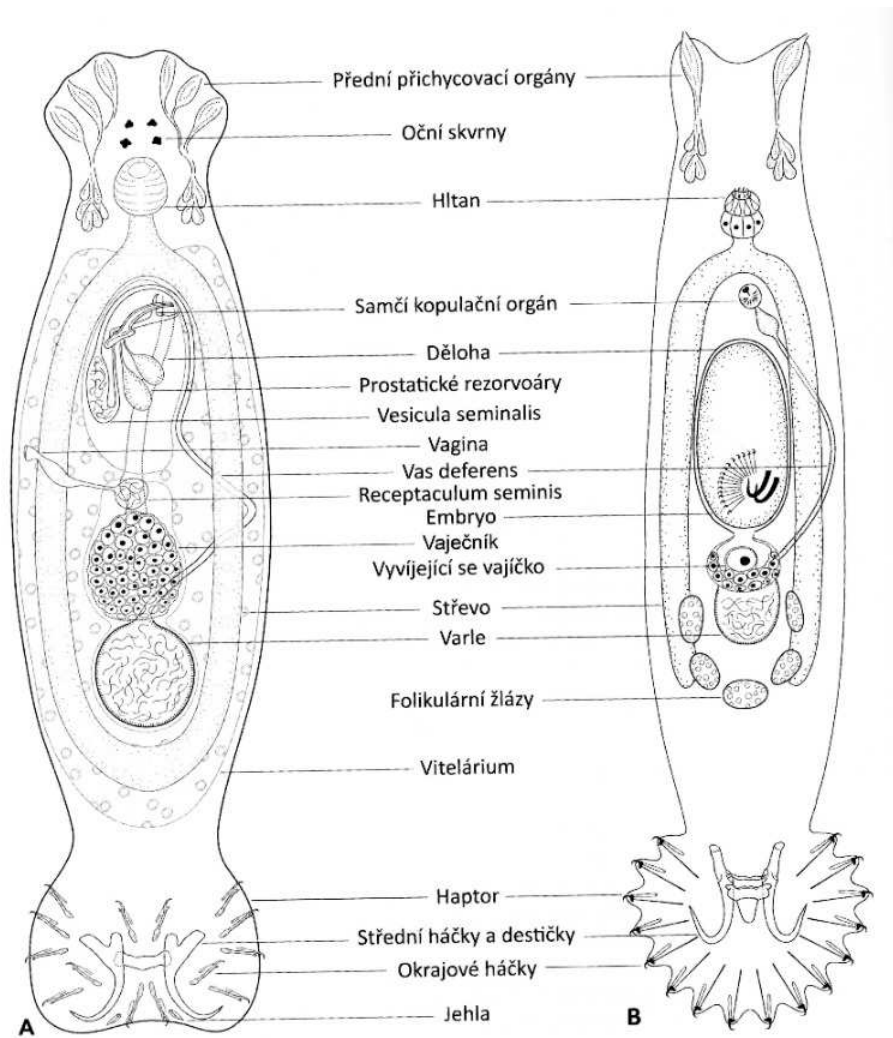
Struktura a dýchání

Mechanismus dýchání rybích žaber

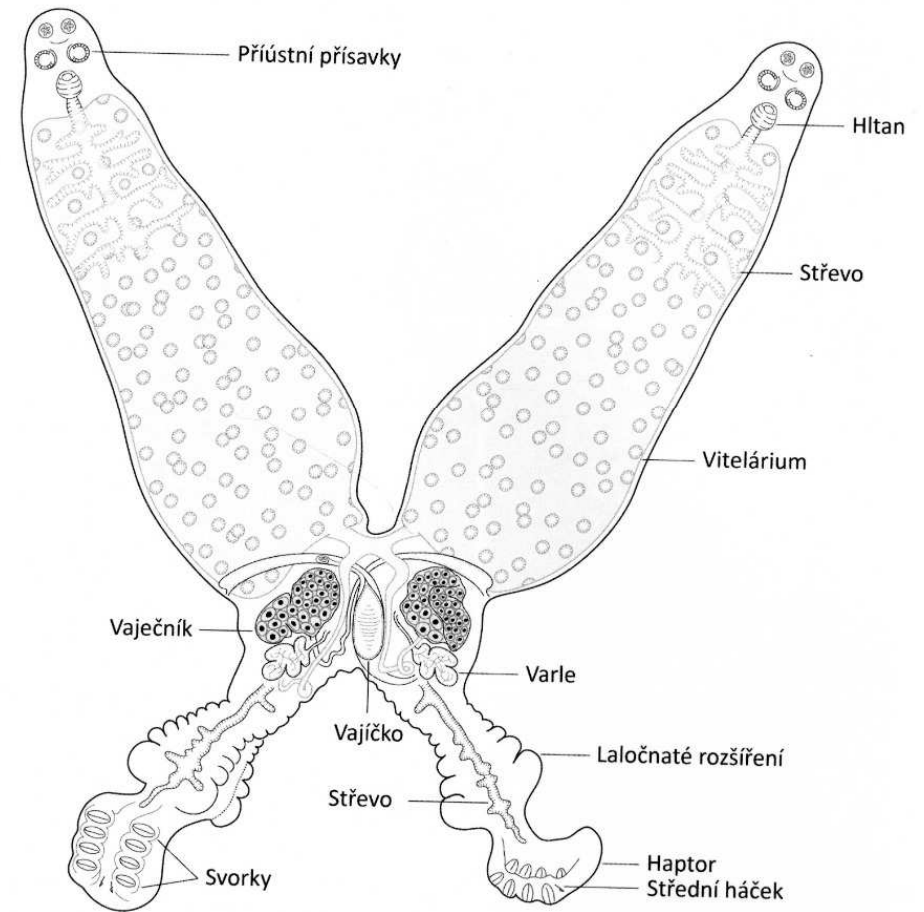
Struktura rybích žaber



Monogenea – model pro studium distribuce

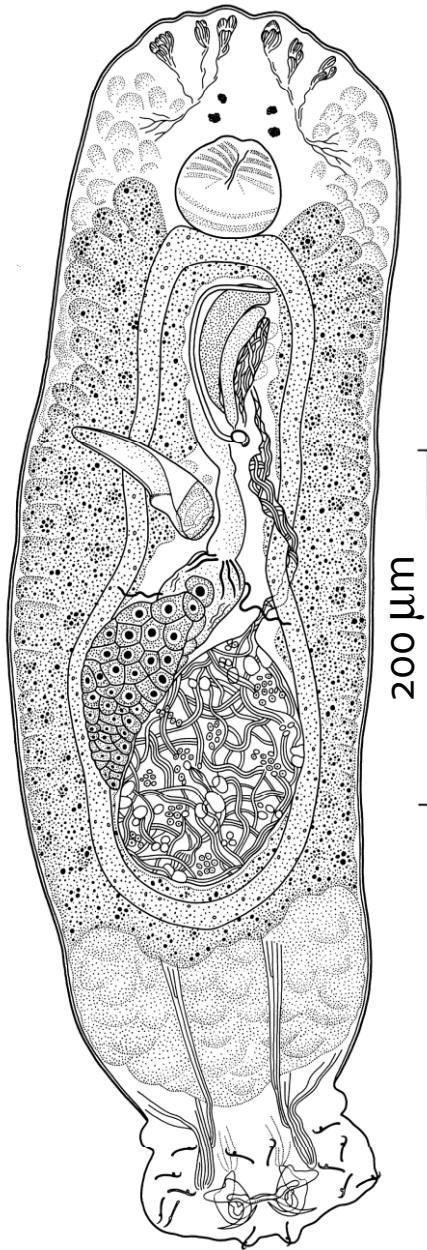


Obr. 3.11.2.1. Schéma tělní stavby vejcorodých a živorodých monogeneí (Monopisthocotylea). *Dactylogyrus* sp. (Dactylogyridae)(A); *Gyrodactylus* sp. (Gyrodactylidae)(B). (Kresba: E. Řehulková)

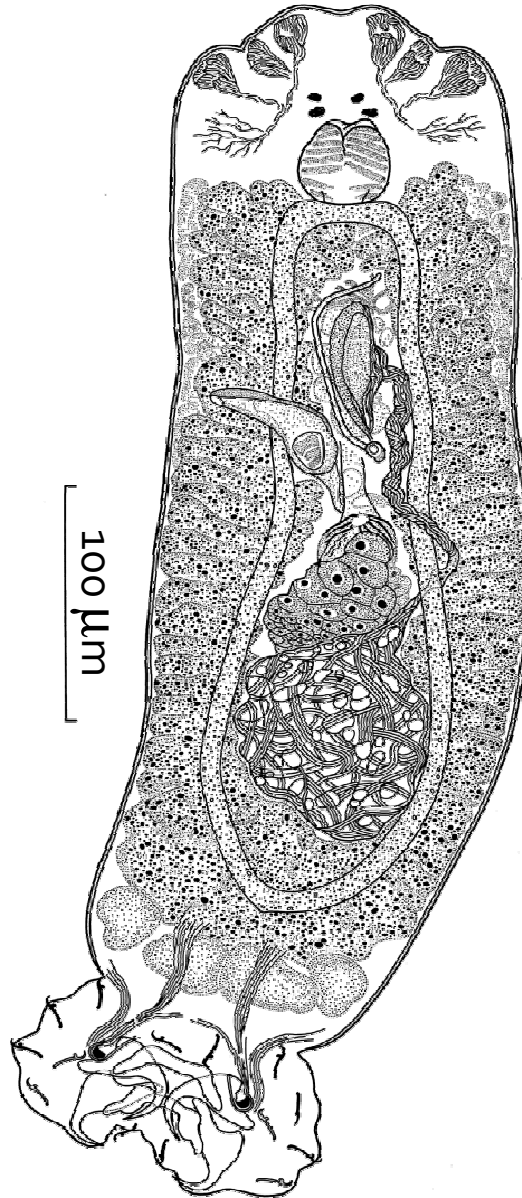


Obr. 3.11.2.2. Schéma tělní stavby druhu *Eudiplozoon nipponicum* (Diplozoidae, Polyopisthocotylea). (Kresba: E. Řehulková)

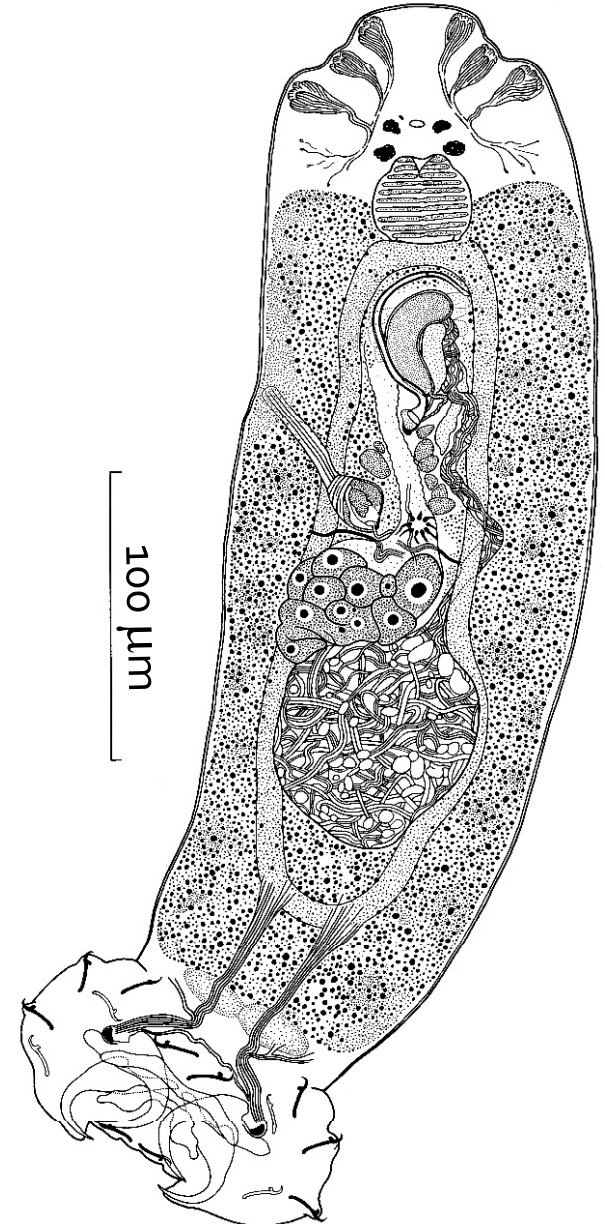
Thylacicleidus serendipitus



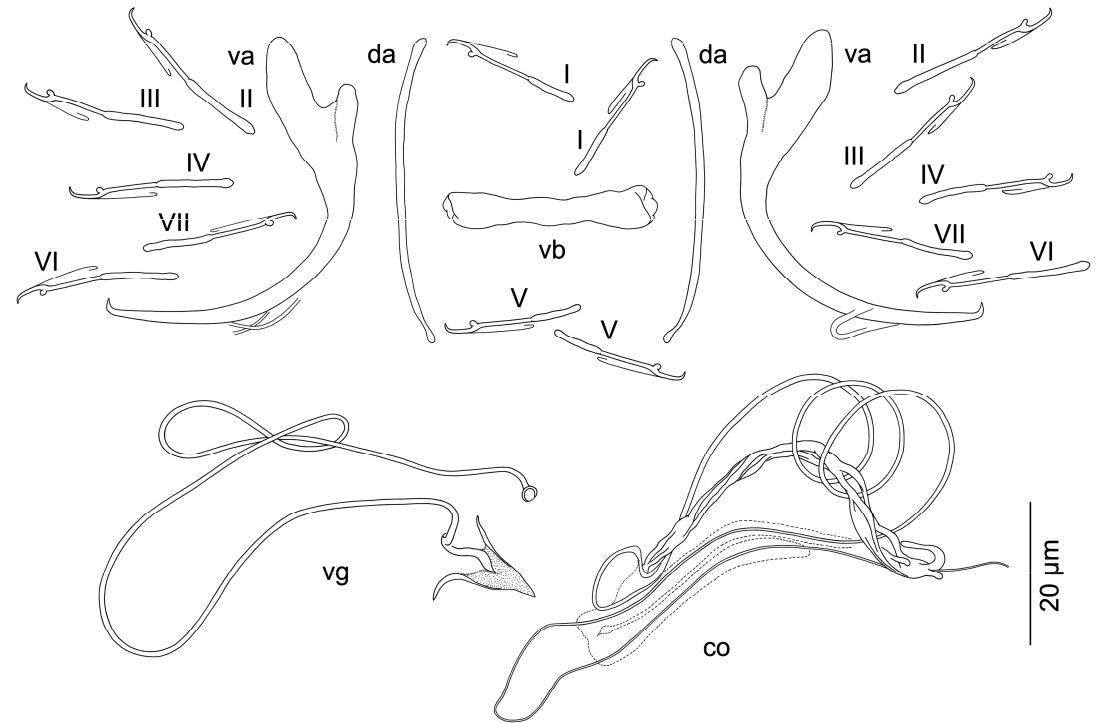
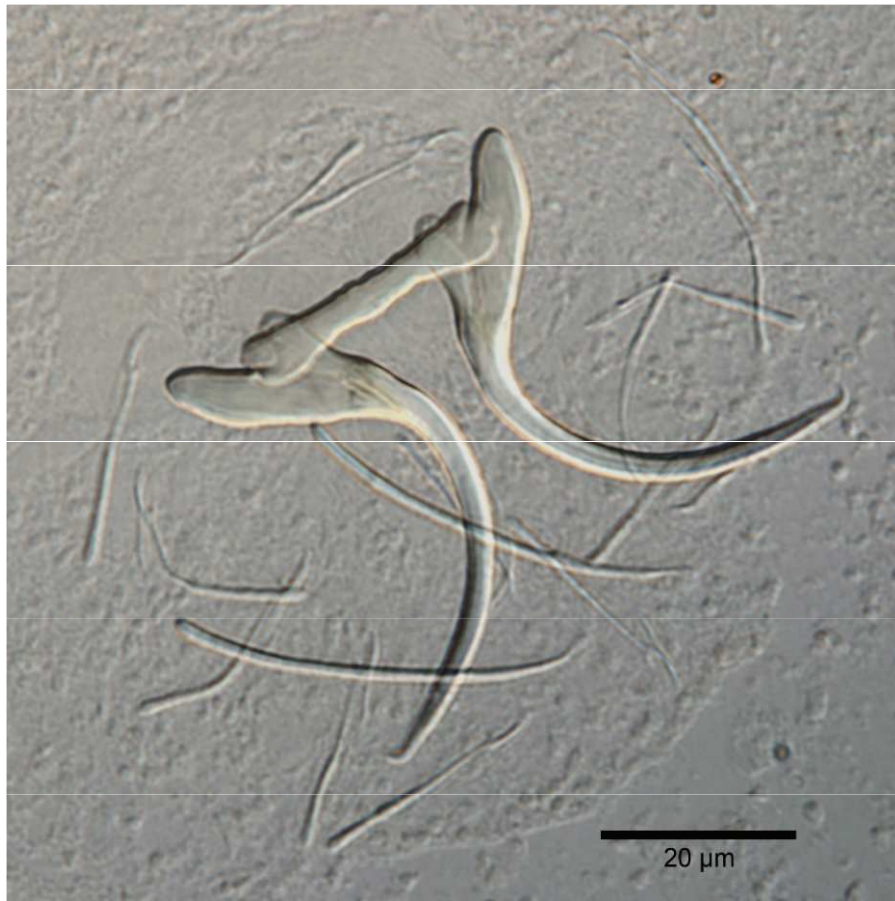
Thylacicleidus
sp. 1



Thylacicleidus
sp. 2



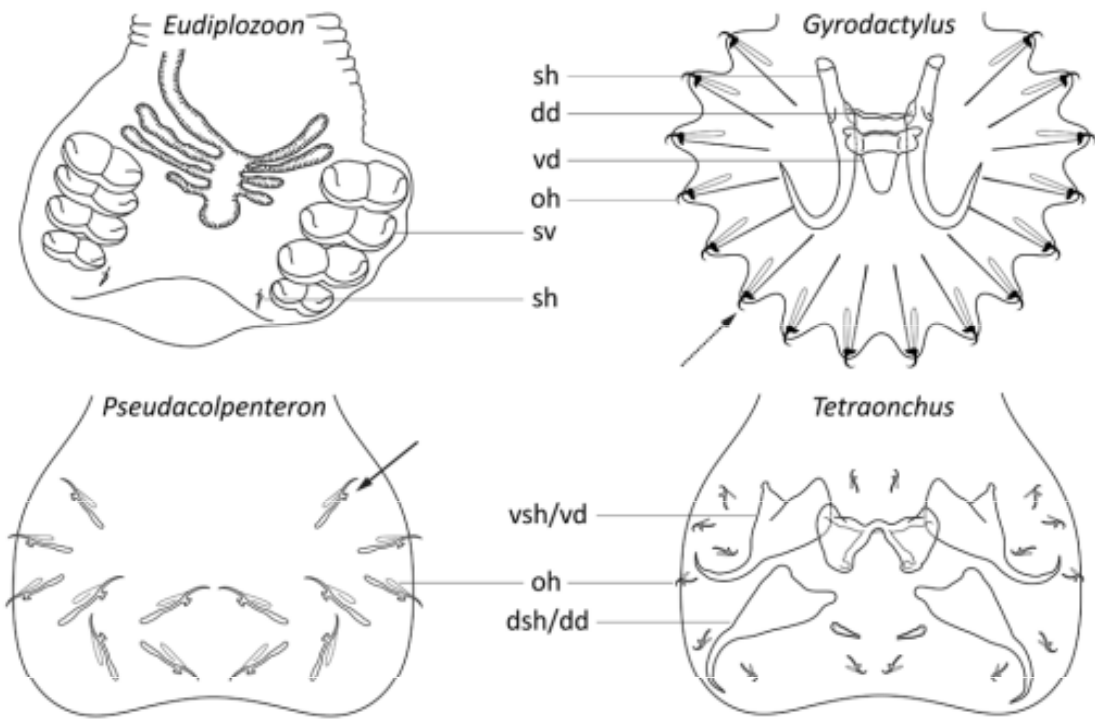
Morfologie - determinační charakteristiky – morfometrické charakteristiky tvrdých částí opisthaptoru a pohlavního aparátu



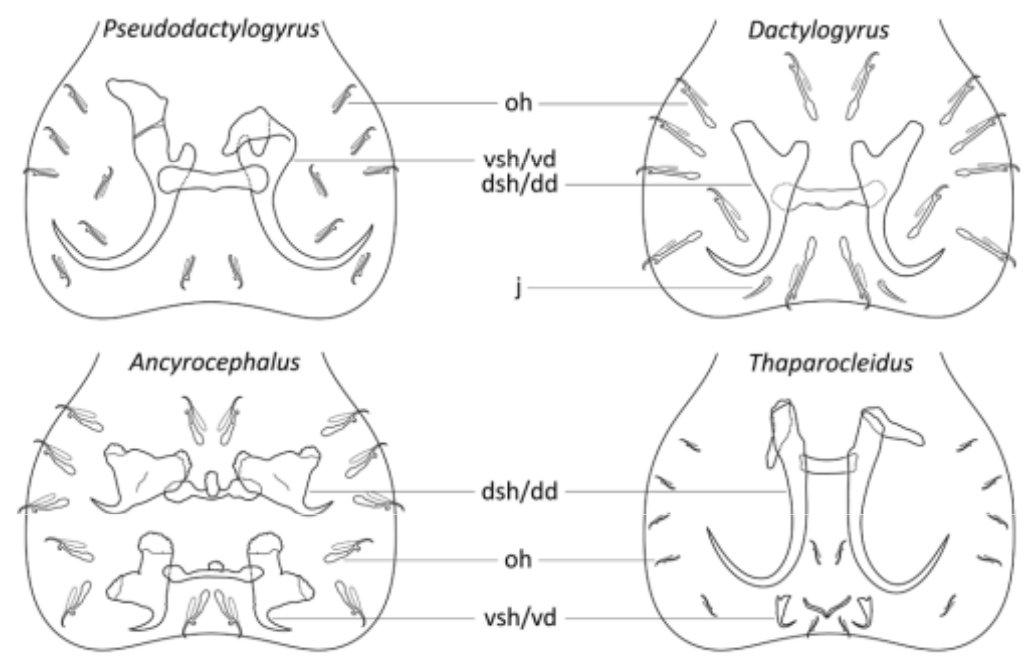
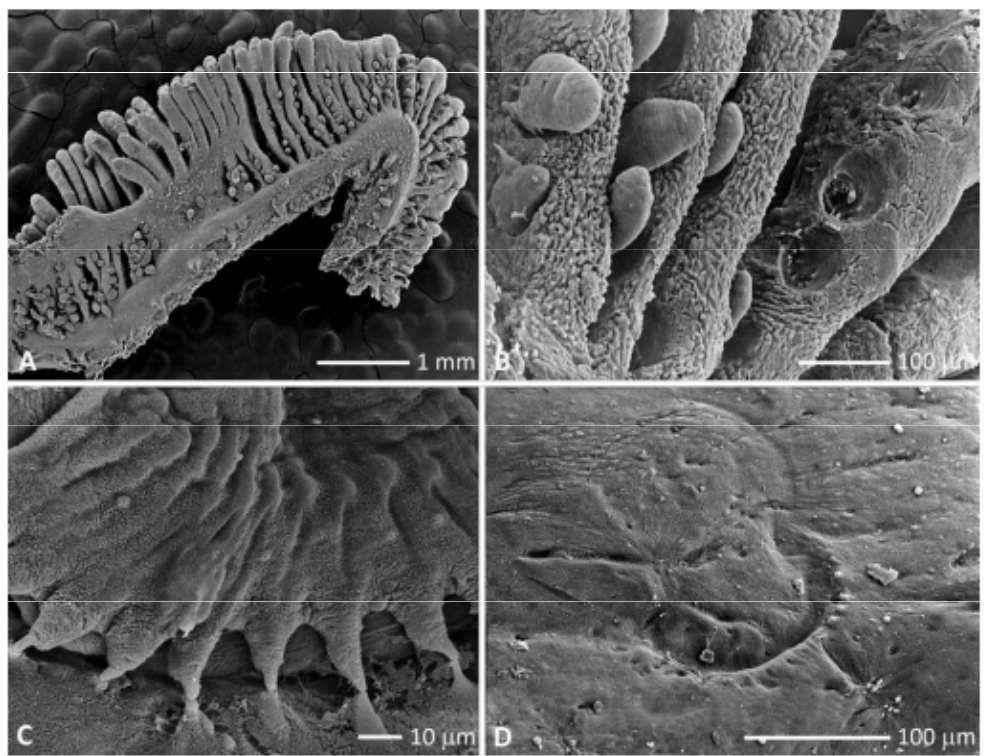
Nanotrema niokoloensis n.sp.

Host: *Citharinus citharus citharus*

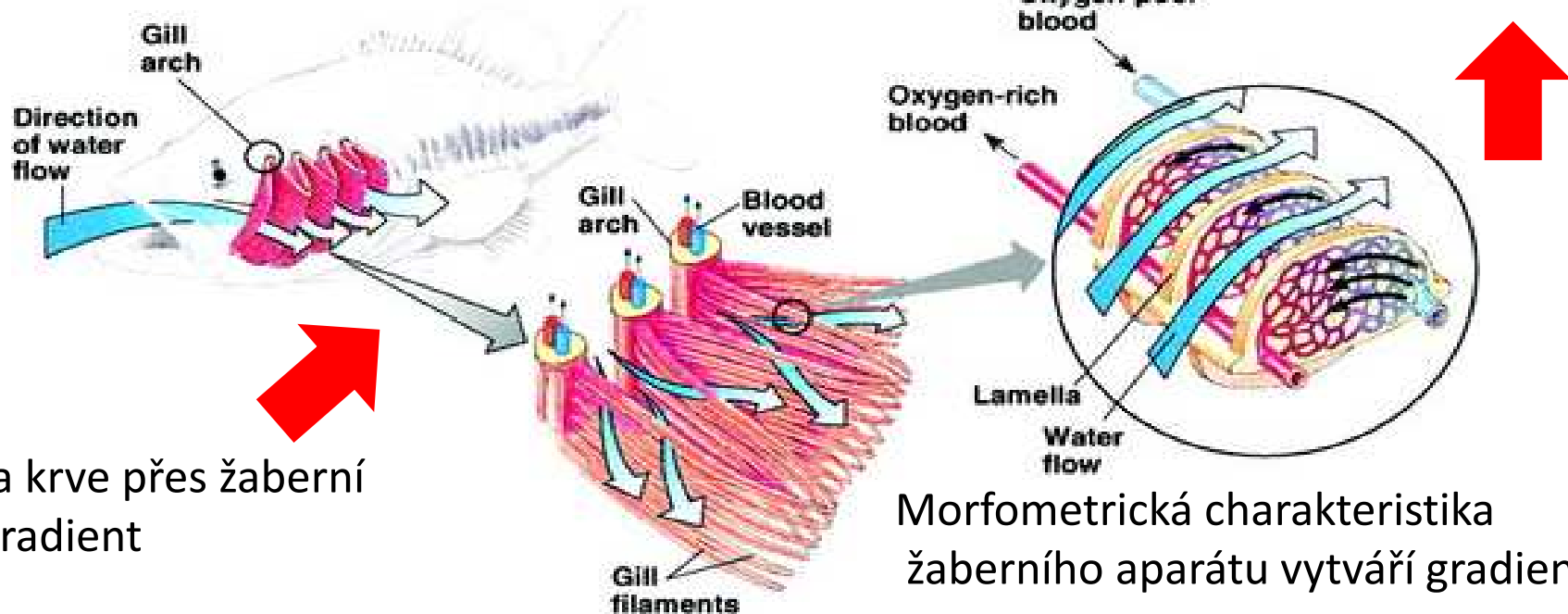
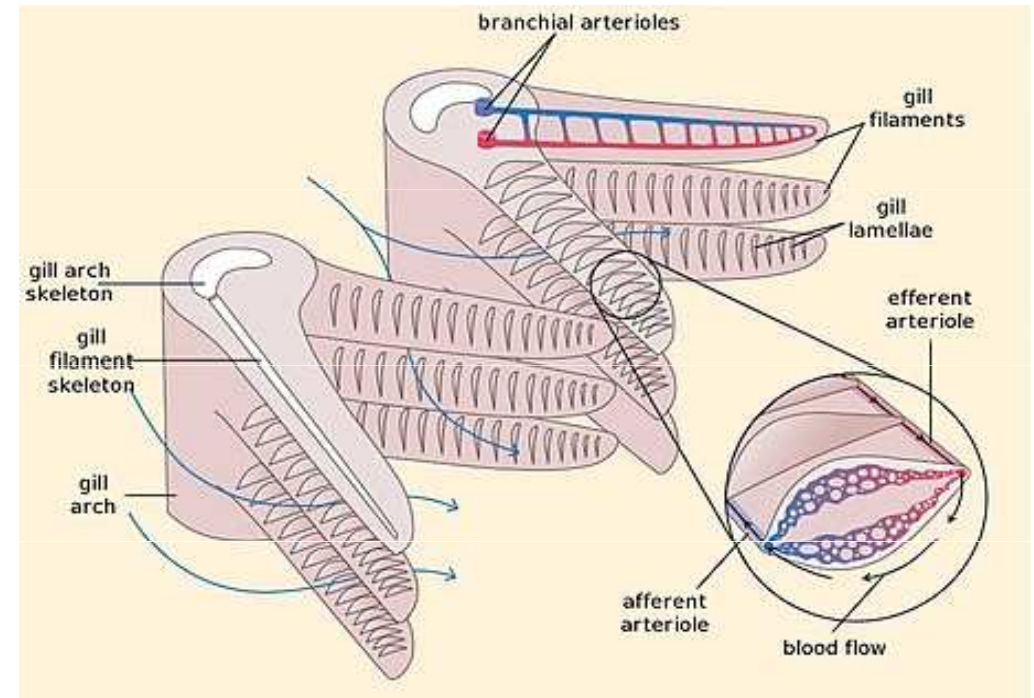
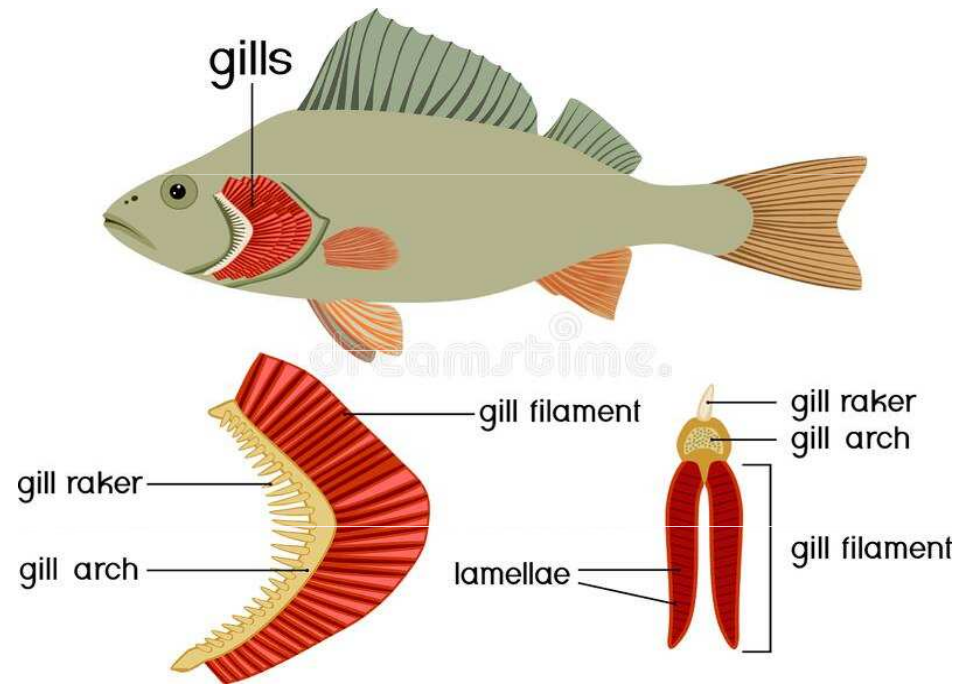
Locality: Niokolo Koba River near Pont
Suspendu Niokolo-Koba National Park,
Senegal



Morfotypy vybraných rodů našich monogeneí



Žaberní aparát jako mikrohabitat



Proudění vody a krve přes žaberní aparát vytváří gradient

Morfometrická charakteristika žaberního aparátu vytváří gradient

Strukturální rozmanitost monogeneí – adaptace na podmínky žaberního aparátu

