

PARAZITISMUS

Typy prostředí:

**akvatické
terestrické
atmosféra**

Typy prostředí: Voda
Půda
Atmosféra

Organismy → **Paraziti**

Co je to parazit ?

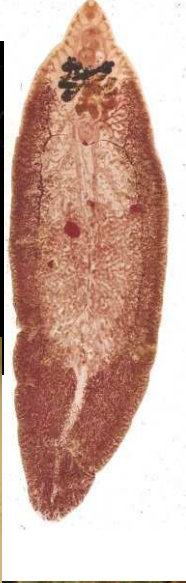
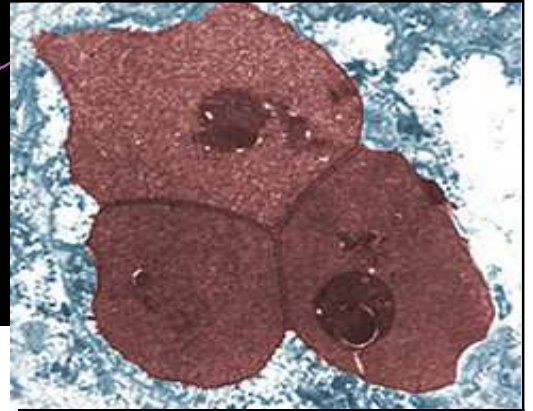
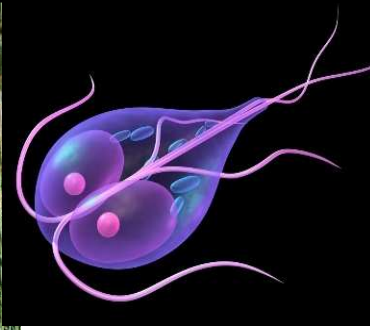
Raison d'être for parasitologists.

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

Kdo to je parazitolog ?

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

Diverzita cizopasníků



Diverzita cizopasníků

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

Parazitismus – velmi rozšířený biologický jev
úspěšná životní strategie

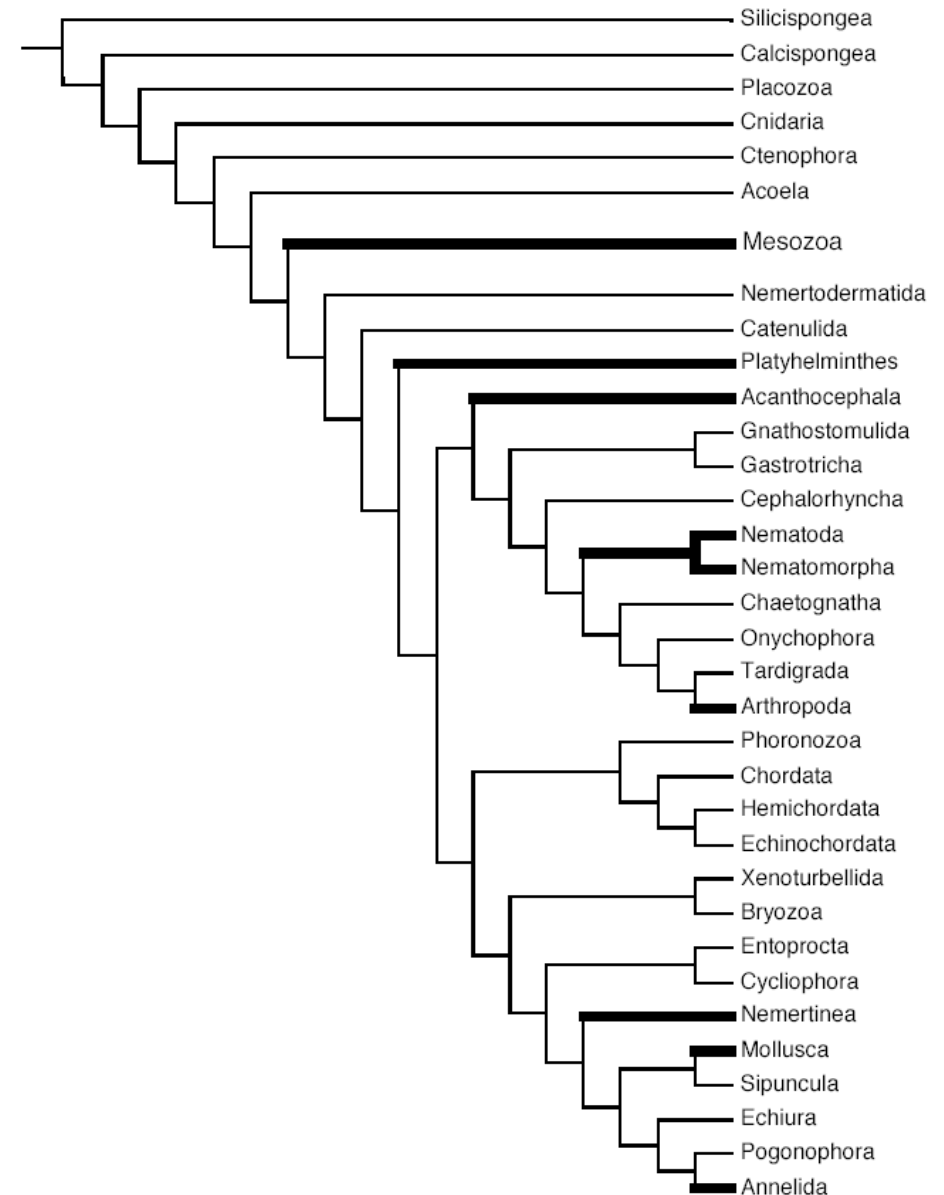
Počet druhů cizopasníků

Plantae

Paraziti a hemiparaziti	R	2 620
Fungi - paraziti rostlin	R	28 100
paraziti živočichů	Ž	4 000
Protista – paraziti rostlin	R	100
paraziti živočichů	Ž	7 505
Animalia		
Plathelminthes	Ž	40 000
Nematoda – paraziti rostlin	R	2 500
paraziti živočichů	Ž	10 000
Crustacea	Ž	4 500
Arachnida	Ž	10 000
Insecta – paraziti živočichů	Ž	15 500
paraziti rostlin	R	63 300
parazitoidi živočichů	Ž	107 500
parazitoidi rostlin	R	159 000
Chordata	Ž	100

Současné znalosti diverzity parazitů

1,000,000 popsaných druhů
Eucaryot
100,000 popsaných druhů
parazitů

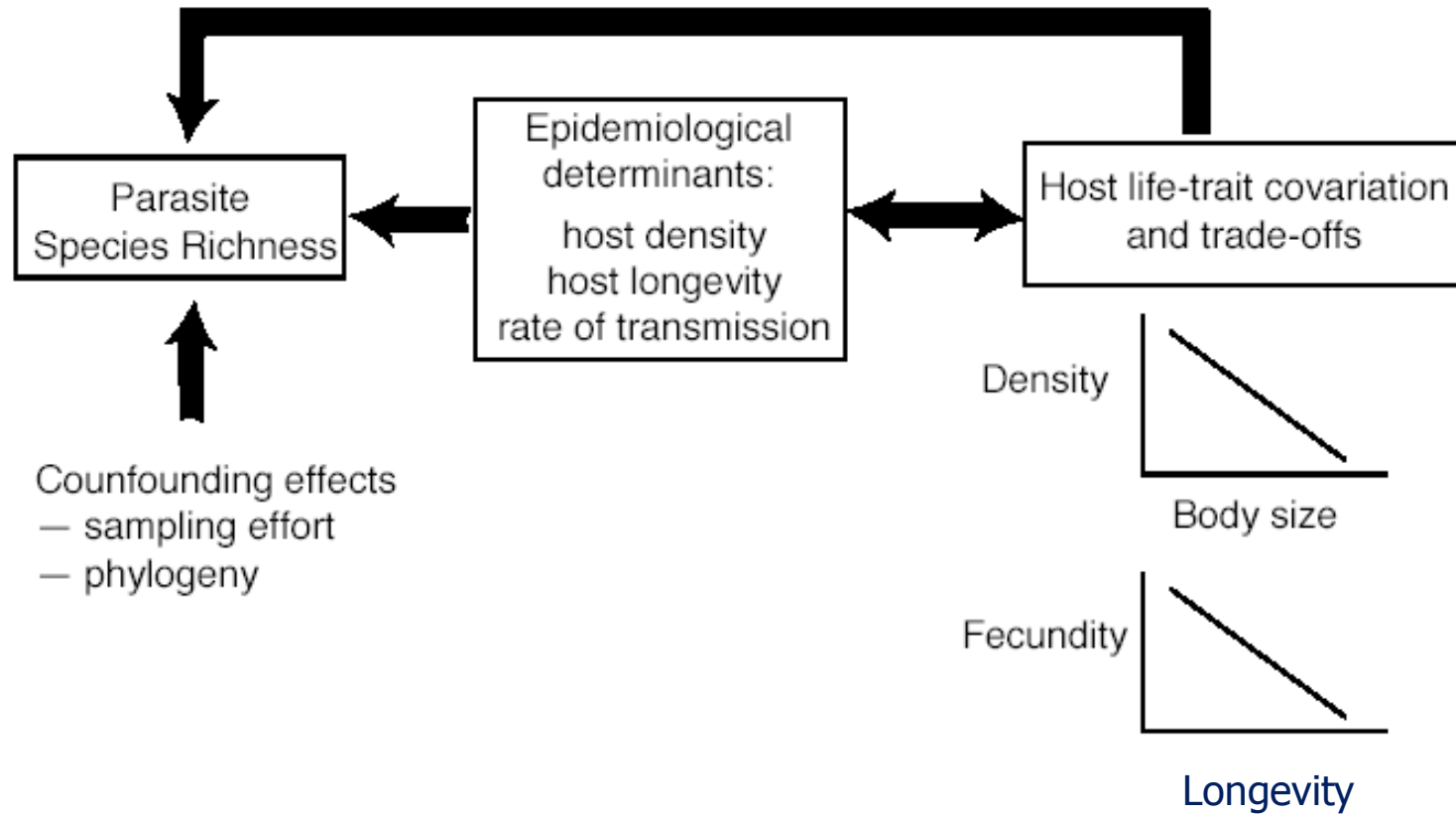


Současný stav poznání diverzity cizopasníků

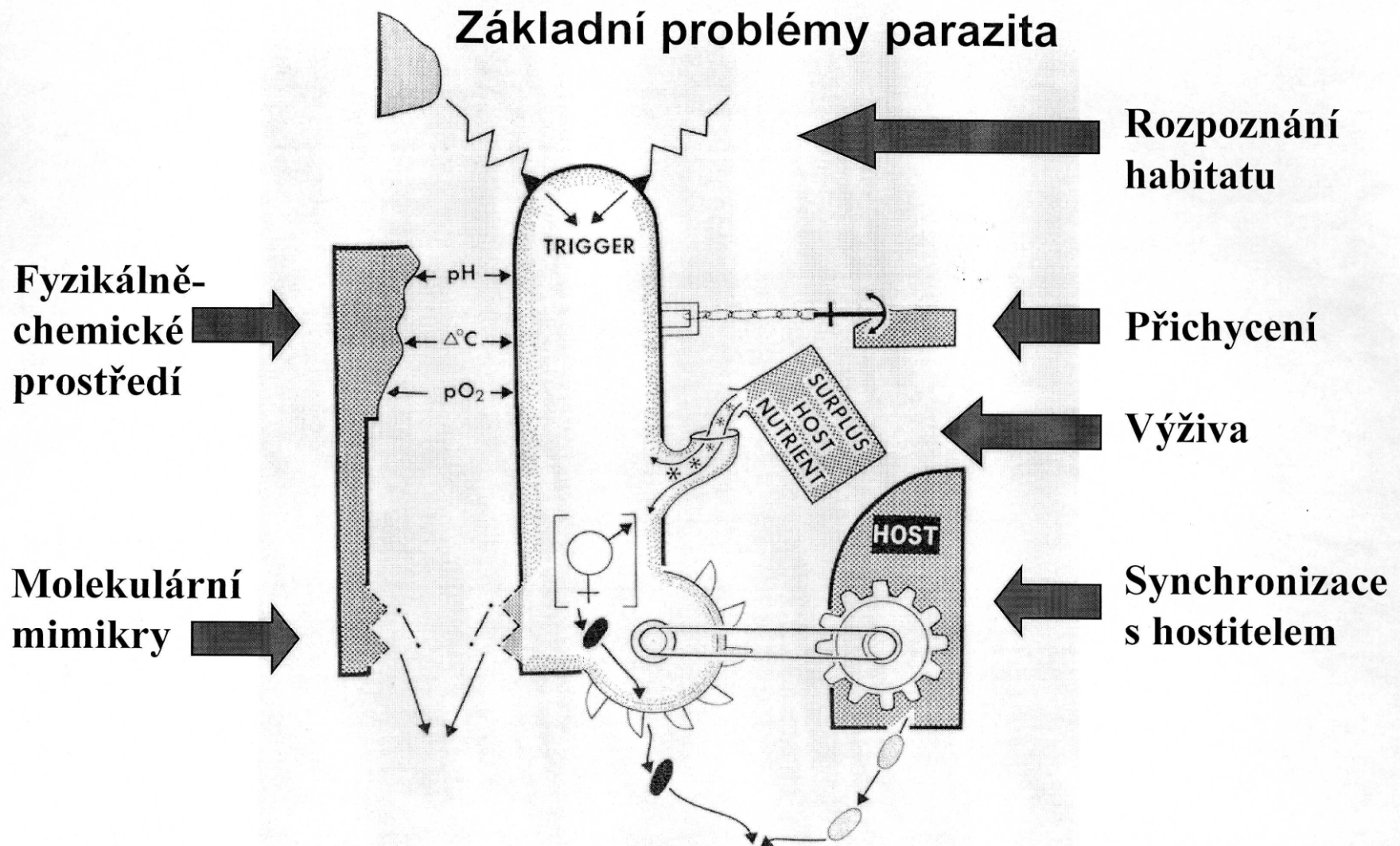
>70 evolučních
přeskoků od volně
žijících k parazitickým
životním formám

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

Determinants of parasite diversity



Základní problémy parazita



(upraveno podle Smytha 1994)

Hlavní starosti parazita

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

Být parazitem není jednoduché !

Je to ale terno !

Výhody parazitismu

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

Nevýhody parazitismu

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

Význam parazitismu

Ekonomický význam pro lidské zdraví

Ekonomický význam pro zdraví
hospodářských zvířat

Vliv cizopasníků na historii lidstva

Parazitární nemoci člověka

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

Faktory zhoršující vliv parazitismu

Chudoba

Nedostatečná hygiena

Podvýživa

Nedostatečná zdravotní infrastruktura

Nezájem vládních garnitur

Korupce

Urbanizace

Sociální konflikty/války

Přesuny vnímavých osob do oblastí s infekcí

Přesuny napadených osob do oblastí bez infekce

Antropogenní poškozování/degradace prostředí

Přírodní katastrofy

Nedostatek účinných léčiv/rezistence cizopasníků

Růst rezistence vektorů/mezihostitelů

Co je to parazitismus ?

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

Je parazitismus symbiósa ?

Parazitismus jako ekologický pojem

- ▶ Reciproká interakce, výhoda pro parazita, poškození pro hostitele
- ▶ Velmi rozšířený biologický fenomén, vysoká diverzita cizopasníků, vysoká diverzita ekologických nik → velmi úspěšná životní strategie



Fenomén parazitismu

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

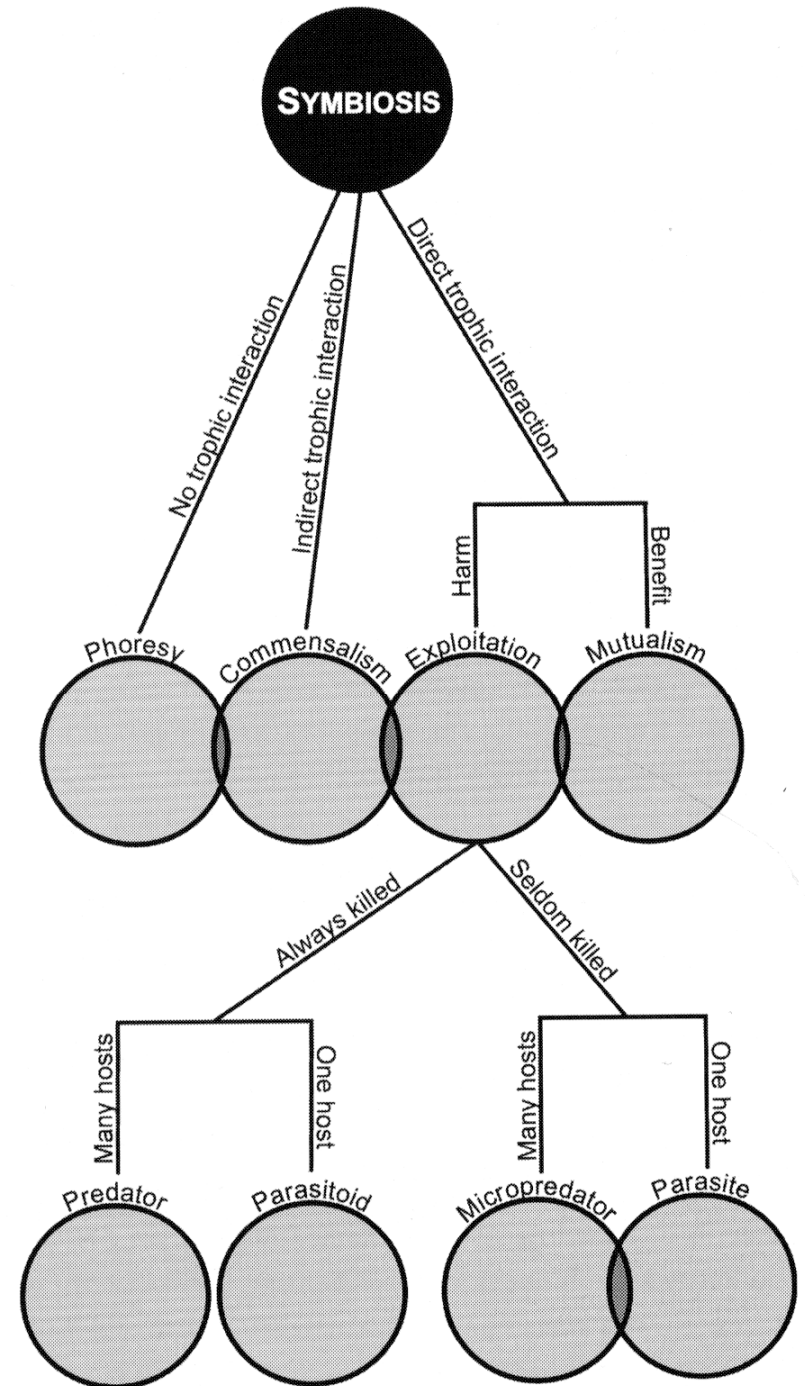
Parazitismus = forma symbiosy

Co je to symbiósa ?

Symbiósa = jakýkoliv vztah nebo soužití dvou nebo více druhů organismů, at' prospěšné nebo neprospěšné.

Je parazitismus symbióza ?

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



Kritéria charakterizující parazita ekologicky

- ▶ Počet napadených hostitelů
- ▶ Vliv parazita na fitness hostitele
- ▶ Intenzita infekce a mortalita na sobě závisí nebo nezávisí
- ▶ Hostitele usmrcuje a nebo ne

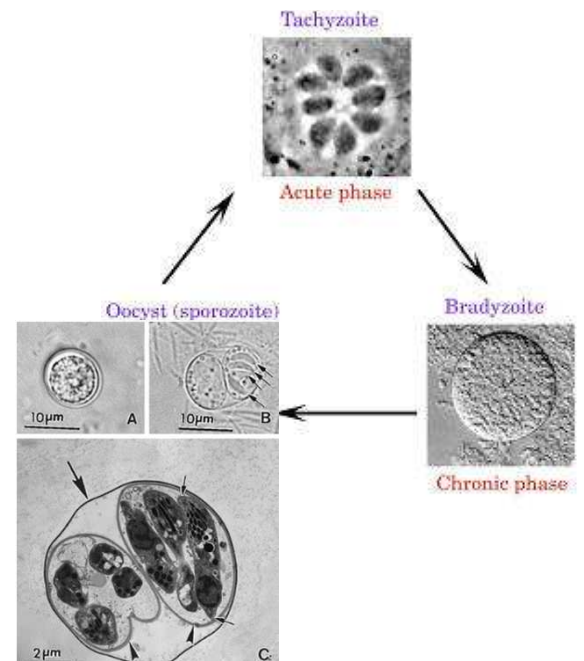
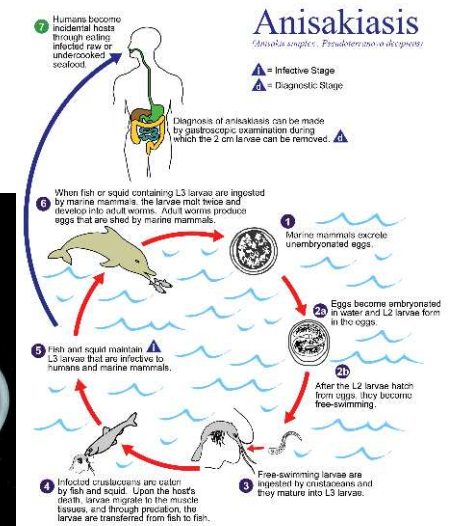
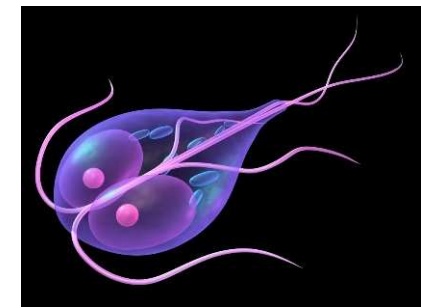
Typický parazit

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

▶ Hostitel přežívá

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

!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen
vyžaduje usmrcení hostitele



Parasitoid

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



Parazitický kastrátor

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



Typy parazitismu

- Parazit
- Predátor
- Parazitoid
- Mikropredátor
- Parazitický kastrátor
- Parazitičtí obratlovci
- Parazitické rostliny
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus u hmyzu

Klasifikace hostitelů

- Hostitel definitivní
- Mezihostitel
- Vektor
- Rezervoárový hostitel

Klasifikace parazitů

Systematika *versus* Ekologie

Zoologický systém parazitů

- Parazitičtí prvoci - protozoologie
- Parazitičtí helminti - helmintologie
- Parazitičtí členovci - arachnoentomologie

Ekologické klasifikace parazitů

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

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

Ekologické klasifikace parazitů

Podle hostitelů

Podle lokalizace

Podle vazby na hostitele

Podle časového úseku, kdy parazitují

Podle typu životního cyklu

Podle způsobu výživy

Podle hostitelů

Zooparaziti – paraziti živočichů a člověka

Fytoparaziti – paraziti rostlin

Podle lokalizace

Ektoparaziti – na povrchu těla hostitele (monogenea, parazitičtí korýši, vši, blechy)

Endoparaziti – ve vnitřních orgánech hostitele (měňavka úplavičná, motolice, tasemnice)

Endoparaziti

- 1) **Střevní** (Entamoeba histolytica, Trematoda, Cestoda)
- 2) **Krevní** – a) v plasmě (Trypanosoma)
b) v krvinkách (Plasmodium)
- 3) **Kavitární** – Entamoeba gingivalis,
Trichomonas vaginalis
- 4) **Tkáňoví** – a) intercelulární (Toxoplasma gondii,
Leishmania)
b) Epicelulární (Giardia intestinalis)
c) Intercelulární (Myxosporidia)

Ektopická lokalizace – Paragonimus westermani

Podle vazby na hostitele

Obligatorní – celý svůj život parazitují (motolice, tasemnice)

Fakultativní – parazitují pouze příležitostně (pijavka lékařská)

Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují

Permanentní – celý ŽC parazitují (Plasmodium)

Temporární – parazitují pouze občas – příjem potravy (Argulus, Anopheles, Culex, Ixodes)

Periodický parazitismus

Periodický parazitismus

1) Parazitismus stádiijní

a) larvální (glochidia mlžů, larvy dipter – myiasis)

b) imaginální – (komáři, muchničky)

2) Parazitismus generační (hádě ropuší – *Rhabdias bufonis*)

Podle typu životního cyklu

Monoxenní – (*Eimeria tenella*, *Enterobius vermicularis*)

Heteroxenní – *Toxoplasma gondii*,
Sarcosystis tenella, *Fasciola hepatica*)

Dixenní

Trixenní

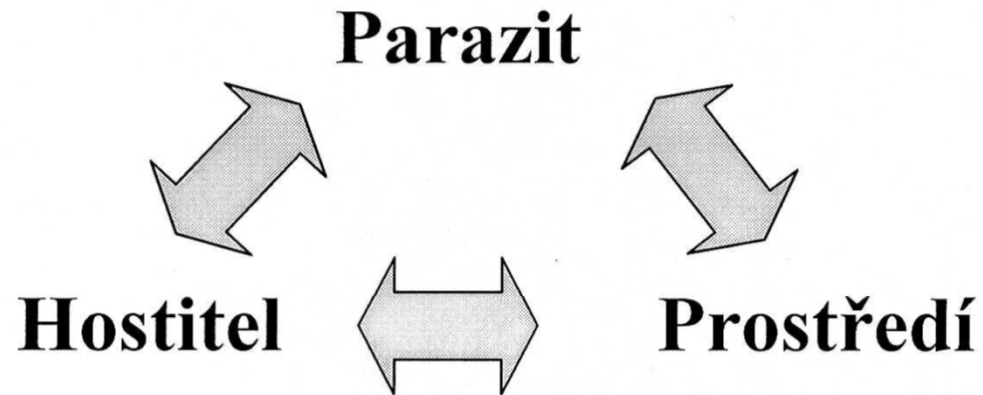
Tetraxenní

Podle způsobu výživy

Stenofágní (monofágní) živí se na jednom druhu hostitele – specialista

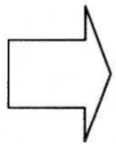
Euryfágní (polyfágní) – živí se více druzích hostitelů – generalista

Specifičnost cizopasníka



Vzájemné působení:

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



Ekologická podstata parazitologie

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

Pojem cyklus v parazitologii:

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

- sezónní cyklus**

DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:

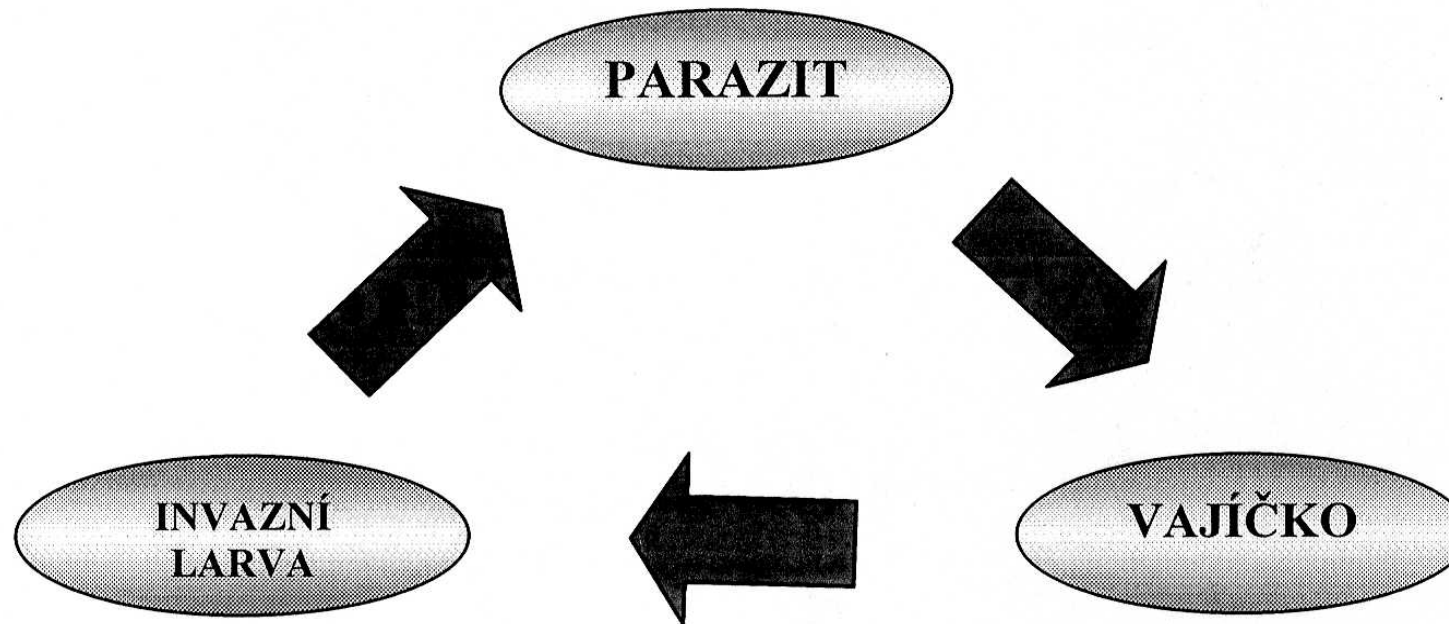
„Životní cyklus zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stádií dceřinných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.“

Typy životních cyklů parazitů:

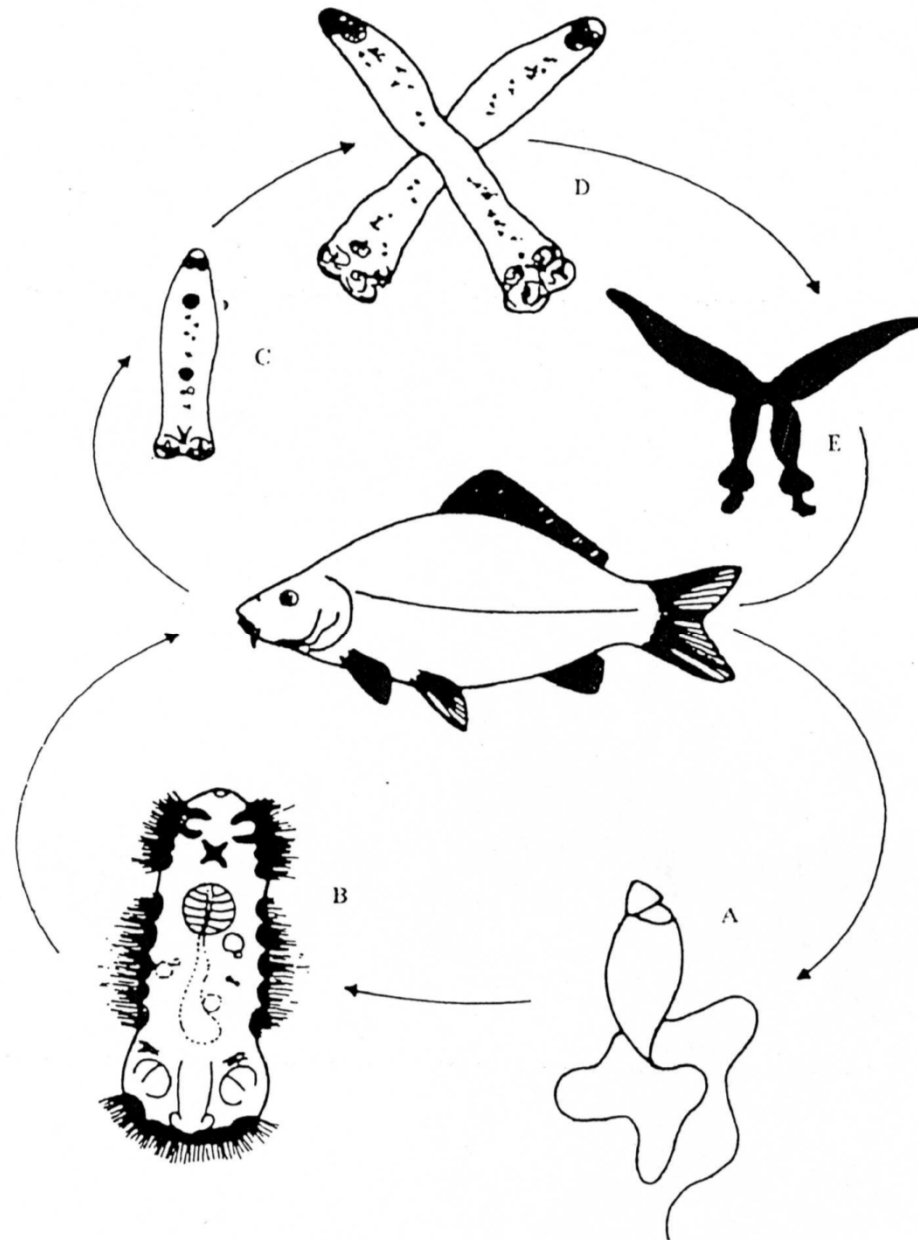
1) přímý (geohelmini)

2) nepřímý (biohelmini)

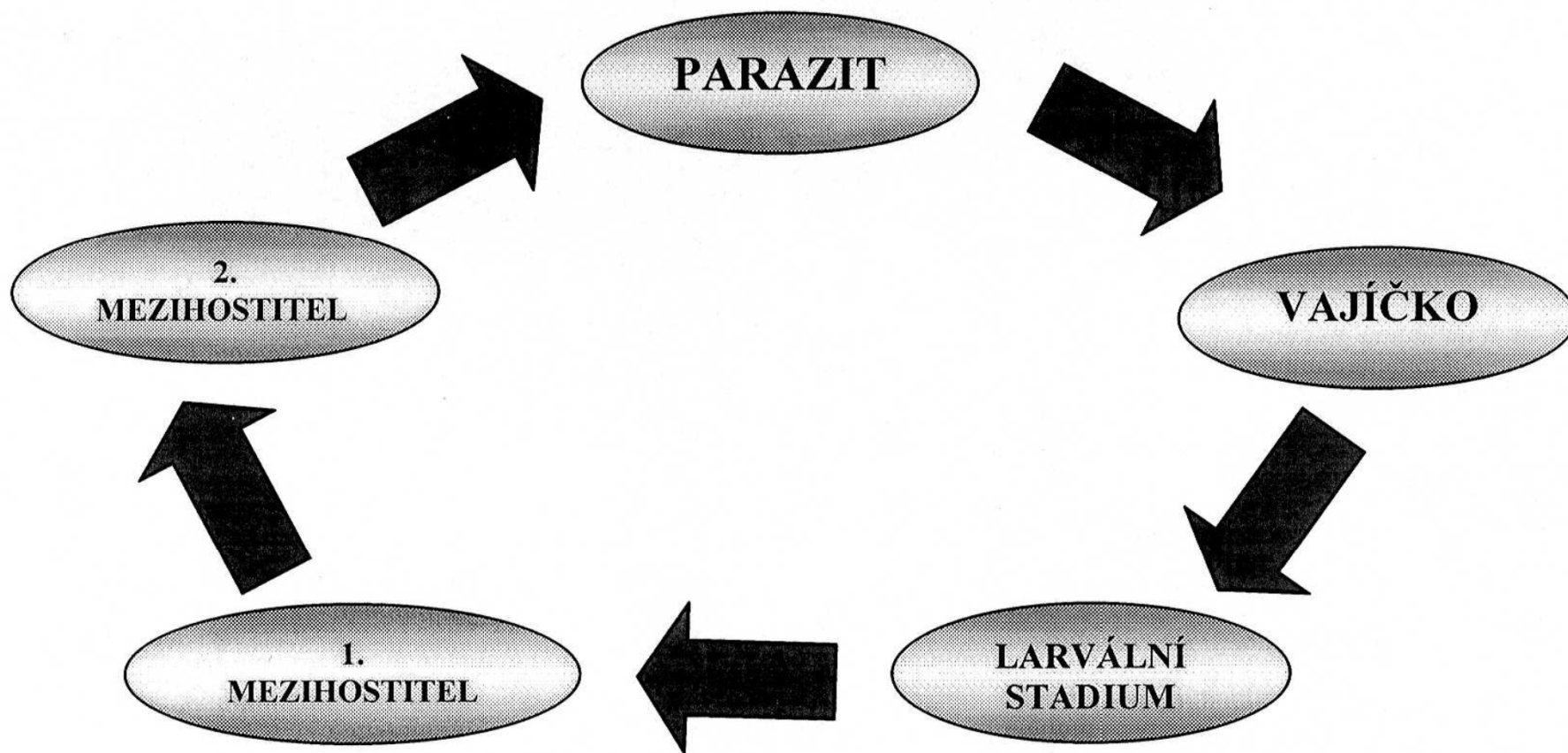
PŘÍMÝ VÝVOJ



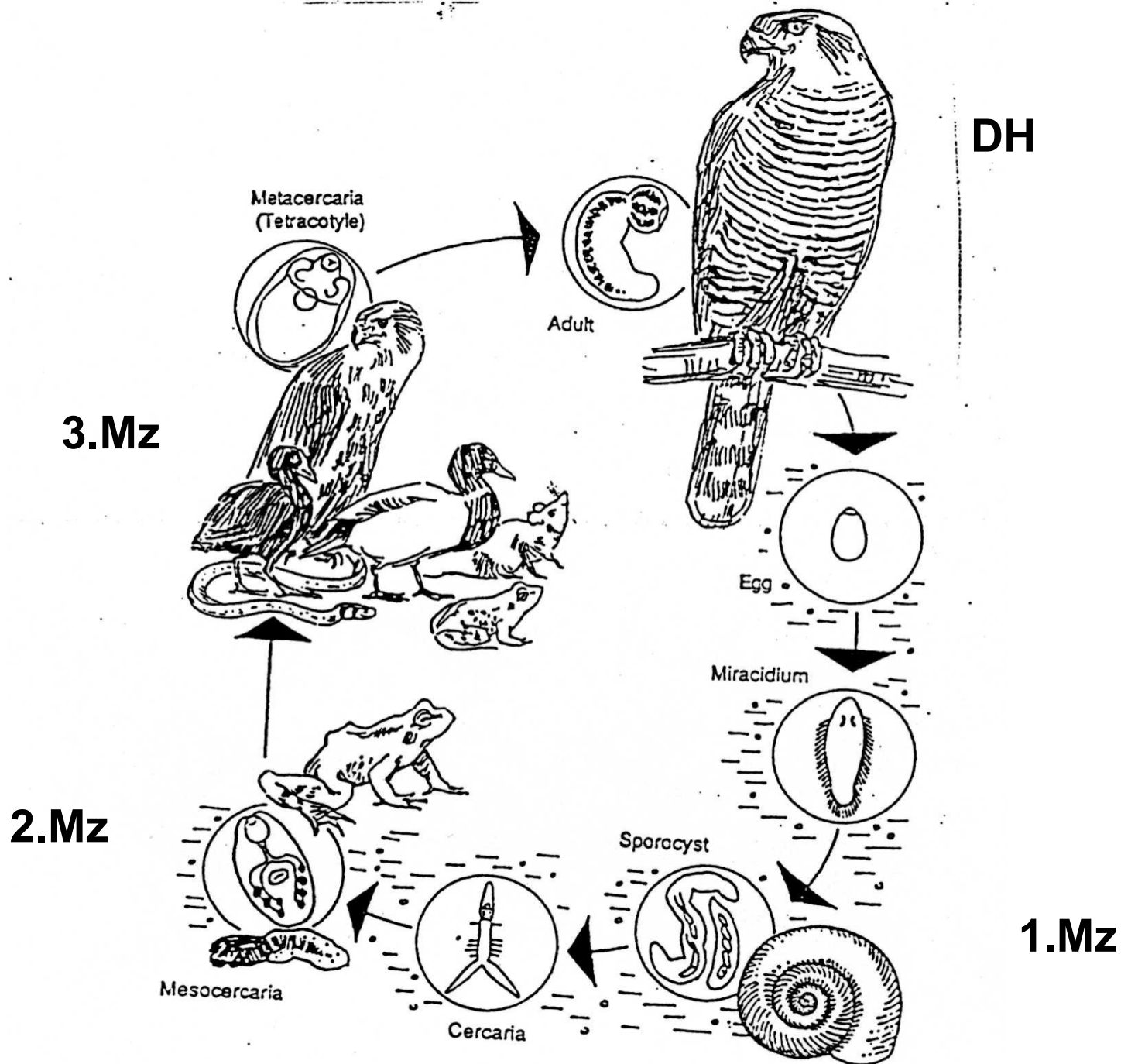
Životní cyklus přímý



NEPŘÍMÝ VÝVOJ



Životní cyklus nepřímý



Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

Ekologie:

1. Abiotické
2. Biotické

Podle periodicity

1. primárně periodické faktory
2. sekundárně periodické faktory
3. neperiodické faktory

Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

Parazitologie:

1. Prostředí 1. řádu – organismus hostitele
2. Prostředí 2. řádu – vnější prostředí hostitele

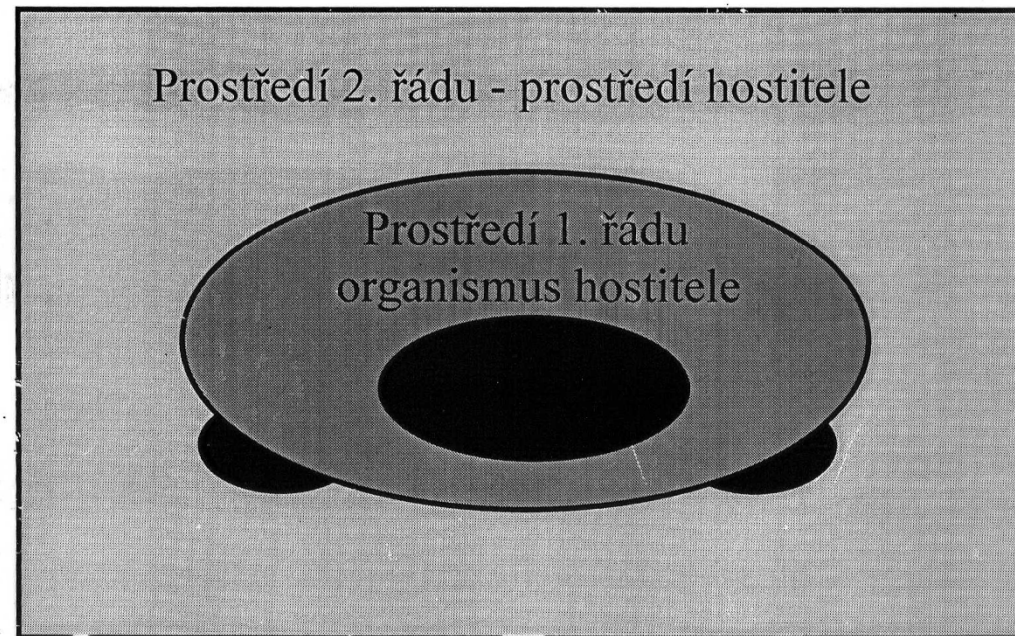
Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

Organismus hostitele

Prostředí hostitele

**druh hostitele
velikost a věk
pohlaví
kondice
imunita
stress
rezistence**



**teplota
světlo
pH
salinita
stanoviště
proudění
znečištění**

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

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Faktory prostředí 1. řádu

- **druhová příslušnost hostitele**
- **stáří a velikost hostitele**
- **pohlaví a hormonální aktivita**
- **fyziologický (výživný) stav**
- **imunitní odpověď hostitele**
- **stres hostitele**
- **geneticky fixovaná vnímavost (rezistence)**

Faktory prostředí 2. řádu

- teplota prostředí
- fotoperioda (vliv světla)
- koncentrace plynů (O^2 , CO_2)
- salinita (voda)
- reakce (pH vody, půdy)
- proudění (pohyby vody, vítr)
- velikost a typ stanoviště (hloubka a tvar nádrže)
- znečištění prostředí

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

ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

Organismus jako habitat:

- **Zaživací soustava obratlovců (*duodenum, tenké střevo, tlusté střevo a konečník*)**
- **Krev (*plasma, krvinky*)**
- **Tkáně (*svaly, játra, tělní dutina, cerebrospinální mok*)**

STŘEVO: Funkce střeva a fyziologie trávení.

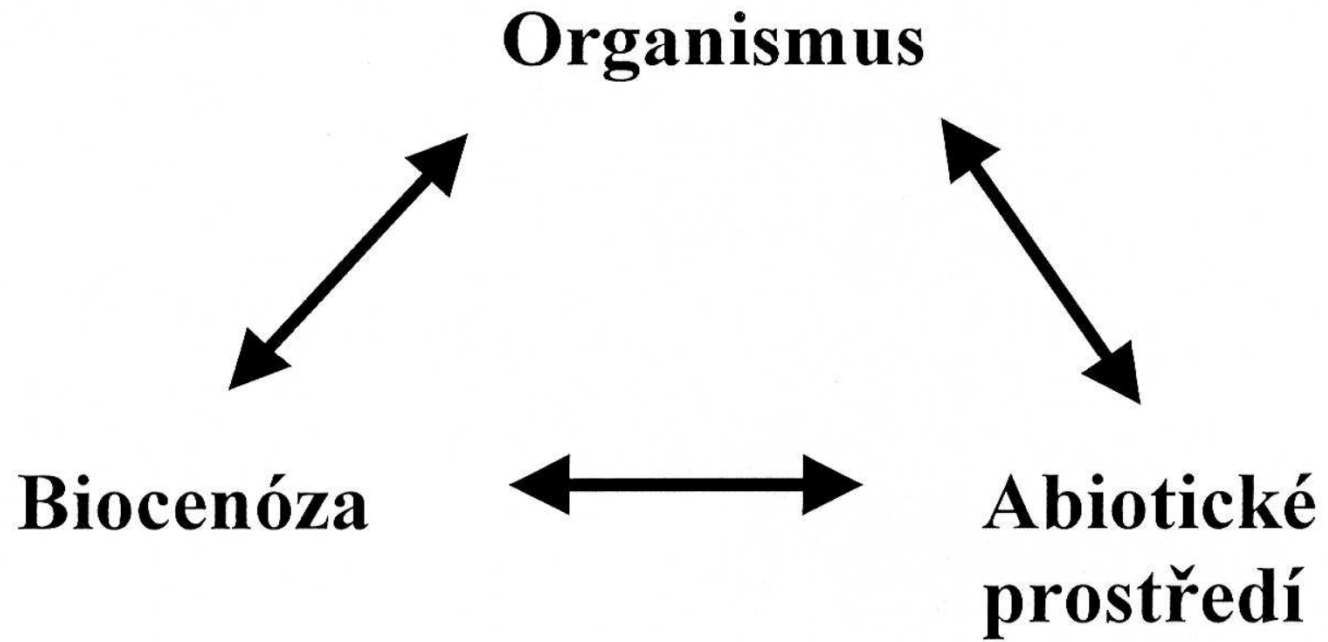
Fyzikálně chemické charakteristiky zažívacího traktu:

- **pH:** ústní dutina = 6.7 (5.6 – 7.6) člověk
žaludek = 1.49 – 8.38 člověk
duodenum = 6.7 (5.1 – 7.8)
- **oxidačně-redukční potenciál** (důležité pro transport elektronů)
- **kyslík** (umožňuje aerobní metabolismus)
- **další plyny** (hlavně CO₂)
- **žluč** (významný “trigger“ = exystování cyst protozoí a motolic)

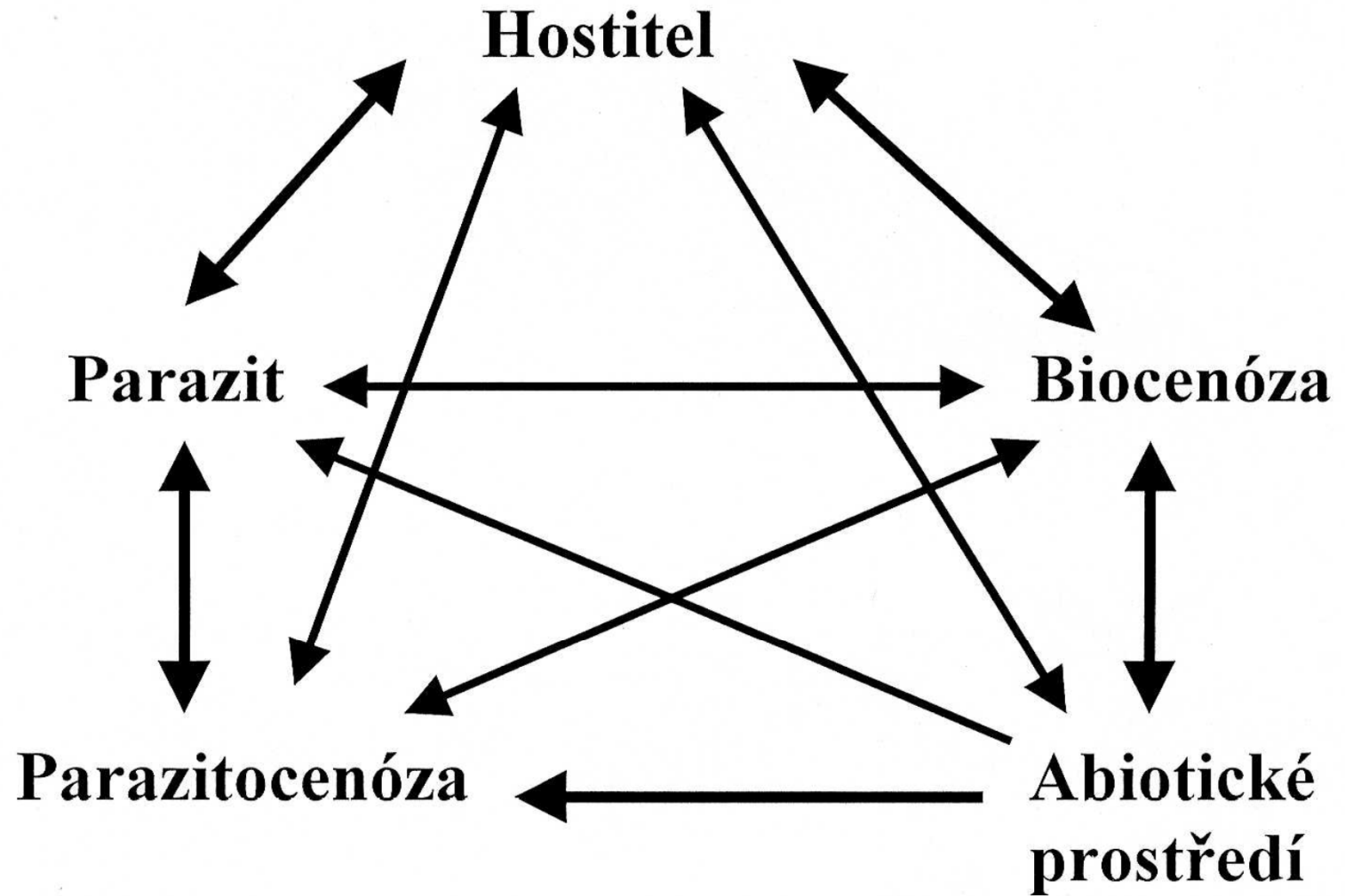
KREV: relativně chudé prostředí na živiny, hematofágové
(schistosomy)

TKÁNĚ: svalovina (*Sarcocystis, Trichinella*)
játra: (*kokcidie*)
cerebrospinální mok: složení podobné krevní plasmě

Ekologie:



Parazitologie:



Adaptace k parazitismu

Protista (Protozoa)

Helminti

Členovci

Adaptace prvoků k parazitismu

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

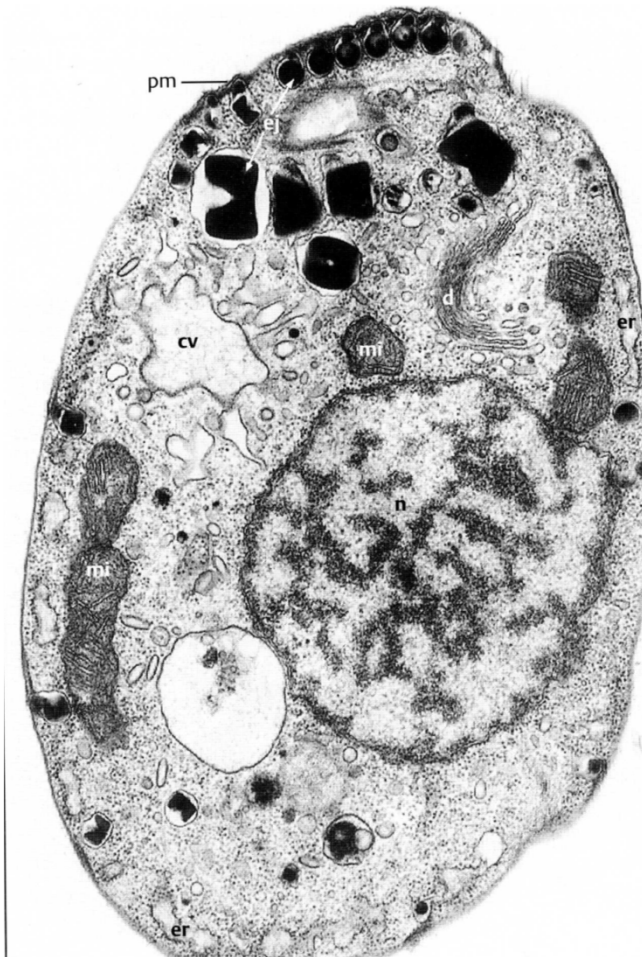
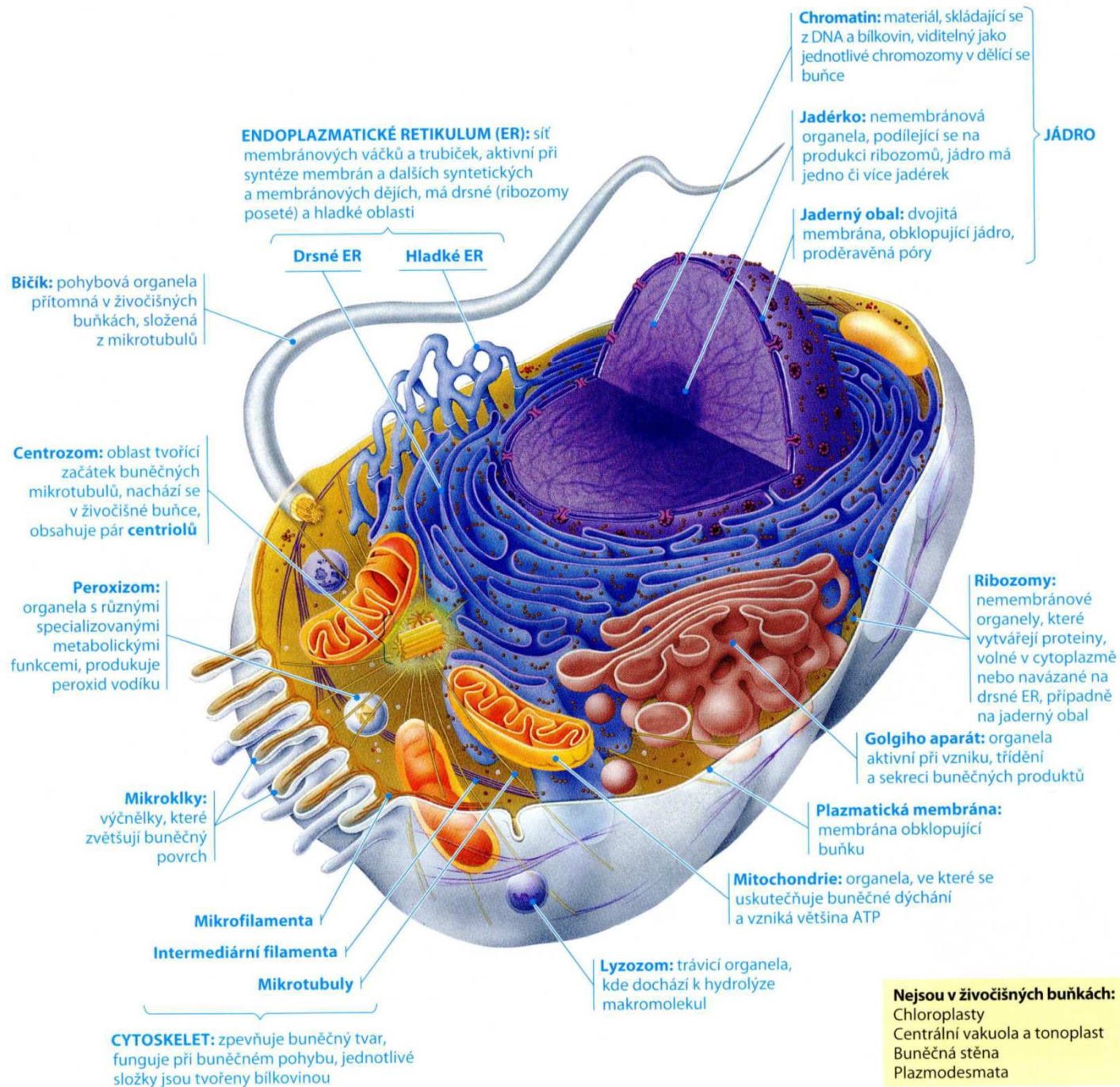
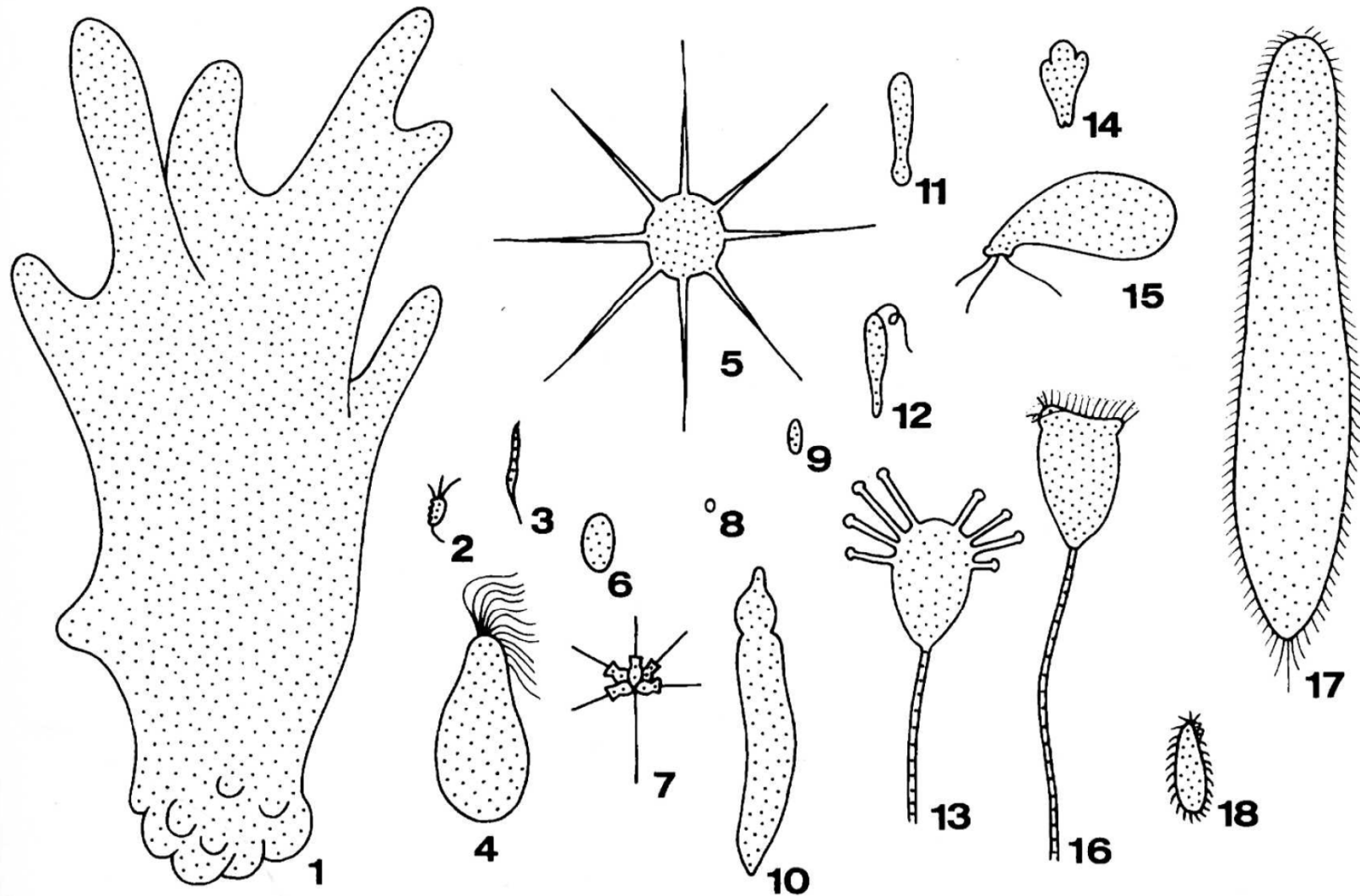


Schéma živočišné buňky



Tvarová různorodost prvoků



Historie mikroskopické technika



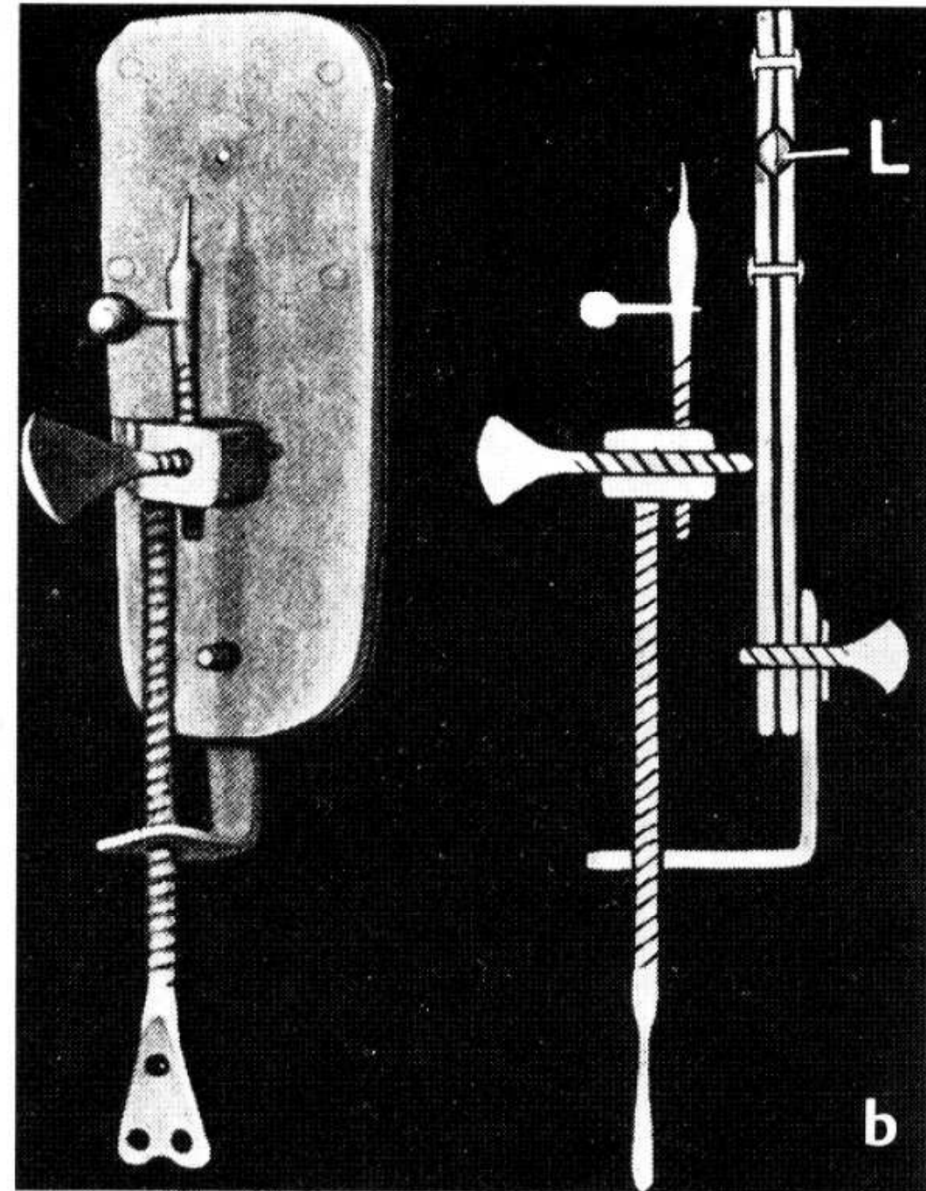
ANTONIUS A LEEUWENHOEK.

*Regia Societatis Londinensis
membrum.*

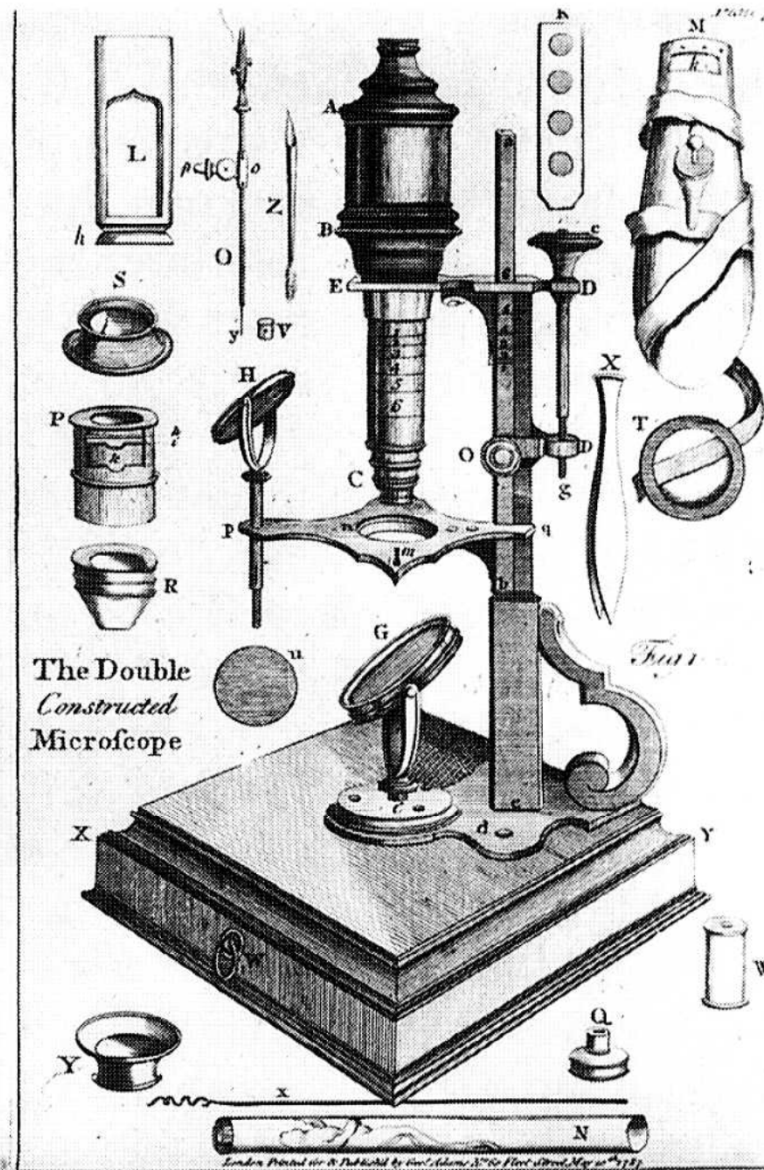
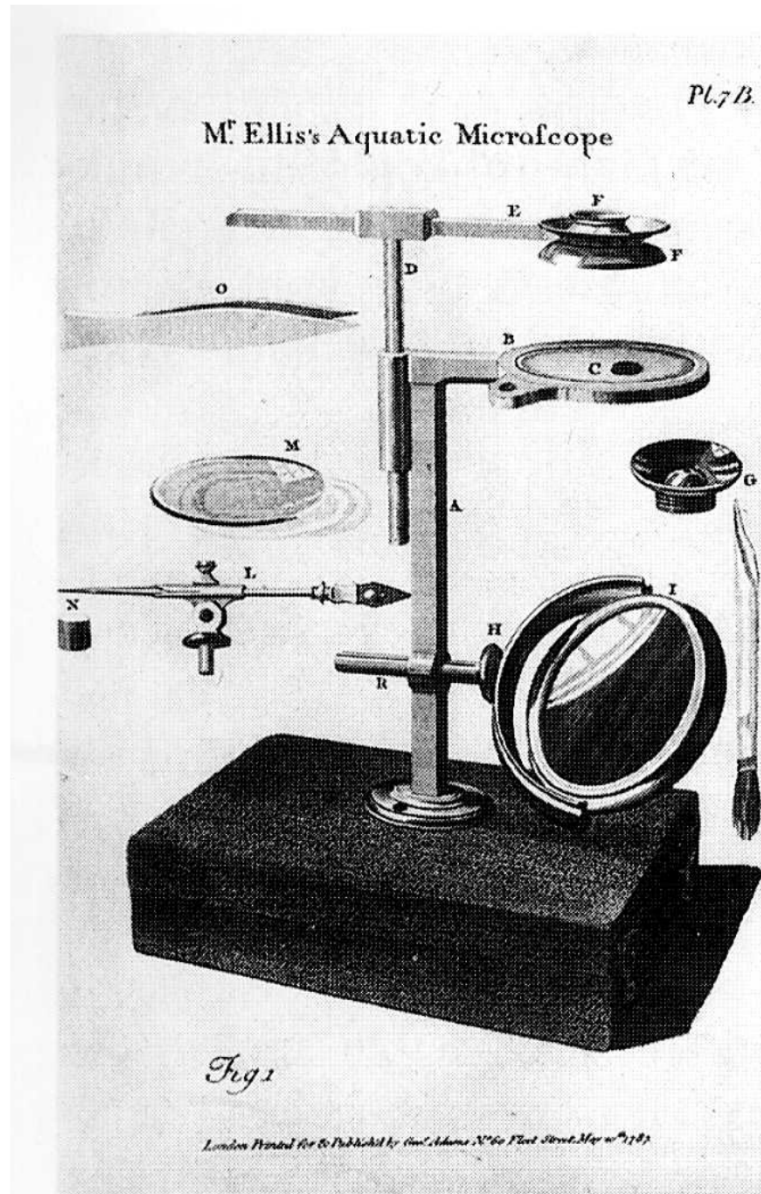
J. Verkolje pinx.

A. de Blais fec.

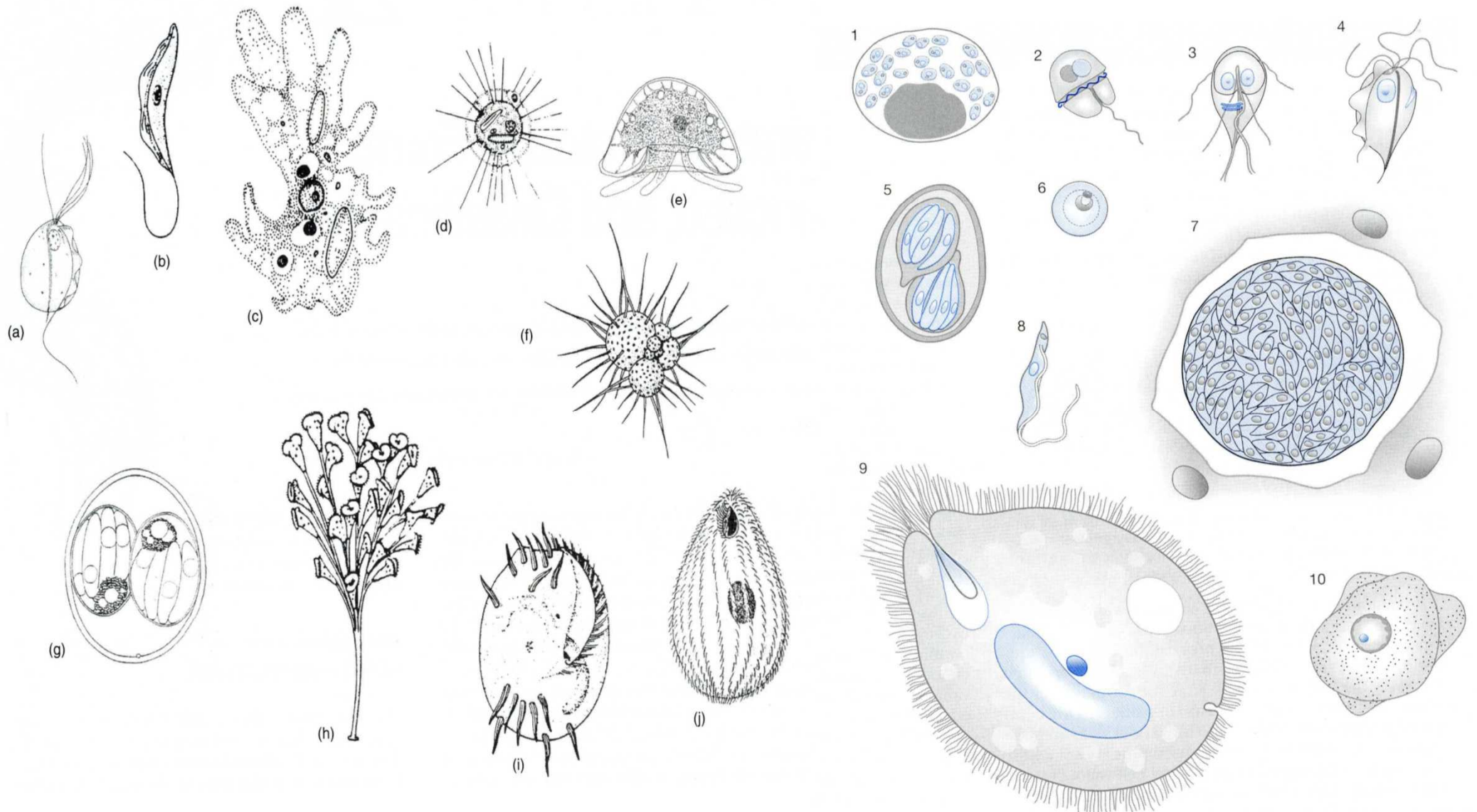
Obr. 2 Antony van Leeuwenhoek, zakladatel vědecké mikroskopie.



Historie mikroskopické techniky



Obrovská rozmanitost prvoků

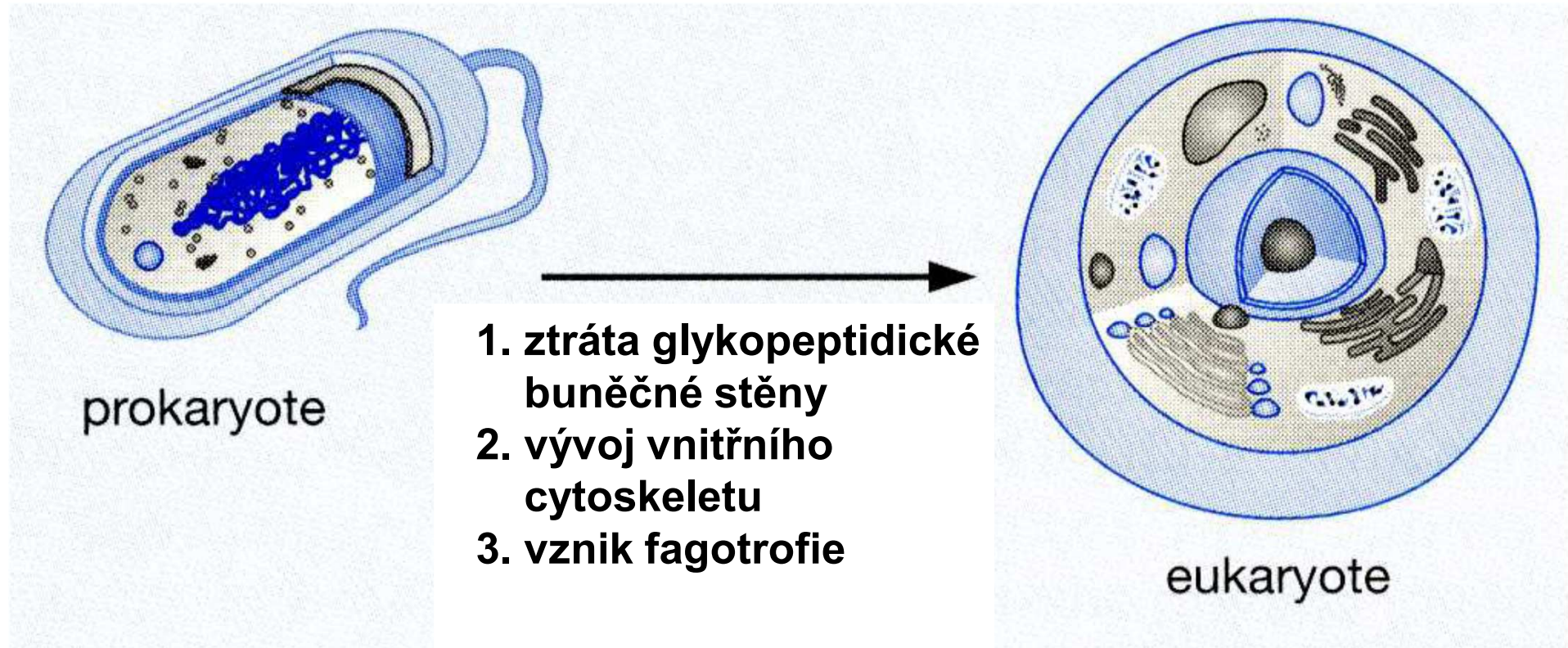


Klasifikace prvoků „2000“ - základní klasifikace organismů – 6 říší – 3 domény života

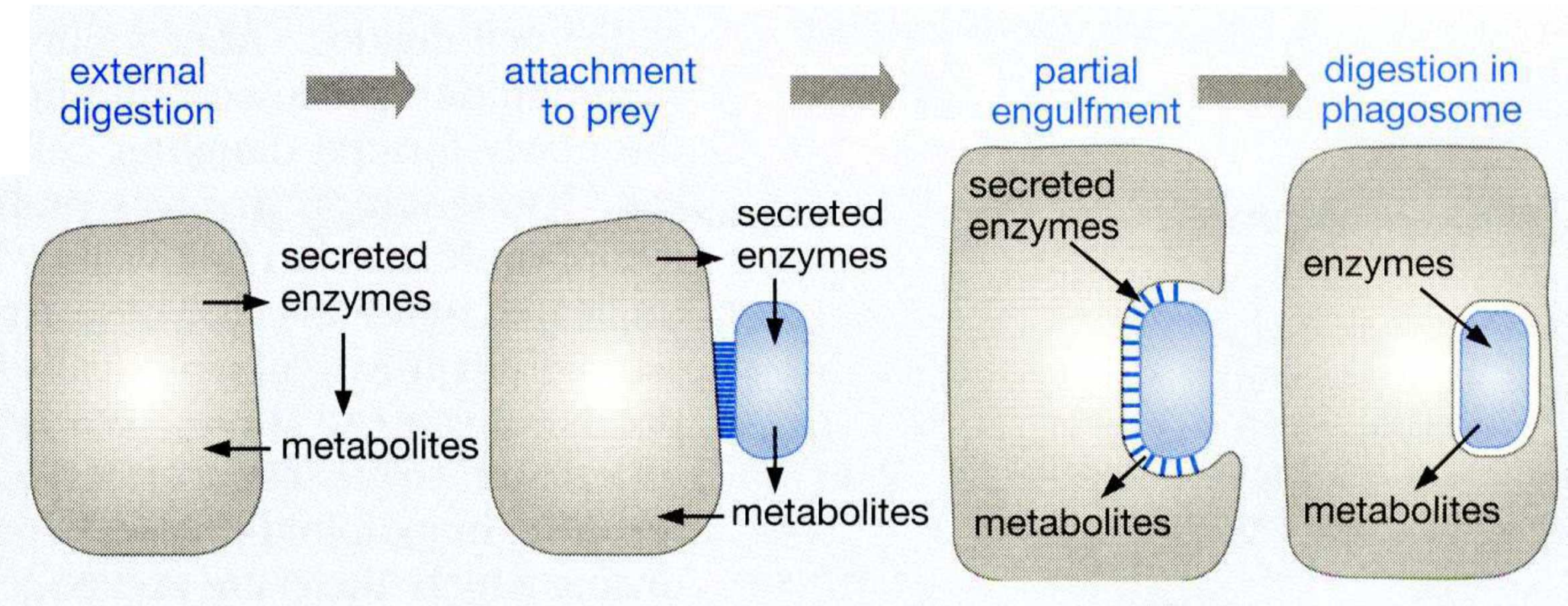
- Bacteria – patogenní agens - Prokaryota
- **Protozoa** – paraziti člověka
- Animalia – paraziti člověka
- Fungi – paraziti člověka (patogenní agens)
- Plantae – paraziti rostlin
- Chromista – paraziti člověka (patogenní agens)



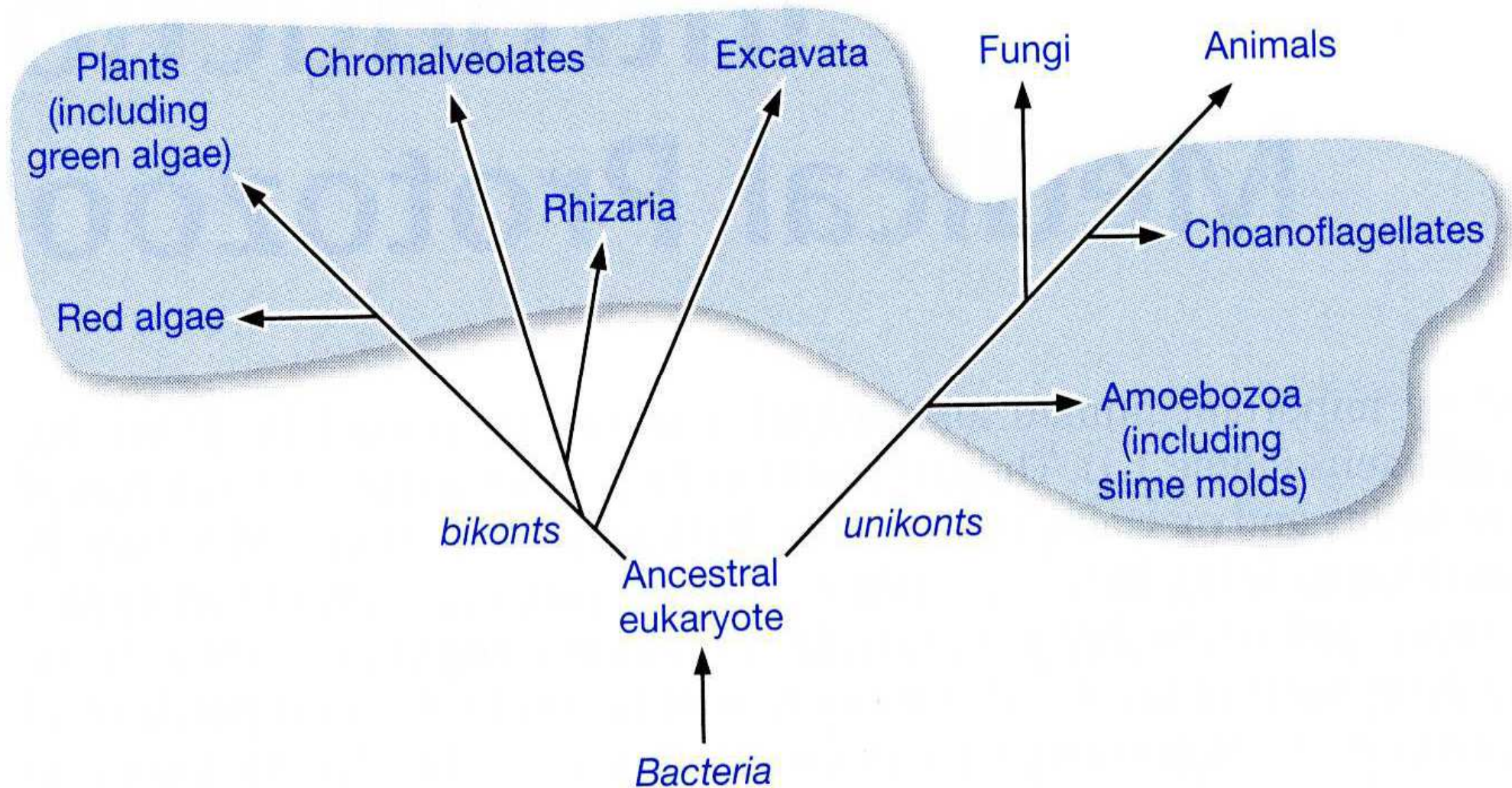
Hlavní události v evoluci eukaryot



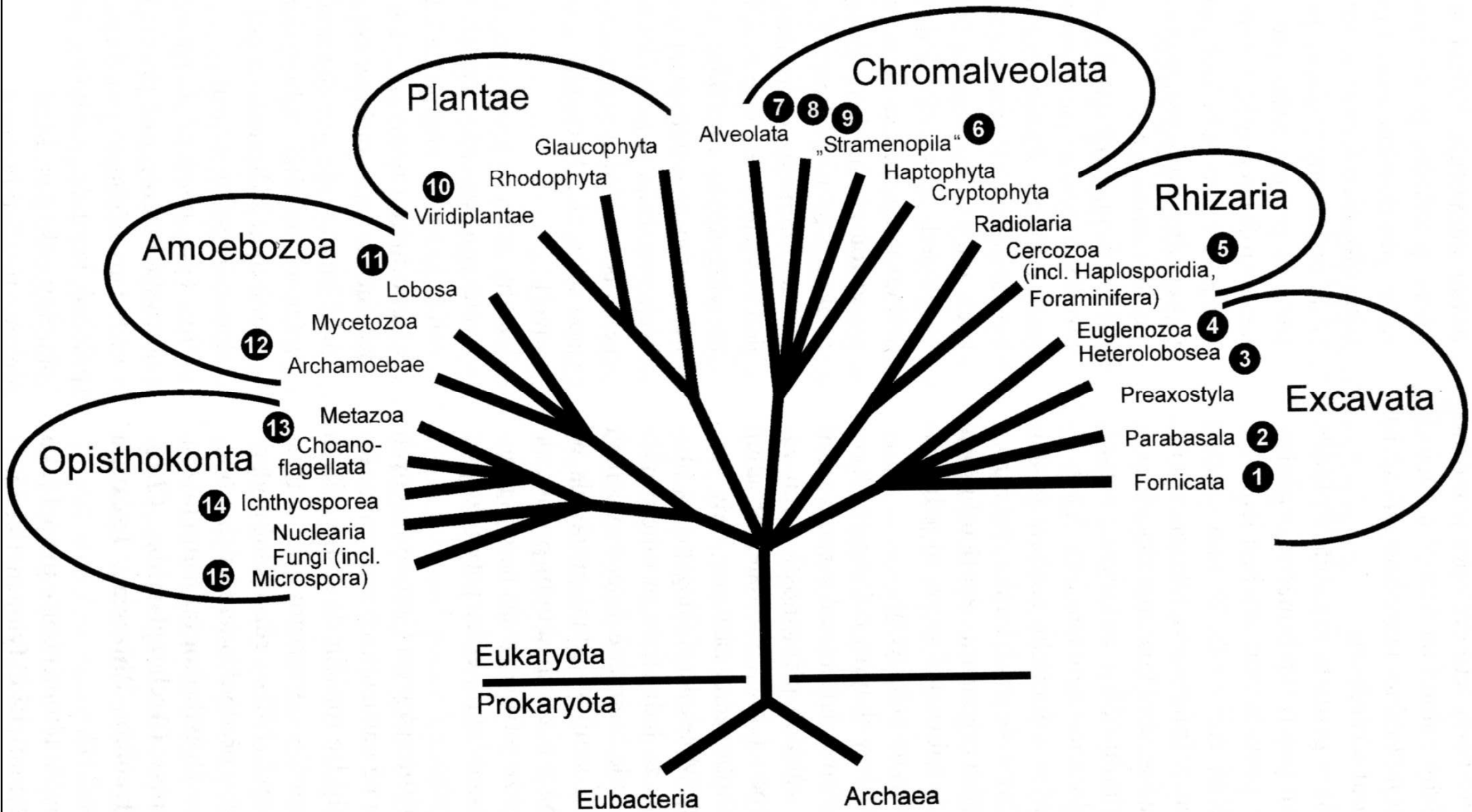
Vznik a vývoj fagotrofie



Hypotetická evoluce organismů Eucaryota - Protozoa

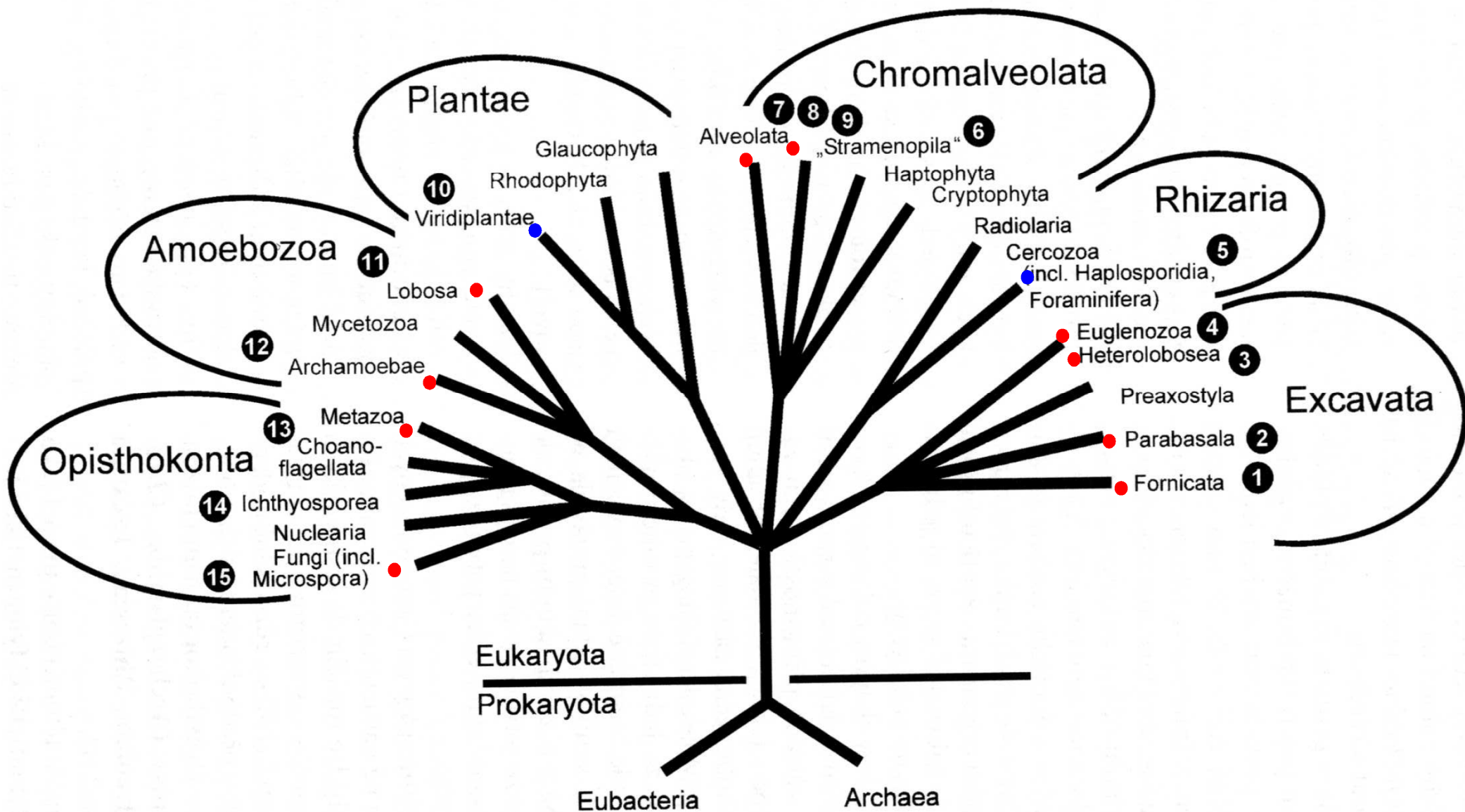


Současné rozdělení eukaryotických organismů



Klasifikace prvoků podle Simpsona a Rogera 2004

Současné rozdělení eucaryot

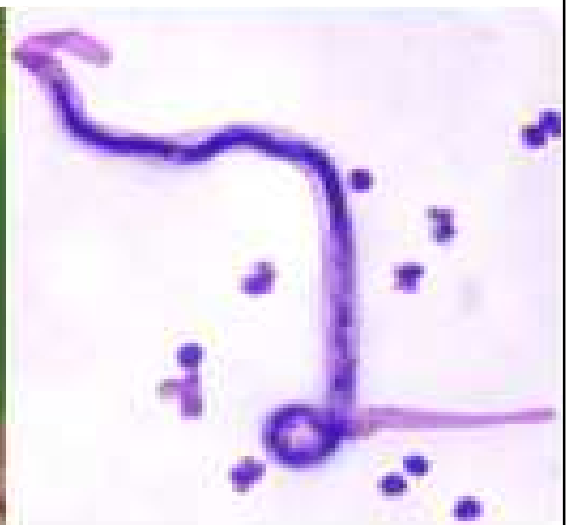
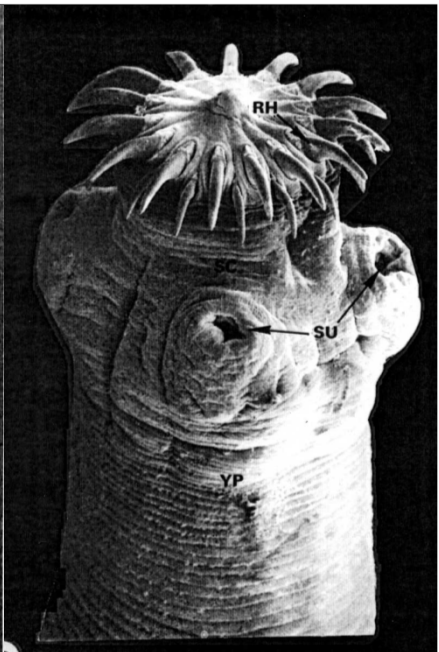
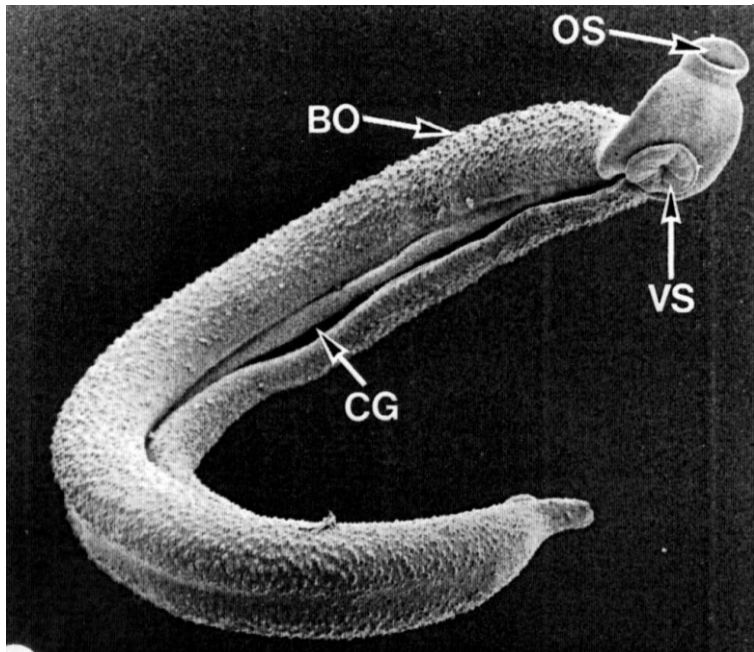
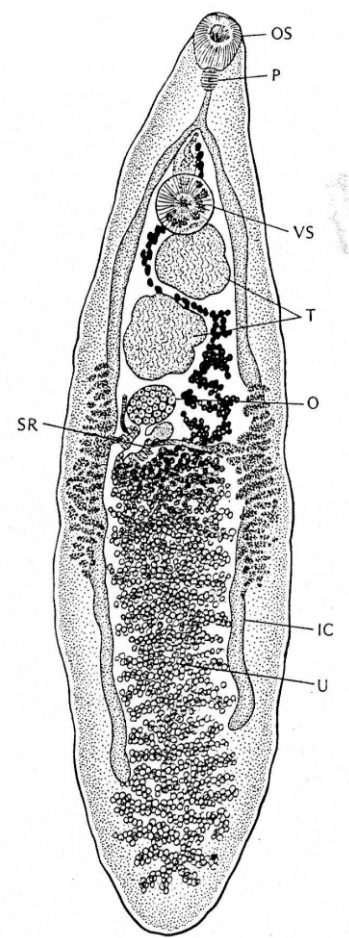
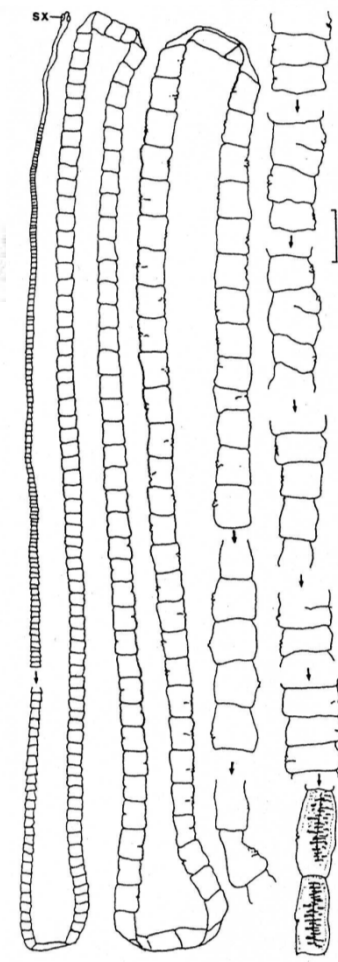
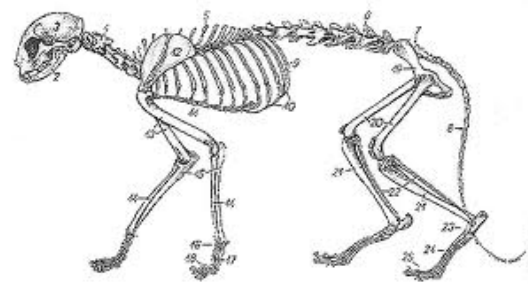


● Zástupci parazitující u člověka

● Zástupci neparazitující u člověka

Opisthokonta

- Kmen: **Metazoa**



HELMINTI – adaptace k parazitismu

- Helminti – velmi různorodá skupina (Vermes)
- Označení pro nepříbuzné skupiny organismů
- Společný znak – bilaterálně souměrní protostomní živočichové
- Tradičně – neodermální platyhelminti (**Trematoda**, **Cestoda**, **Monogenea**), hlístice (**Nematoda**) a vrtejši (**Acanthocephala**).
- Taky ale Turbellaria, Rotifera, Nematomorpha, Nemertea, Nemertini, Hirudinea).
- Neodráží to fylogenetické vztahy

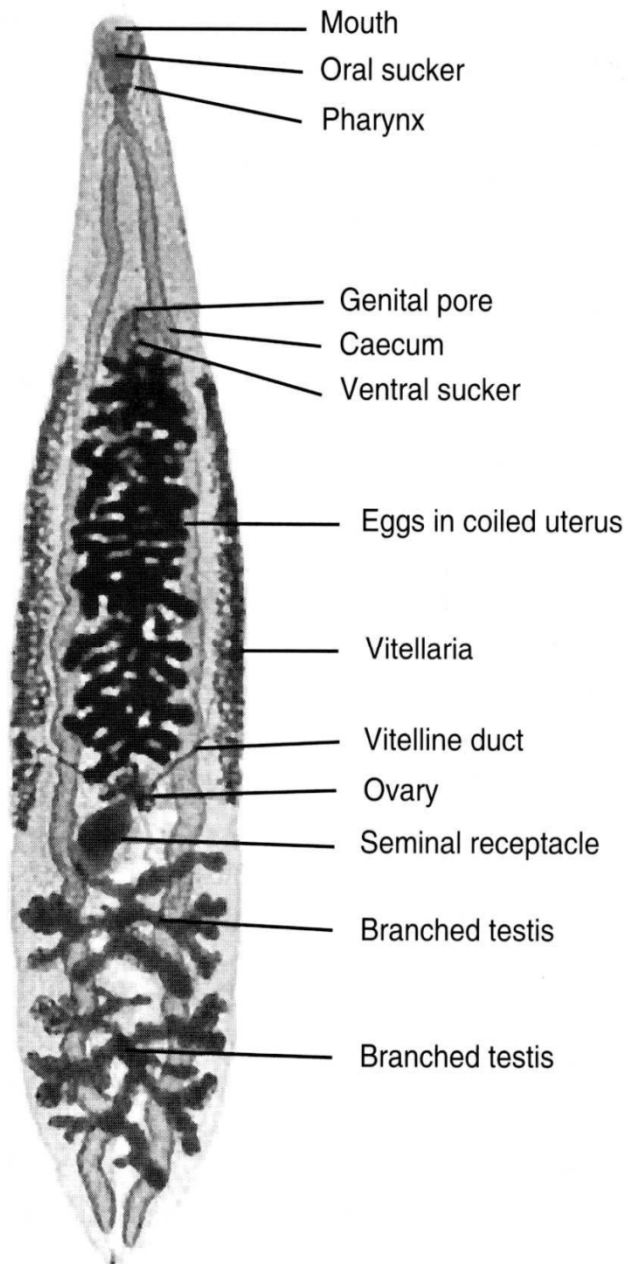
Adaptace helmintů k parazitismu

- **Morfologické adaptace** (velikost, redukce strukturální složitosti, rozvoj některých orgánů)
- **Fyziologické adaptace** (neutralizace enzymů a detoxikace látek, změny metabolismu, tegument)
- **Biologické adaptace** (vysoký reprodukční potenciál, asexuální rozmnožování, komplexní životní cykly)
- **Etologické adaptace** (migrace invazních larev – horizontální, vertikální, ontogenetické, manipulace chováním hostitelů – mezihostitelů)

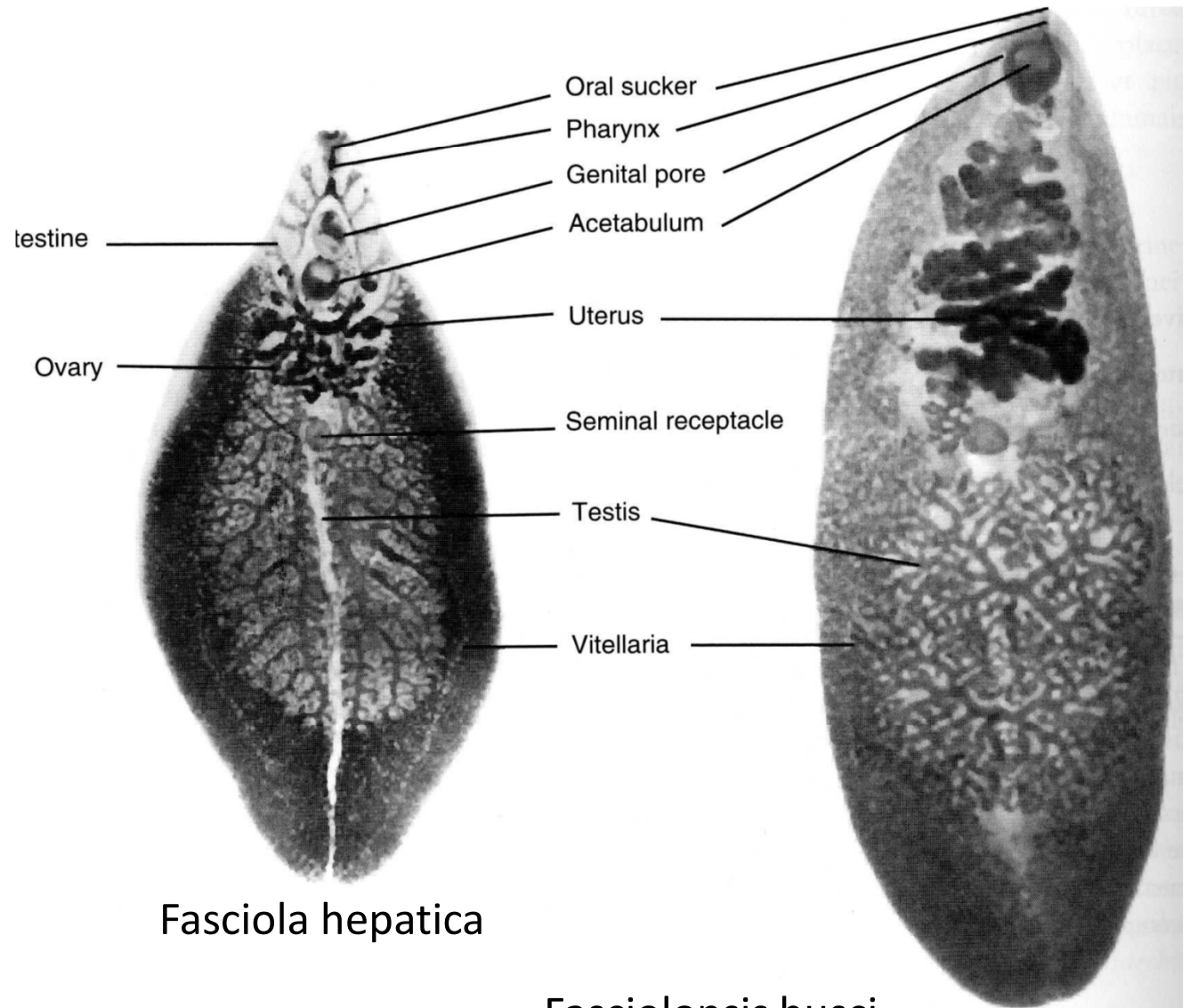
Vývojové cykly helmintů

- Vývojový cyklus: **přímý** (monoxenní) x **nepřímý** (heteroxenní)
- **Geohelmini** x **biohelmini**
- **Definitivní hostitel** x **mezihostitel**
- **Hlavní** x **vedlejší** hostitel (specificity)
- **Paratenický hostitel** (rezervoárový)
- **Postcyklický** hostitel

Motolice - morfologie



Clonorchis sinensis



Fasciola hepatica

Fasciolopsis busci

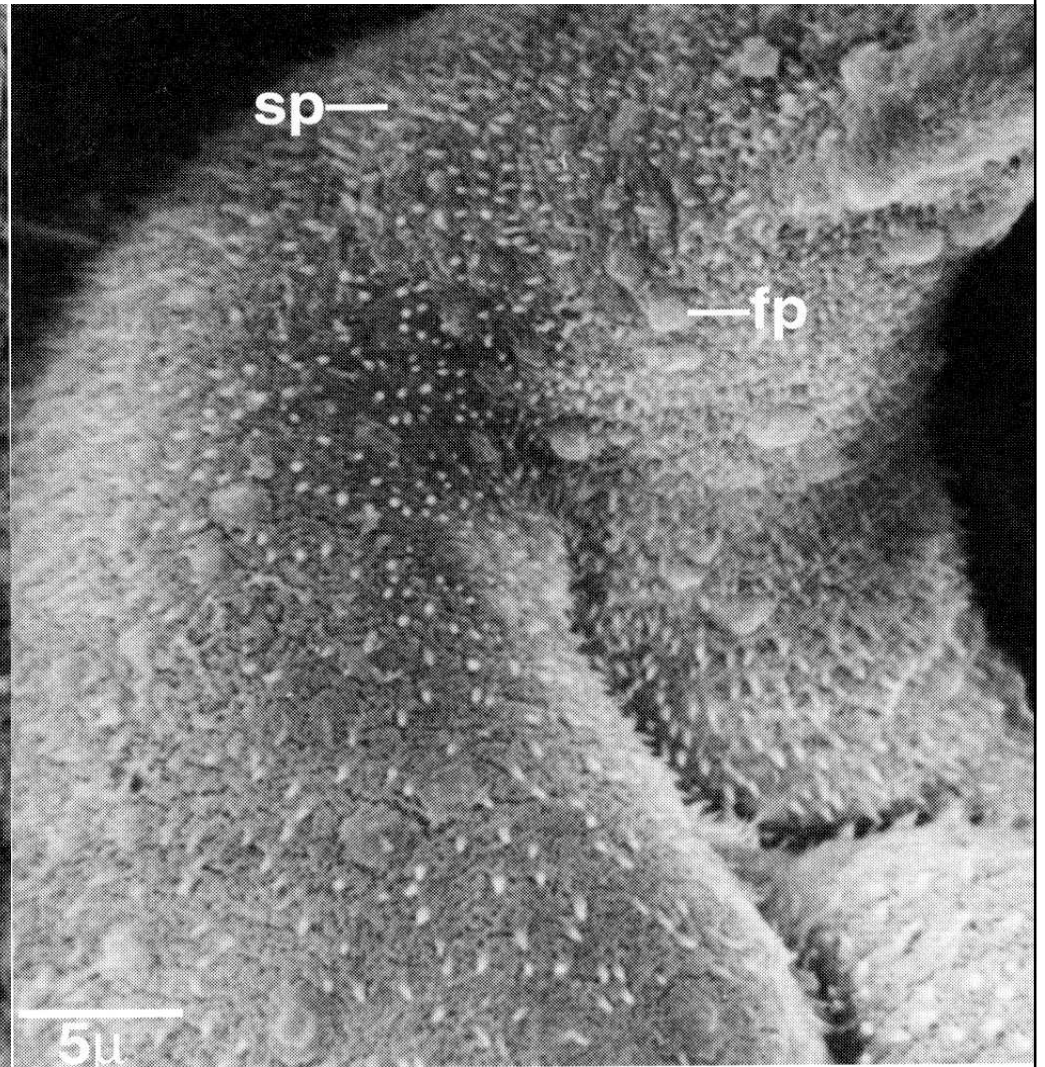
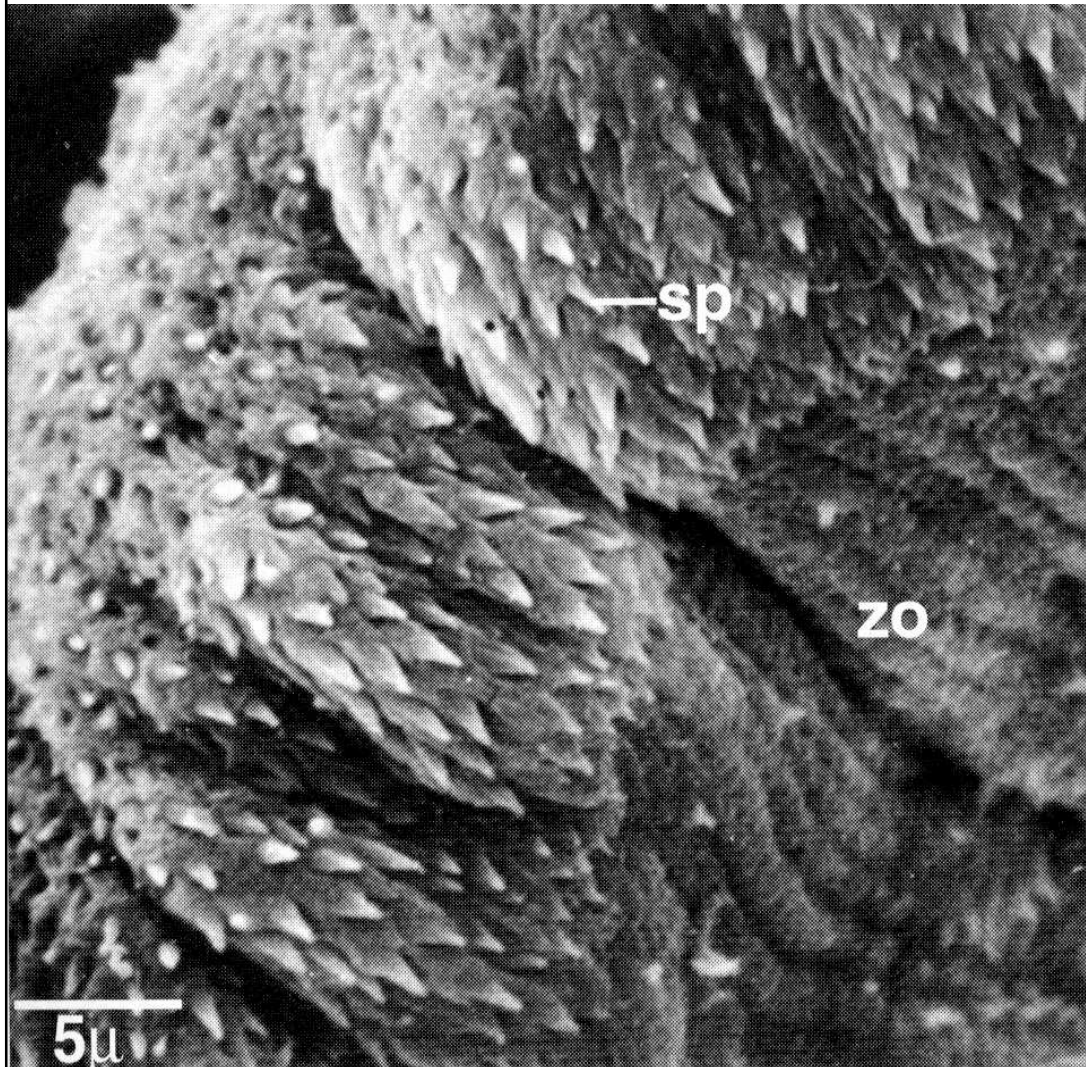
Digenea - motolice

- Početná skupina helmintů – přes 4 tis. druhů z toho třetina u ryb
- Významní paraziti člověka a hospodářských zvířat
- Cizopasí u obratlovců – prakticky ve všech orgánech s výjimkou kostí
- Největší počet – trávicí soustava - střevo, játra, žlučovody

Morfologie motolic

- Bilaterálně symetrické,
- Dorzoventrálně zploštělé
- Bez vnitřní či vnější segmentace
- Velikost od několika mm do několika cm
- Typická je přítomnost svalnatých přísavek
- 7 základních morfologických typů

Otrněný porch těla motolic



Monogenea

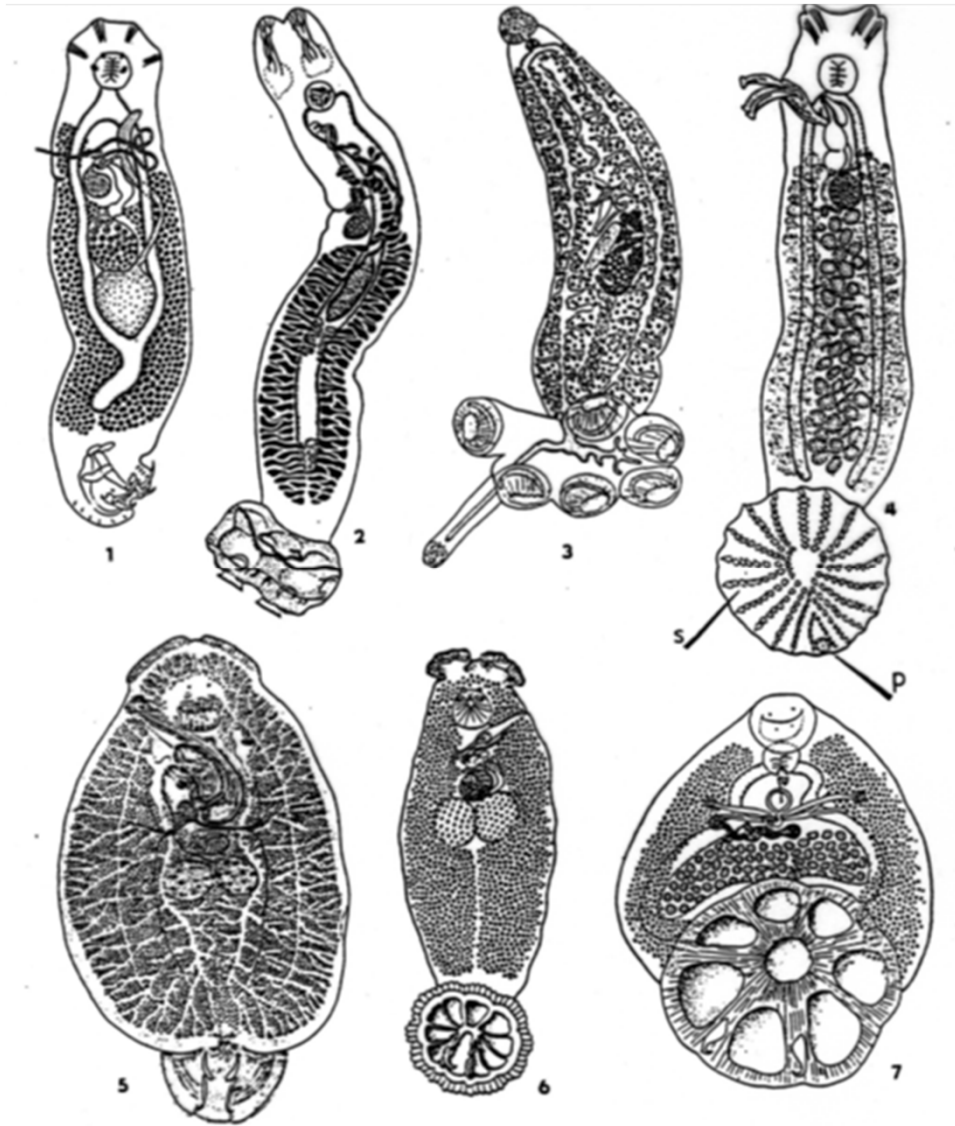
- Ektoparaziti – ryby, obojživelníci, plazi, kytovci, hlavonožci
- Endoparaziti –
 - Acolpenteron nefriticus
 - Enterogyrus spp.
 - Nitzschia sturionis
 - Polystoma integerinum
 - Oculotrema hippopotami

Evoluční expanze monogeneí

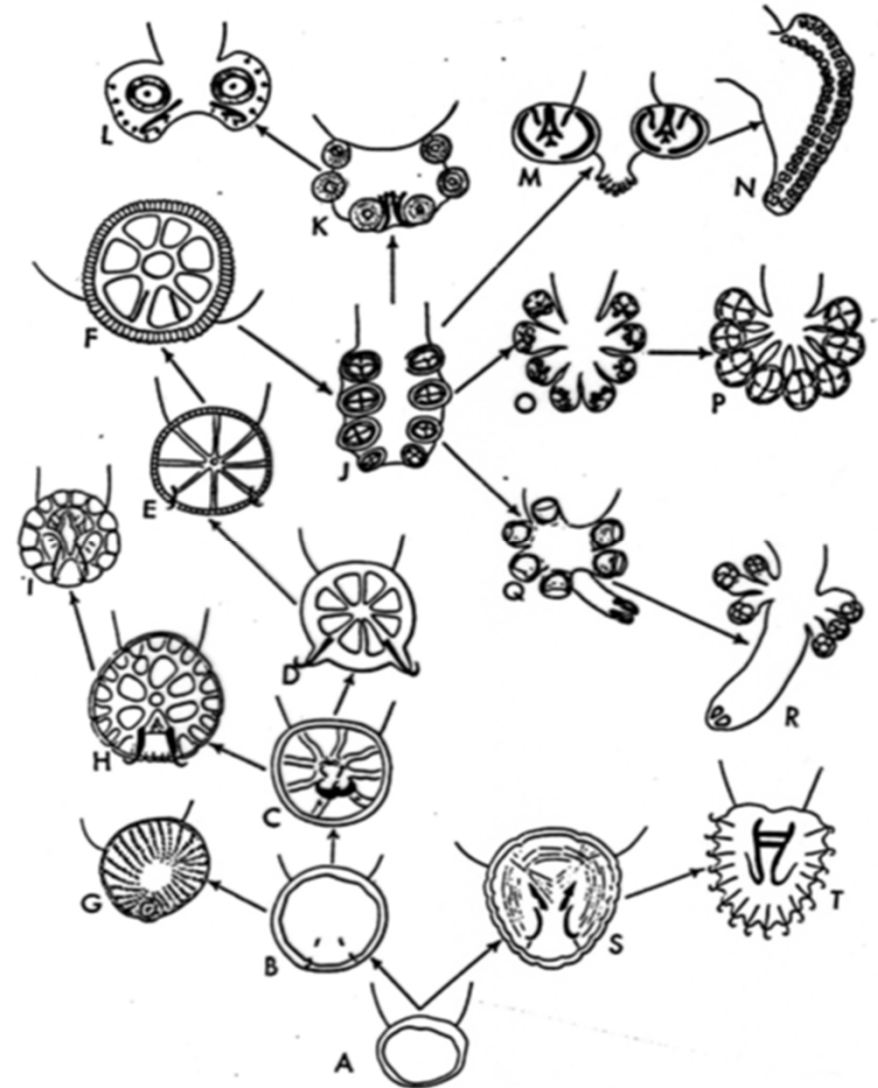
Významní patogeni v chovech ryb

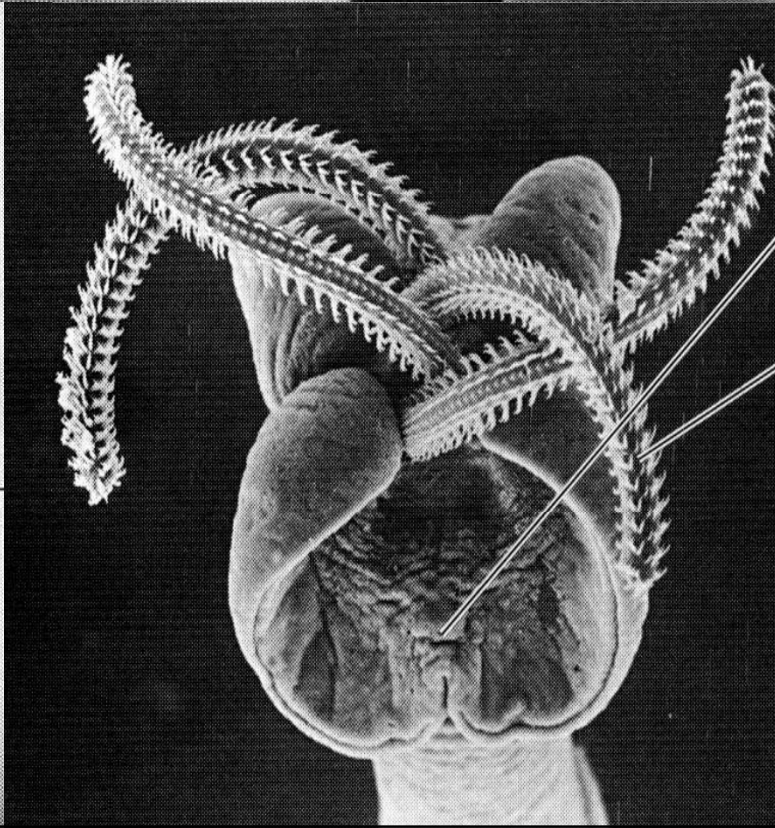
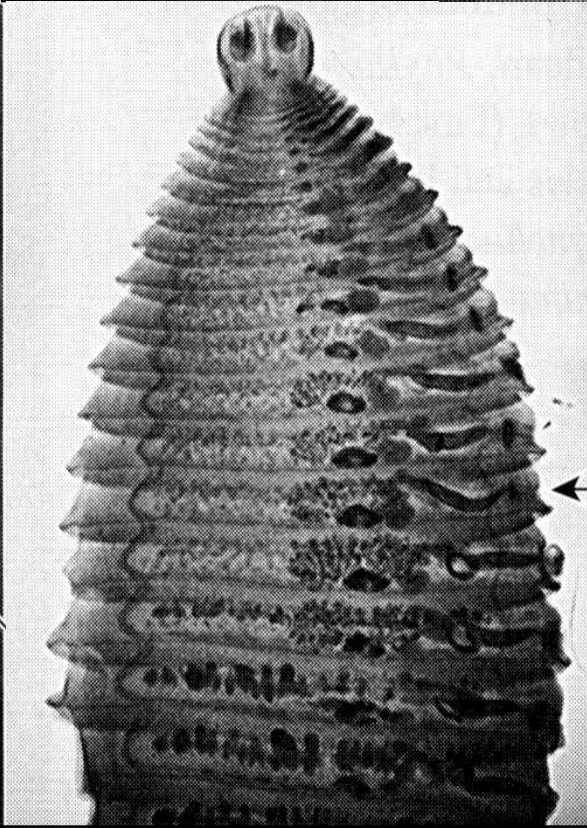
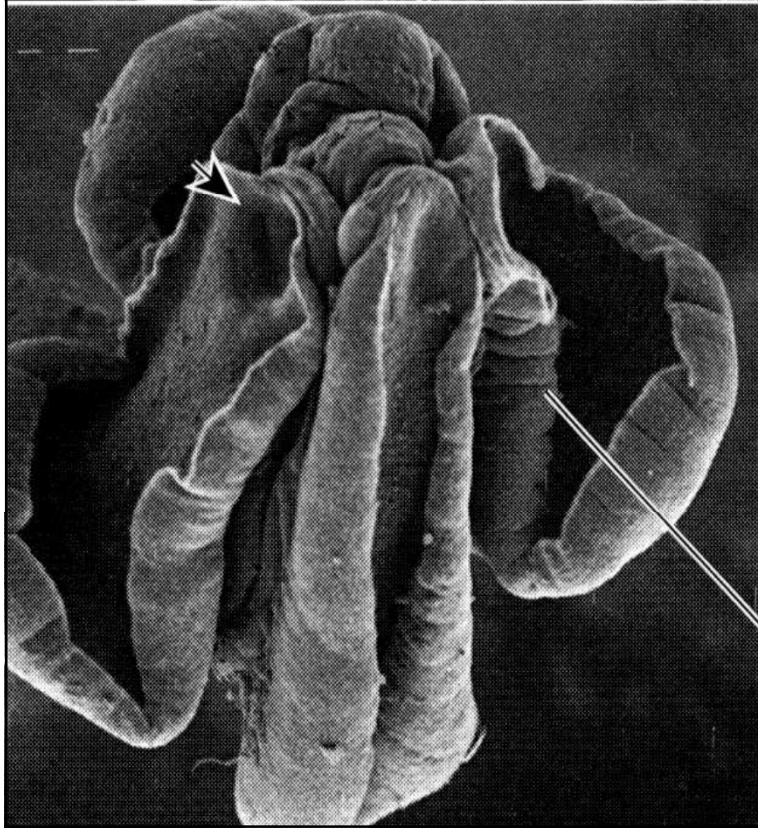
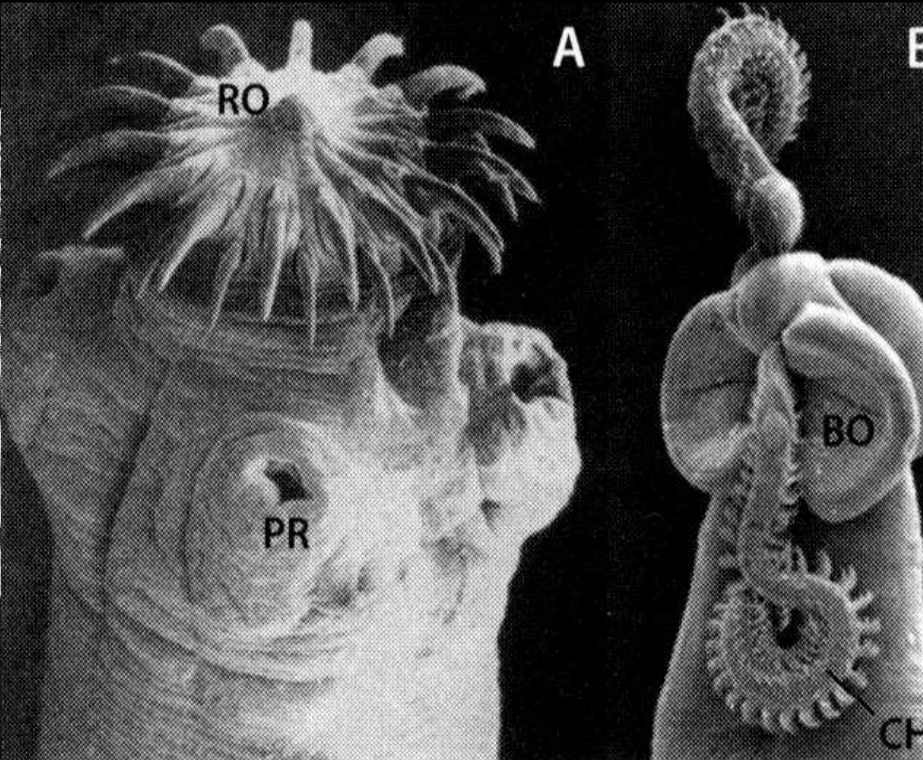
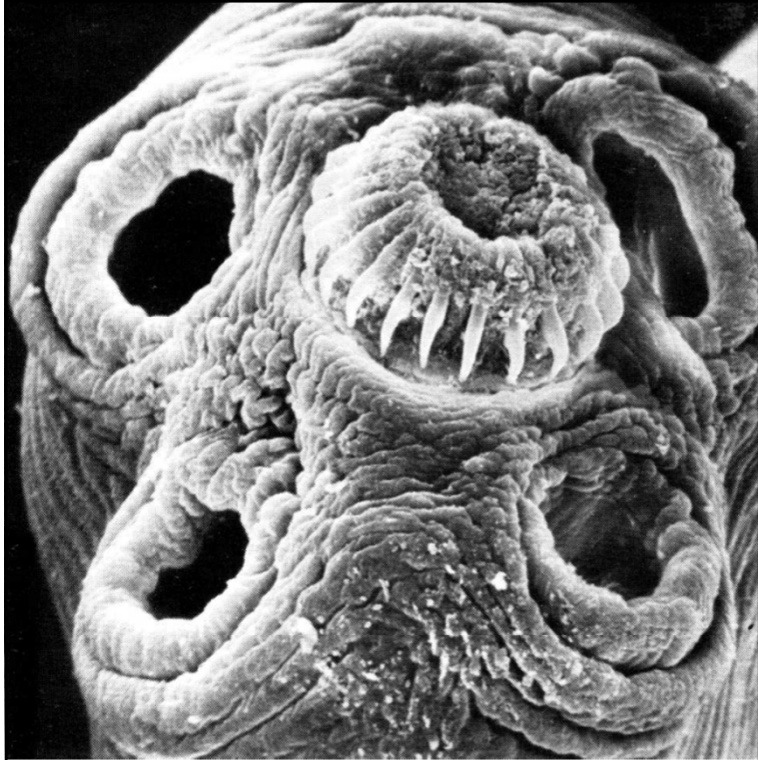
Morfologická rozmanitost

Typy opisthaptoru



Evoluce opisthaptoru





Cestoda -tasemnice

- Výhradně parazitická skupina
- Absence střeva
- Larvy s embryonálními háčky
 - 10 lycofóra - Cestodaria
 - 6 hexacanth – Eucestoda
- Medicínsky a veterinárně významné
- Popsáno přes 4000 druhů – nejvíce řádů u ryb
- Nejpočetnější řád – Cyclophyllidea – ptáci a savci

Tasemnice - morfologie

- Hlavička – scolex – přichycovací orgán
- Strobila – proglotidy (segmenty)
- Přichycovací orgány – 5 základních typů:
 - Mělké zářezy a rýhy – Caryophyllidea
 - Štěrbiny – bothrie – Pseudophyllidea
 - Svalnaté bothridie – Tetraphyllidea
 - Chapadélka – tentakule – Trypanorhyncha
 - Svalnaté přísavky - Cyclophyllidea

A black and white photograph of a large, tangled ball of light-colored, fibrous material, possibly wool or hair. The fibers are long and thin, creating a dense, chaotic mass. The word "HLÍSTICE" is overlaid in the center in a bold, white, sans-serif font. The background is a light, textured surface.

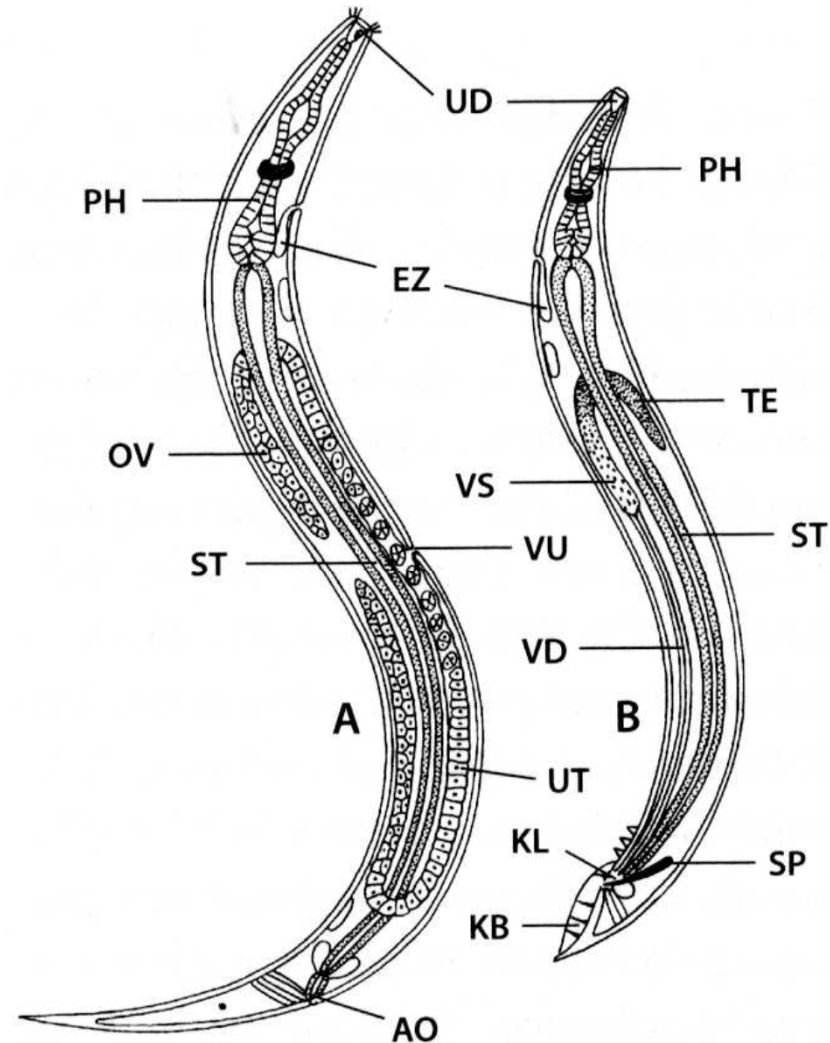
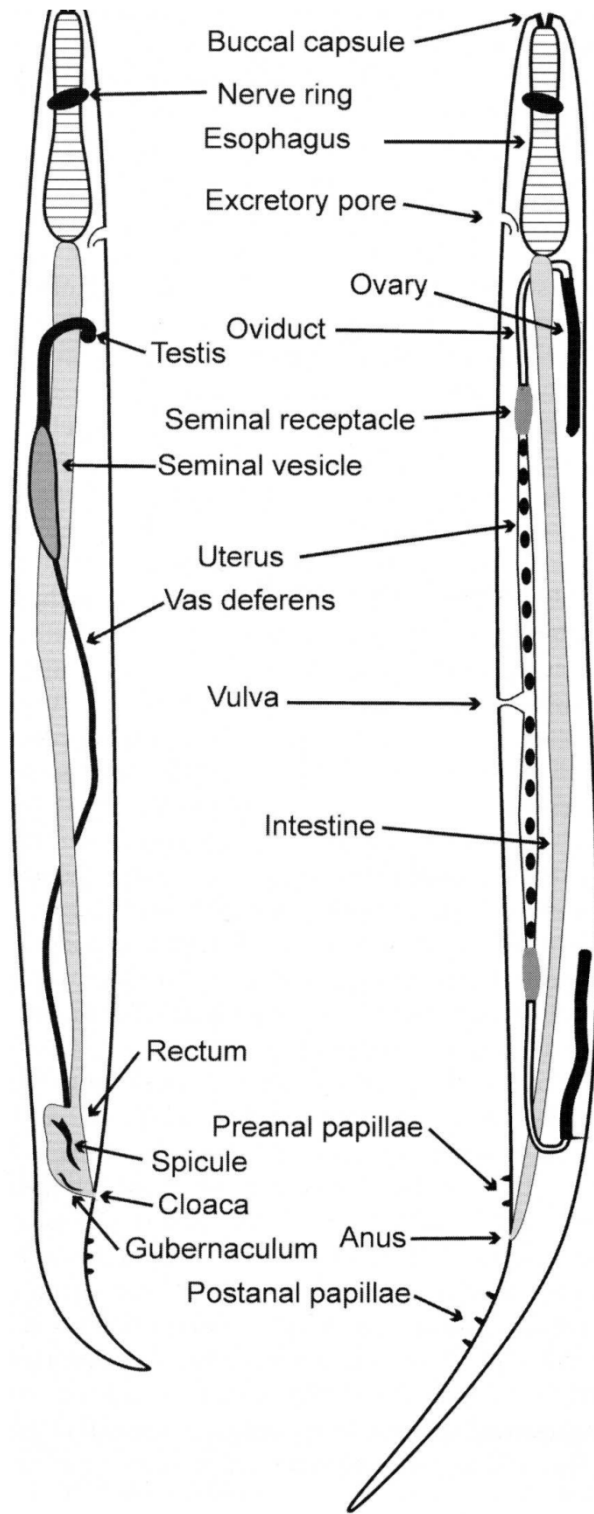
HLÍSTICE

Nematoda - hlístice

- Velmi rozmanitá skupina
- Cizopasnící x volně žijící (půda, voda)
- Paraziti – živočichové (bezobratlí), rostliny
- Adaptace k parazitismu
- Význam – původci onemocnění člověka zvířat

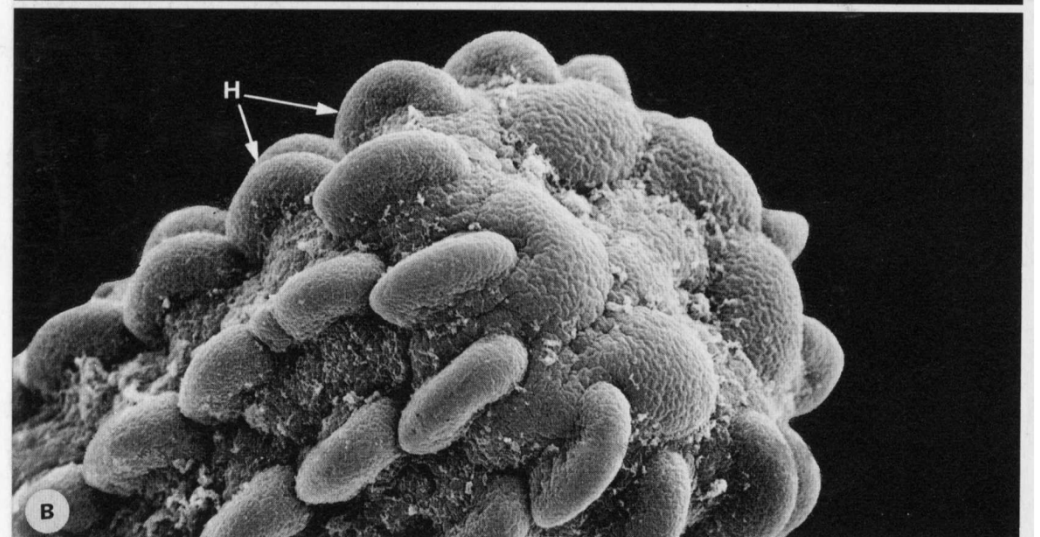
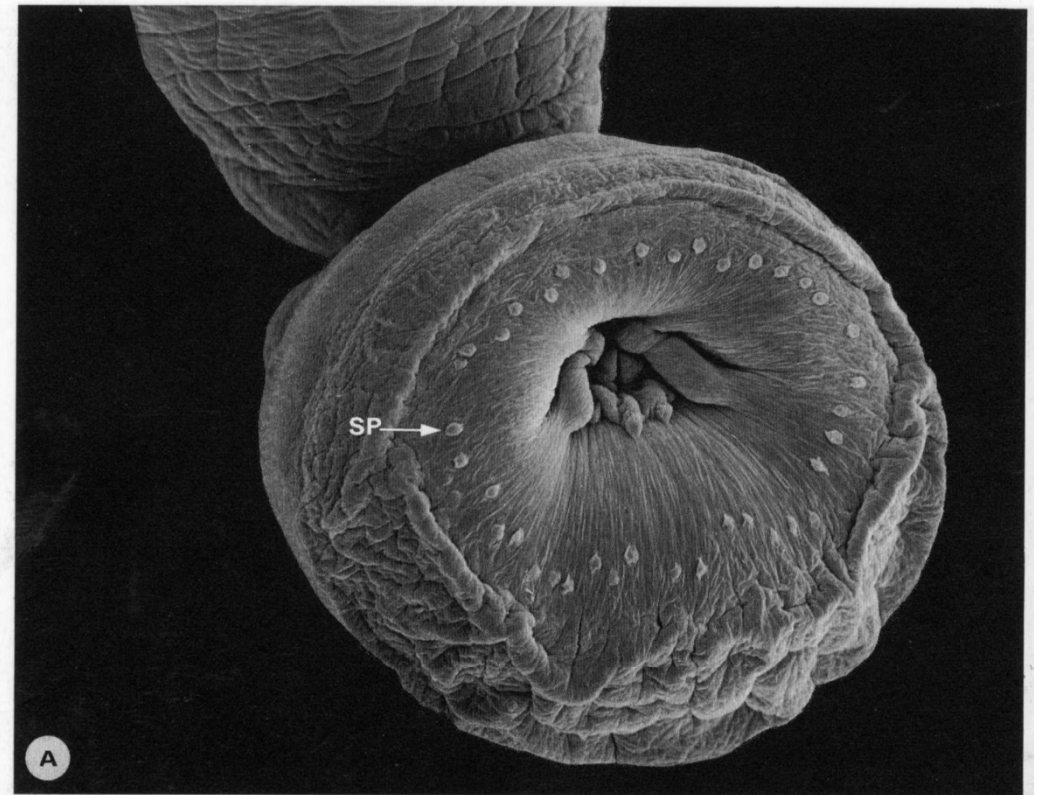
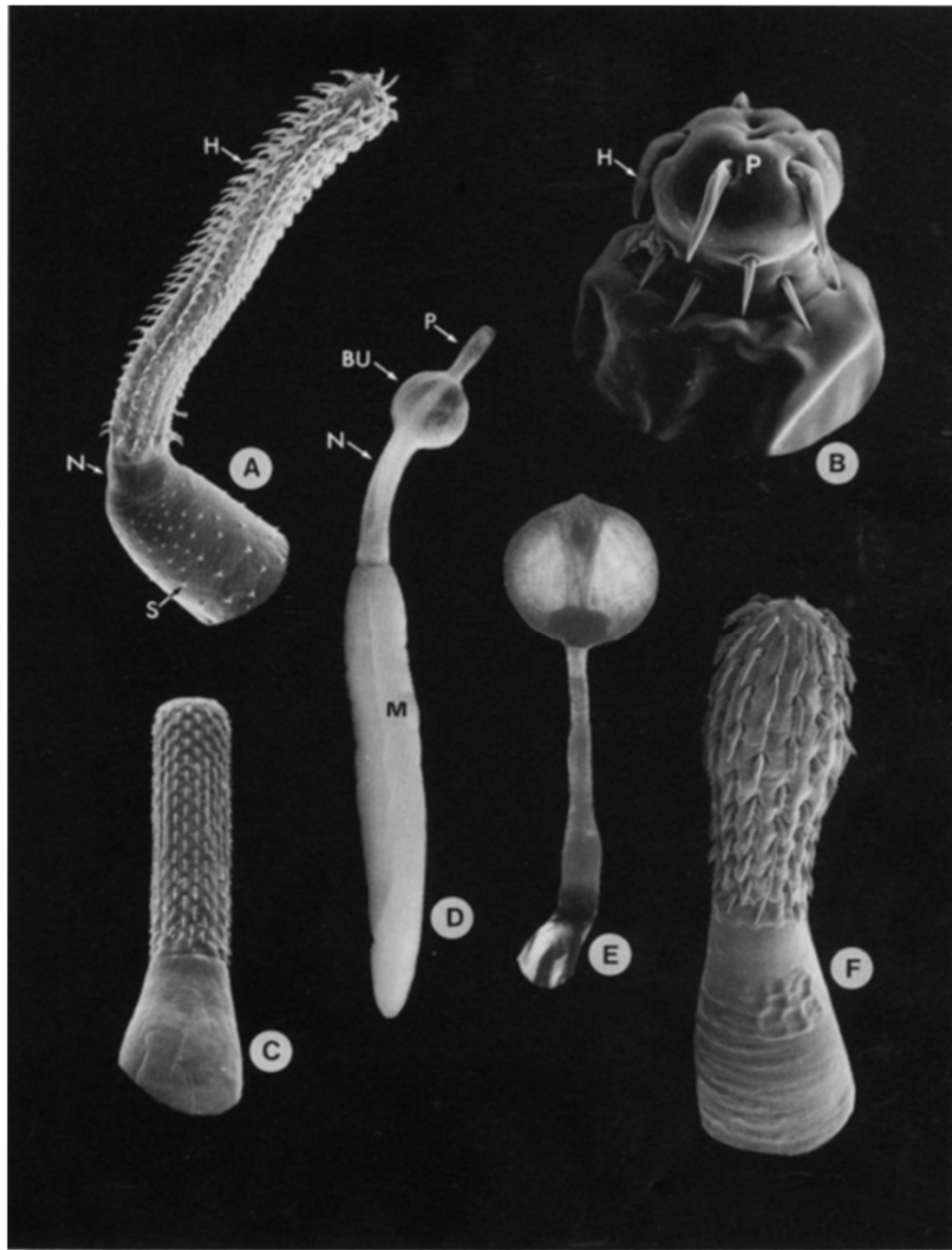
Nematoda

základní morfologie



Obr. 3-53 Nematoda. Základní anatomie

SEM - Acanthocephala



Charakteristika hlavních skupin helmintů

Kmen **ACANTHOCEPHALA**

- Endoparaziti střeva obratlovců
- Tělo válcovité, nesegmentované s vysunovatelným chobotkem (proboscis) ozbrojeném háčky
- Tělní dutinou pseudocoel
- Trávicí trubice chybí
- Pohlaví oddělené
- Vývojové cykly nepřímé

Arthropoda



A

Rozmanist členovců

- Nejpočetnější skupina (80% živočichů)
- Závažní cizopasnici člověka a hosp. zvířat
- Široká škála parazitismu
- Ektoparaziti
- Endoparaziti (500druhů)
- Paraziti
- Parazitoidi
- Kleptoparaziti
- Forezie
- Hyperparaziti
- Sociální paraziti
- Otrokářství

Členovci - formy parazitismu

- **Paraziti**
 - Parazitoidi
 - Kleptoparaziti
 - Forezie
 - Sociální paraziti
 - Otrokářství
- **Paraziti**
 - Trvalí (**permanentní**) - vši, kloši – sají opakovaně na tomtéž hostiteli po celý ŽC
 - - Dočasní (**temporární**)
 - komáři, ovádi, ploštice, flebotomové - sají relativně krátce - **mikroparaziti**

Formy parazitismu - parazitoidi

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

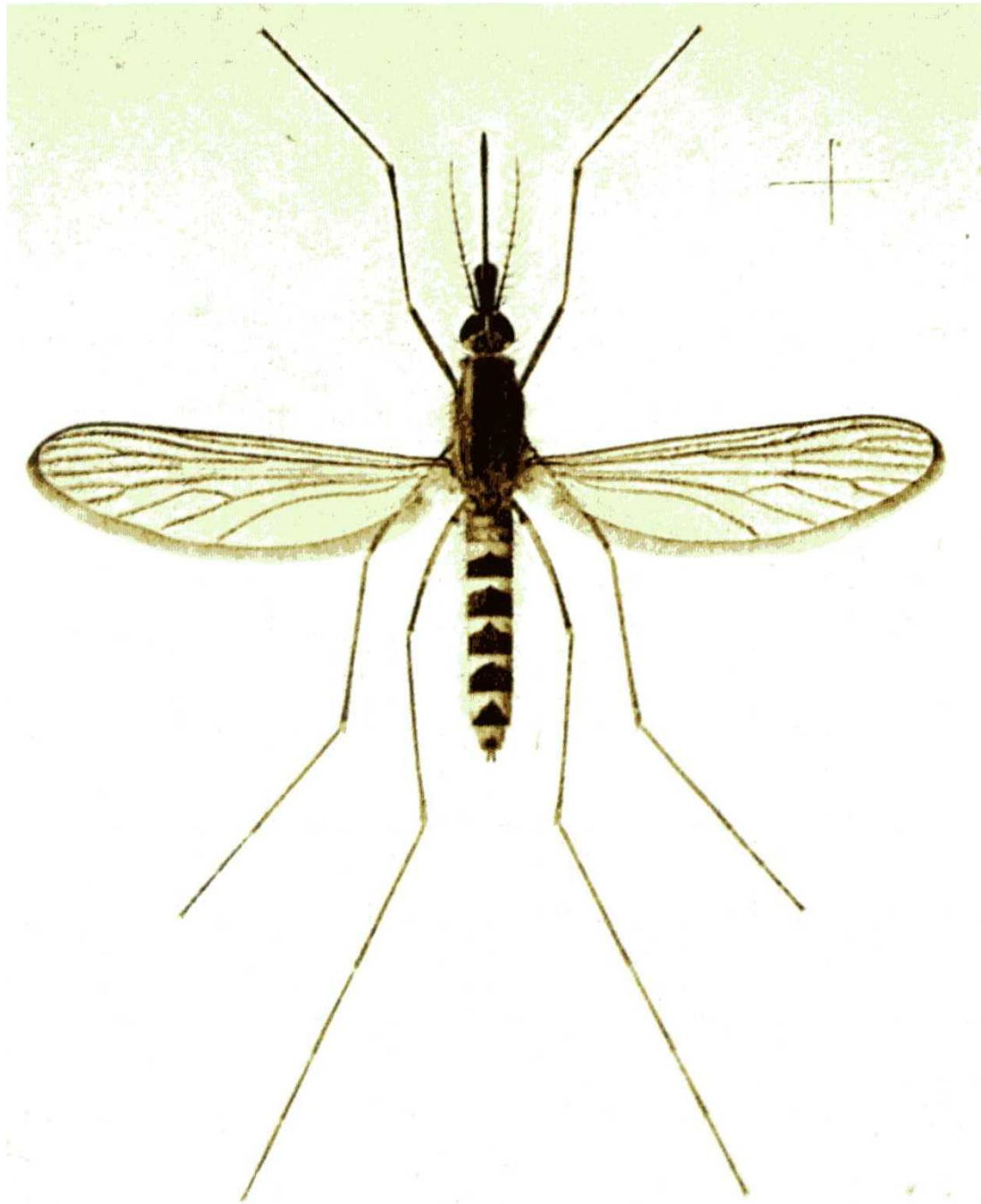
Kleptoparazitismus a forézie

- **Kleptoparaziti** – ujídají svému hostiteli od úst – snižují tak množství přijaté potravy
- Jiné využití hostitele – **forézie** – hostitel slouží jako přepravní prostředek
- **Braula coeca** – kleptomanická a foretická moucha
- okrádá různé hmyzí a pavoučí predátory
- Drobní kleptoparaziti – často malí roztoči – tiplíci – vykrádají pavoučí sítě
- Okrádání jsou často např. listorozí brouci – hovniválové – parazitují jim na kuličkách larvy much (Sphaeroceridae) – kulička jim slouží jako místo vývoje potomstva

Sociální parazitismus a otrokářství

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

Rozmanitost členovců



PICTORIAL KEY TO MAJOR CLASSES AND ORDERS OF ADULT ARTHROPODS OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE
 Harry D. Pratt and Chester J. Stojanovich

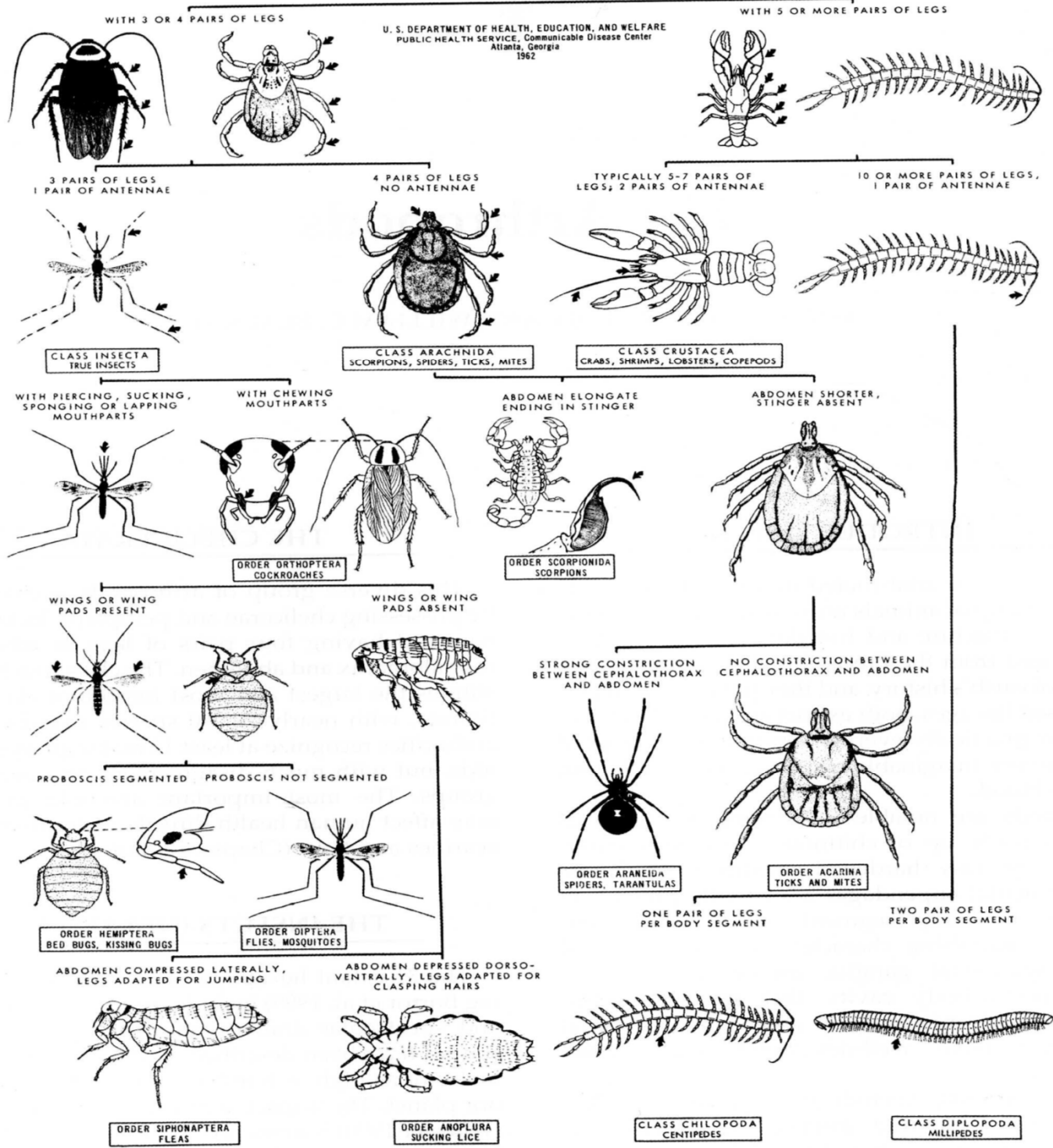


FIGURE 1.1 Representatives of the major groups of arthropods.

Rozmanitost členovců - blechy

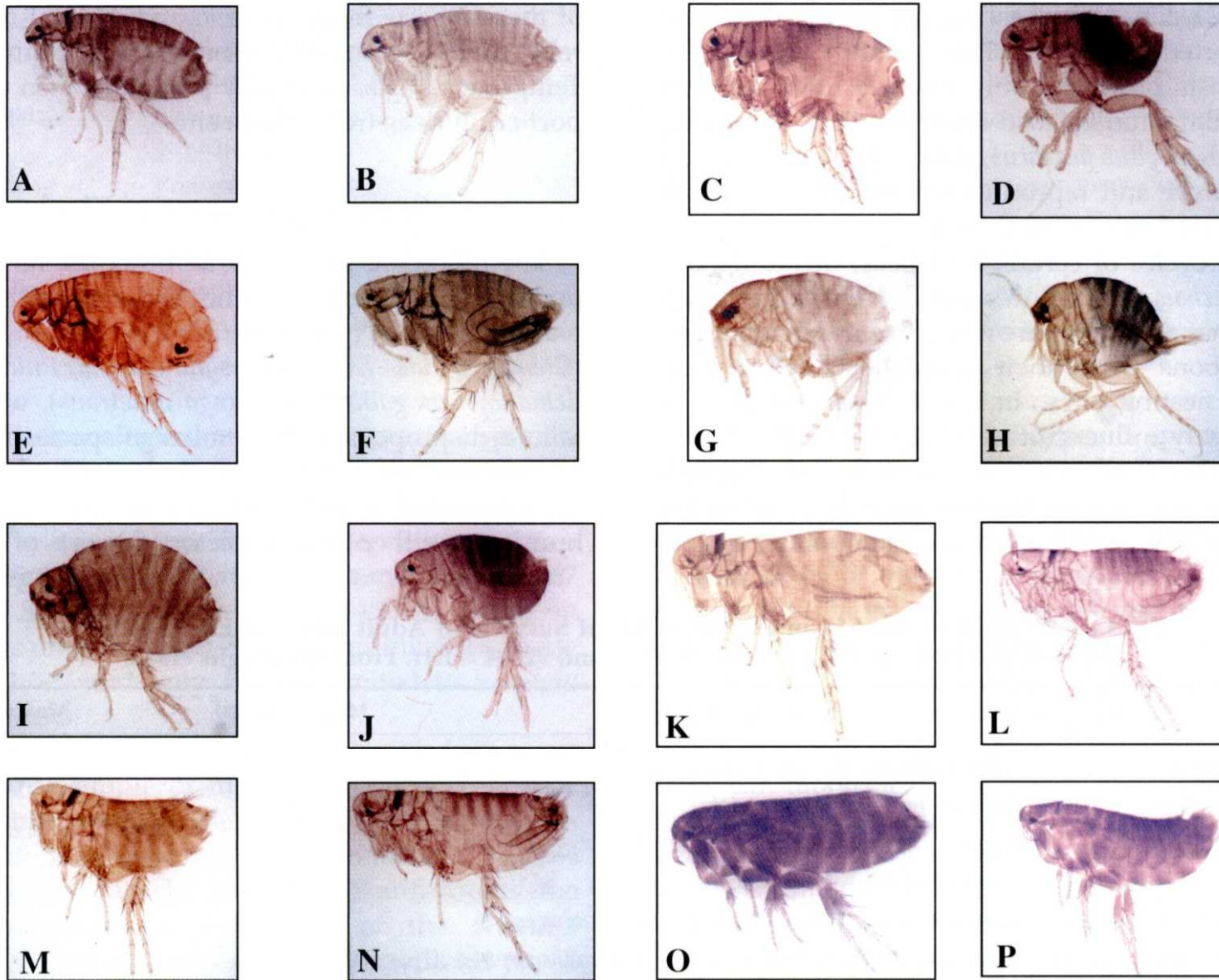


FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L);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

Rozmanitost medicínsky významných roztočů

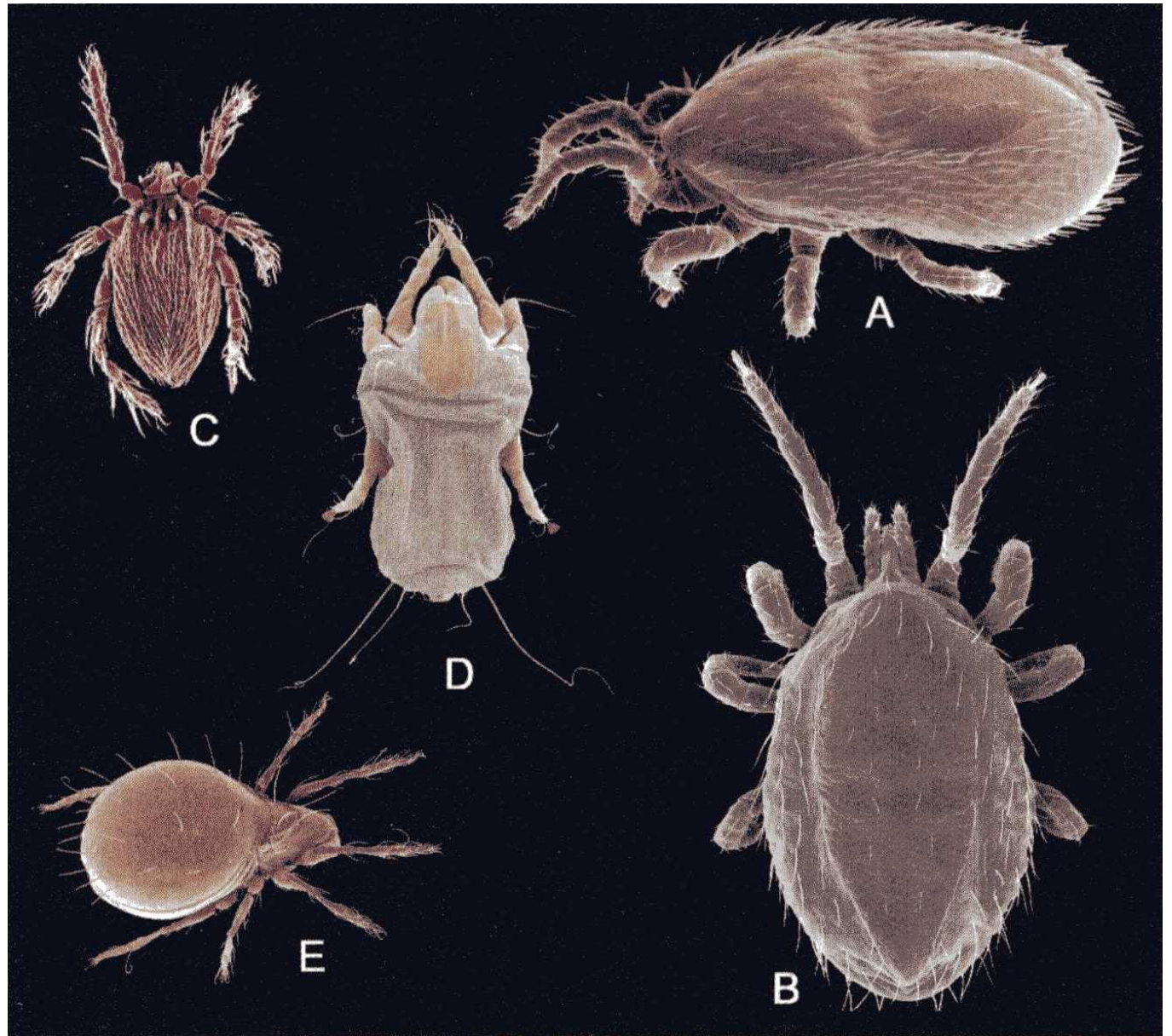
A – *Ornithonyssus bacoti*

B – *Ornithonyssus bursa*

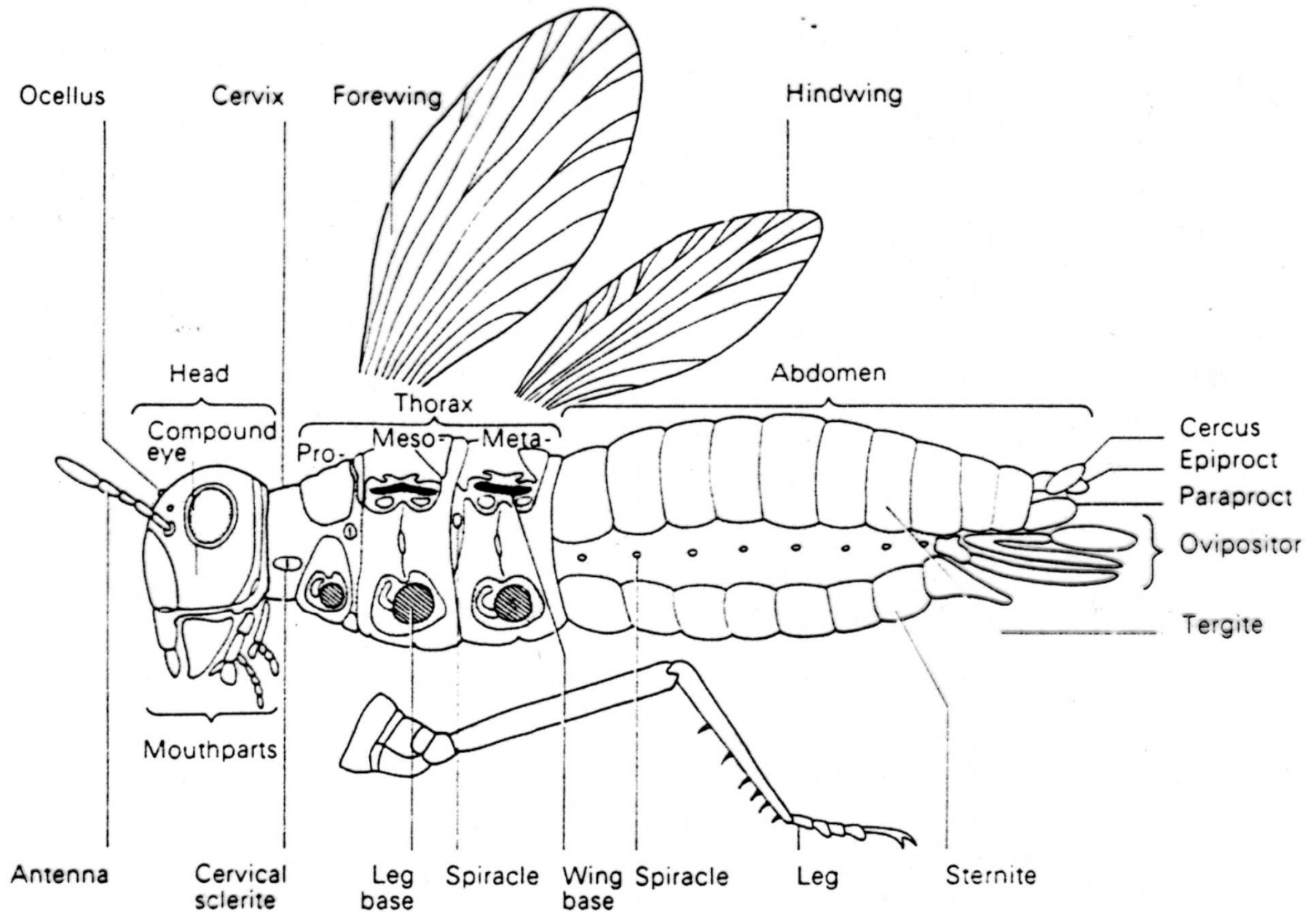
C – *Gantheria* sp

D – *Dermatophagoides
farinea*

E - *Zygoribatula*



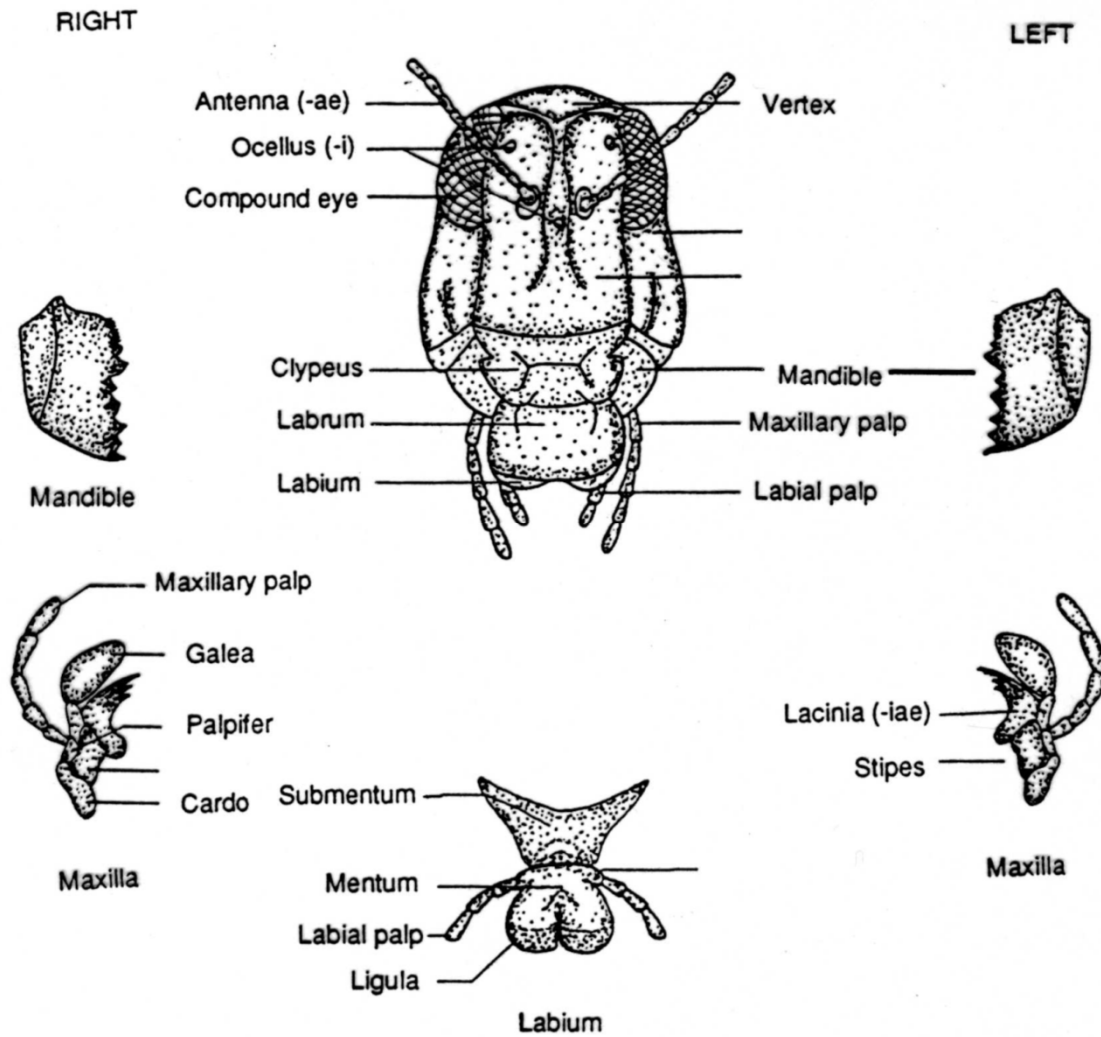
Externí anatomie hmyzu



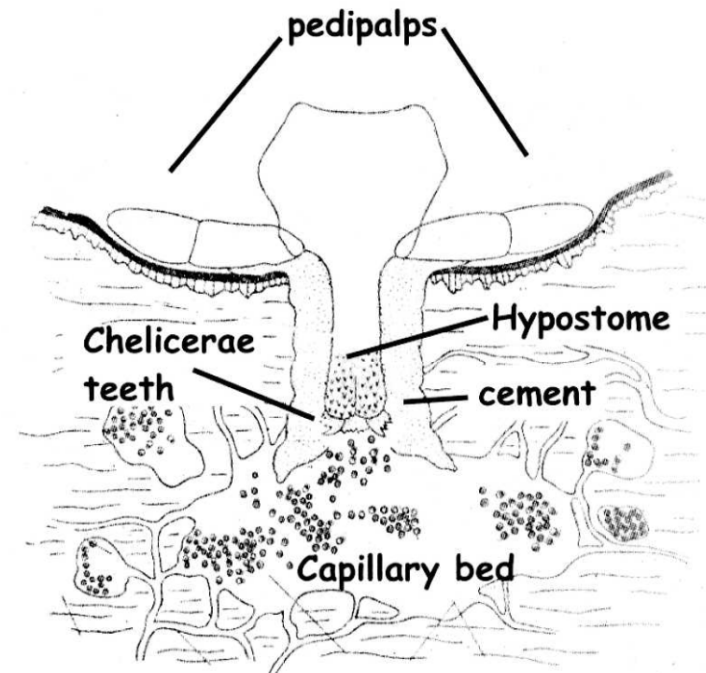
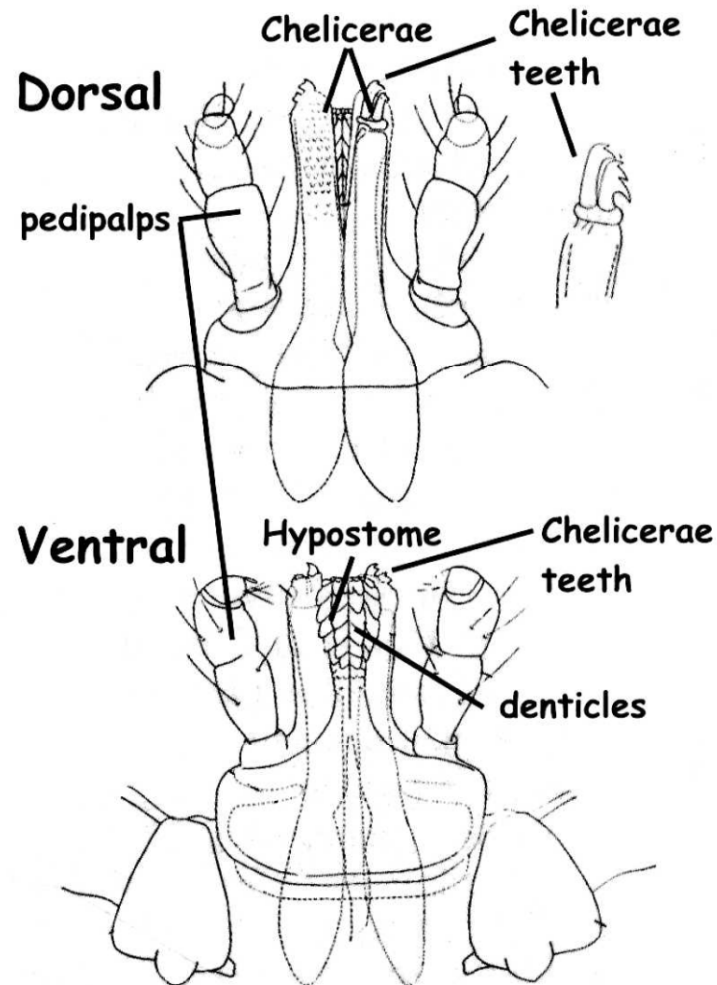
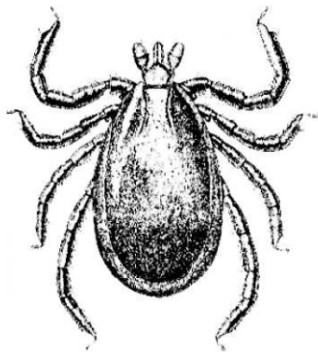
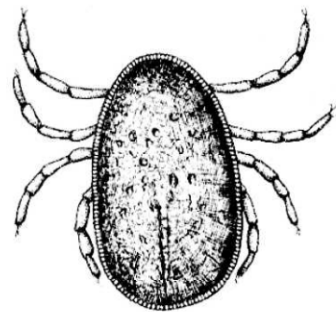
Morfologie a anatomie členovců

- Kutikula – exoskelet (polysacharid chitin)
- Crustacea + uhličitán vápenatý
- Segmentace těla
- Článkované končetiny
- Hlava, hrud', zadeček
- Tagmatizace – splývání článků - cephalothorax
- Exoskelet – tergum, sternum a dvě boční části
- 5-6 dílné končetiny (coxa, trochanter, femur, patella, tibia, tarsus) na konci drápek

Ústní ústrojí – adaptace k parazitismu



Morfologie ústního ústrojí roztočů



- Anticoagulants Apyrase, PGE_2 , kininase, 6-keto-PGF $_{\alpha}$, americanin
- Vasodilators - prostaglandins
 PGE_2 and PGF $_{2\alpha}$ and PGI $_2$,
dipeptidyl carboxypeptidases
- Immunomodulator- PGE_2 , PGF $_{2\alpha}$ and PGI $_2$,
IL-2 binding factor,
Anti-complement protein
- Anesthetic ?

DIPTERA

hlava komára
samice (A)
samec (B)

AT – tykadlo

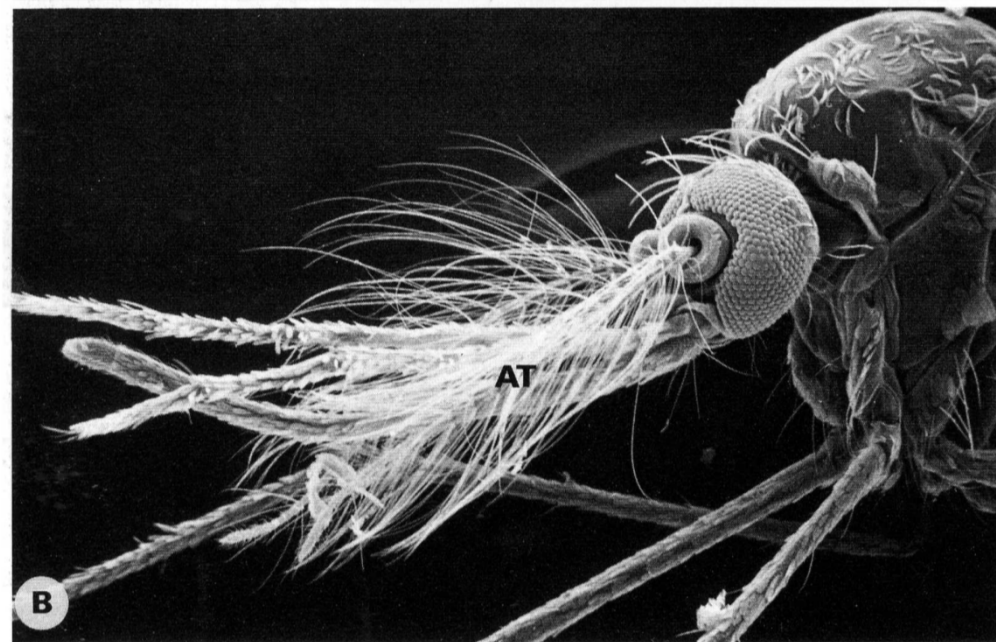
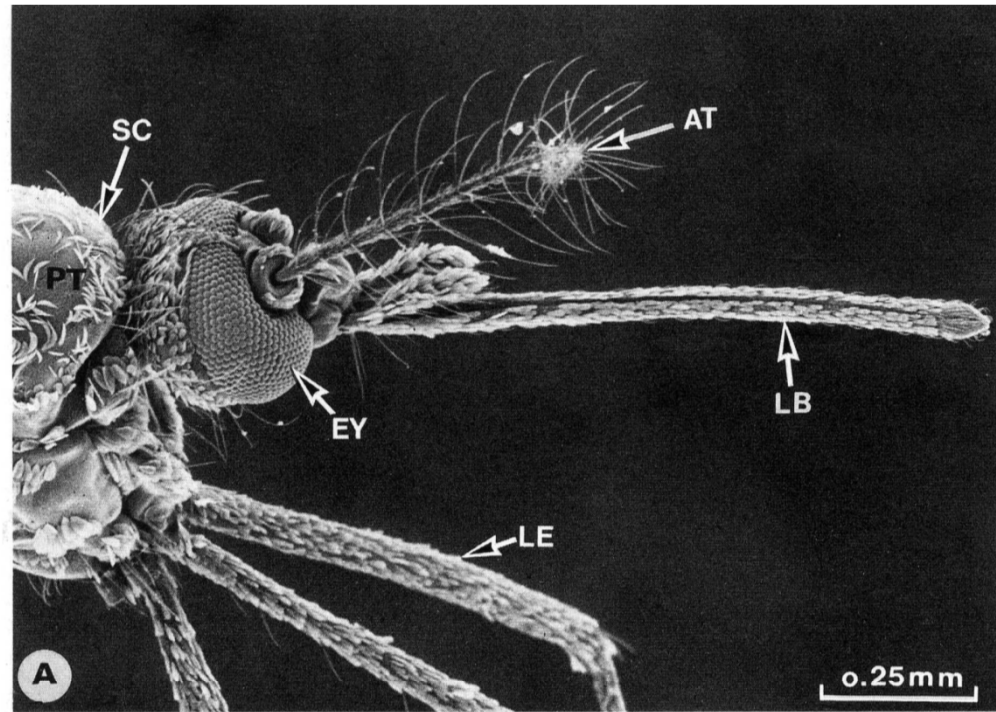
EY- složené oko

LB – labium nesoucí bodací ústrojí

LE – noha

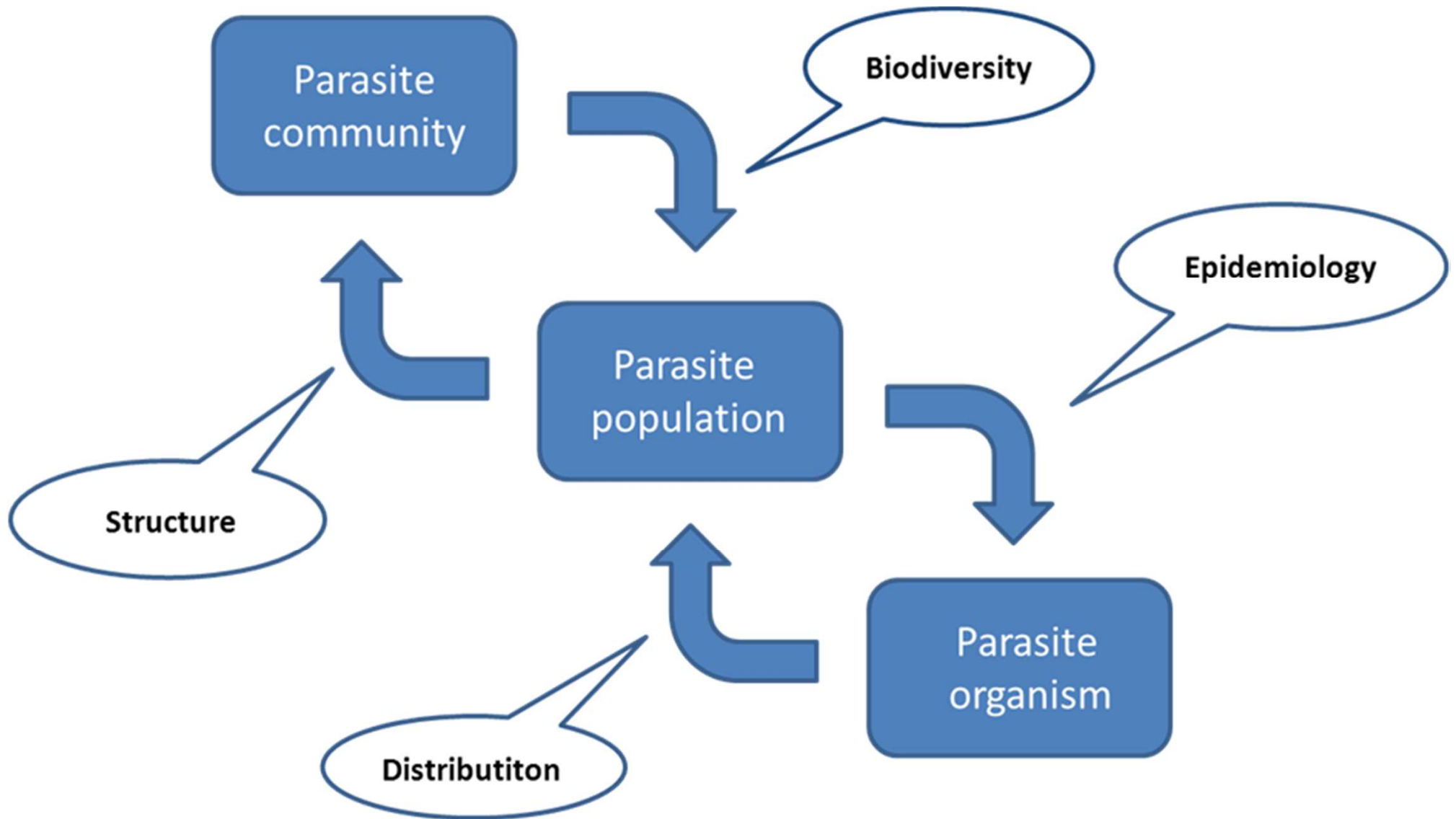
PT – protothorax

SC - šupinky



Ekologie parazitů

Hierarchická struktura parasito-hostitelských vztahů



Tři základní úrovně studia:

Organismus cizopasníka

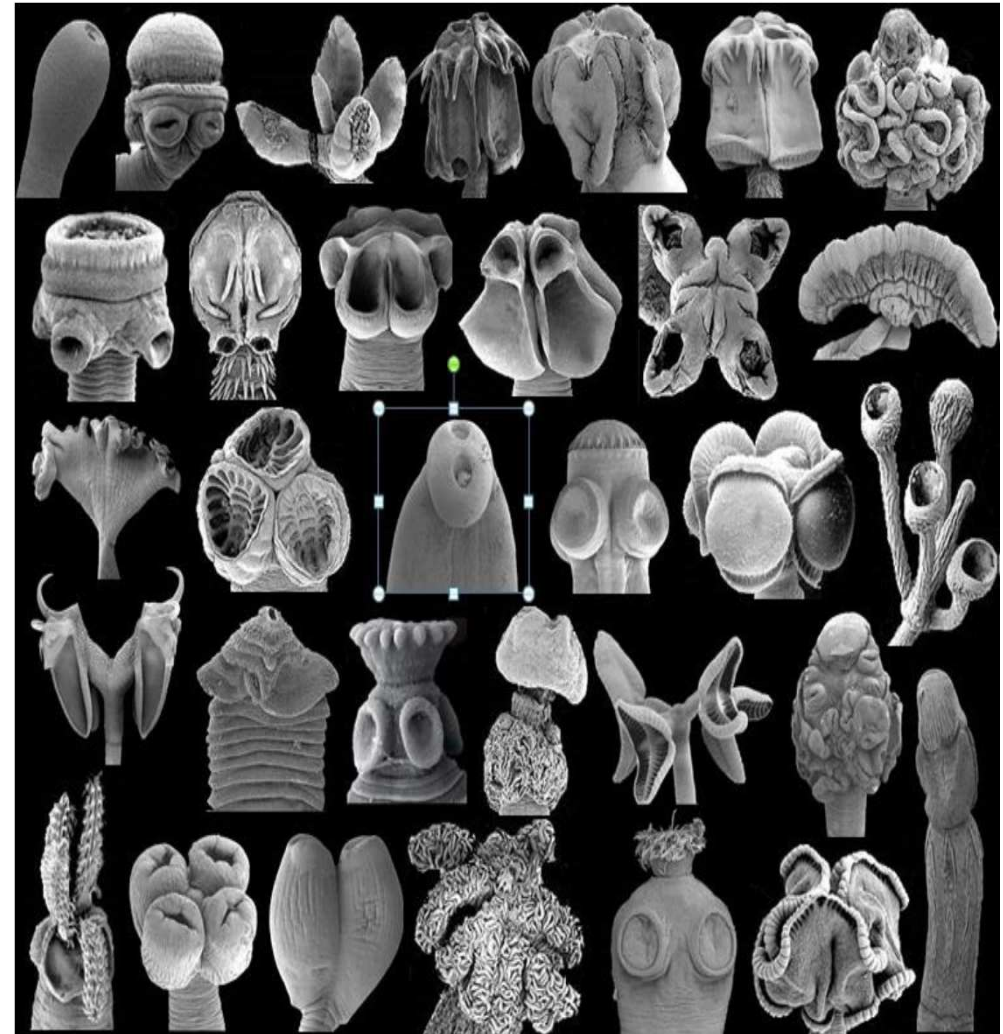
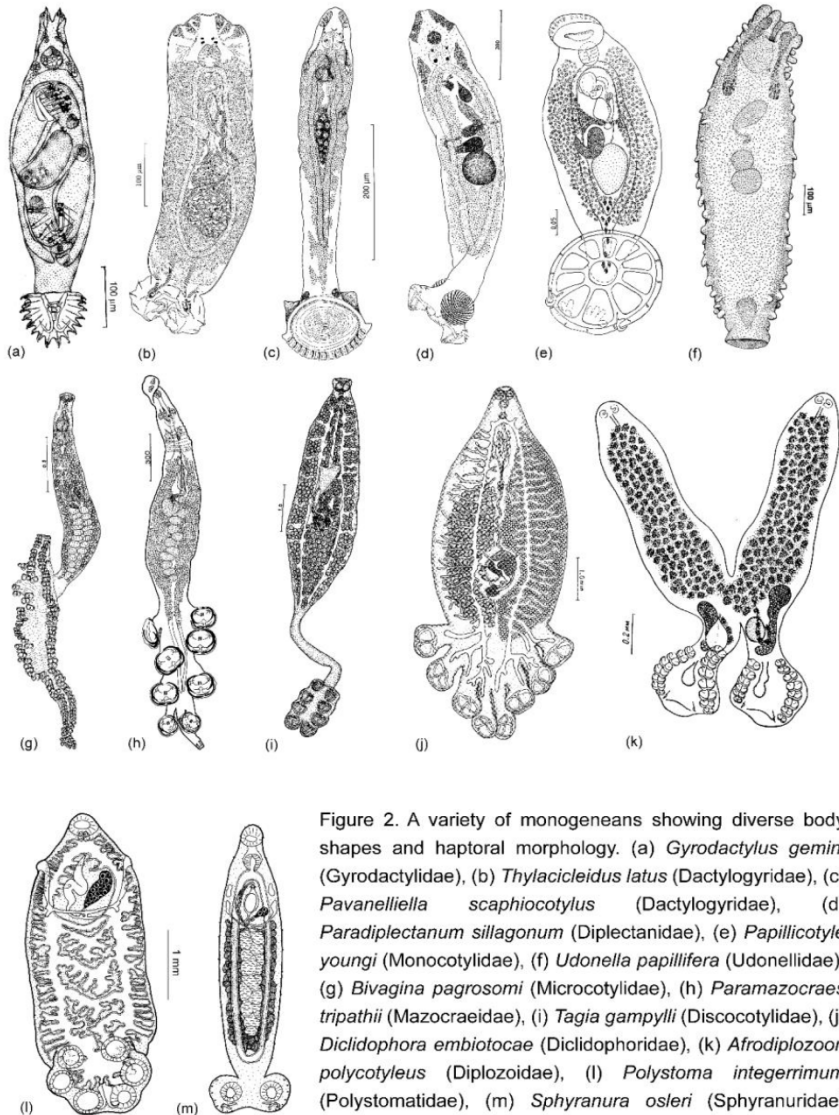
Populace parazita

Společenstvo cizopasníků

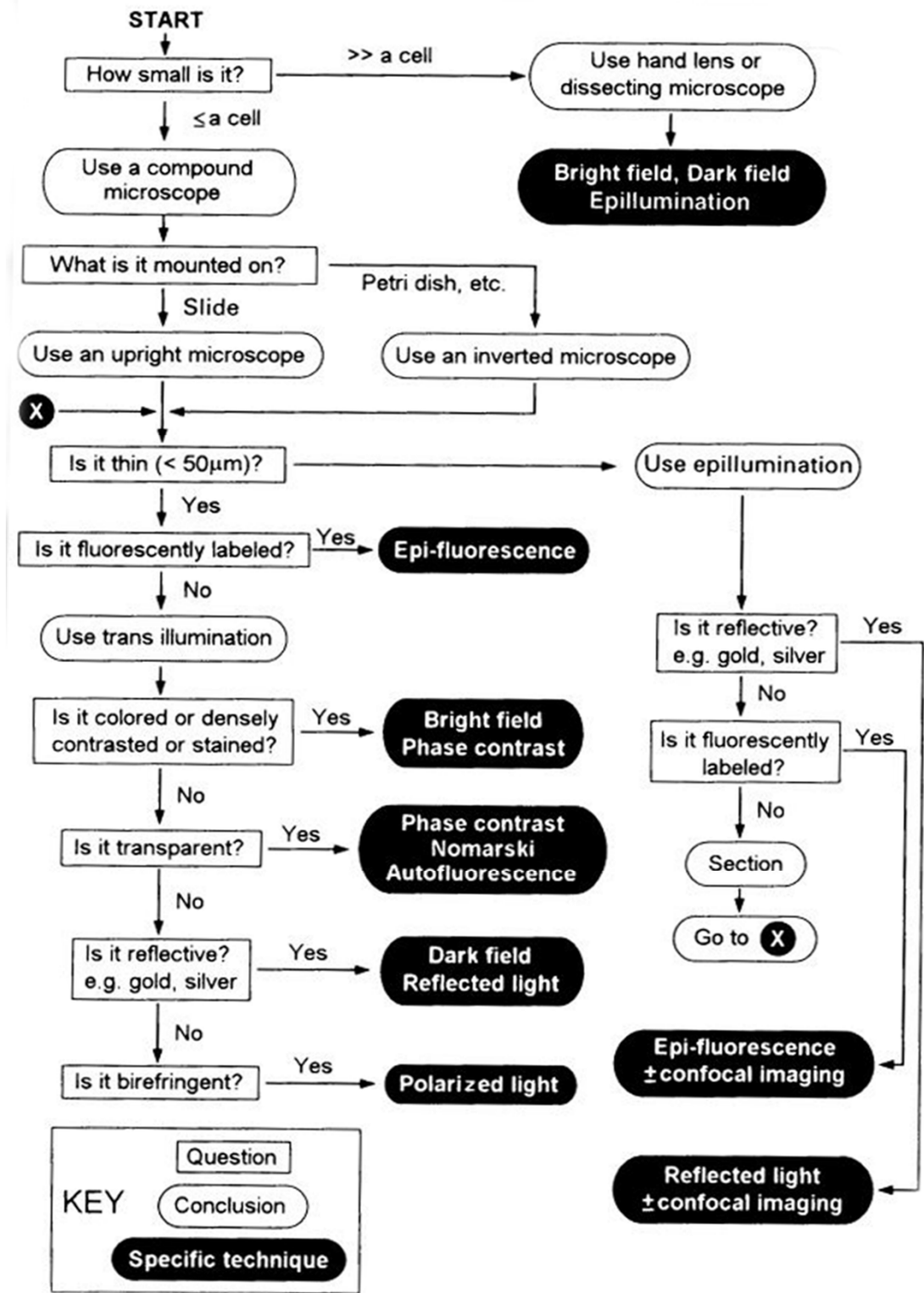
Studium na úrovni jedince

Variety of monogenean body shapes and haptor morphology

Variety of types of scolexes of cestodes



Použití různých mikroskopických



Bright field

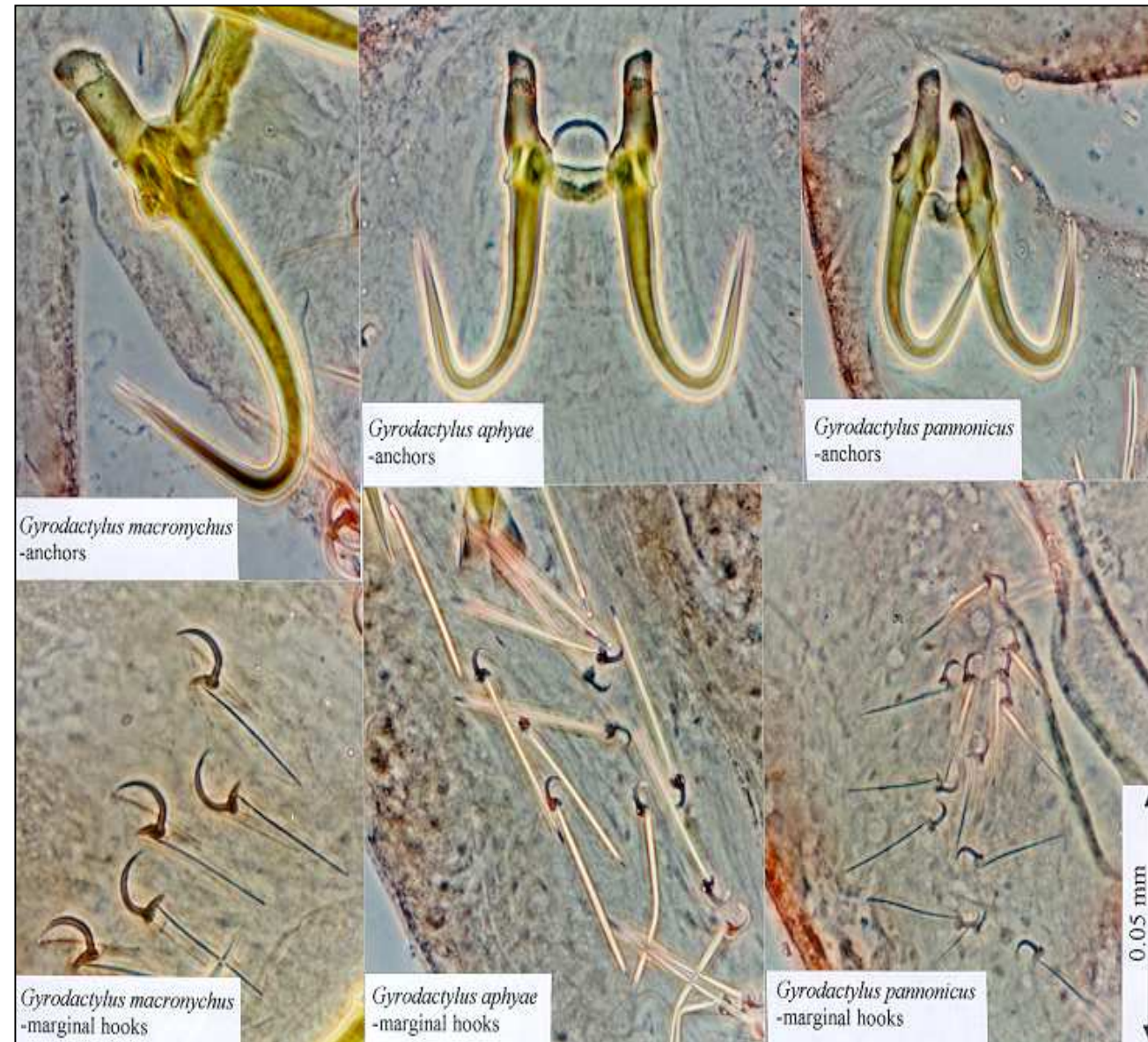
Eudiplozoon nipponicum



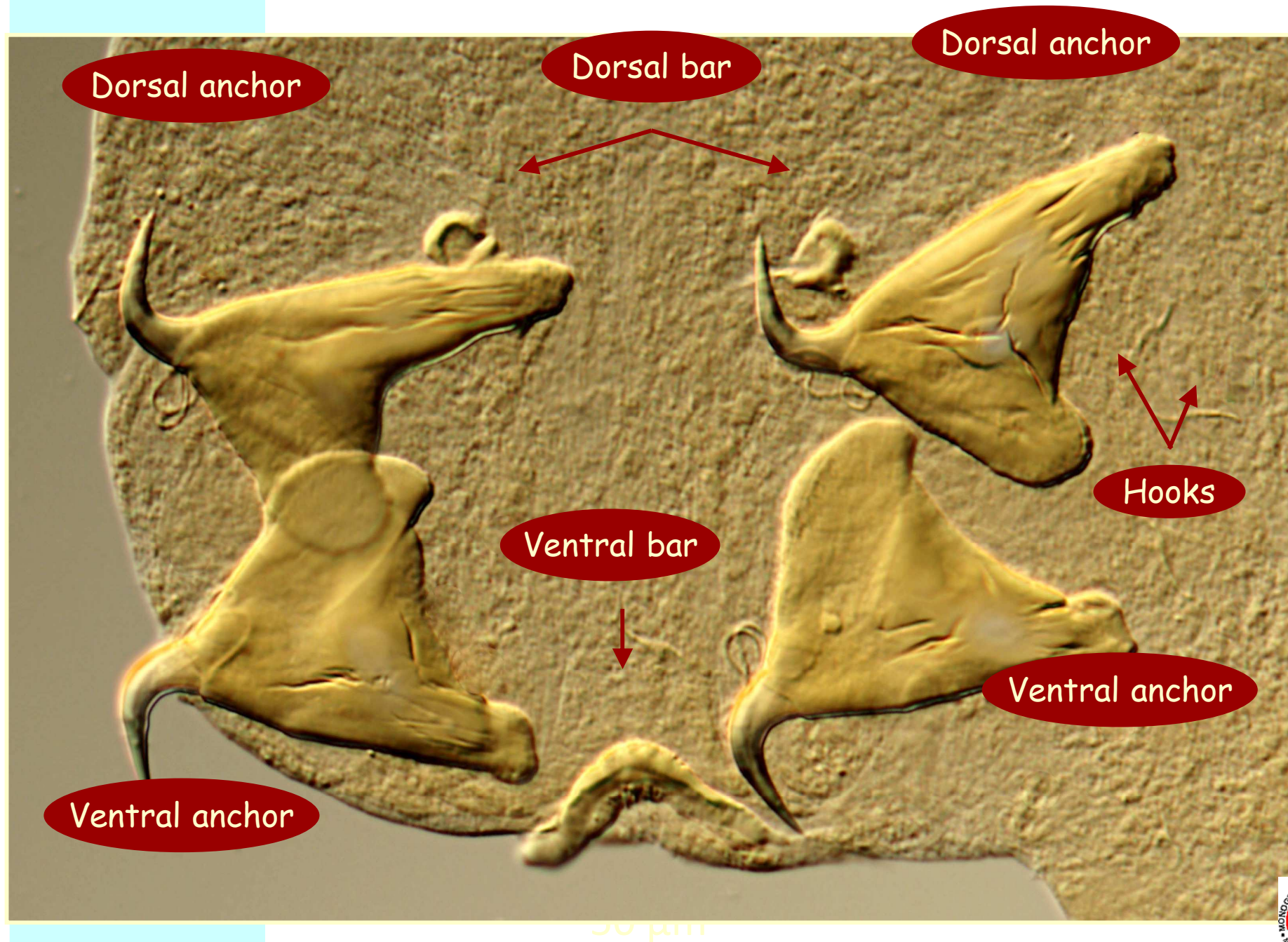
- Acetylcholine visualised with 5-bromo-chloro-indolyl acetate

(Zurawski T.H. et al., 2001)

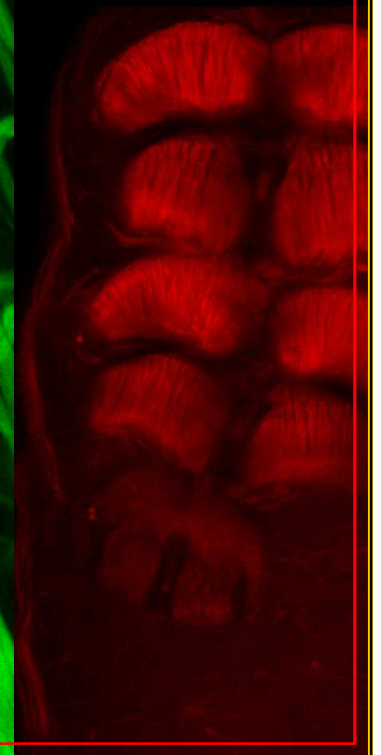
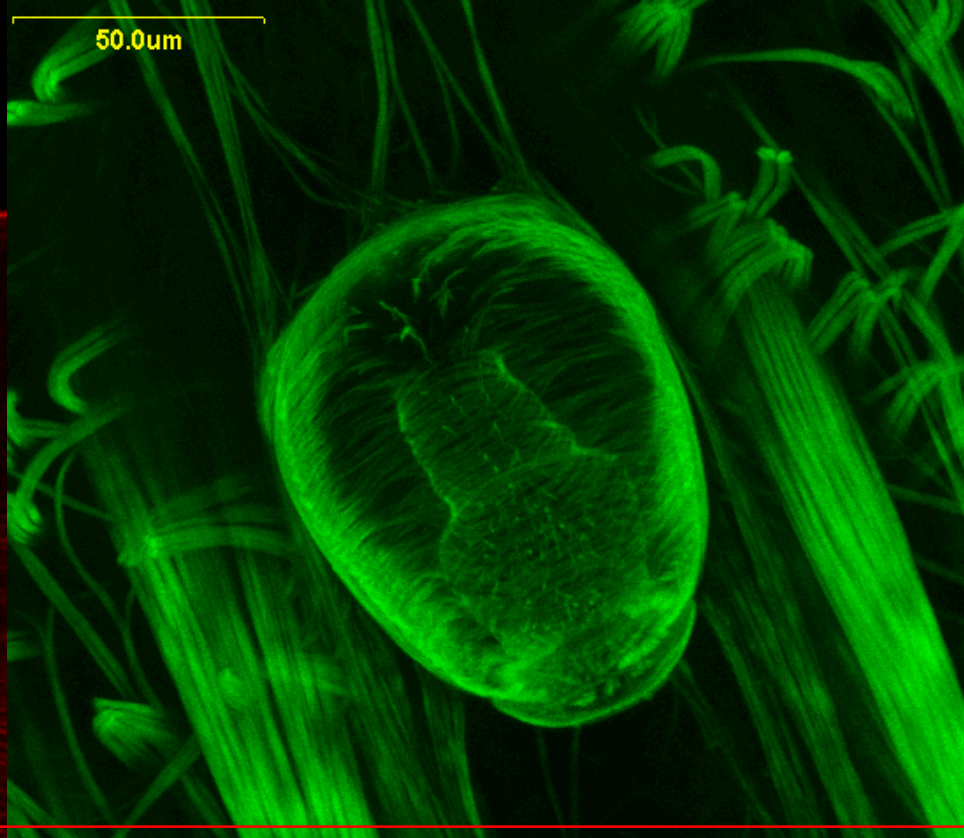
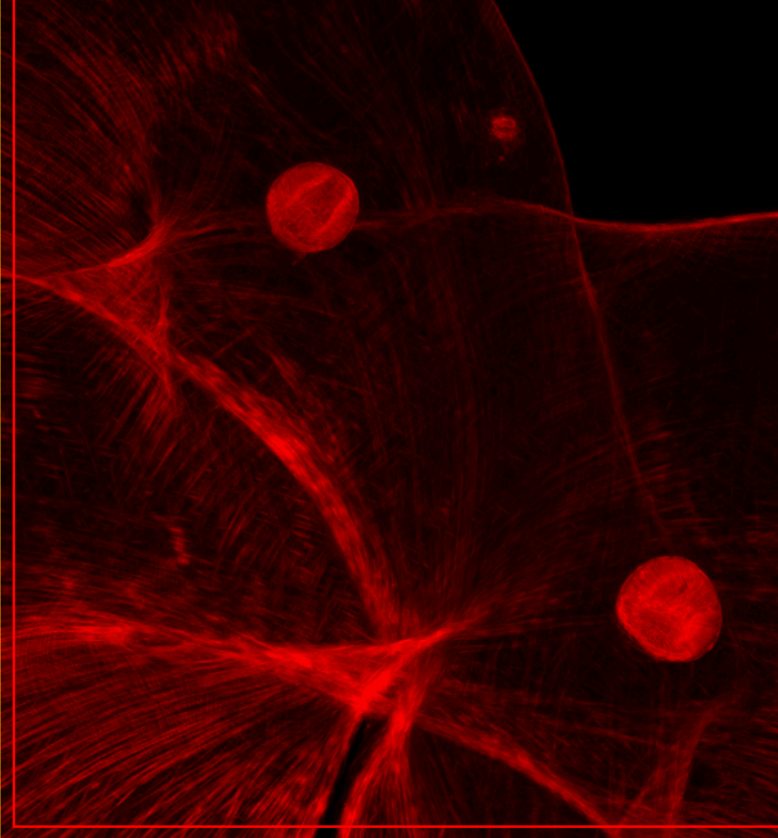
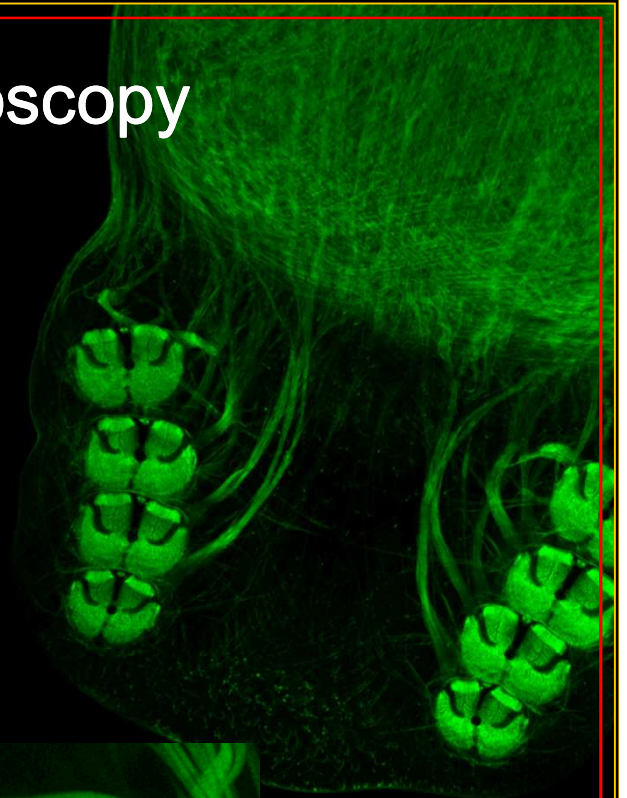
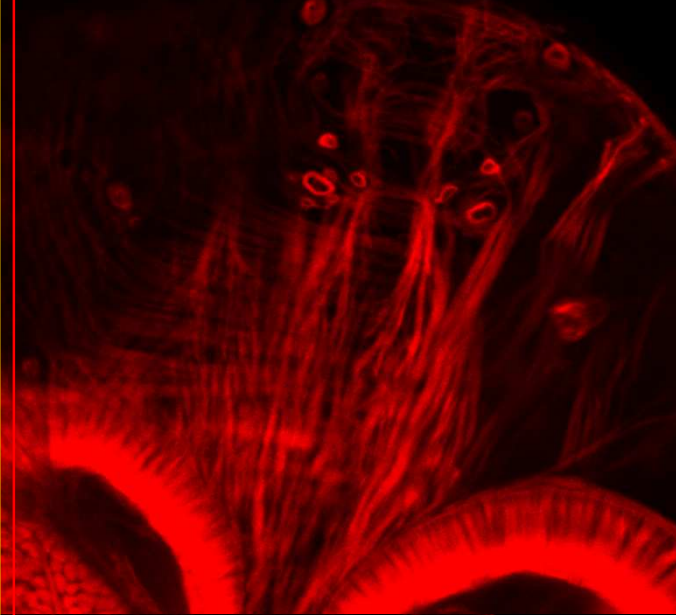
Phase contrast microscopy – viviparous gyrodactylids



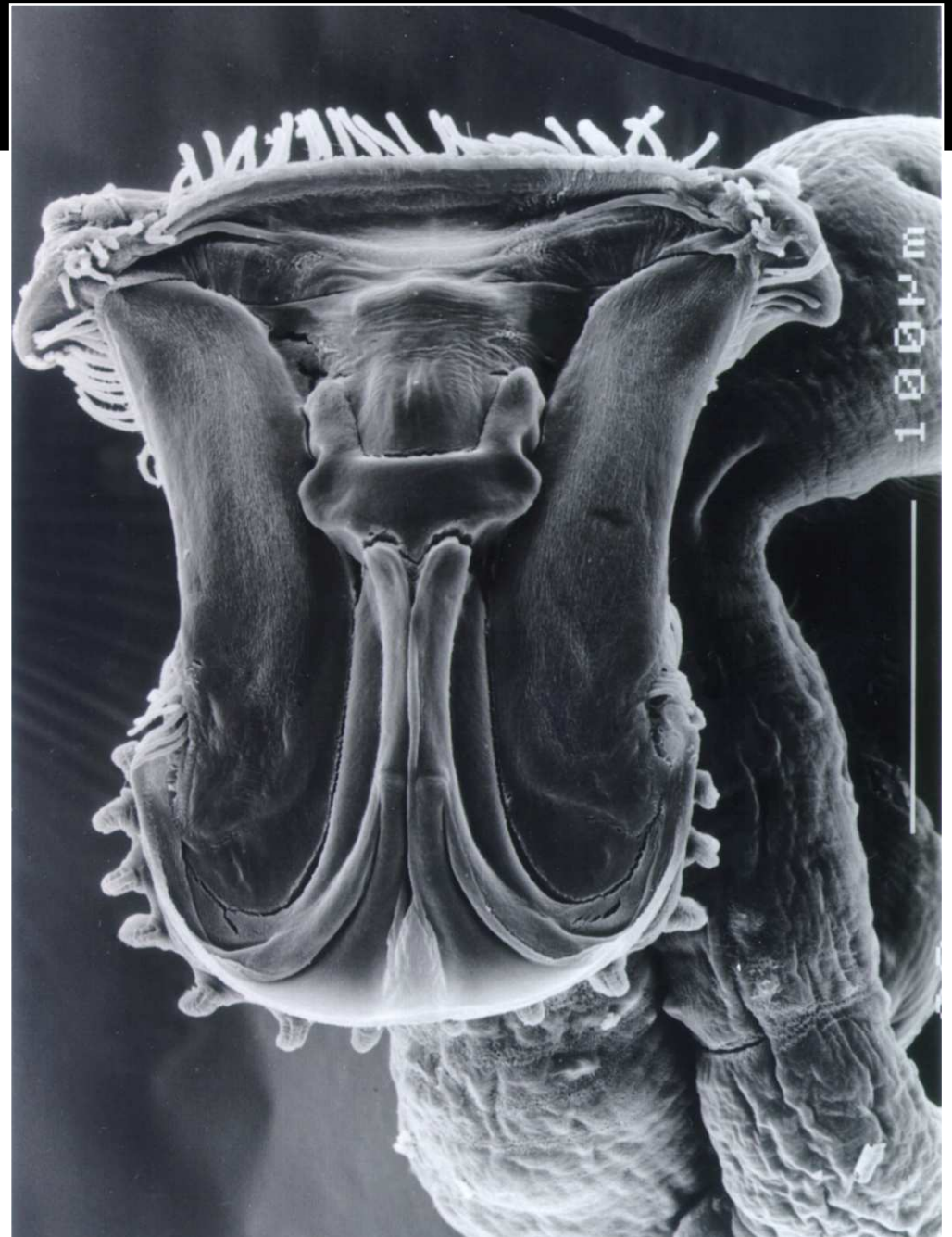
DIC according to Nomarski



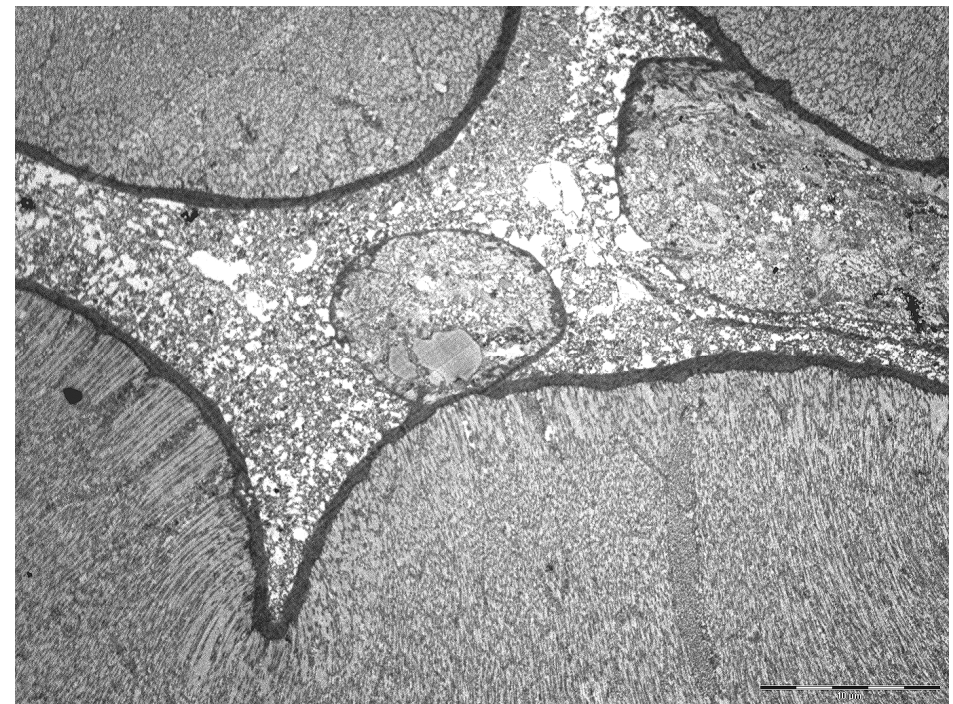
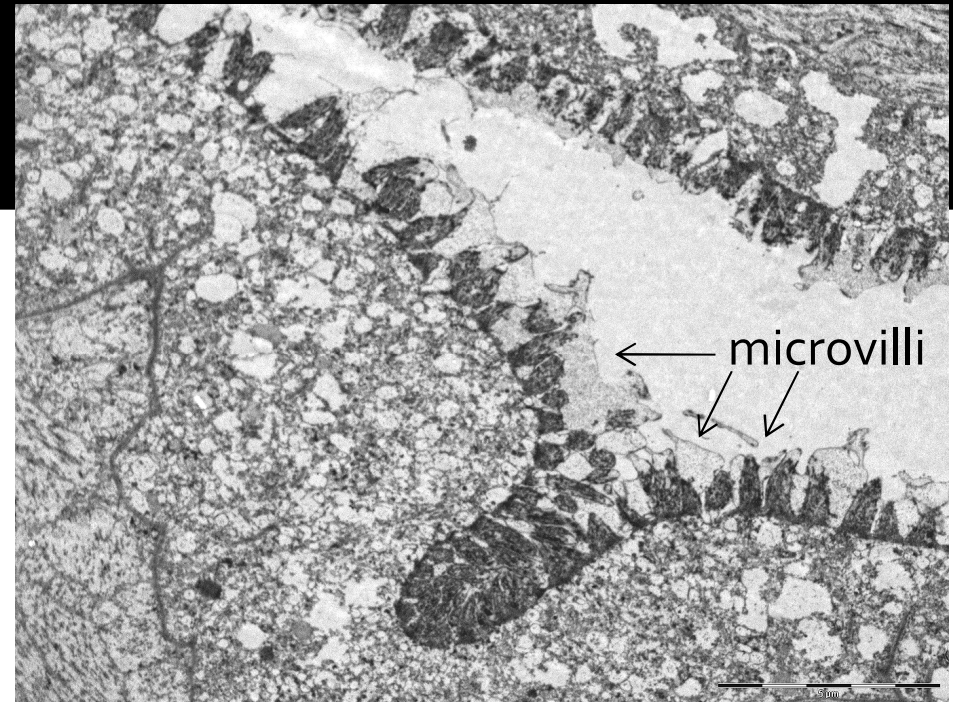
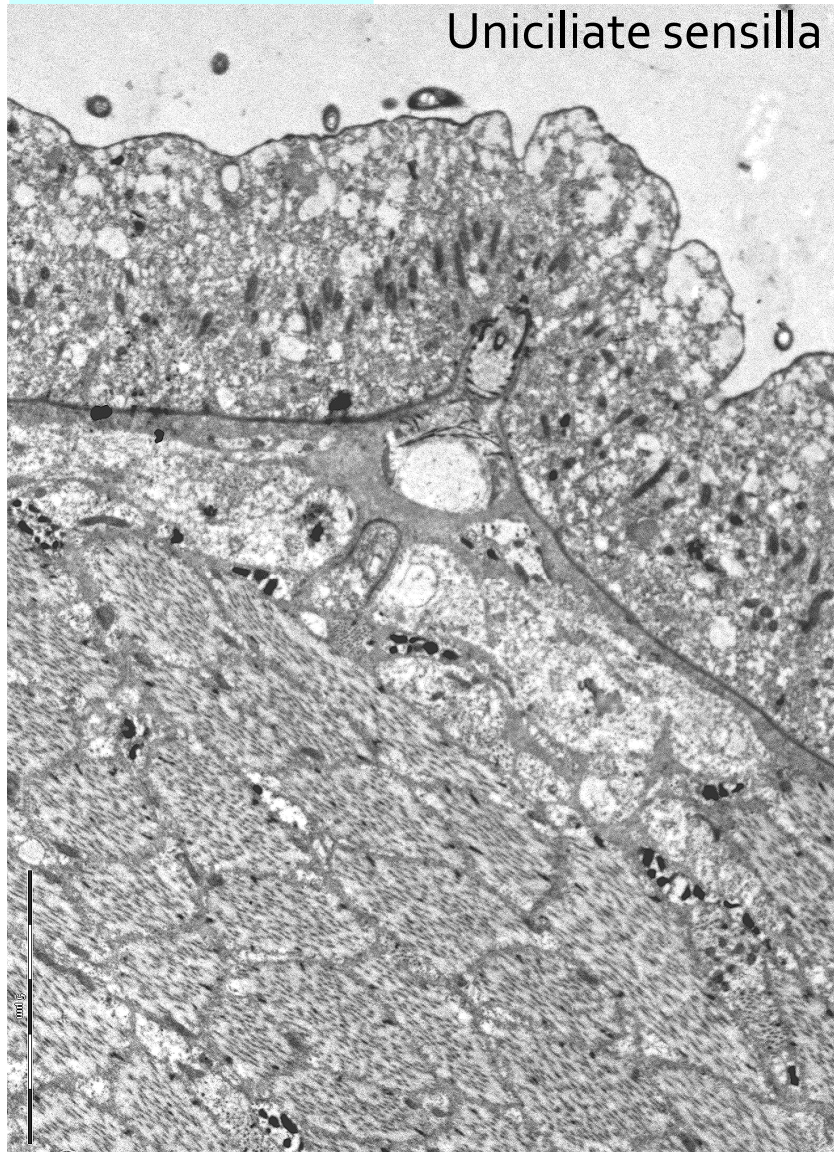
CLSM - Confocal laser scanning microscopy



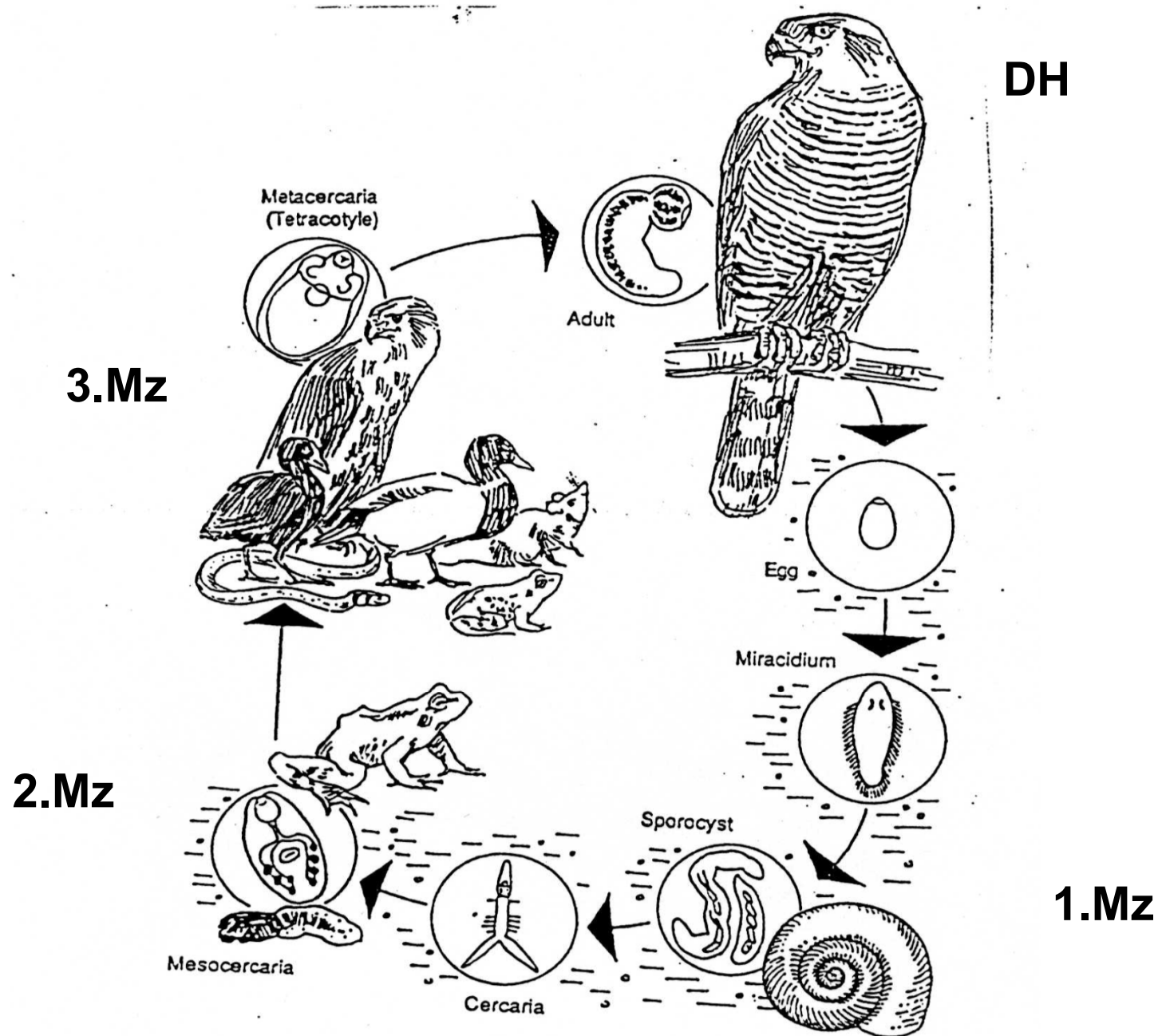
SEM - examples



TEM – *E. nipponicum*



Populace parazita - životní cyklus nepřímý



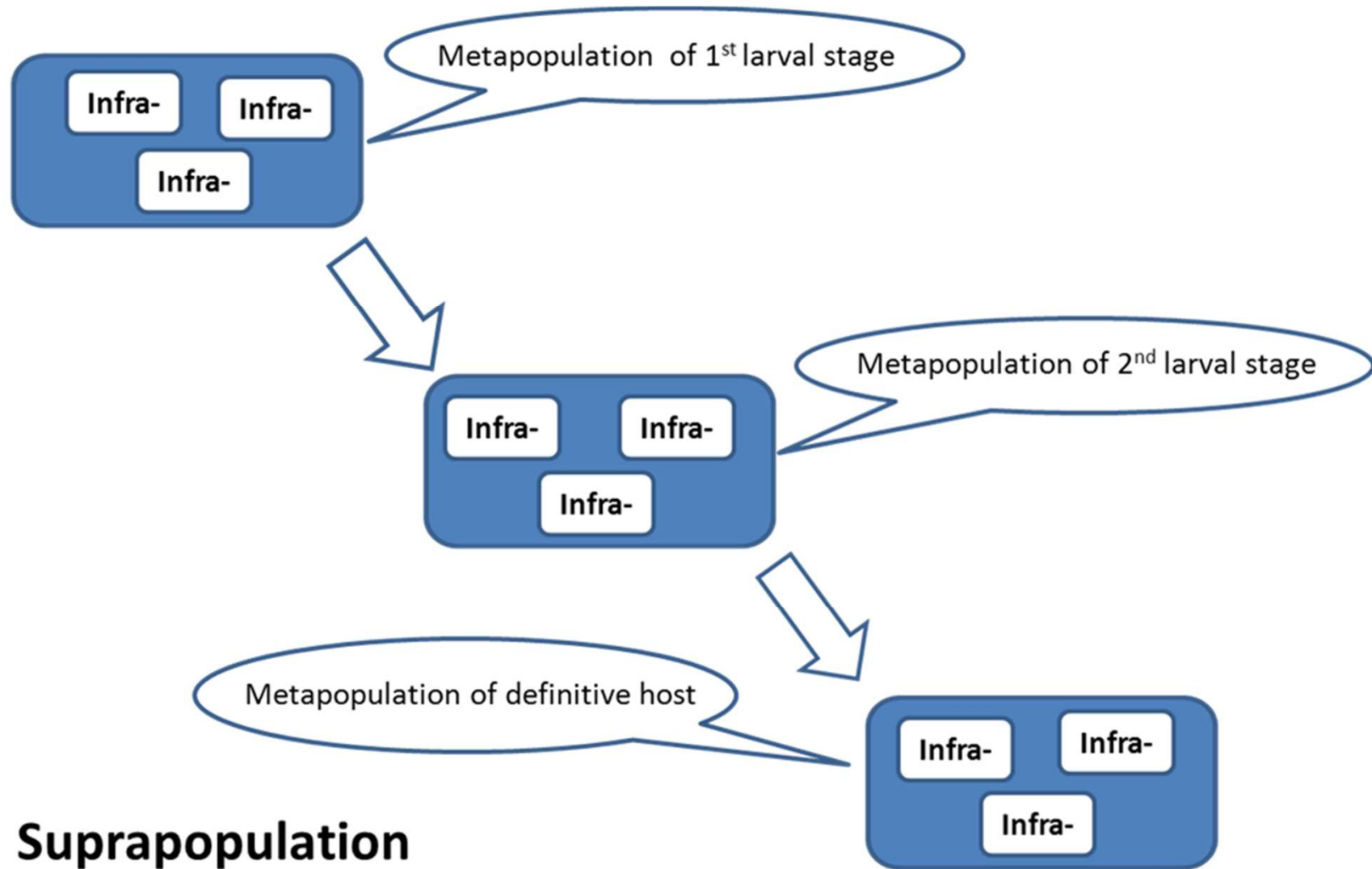
Paraziti a populace hostitelů



Hierarchická struktura populace parazita

- **Infrapopulace** – soubor všech cizopasníků jednoho druhu parazitujících na jedinci hostitele
- **Metapopulace** - soubor všech cizopasníků jednoho druhu parazitujících na populaci hostitele
- **Suprapopulace** – soubor všech metapopulací daného druhu parazita v daném ekosystému

Hierarchická struktura populace parazita



Epidemiologie: host density, host longevity

The basic reproduction number R_0

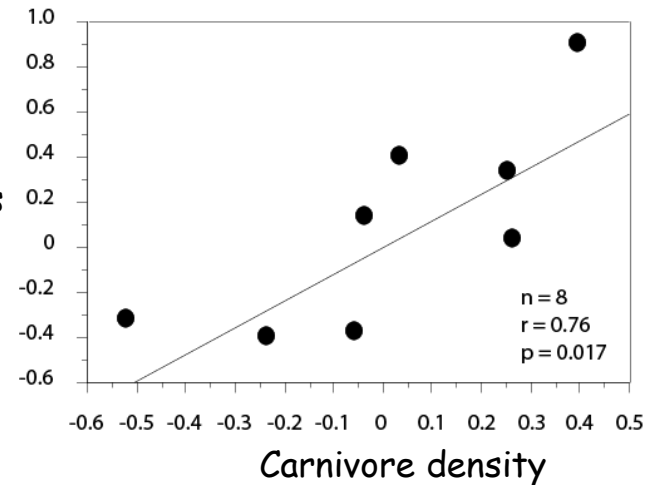
$$R_0 = \frac{\lambda \beta H}{(\mu_e + \beta H)(\alpha + \mu_p + b)}$$

Diagram illustrating the components of the basic reproduction number R_0 :

- Transmission factor** (indicated by a downward arrow) points to the product $\lambda \beta H$ in the numerator.
- Parasite fecundity** (indicated by a downward arrow) points to λ .
- Host density** (indicated by a downward arrow) points to H .
- Free-living stage (W) mortality** (indicated by an upward arrow) points to μ_e in the denominator.
- Parasite virulence** (indicated by an upward arrow) points to α in the denominator.
- Adult parasite mortality** (indicated by an upward arrow) points to μ_p in the denominator.
- Host mortality** (indicated by an upward arrow) points to b in the denominator.

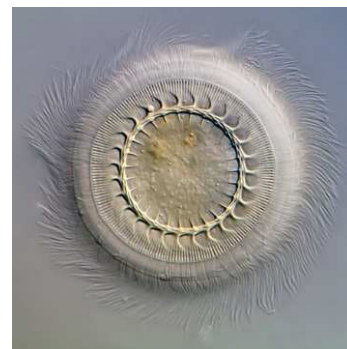
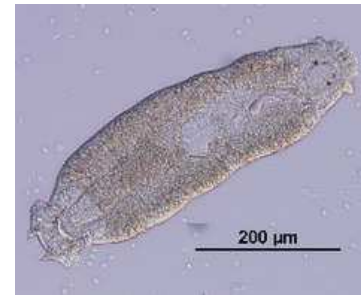
Carnivores (Torres et al., 2006):
distribution range
density

Helminth
species richness

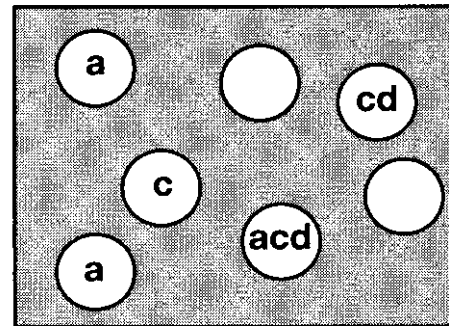
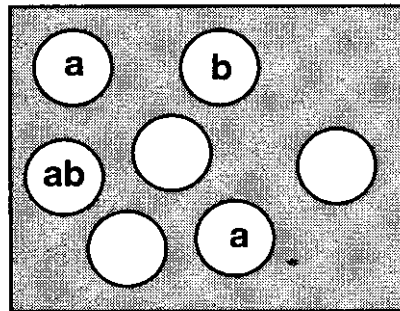


Společenstvo cizopasníků

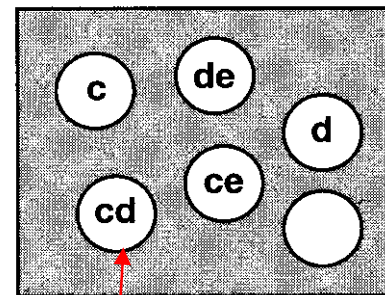
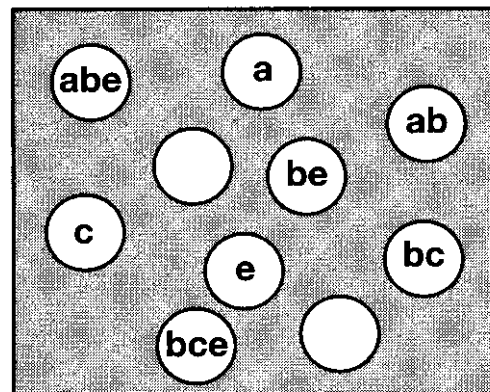
- ▶ Heterotypický soubor složený z jedinců různých druhů parazitů, kteří spolu mohou mít interakce
- ▶ např. společenstvo parazitů na žábách ryb.



Hierarchická klasifikace společenstev cizopasníků na daném jedinci hostitele



Parazitofauna daného druhu
hostitele – 5 druhů parazitů



Hostitelská populace -
2 až 4 druhy parazitů

Individuální hostitel – 0 to 3 druhy parazitů

Hierarchická klasifikace společenstev cizopasníků

▶ **Infraspolečenstvo**

soubor sestávající ze všech parazitů různých druhů na jednom jedinci hostitelského organismu

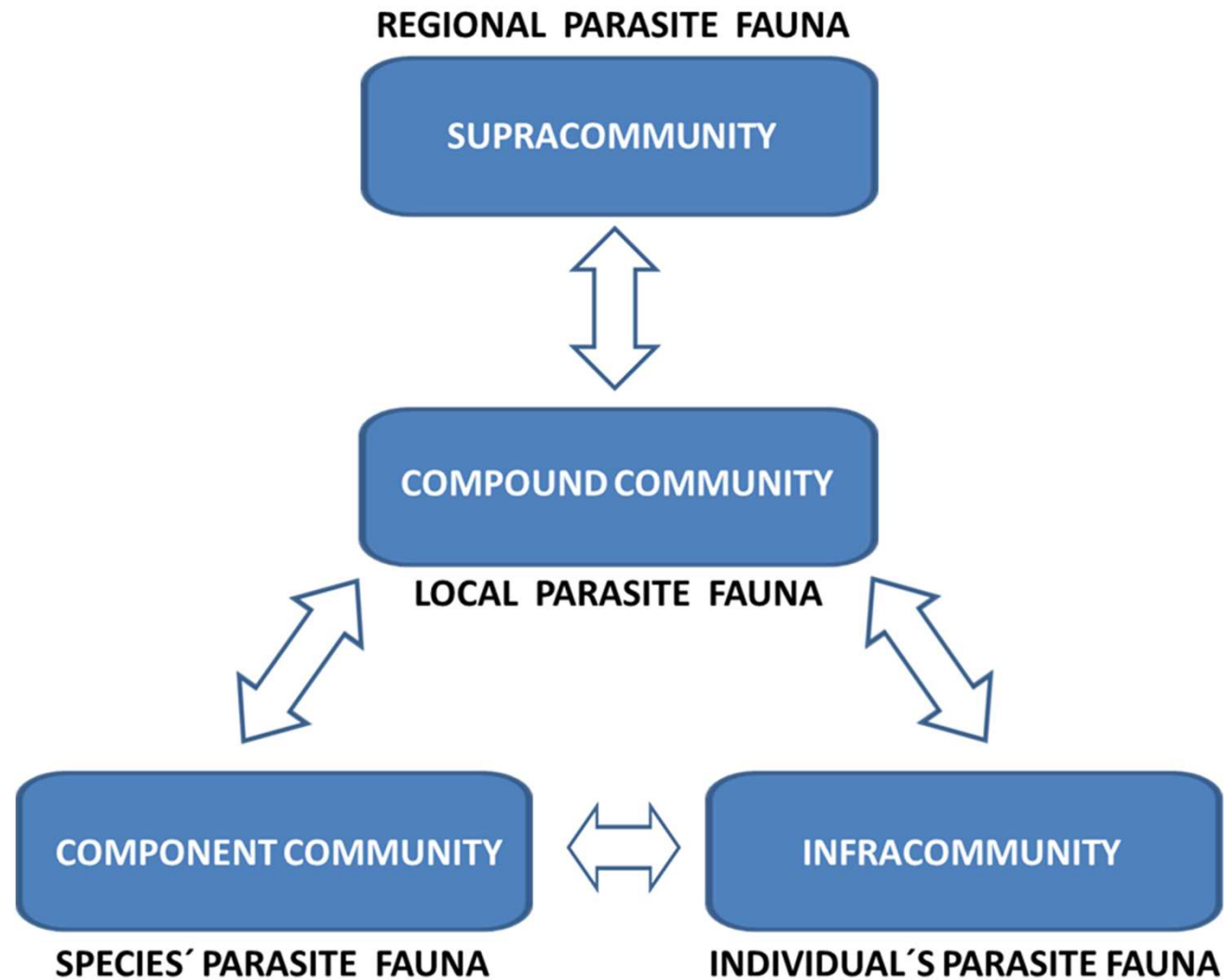
▶ **Metaspolečenstvo** (component community)

soubor sestávající ze všech parazitů různých druhů parazitujících na populaci hostitelů (v daném prostoru a čase)

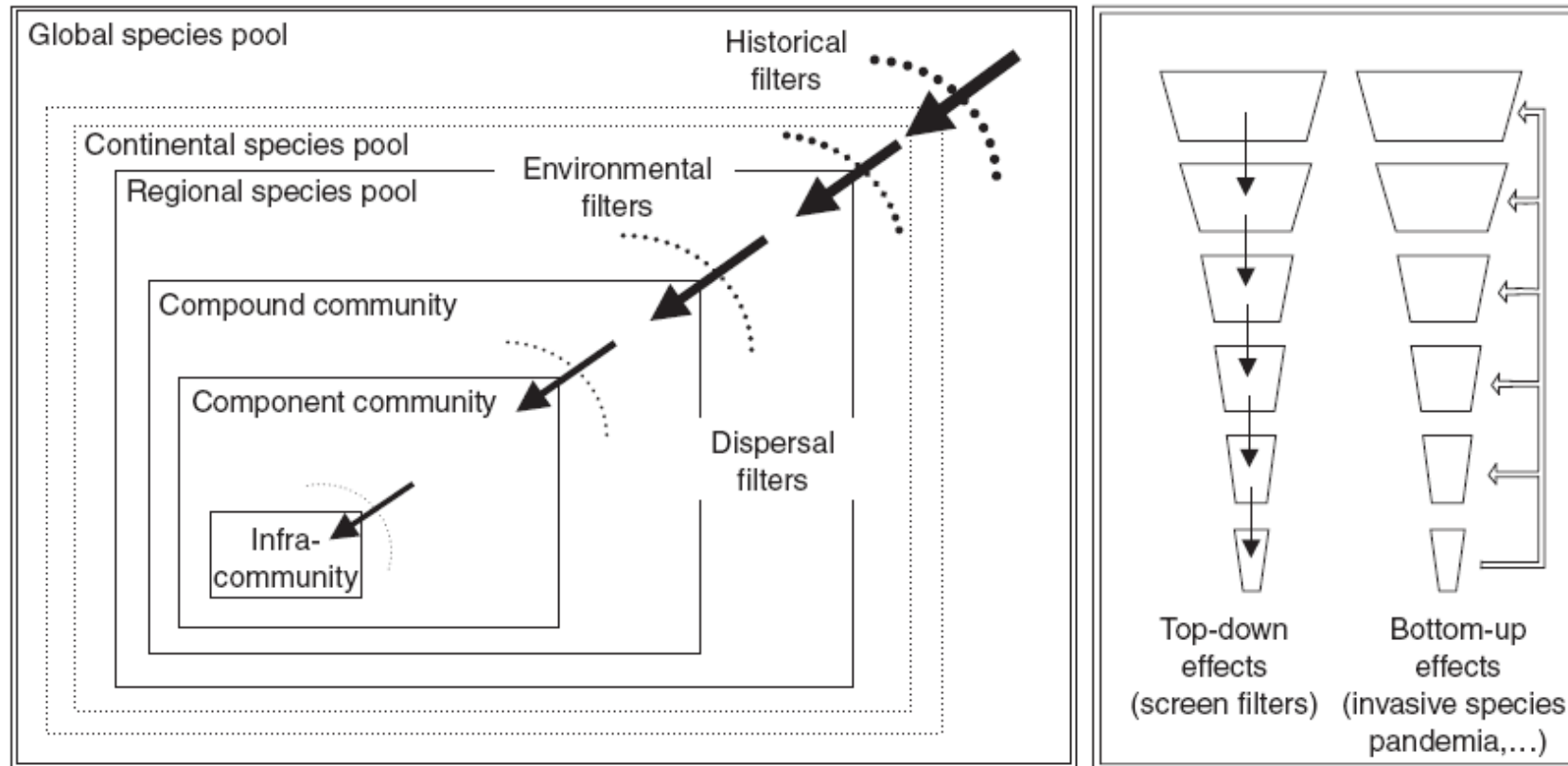
▶ **Supraspolečenstvo** (compoud community)

soubor sestávající ze všech metaspolečenstev cizopasníků v daném ekosystému

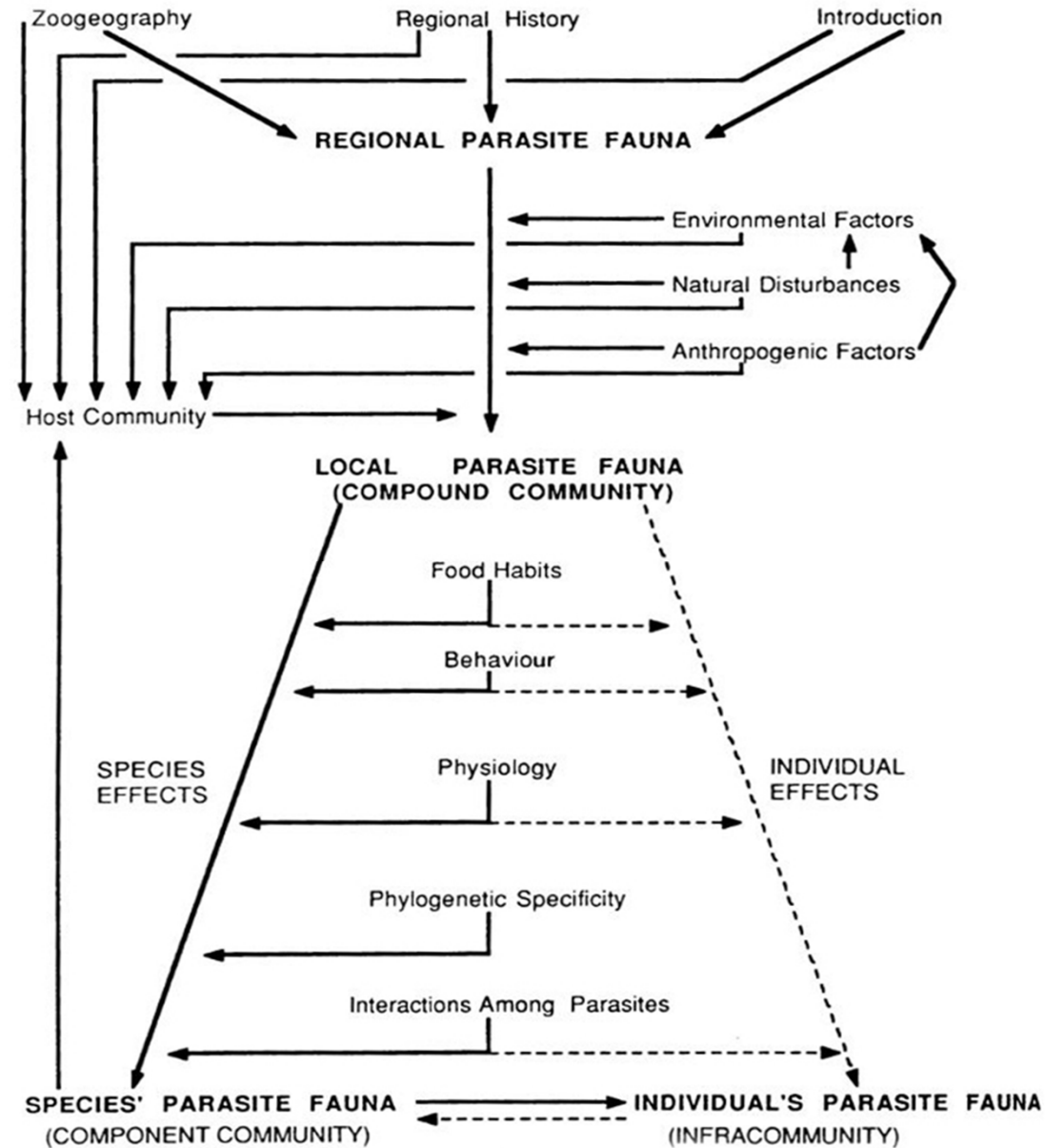
Hierarchická organizace společenstev cizopasníků



Hierarchické upořádání různých úrovní společenstev cizopasníků



Determinanty struktury společenstev cizopasníků

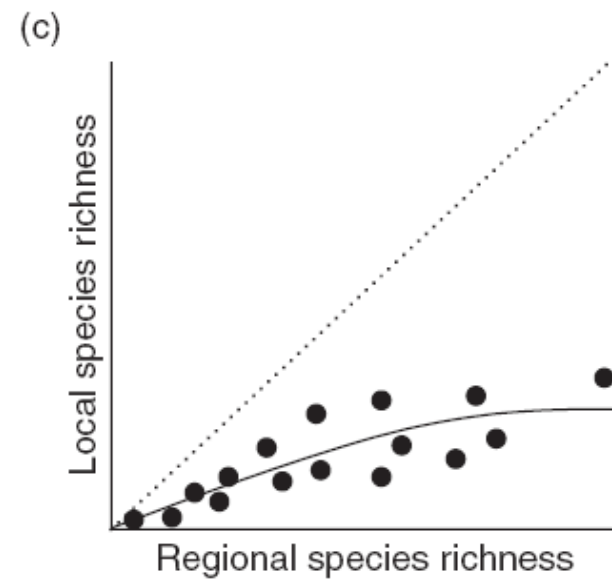
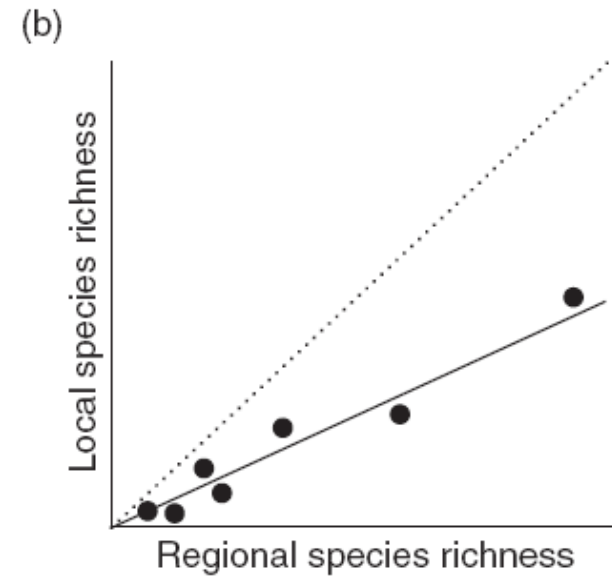
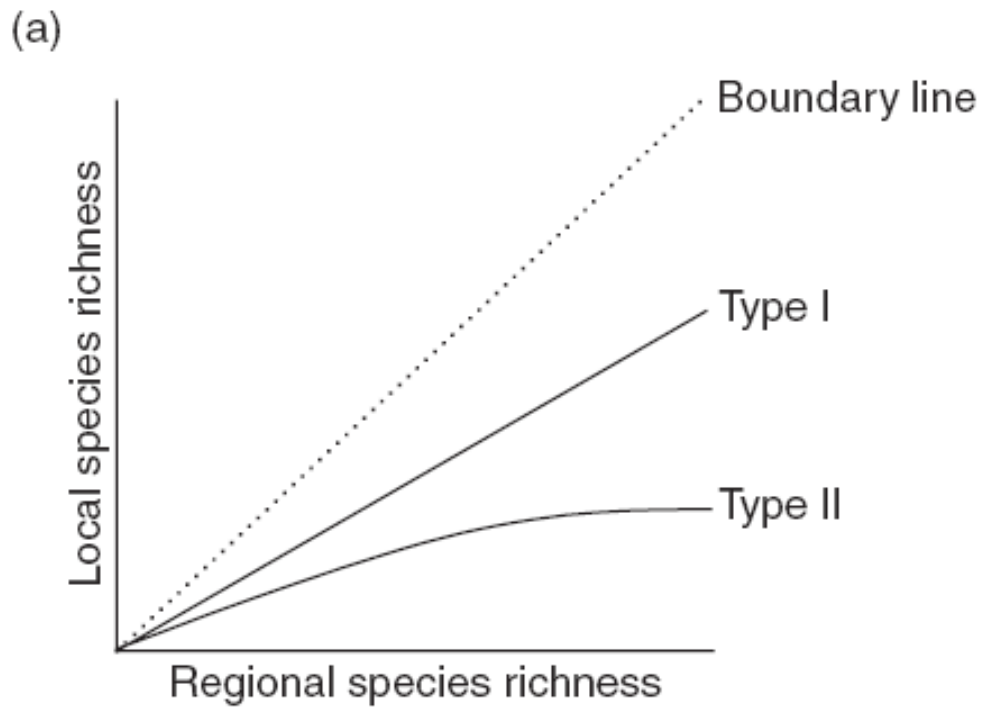


Infraspolečenstvo

- ▶ Počet druhů cizopasníků
- ▶ Relativní abundance (počet jedinců každého druhu cizopasníka)

- ▶ Dynamický systém – mobilita, natalita, mortalita
- ▶ Formování v reálném ekologickém čase, vliv infekce na demografické procesy systému
- ▶ Typická krátká doba života
- ▶ Predikovatelná nebo náhodná struktura ?
 - vysoce strukturované s predikovatelných složením druhů
 - náhodný soubor druhů

Saturace společenstev cizopasníků



Saturace infraspolečenstev ?

- ▶ Kennedy & Guégan (1996) 64 metaspolečenstev střevních helmnitů

Může saturace limitovat počet druhů v infraspolečenstvu ?

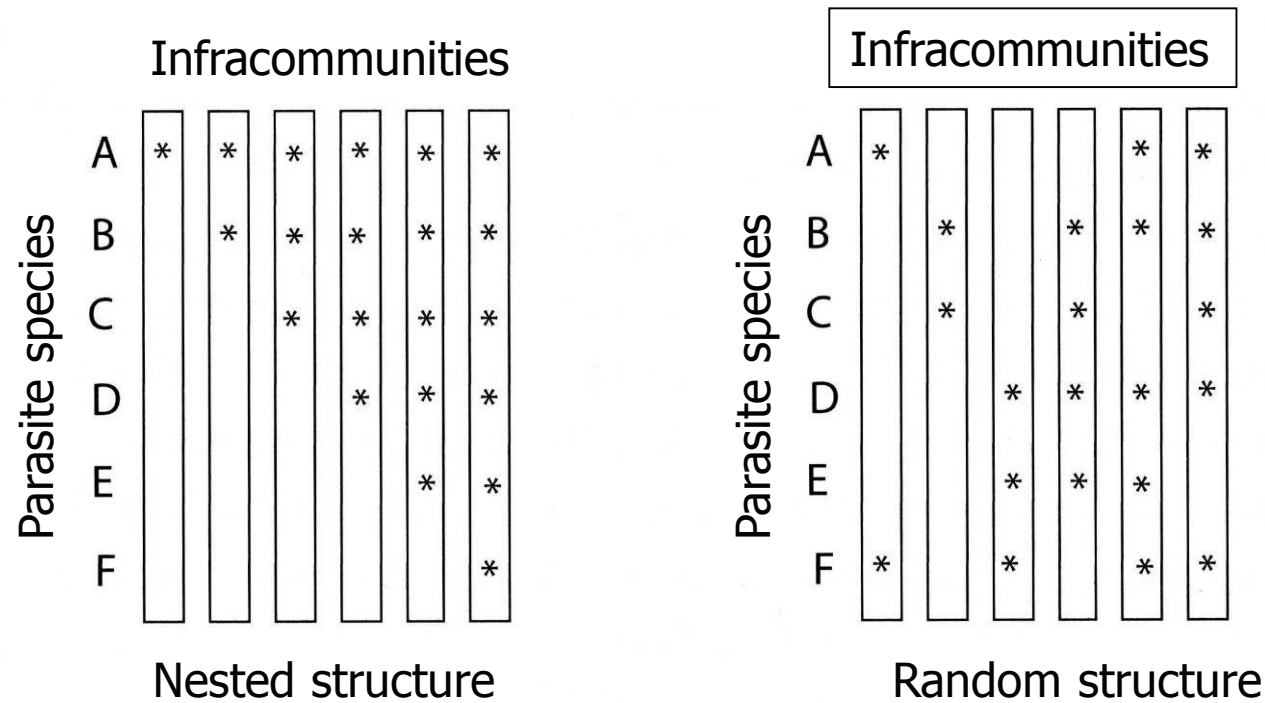
Saturace druhů infraspolečenstev je velmi vzácným jevem

Saturace ale díky biomase cizopasníků

„Nested“ struktura infraspolečenstev cizopasníků

- ▶ Nenáhodná distribuce of species richness mezi infraspolečenstvy
- ▶ Hierarchická struktura společenstev ve fragmentovaných habitatech (poprvé popsáno u společenstev savců na ostrovech)
- ▶ Hostitel = fragmentovaný habitat – nenáhodná distribuce druhů parazitů mezi Infraspolečenstvy v Metaspolečenstvu

„Nested“ struktura infraspolečenstev parazitů



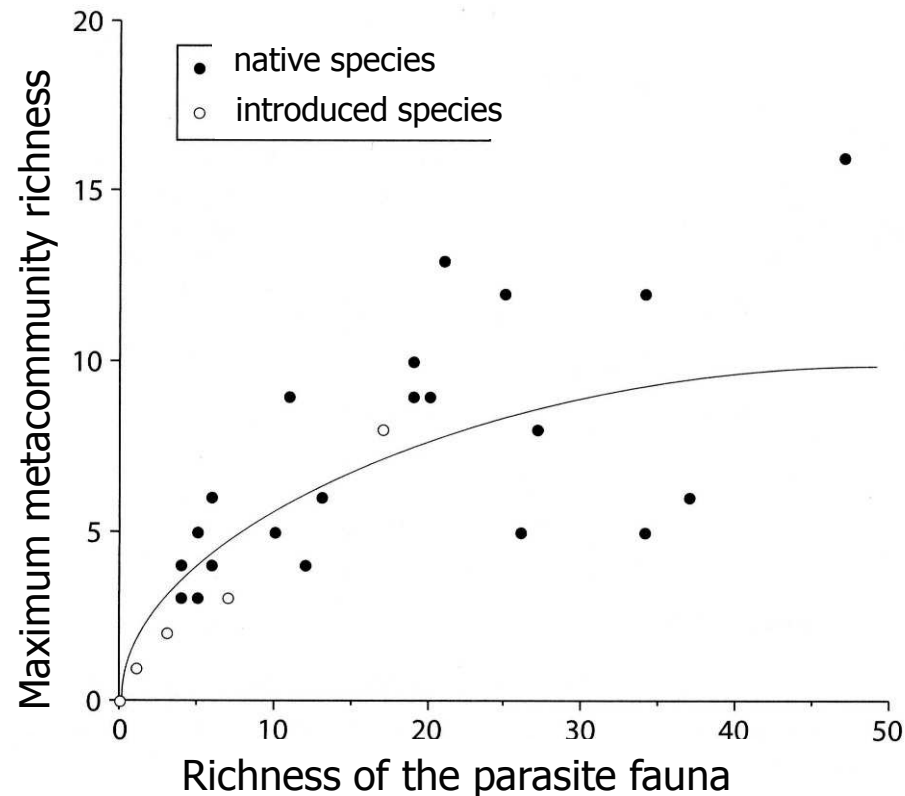
Dva typy hypothetické distribuce druhů parazitů mezi infraspolečenstvy

Metaspolečenstvo

- ▶ Déle žijící soubor parazitů než jejich infraspolečenstvo
- ▶ MS je formováno delší evoluční časovou škálou během procesů invaze, speciace, extinkce, kolonizace a směnou hostitelů (host switches)
- ▶ Maximální počet druhů cizopasníků = počet druhů tvořících faunu parazitů (v dané oblasti)
- ▶ Často je stupeň saturace menší než parazitofauna

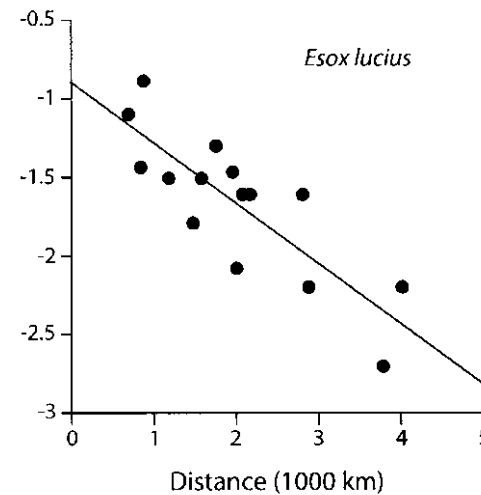
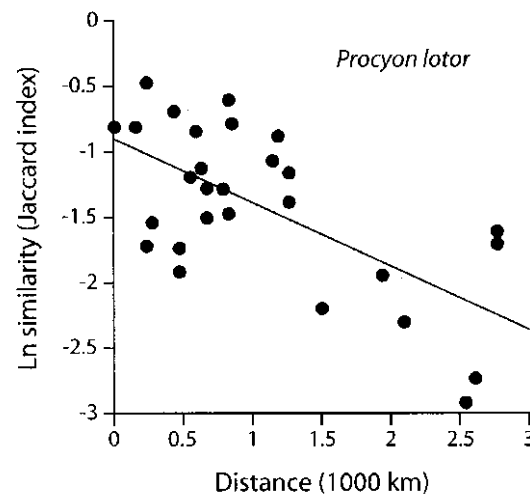
Saturace metaspolečenstev

- ▶ např. vztah mezi parasite species richness v MS a druhovou bohatostí parazitofauny, publikovaná studie parazitických helmintů 32 druhů sladkovodních ryb v UK (Kennedy & Guégan, 1994)

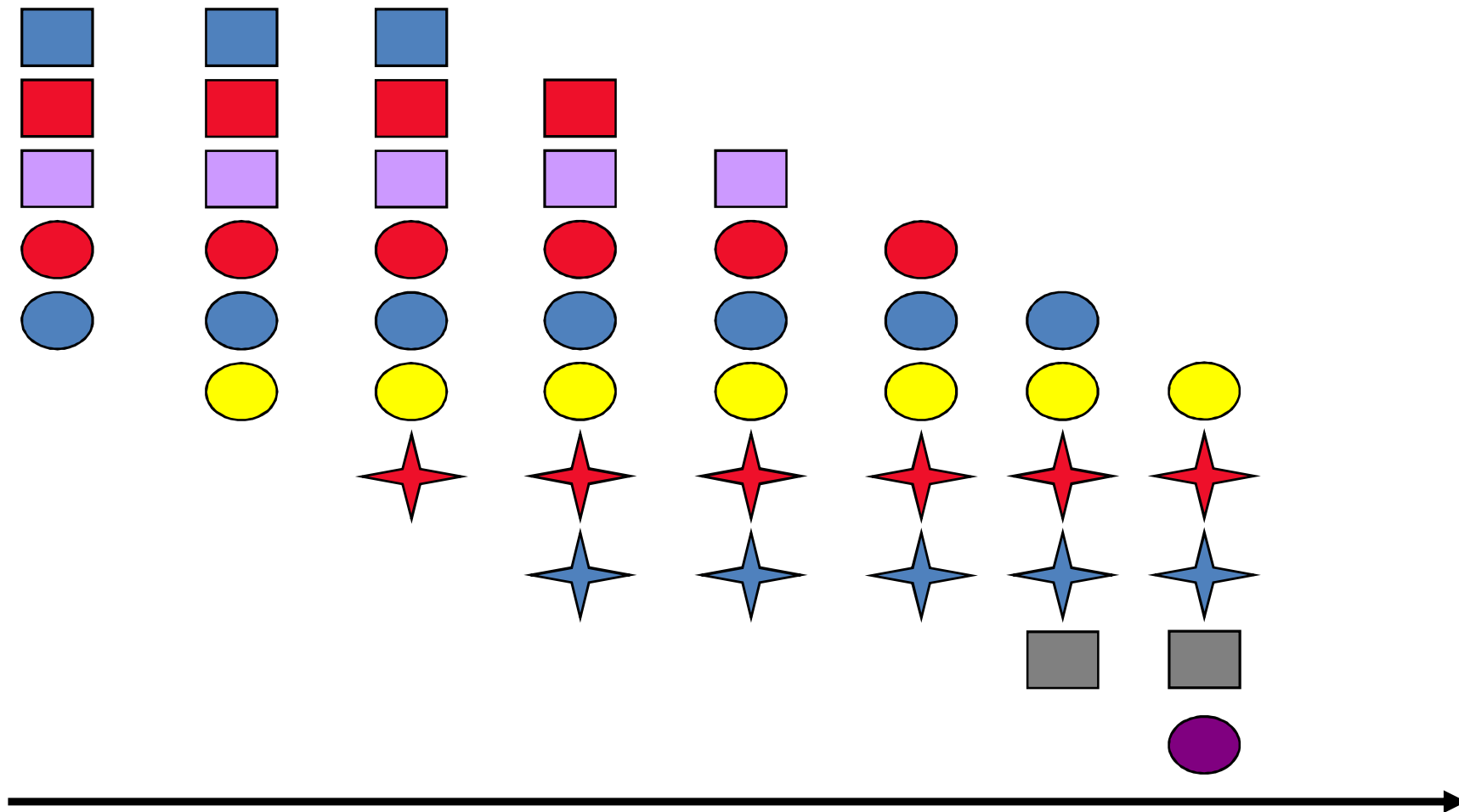


Podobnosti metaspolečenstev cizopasníků

- ▶ Kontakty hostitelů a výměna cizopasníků
- ▶ Fyzikální izolace hostitelských populací – rozdílné metaspolečenstva parazitů
- ▶ Geografická vzdálenost – dobrý prediktor podobnosti ve druhovém složení (není to ale univerzální fenomén)

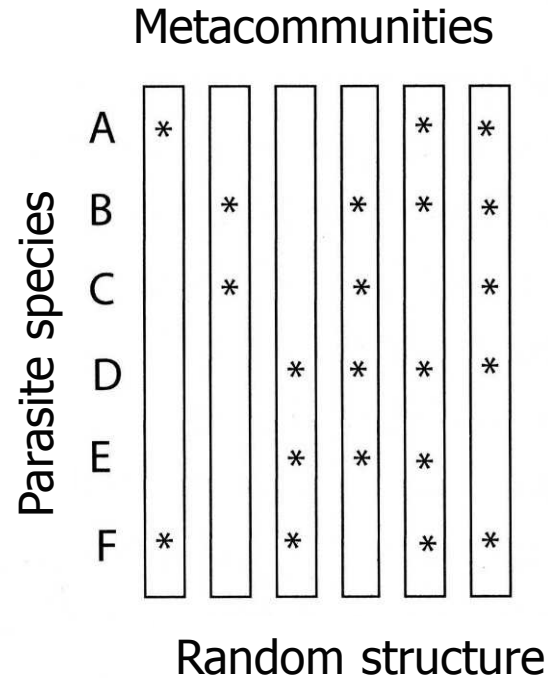
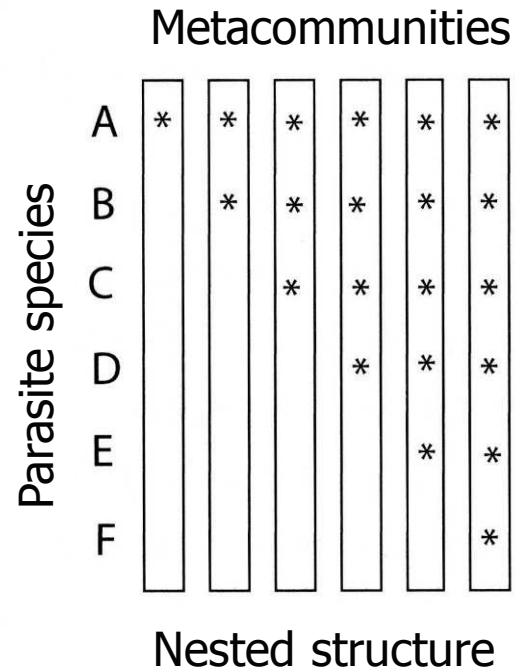


Pokles podobnosti s rostoucí vzdáleností



Geografická vzdálenost
Klimatický nebo environmentální gradient
Druhově specifická disperse

„Nestedness“ v metaspolečenstvech parazitů



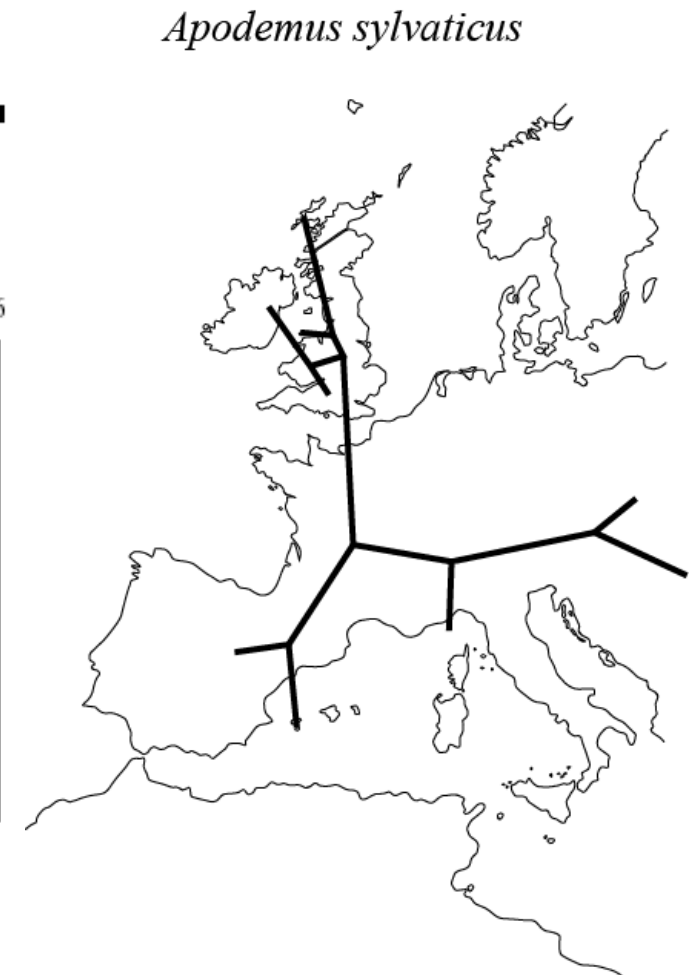
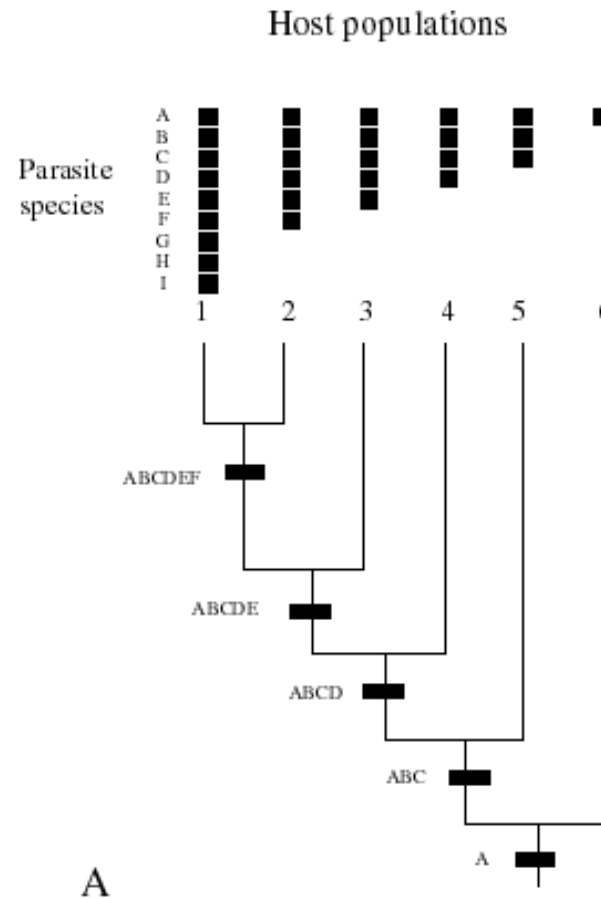
Každý druh parazita druhově chudší lokality je podjednotkou druhového složení lokality druhově bohatší

Nestedness metaspolečenstev a phylografie

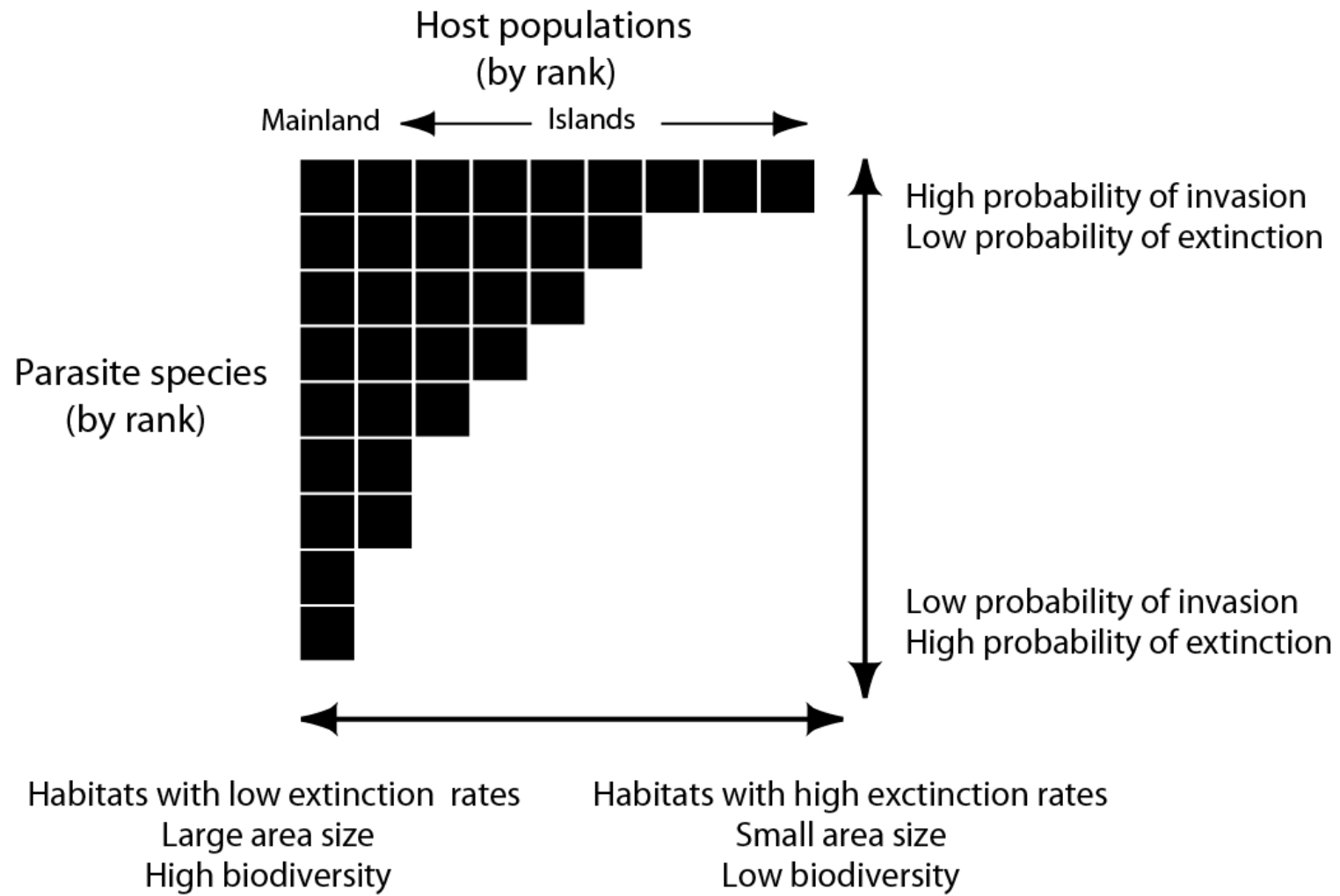


i.e. Helminths in *Apodemus sylvaticus*

Parasite species	Parasite group	Cycle	Spain	C.E.	Mallo.	Cor.	Menor	Itala	Staly	Ibica	Forme	Porq.	Porq.
<i>Syphacia zibroni</i>	N	D											
<i>Syphacia frederici</i>	N	D											
<i>Rodentolepis straminea</i>	C	I											
<i>Trichouris muris</i>	N	D											
<i>Heligmosomoides polygyrus</i>	N	D											
<i>Mesitophorus muris</i>	N	I											
<i>Fictulania prouti</i>	N	I											
<i>Styjabentoesia lobata</i>	C	I											
<i>Taenia laevicollis</i> larvae	C	I											
<i>Brachylaima</i> spp.	D	I											
<i>Aonchotheca muris-sylvatici</i>	N	D											
<i>Aspiculuris tetraptera</i>	N	D											
<i>Galligaster arfai</i>	C	I											
<i>Hymenolepis diminuta</i>	C	I											
<i>Pseudocatenocaulis metzgeri</i>	C	I											
<i>Taenia parva</i> larvae	C	I											
<i>Aonchotheca anisozoa</i>	N	D											
<i>Cooperia vitis</i>	D	I											
<i>Eucoleus bacillatus</i>	N	D											
<i>Ceiodium hepaticum</i>	N	D											
<i>Mesitiformis moniliformis</i>	A	I											
<i>Angiostrongylus djajendri</i>	N	I											
<i>Eucoleus garriticus</i>	N	D											
<i>Gongylonema neoplasticum</i>	N	I											
<i>Heligmosomum costellatum</i>	N	D											
<i>Physaloptera petula</i>	N	I											
<i>Brachylaima recurva</i>	D	I											
<i>Plagiorchiis muris</i>	D	I											
<i>Taenia laevicollis</i> larvae	C	I											
<i>Ceioncolella pusilla</i>	C	I											
<i>Ceioncolella gibbera</i> larvae	C	I											
<i>Rodentolepis thalense</i>	C	I											
<i>Hymenolepis muris-sylvatici</i>	C	I											
<i>Joyeuxiella parvulae</i> larvae	C	I											
<i>Mesocostolepis</i> sp. larvae	C	I											
<i>Mullerapi</i> sp.	C	I											
<i>Taenia polyacantha</i> (larvae)	C	I											
<i>Heligmosomum akjabseni</i>	N	D											
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	N	D											
<i>Platygodemoides hispanica</i>	N	D											
<i>Syphacia obvelata</i>	N	D											
<i>Aleria elata</i> larvae	D	I											
<i>Collyricobates mazzantoni</i>	D	I											
<i>Euperyphium melis</i>	D	I											
<i>Mecycalis apodemii</i>	D	I											
<i>Notocorylus reynaei</i>	D	I											
<i>Plagiorchiis elegans</i>	D	I											
<i>Plagiorchiis mazzantoni</i>	D	I											
<i>Palolana striatulum</i>	D	I											
<i>Sophicalomum pelesarcicum</i>	D	I											
<i>Styjabentoesia mulleri</i>	D	I											



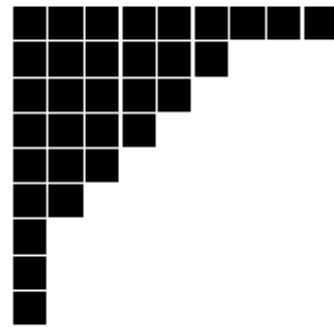
Nestedness v metaspolečenstvech



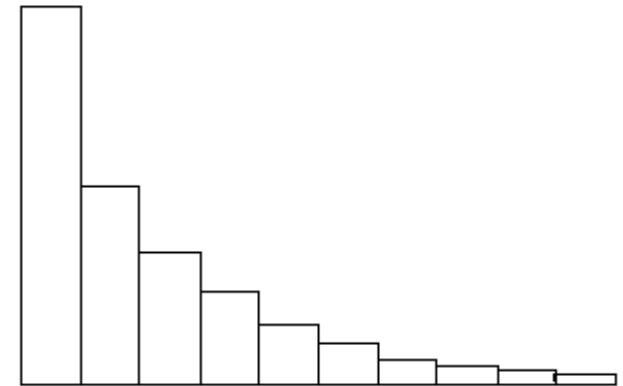
Které procesy generují nestedness ?

Nestedness – výsledek **epidemiologických procesů**
(Morand et al., 2002)

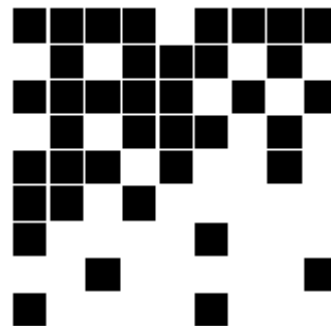
Nested pattern



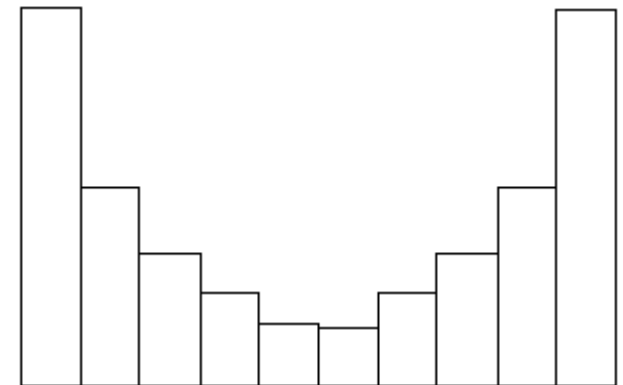
Unimodal distribution
of parasite prevalence



Non nested pattern



Bimodal distribution
of parasite prevalence



Souvislost mezi nestedness
a prevalencí parazitů –
Důsledky rozdílné kolonizace
parazitů a extinkce spojené
s natalitou a mortalitou

Interakce ve společenstvech parazitů

- ▶ Interakce parazitů s hostitelem
- ▶ **Interspecifické interakce**
- ▶ **Positivní** – narušení obranných mechanismů hostitele jedním druhem parazita může napomoci jinému druhu cizopasníka
- ▶ **Negativní** – přítomnost jednoho druhu cizopasníka vede k redukci velikosti populace, změně distribuce nebo omezení reprodukce jiného druhu
- ▶ **Intraspecifické interakce**

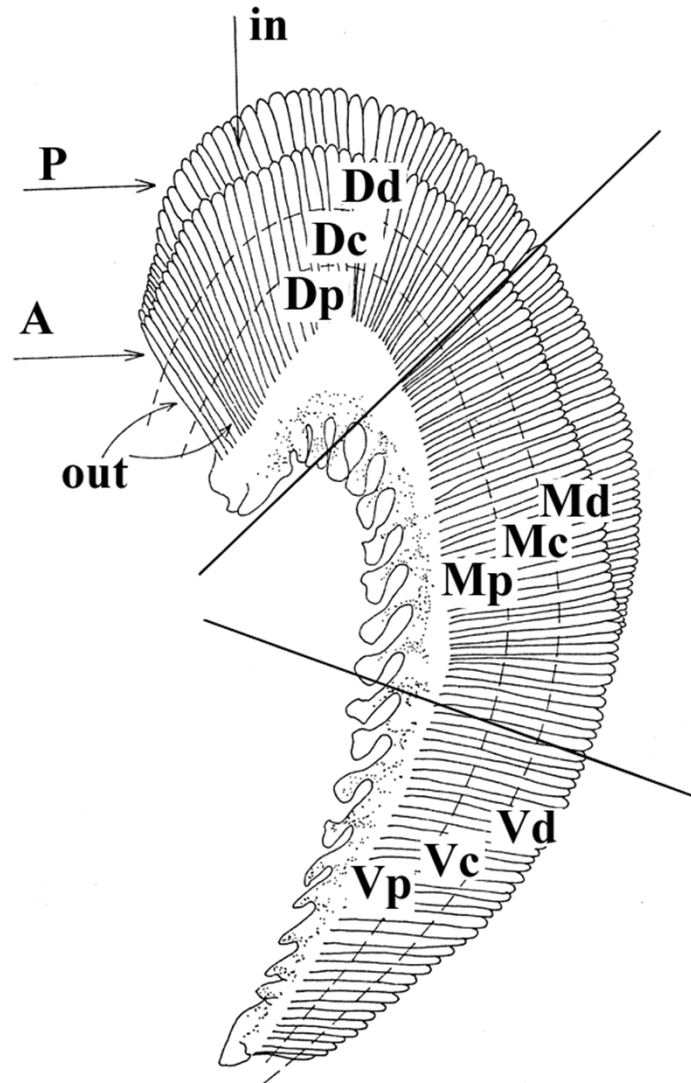
Ekologická nika parazitů

- ▶ Multidimensionální prostor habitatu parazita definovaný biotickými a abiotickými proměnnými
- ▶ Paraziti zaujímají specifickou pozici na/v hostiteli = **habitat**
např. habitat of endoparazitů – střevo
- ▶ **Nika** = determinována rozsahem všech pozic všech jedinců daného druhu cizopasníka

Rozměr niky = průměr (mean or medián) pozice

(!!! V jednoduchém případě je nika vyměřena unidimensionální
např. jako délka střeva)

Ekologická nika parazitů



Hostitel-habitat (žábra) →
mikrohabitat

Dorsální plocha

Mediální ...

Ventrální ...

Anteriorní oblouk

Posteriovní ...

proximální plocha

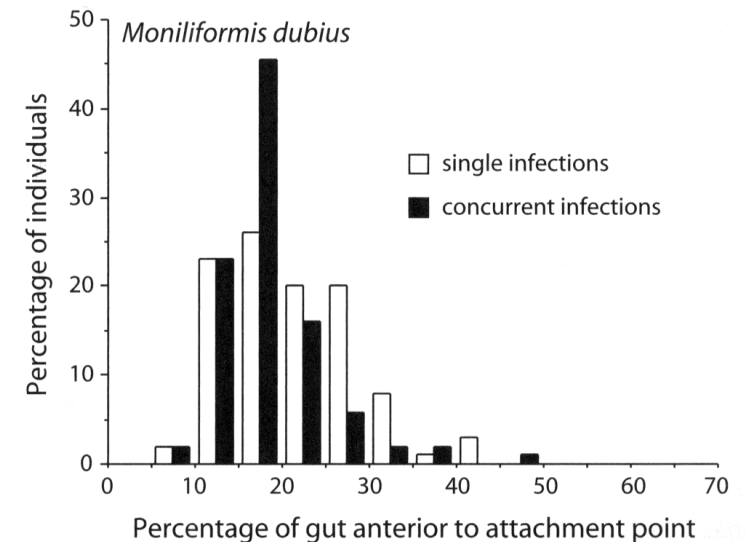
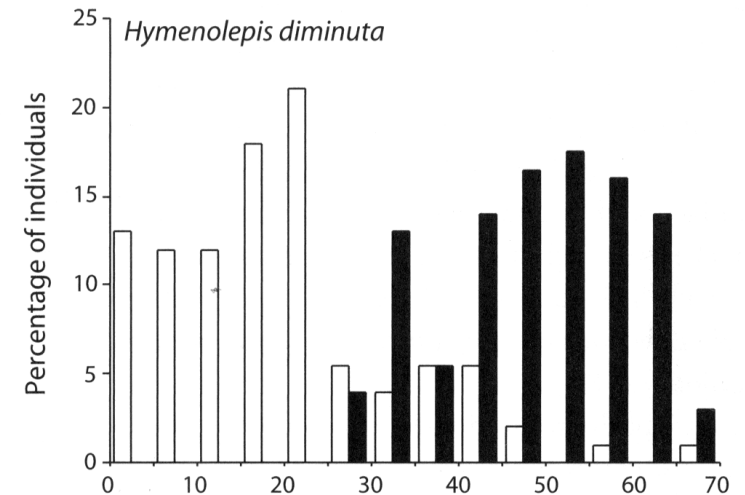
centrální ...

distální ...

vnitřní a vnější povrchy

Základní versus realizovaná ekologická nika

- ▶ Hutchinson 1957
- ▶ **Základní** (preinteraktivní, prekompetitivní) - virtuální prostorový rozsah, kde se paraziti rozmnožují a přežívají za nepřítomnosti kompetitora
- ▶ **Realizovaná** (postinteraktivní, postkompetitivní) podjednotka základní niky redukovaná díky interspecifickým interakcím

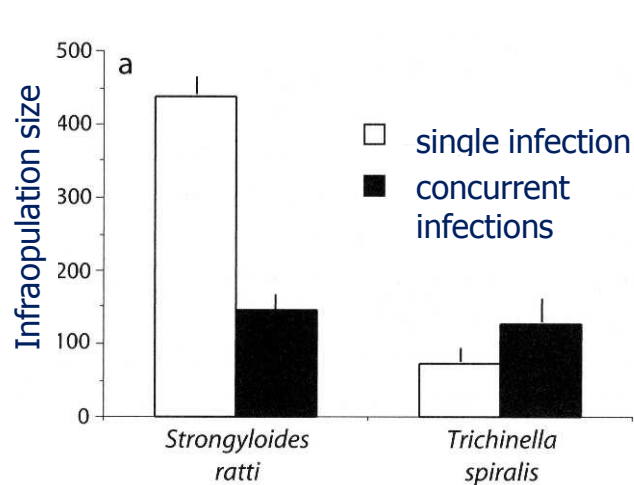


Numerická odpověď na kompetici

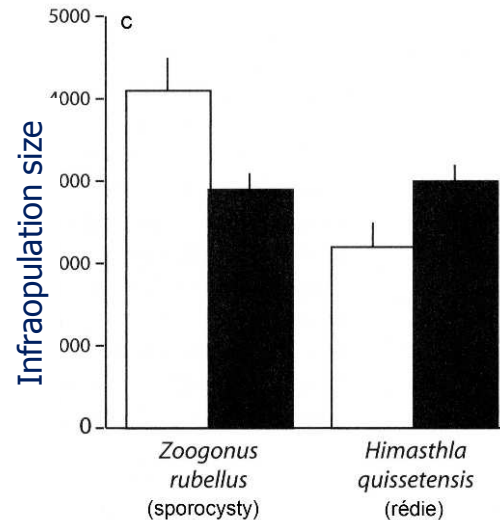
- ▶ Redukce velikosti populace cizopasníka za přítomnosti jiného druhu parazita

asymmetric output – ovlivněn pouze jeden druh parazita

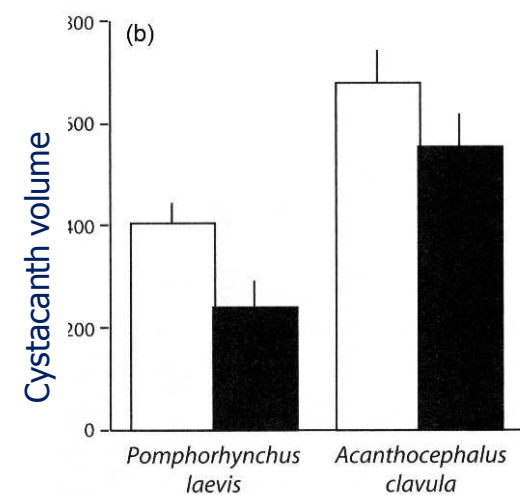
symetric output – ovlivněna velikost infrapopulací obou druhů



2 nematode species
in rats



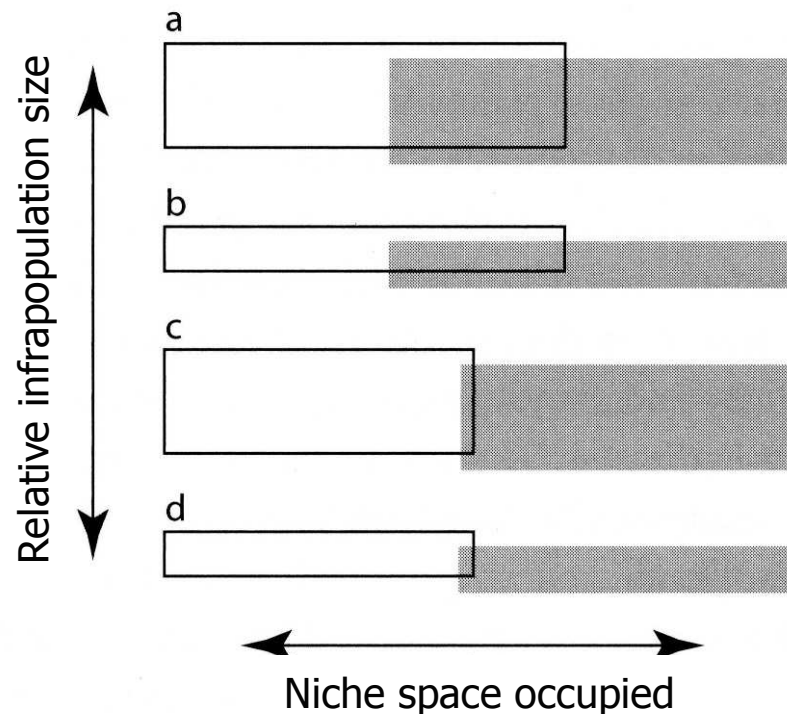
2 digenean species
in IH (Mollusca)



2 acanthocephalean species
in IH (Amphipoda)

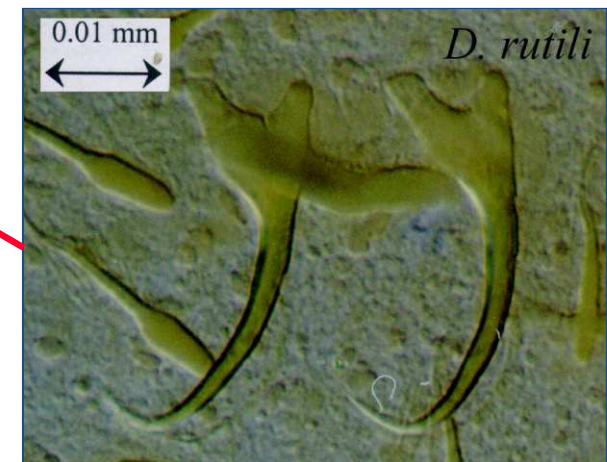
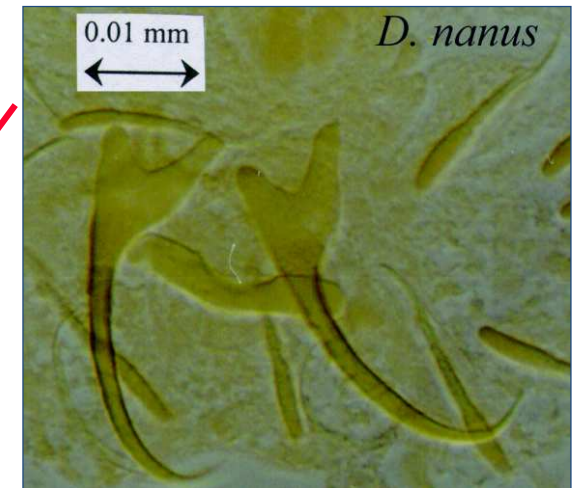
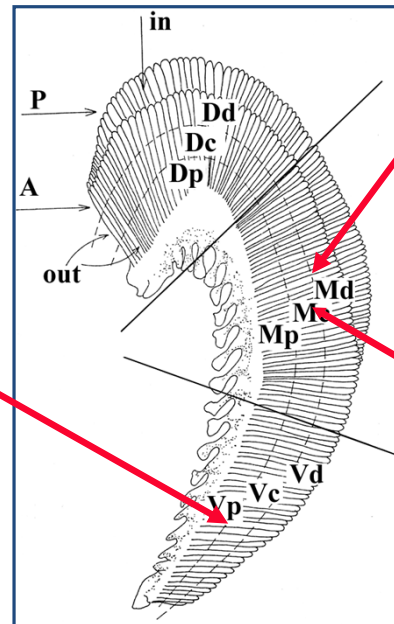
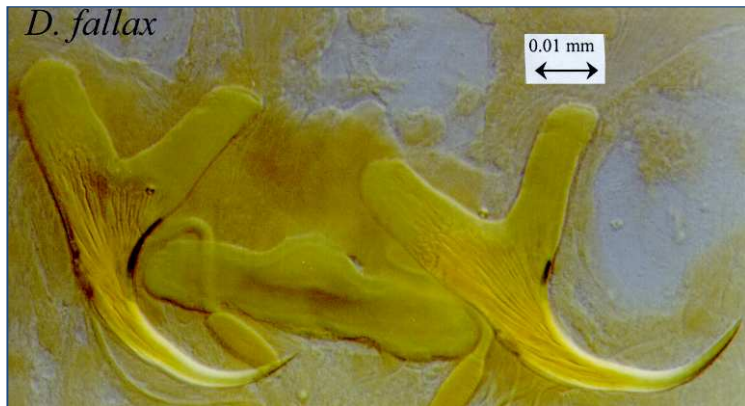
Funkční odpověď na kompetici

- ▶ **Interactive site segregation** (Holmes 1973)
- ▶ Posun realizované niky různých druhů nebo redukce přesahu nik díky interakcím
- ▶ Funkční odpověď nastává s nebo bez numerického efektu



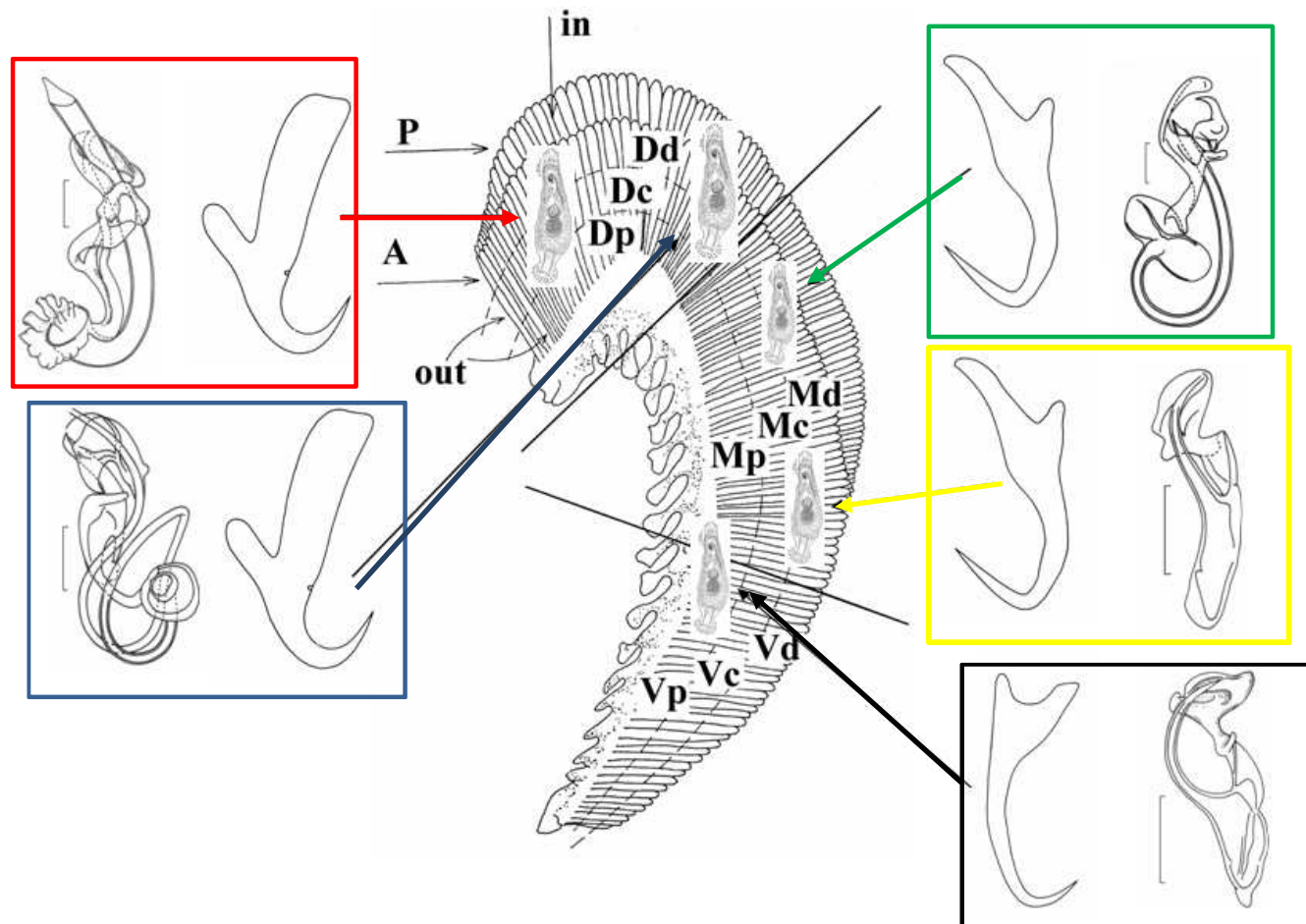
Specifické niky kongenerických parazitů

- ▶ Specializace a adaptace
- ▶ Morfologie přichycovacích orgánů (haptor)



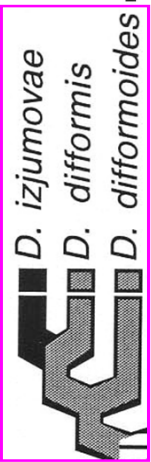
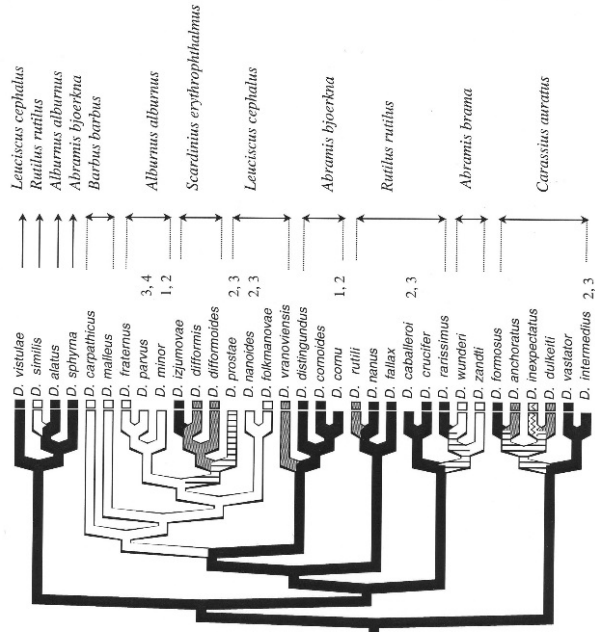
Dactylogyrus species na *Rutilus rutilus* (Cyprinidae)

Posílení reprodukční barier kongenerických druhů cizopasníků



Evoluce preferovaných nik kongenerických druhů parazitů

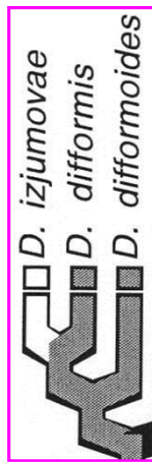
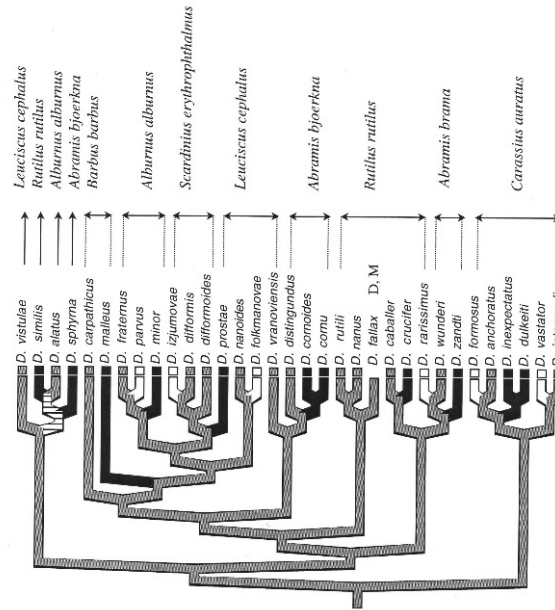
Figure 6B.



Arc
unordered

- 1
- 2
- 3
- 4
- equivocal

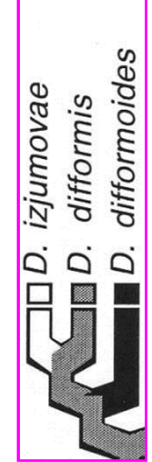
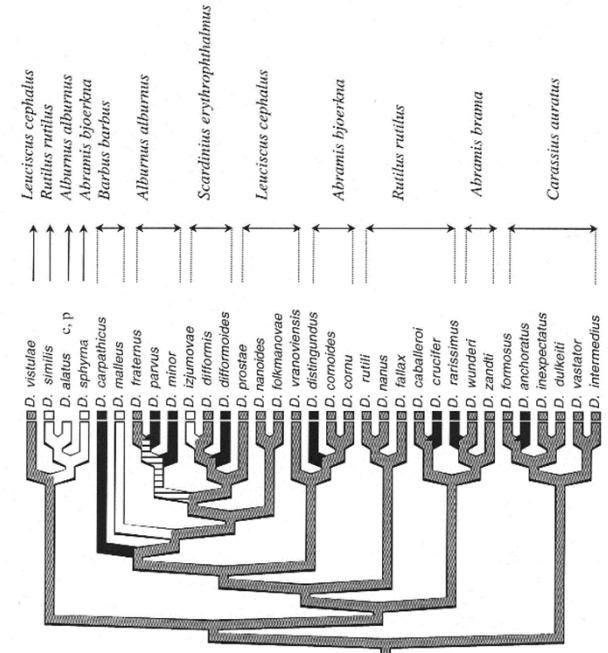
Figure 6C.



Segment
unordered

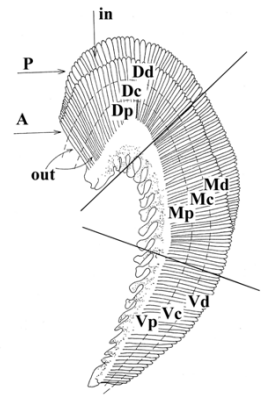
- Dorsal
- Medial
- Ventral
- equivocal

Figure 6D.



Area
unordered

- Distal
- Central
- Proximal
- equivocal



Kvantifikace ekologické niky

- ▶ Šířka niky podle Levinse (1968)

$$B = \frac{1}{\sum (p_j^2)}$$

kde p_j je proporce jedinců parazita nalezených v sektoru j

- ▶ Renkonenův index pro přesah (Renkonen, 1938)

$$R = 1 - \frac{\sum |p_{ia} - p_{ja}|}{2}$$

kde p_{ia} je proporce jedinců daného druhu i v sektoru a , a p_{ja} je proporce jedinců druhu j v sektoru a

Děkuji za pozornost