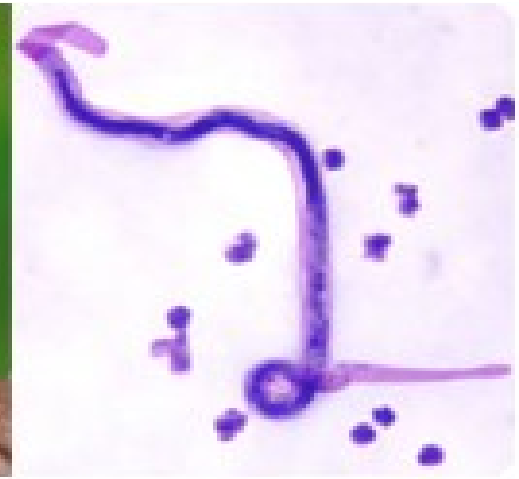
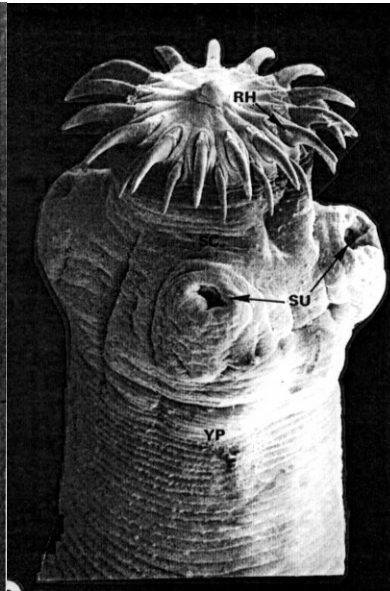
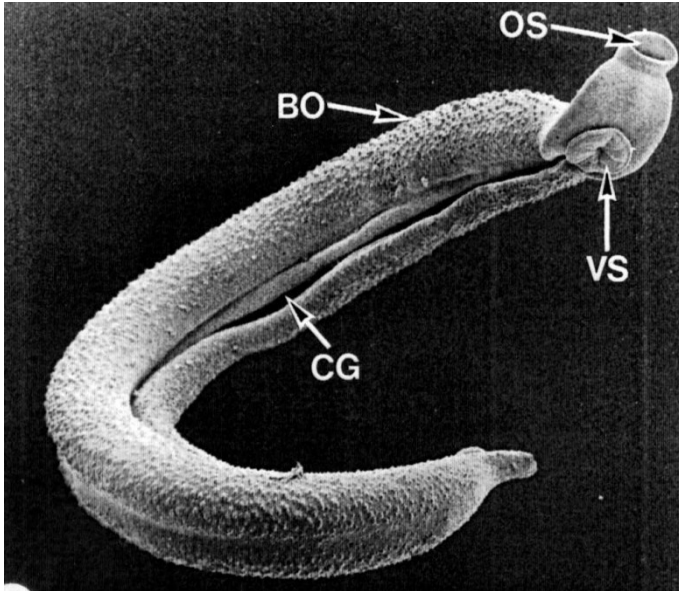
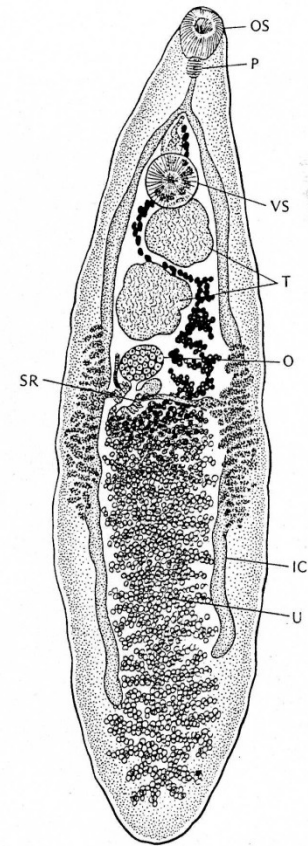
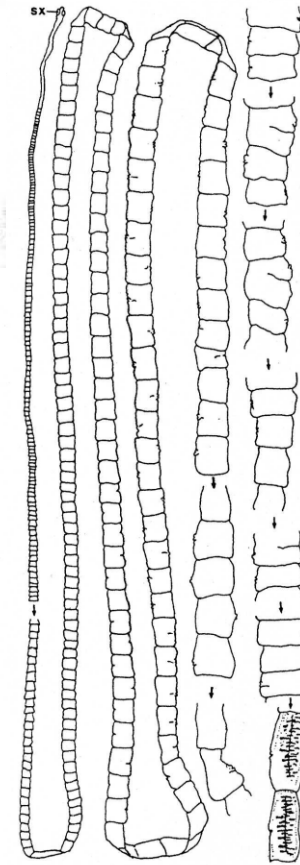
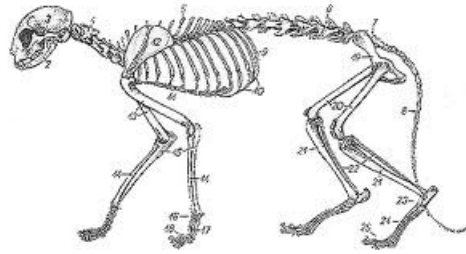


PARAZITISMUS II - pokračování

Opisthokonta

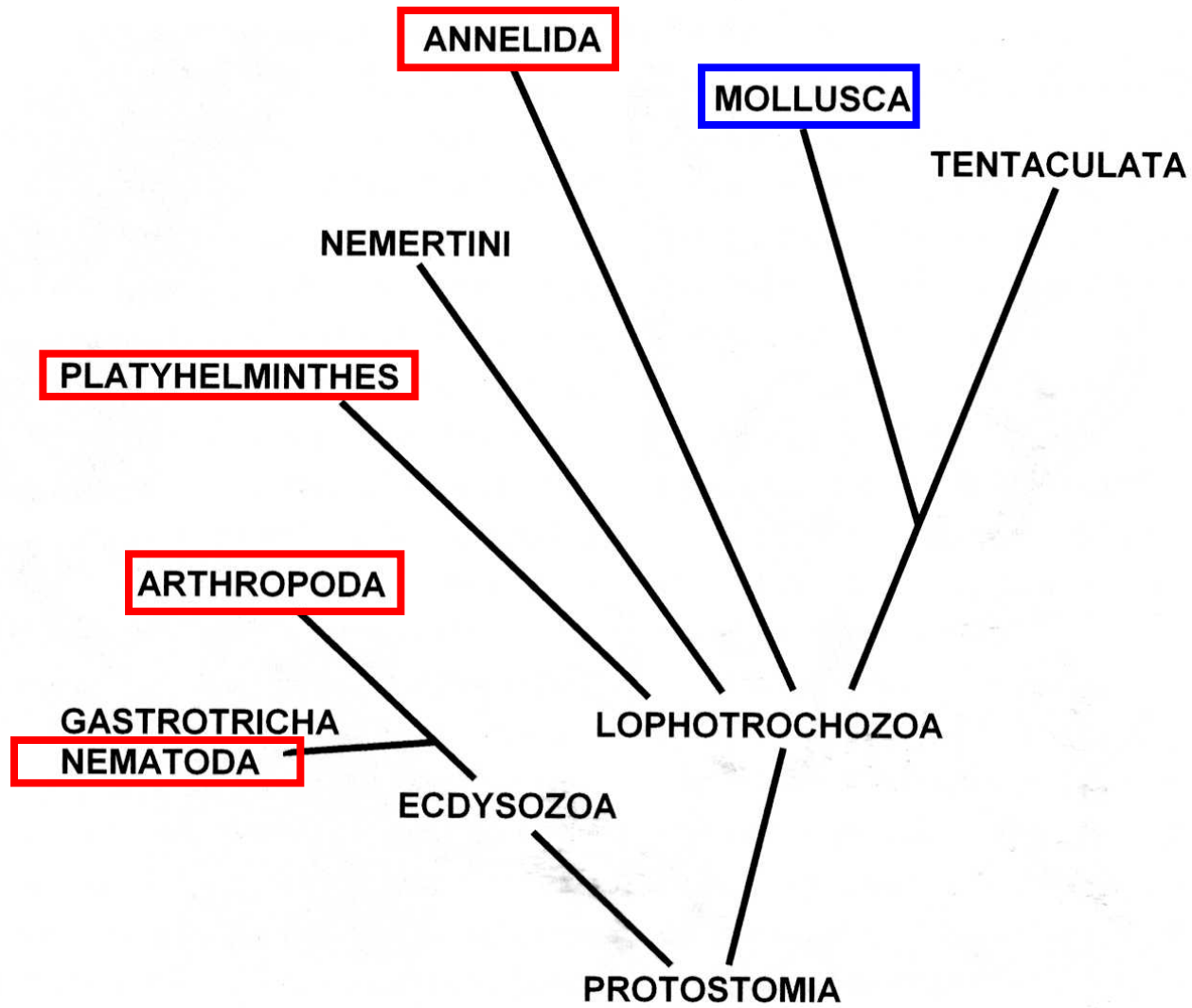
- Kmen: **Metazoa**



HELMINTI – adaptace k parazitismu

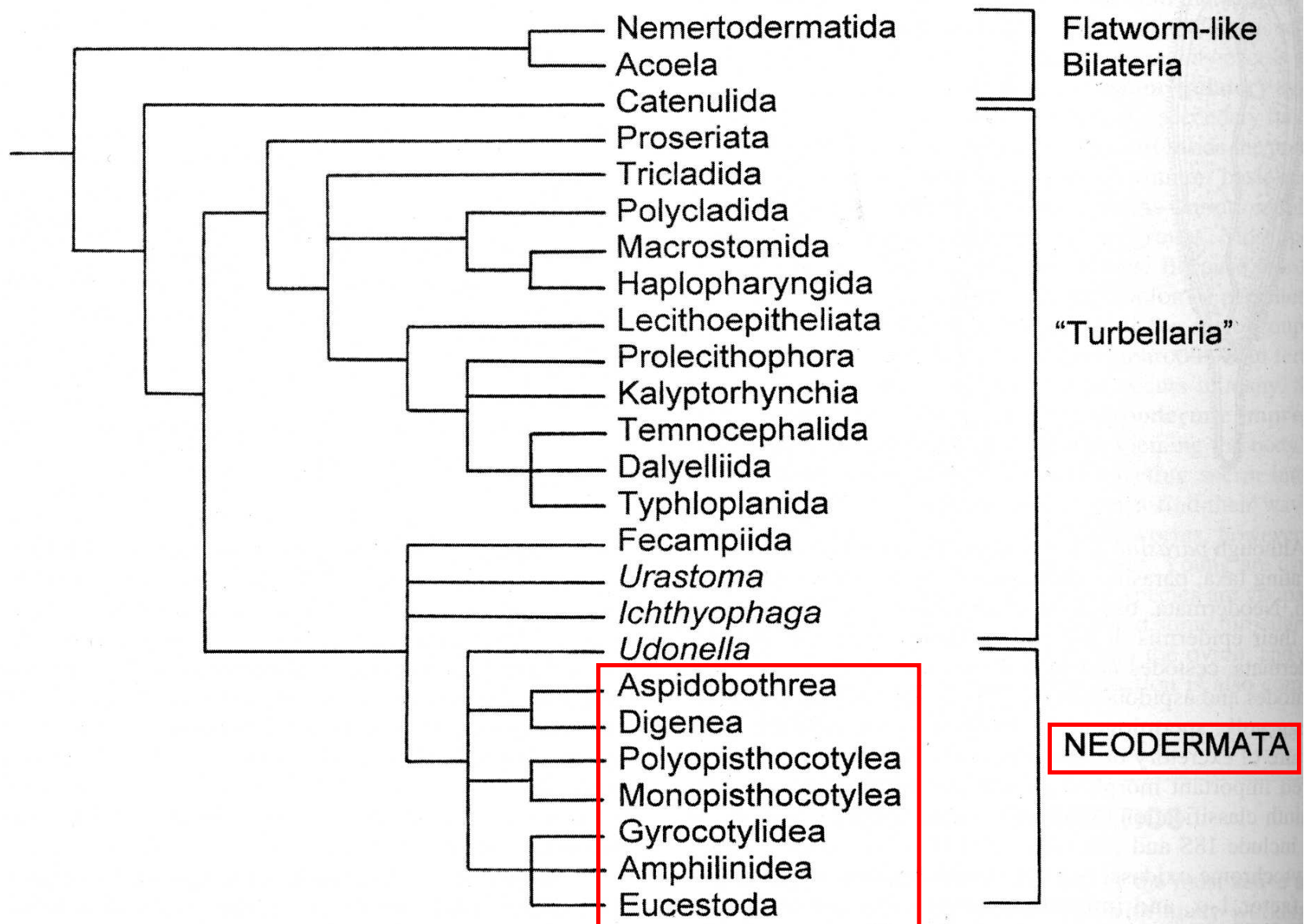
- Helminti – velmi různorodá skupina (Vermes)
- Označení pro nepříbuzné skupiny organismů
- Společný znak – bilaterálně souměrní **protostomní živočichové**
- Tradičně – **neodermální platyhelminti (Trematoda, Cestoda, Monogenea)**, hlístice (**Nematoda**) a vrtejší (**Acanthocephala**).
- Taky ale Turbellaria,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

Fylogeneze protostomních živočichů



Obr. 3–1 Zjednodušený fylogenetický strom protostomních živočichů. Konstrukce dle 18S rRNA a Hox genů (dle Tessmar-Raible a Arendt, 2003, upraveno).

Fylogeneze hlavních skupin Platyhelminthes



Buněčná diferenciaci během ontogeneze

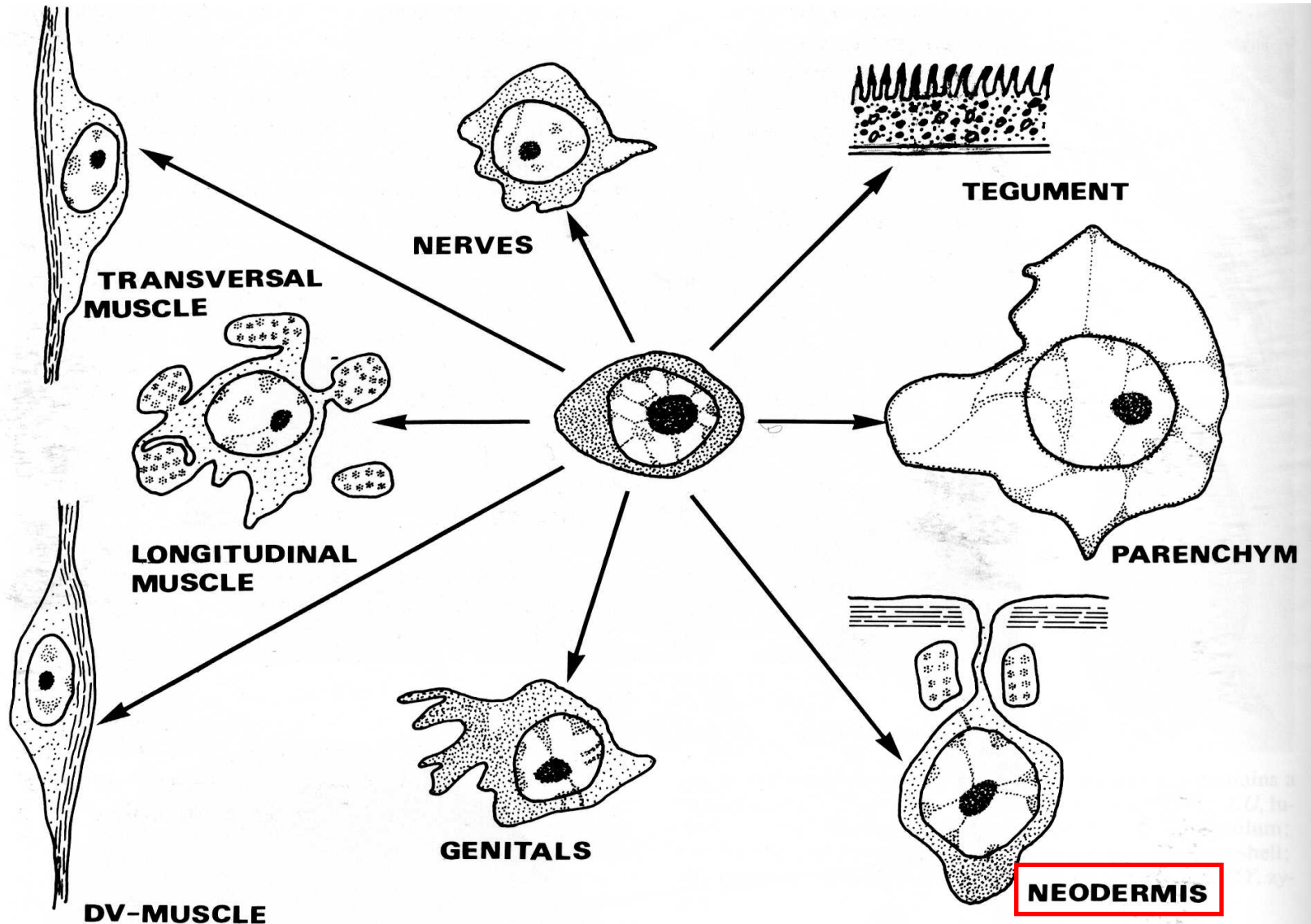
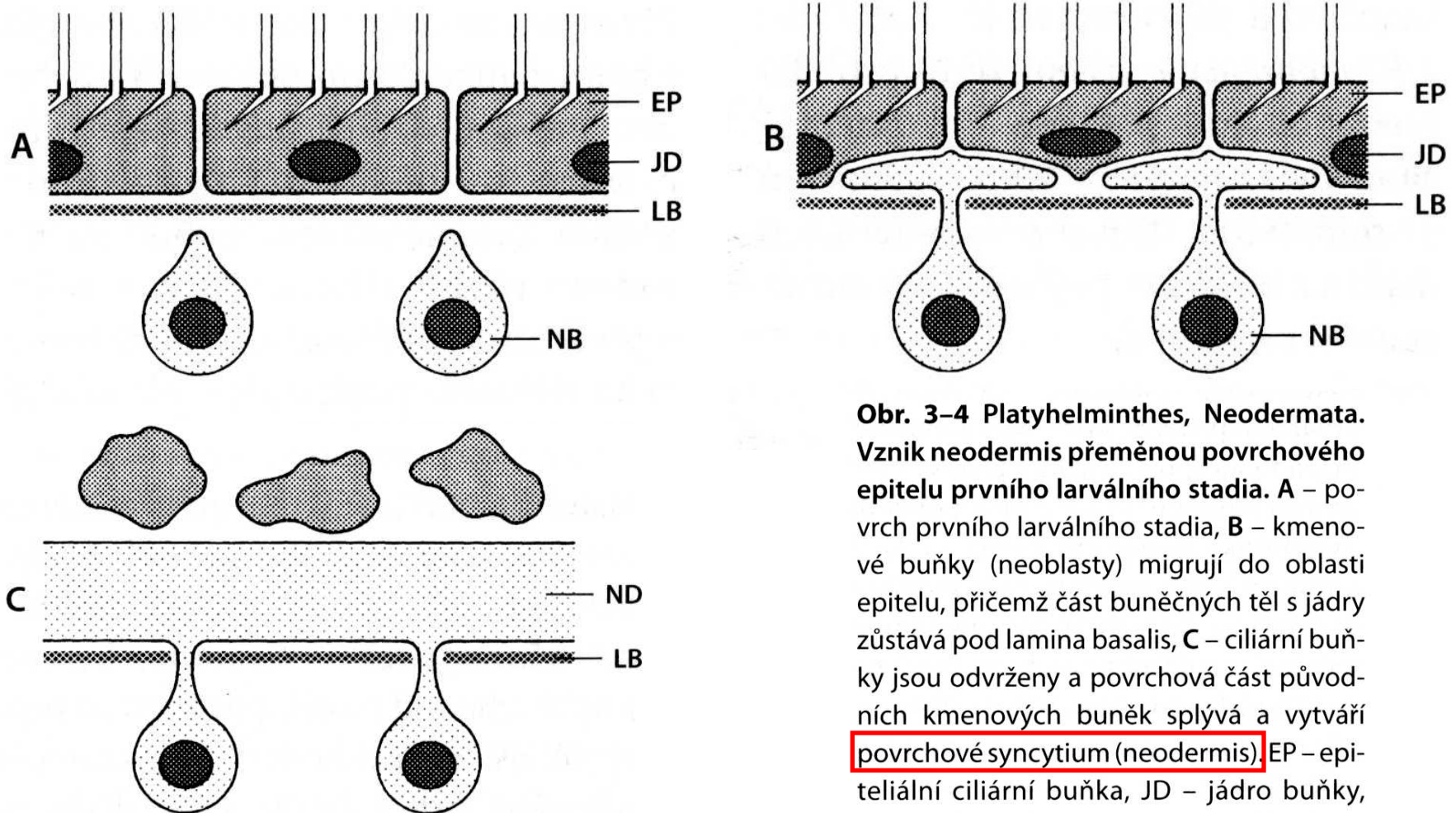


Fig. 4.26. Developmental possibilities of an undifferentiated cell (germ cell) in platyhelminths (e.g., cestodes; after Gustafsson's⁶ and own original results). Note that the undifferen-

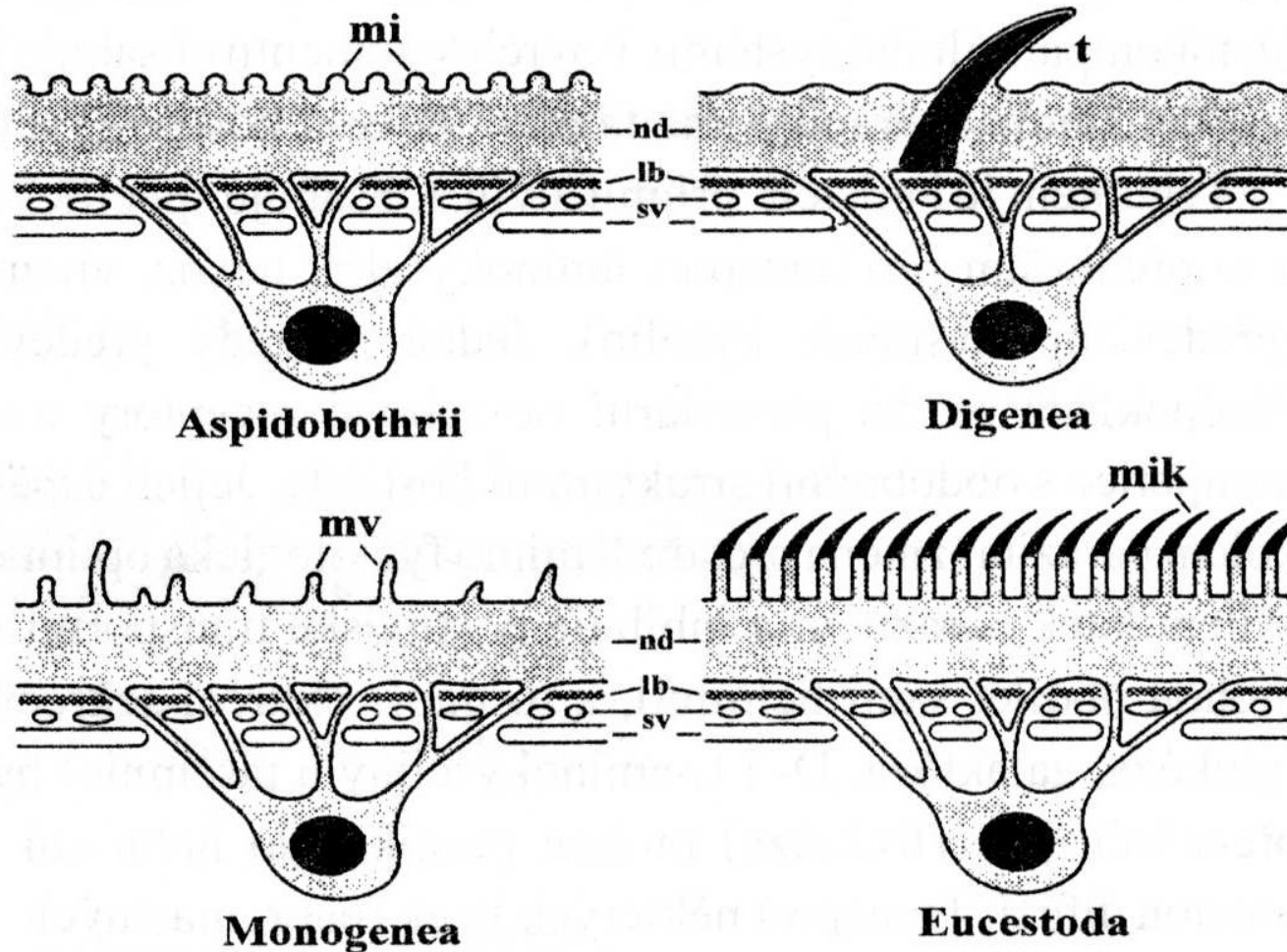
tiated cells are characterized by a large nucleus with a spherical nucleolus

Vznik neodermis



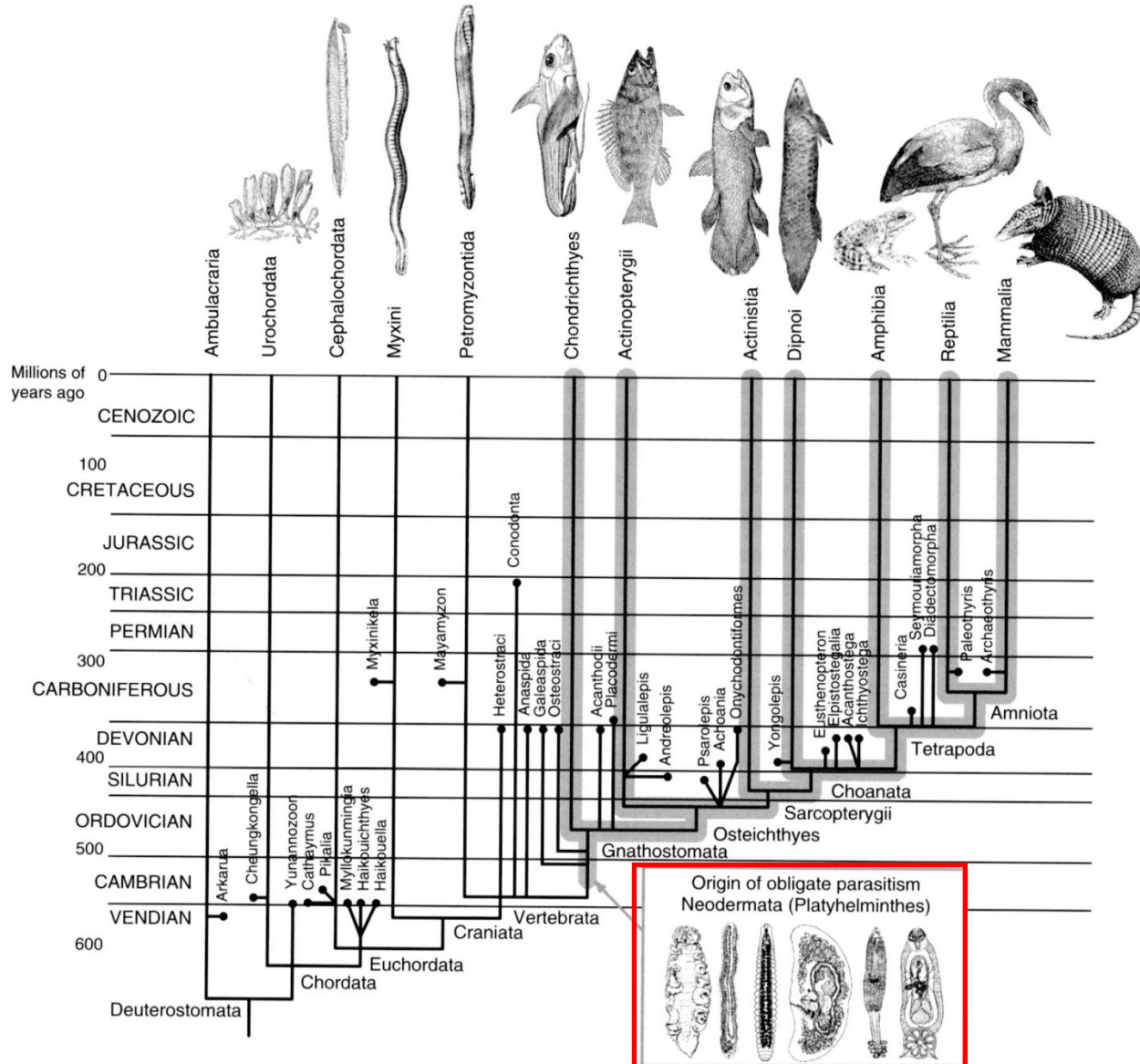
Obr. 3–4 Platyhelminthes, Neodermata. Vznik neodermis přeměnou povrchového epitelu prvního larválního stadia. **A** – povrch prvního larválního stadia, **B** – kmenové buňky (neoblasty) migrují do oblasti epitelu, přičemž část buněčných těl s jádry zůstává pod lamina basalis, **C** – ciliární buňky jsou odvrženy a povrchová část původních kmenových buněk splývá a vytváří **povrchové syncytium (neodermis)**. EP – epitelální ciliární buňka, JD – jádro buňky, LB – lamina basalis, NB – neoblast, ND – neodermis (dle Ax a kol., 1989, upraveno).

Platyhelminthes - Neodermata



Obr. 8. Charakteristické typy neodermis (Ehlers 1985, upraveno)
mi-mikrotuberkuly; t-trny obsahující aktin; mv-mikrovily;
mik-mikrotrichy; nd-neodermis; lb-lamina basalis; sv-svalové vrstvy.

Schéma evoluce hostitelů: původ Neodermata



Klasifikace - NEODERMATA

- Třída TREMATODA – posteriorní adhesivní orgán a přísavka, samčí genitální porus vyústí v pohlavním atriu, adulti mají hltan v blízkosti ústní přísavky
 - Podtřída: Aspidobothrea – specializované microvilli a microtubuly v neodermis, posteriorní přísavka se dělí na kompartmenty,
 - Podtřída: Dinegea – první larvální stadium miracidium, ŽC s jednou nebo více generacemi sporocyst a cercariemi, slepě ukončené střevo
- Třída MONOGENOIDEA (Monogenea) – oncomiracidium se třemi shluky ciliárních buněk, adulti mají jednoduchá testes, všichni ektoparaziti, podle výsledků molekulární fylogeneze jsou polyfyletická skupina:
 - Podtřída: Polyopisthocotylea
 - Podtřída: Monopisthocotylea
- Třída CESTOIDEA
 - Podtřída: Cestodaria – monozoičtí, cercomer se šesti háčky,
 - » Řád: Gyrocotylidea – rosety, kmen a laločnatý zadní konec těla
 - » Řád: Amphilinidea – genitální porus posteriorně, uterus tvaru N
 - Podtřída: Eucestoda – adulti polyzoičtí, chybí cercomer se šesti háčky, ŽC s více než jedním hostitelem

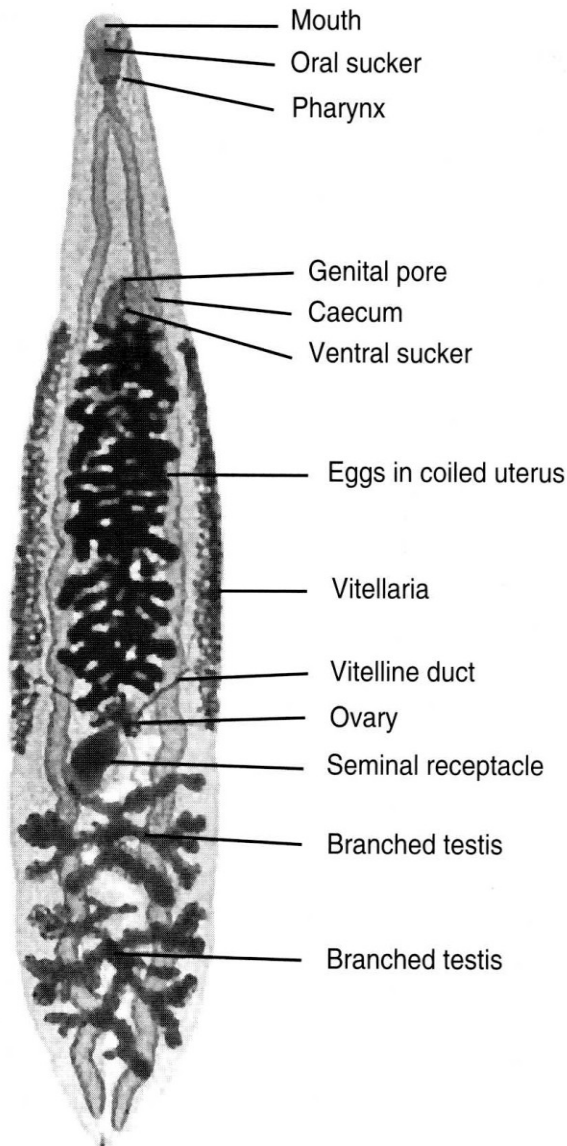
Adaptace (helmintů) k parazitismu

- **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)

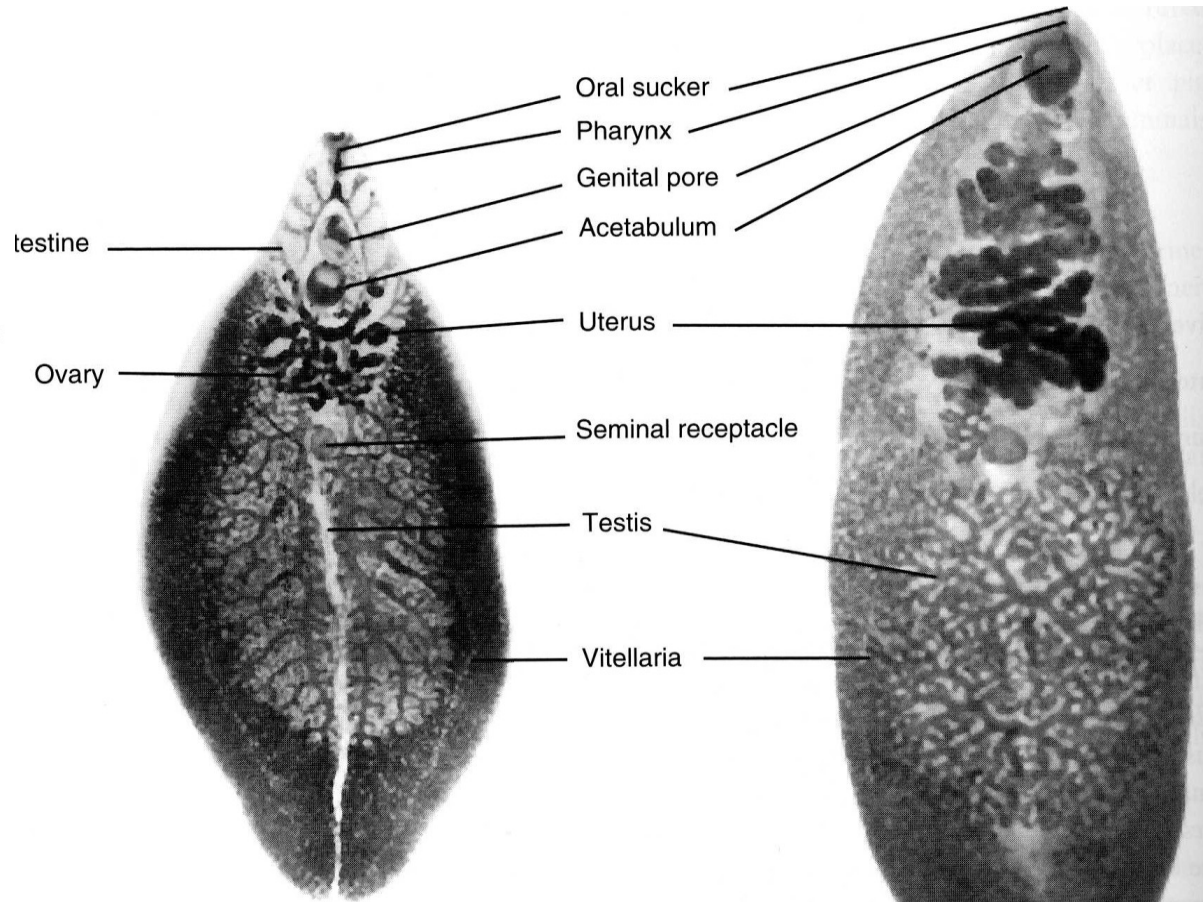
Vývojové cykly helmintů

- 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

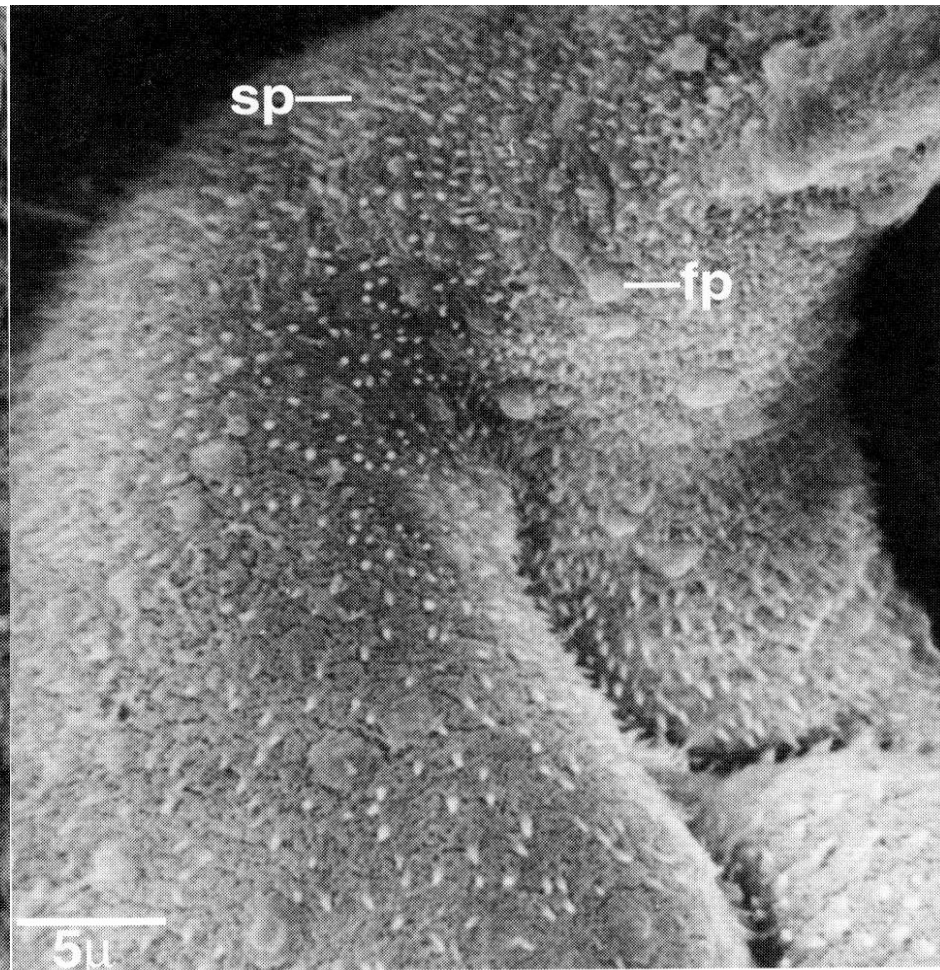
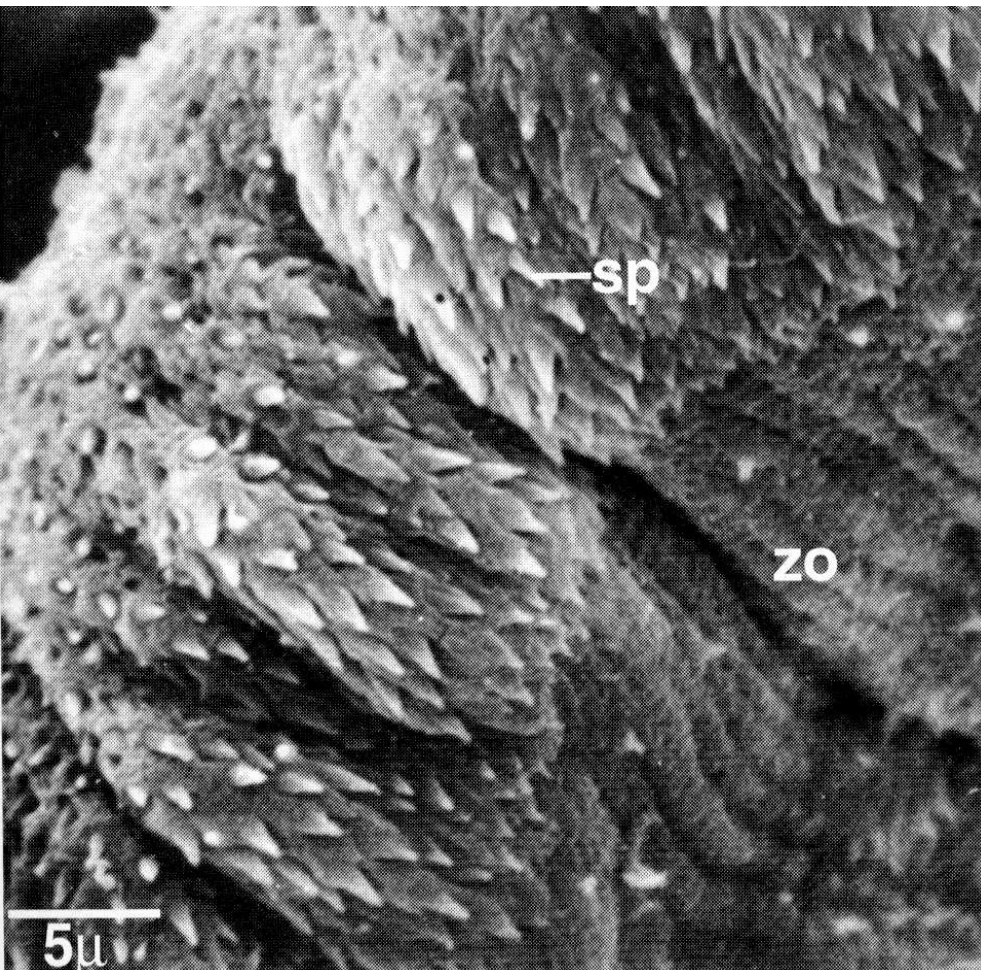
Digenea - motolice

- 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

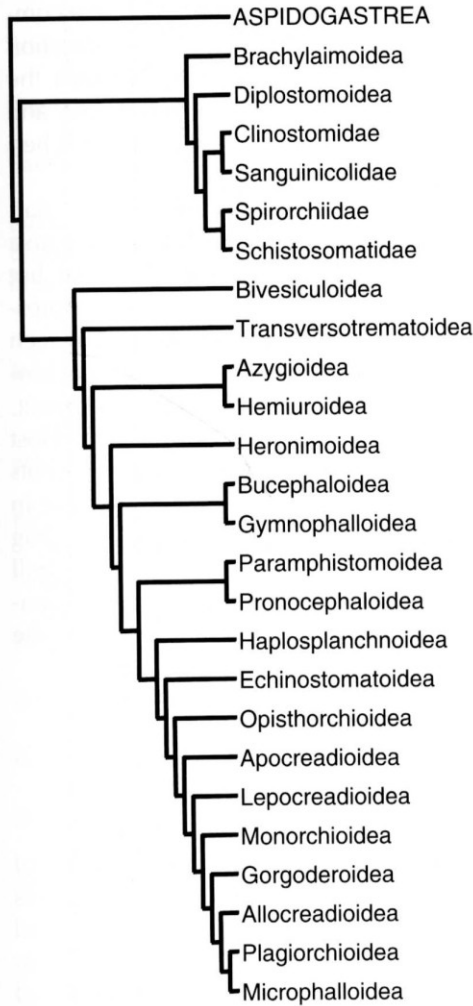
- Bilaterálně symetrické,
- Dorzoventrálně zploštělé
- Bez vnitřní či vnější segmentace
- Velikost od několika mm do několika cm
- Typická je přítomnost svalnatých přísavek
- 7 základních morfologických typů

Otrněný porch těla motolic



Nástin fylogeneze motolic

Komplexnost životních cyklů



	First intermediate hosts	Second intermediate hosts	Definitive hosts
Mollusca: Gastropoda			
Mollusca: Bivalvia			
Mollusca: Scaphopoda			
Annelida			
Chordata			
Mollusca			
Arthropoda			
Annelida			
Echinodermata			
Cnidaria/Ctenophora			
Chordata: Teleostei			
Chordata: Chondrichthyes			
Chordata: Tetrapoda			

Monogenea

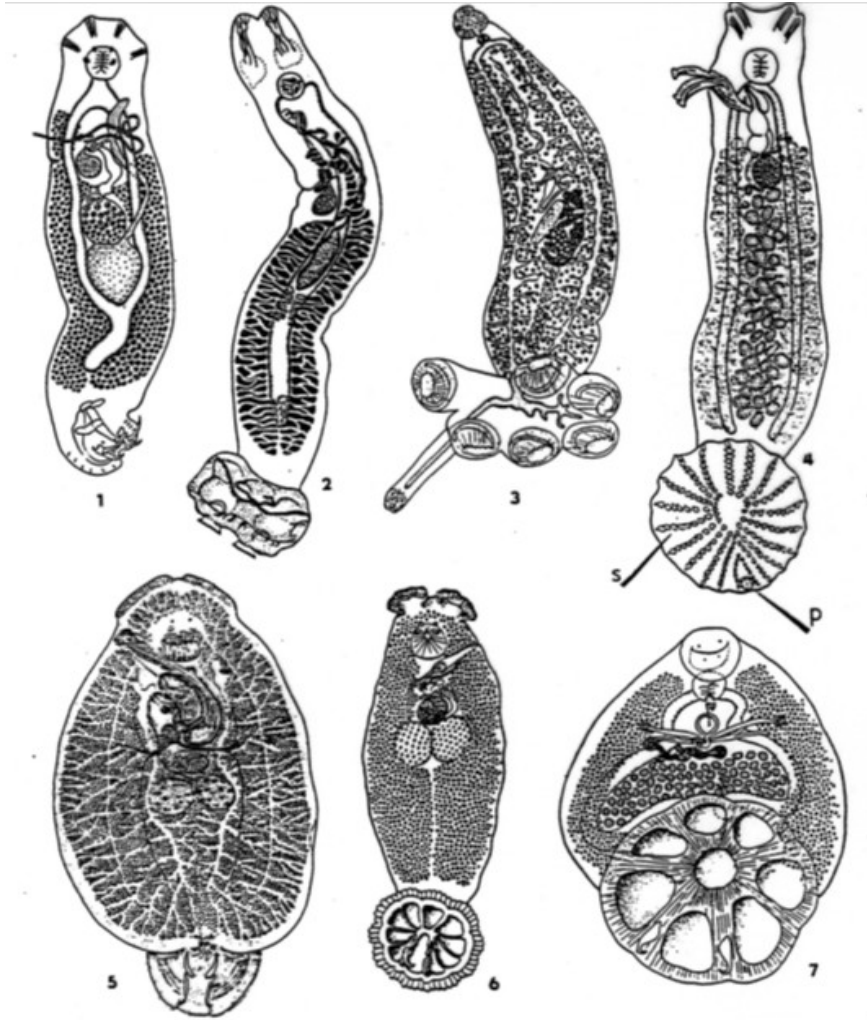
- Ektoparaziti – ryby, obojživelníci, plazi, kytovci, hlavonožci
- Endoparaziti – *Acolpenteron nefriticus*
Enterogyrus spp.
Nitzschia sturionis
Polystoma integerinum
Oculotrema hippopotami

Evoluční expanze monogeneí

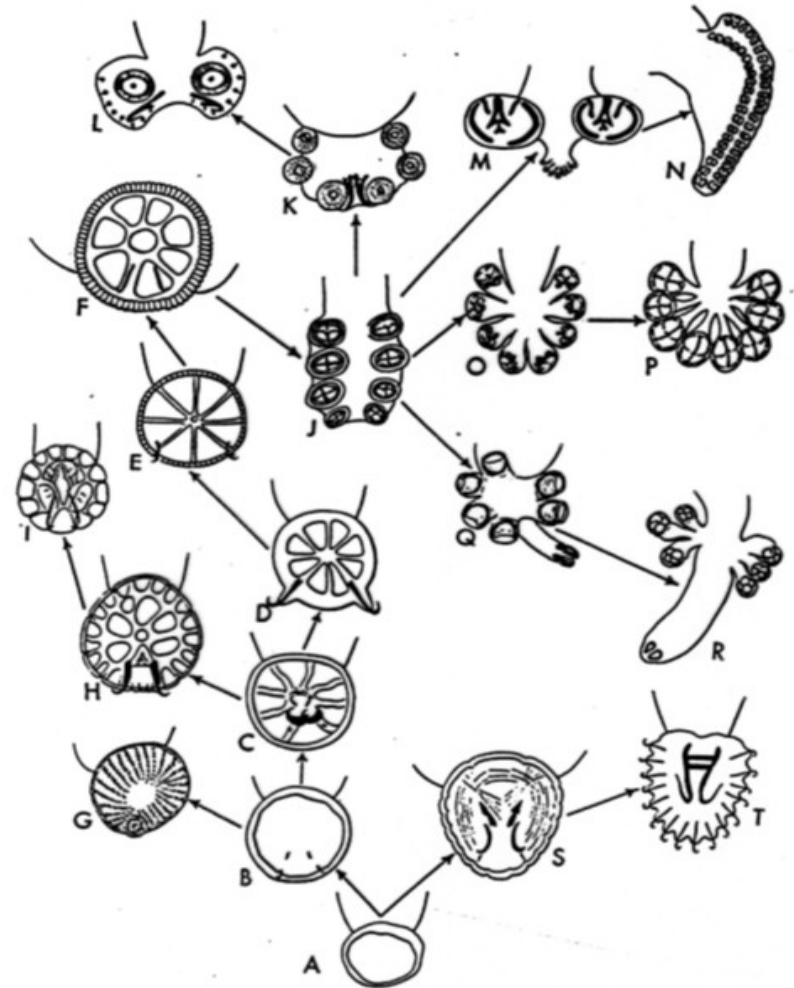
Významní patogeni v chovech ryb

Morfologická rozmanitost

Typy opisthaptoru

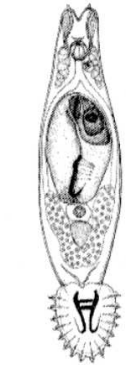
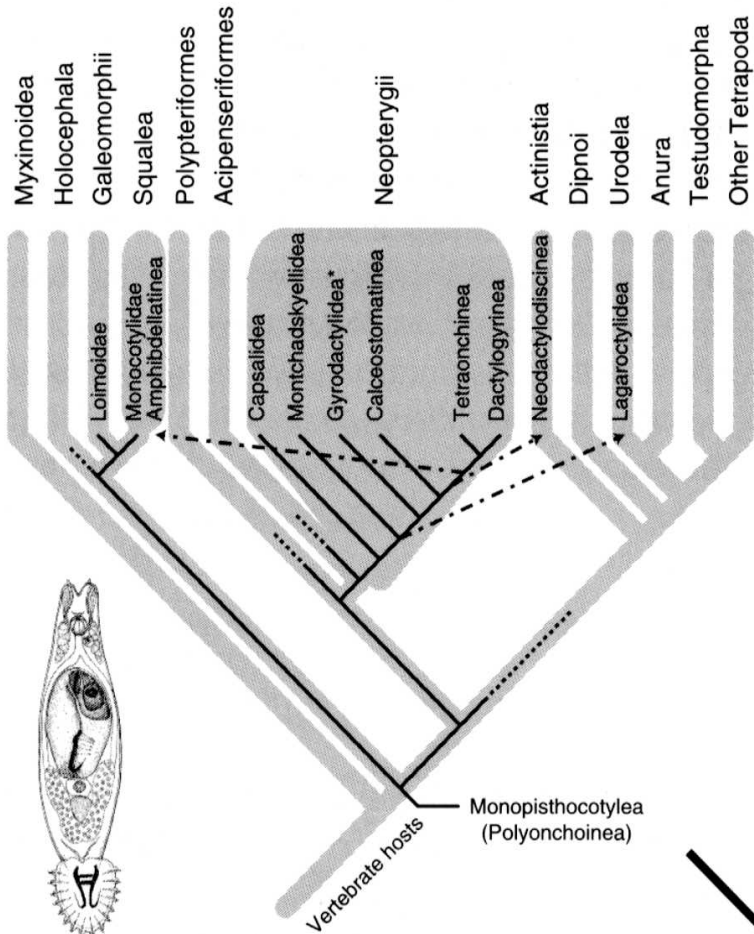


Evoluce opisthaptoru



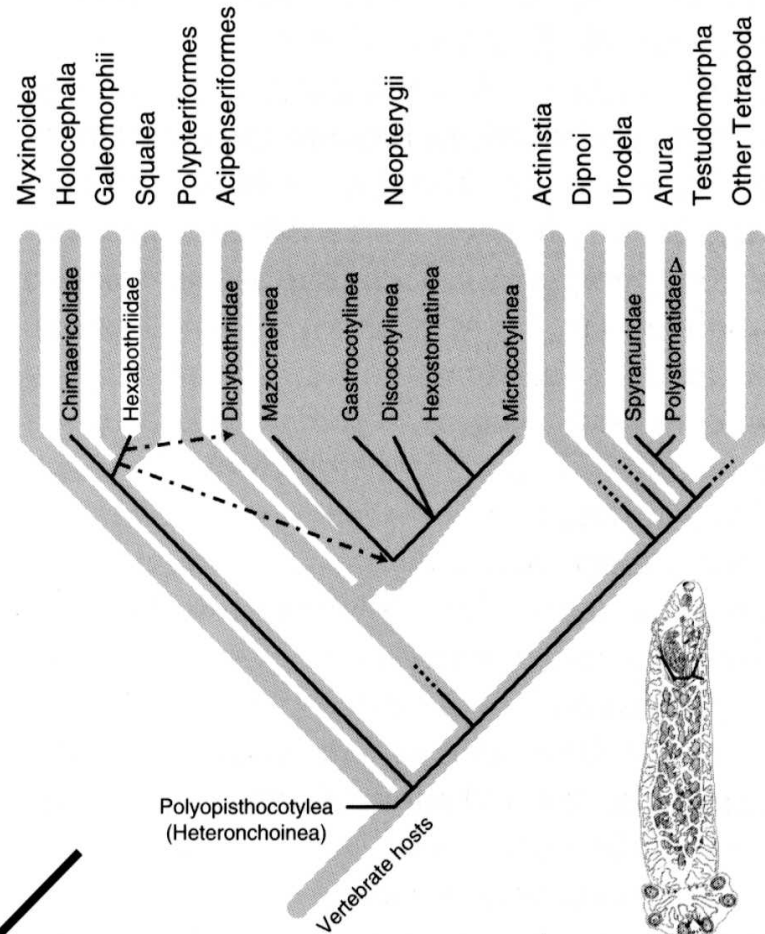
Radiace dvou podtříd třídy Monogenea

Radiation of the Monopisthocotylea (Polyonchoinea)



* *Gyrodactylus elegans*

Radiation of the Polyopisthocotylea (Heteronchoinea)

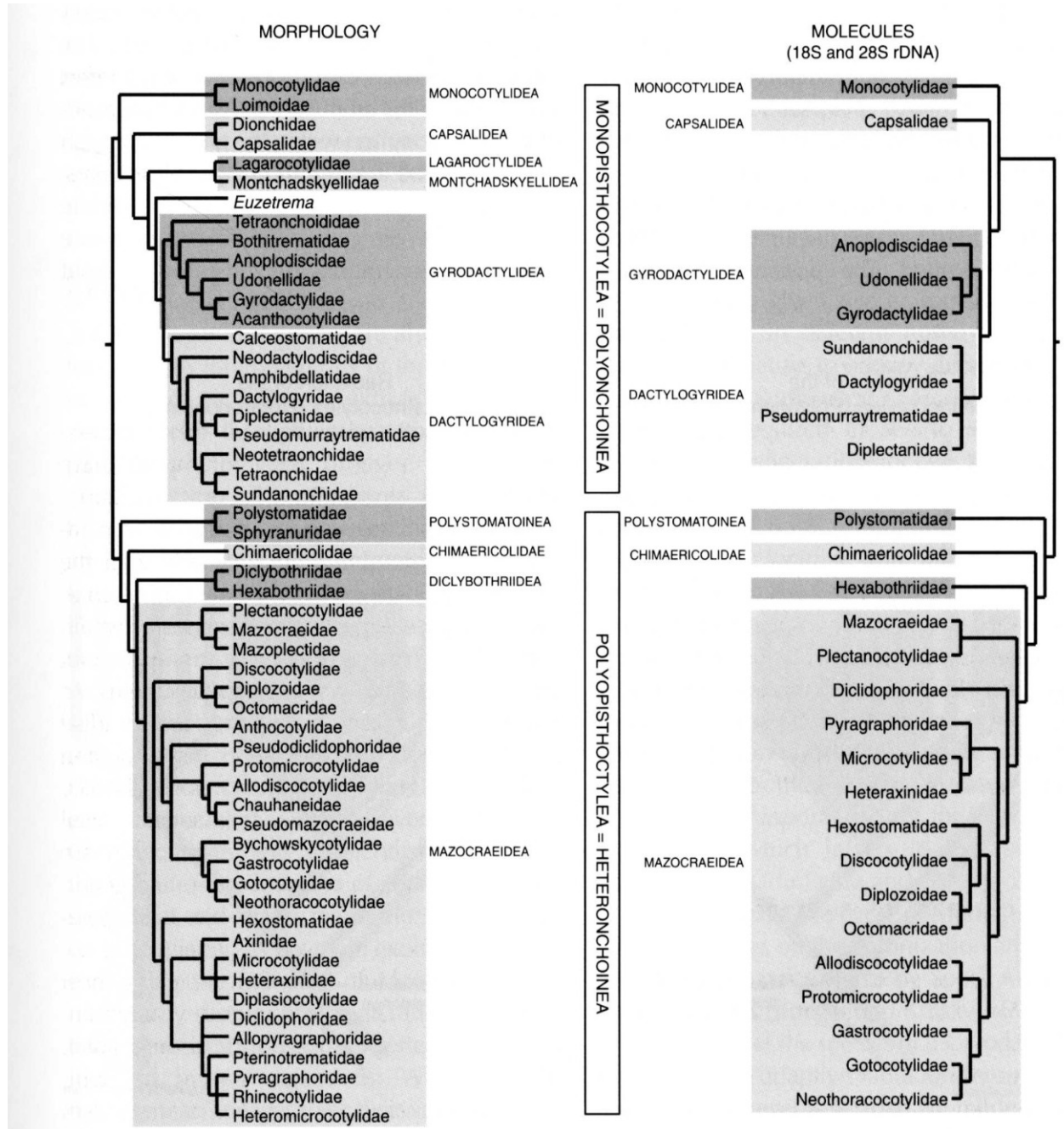


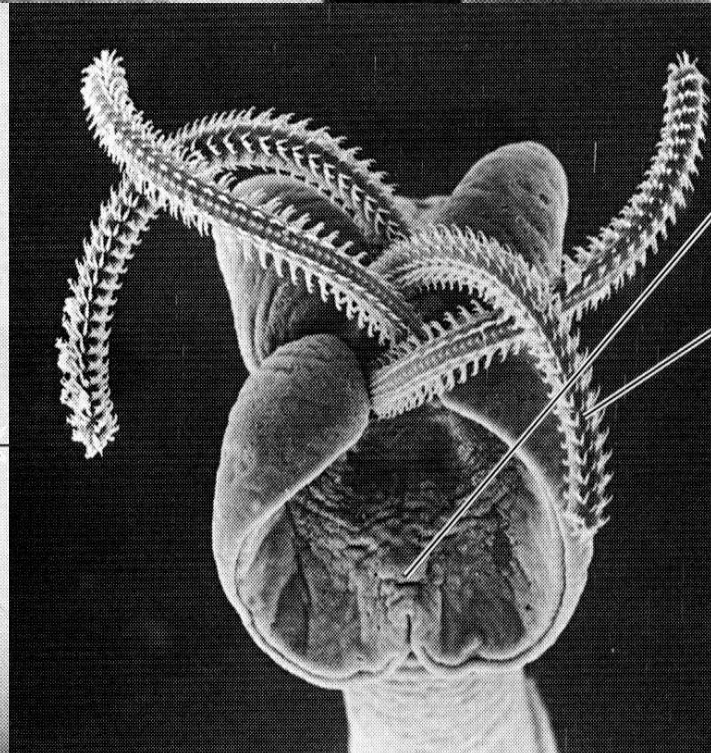
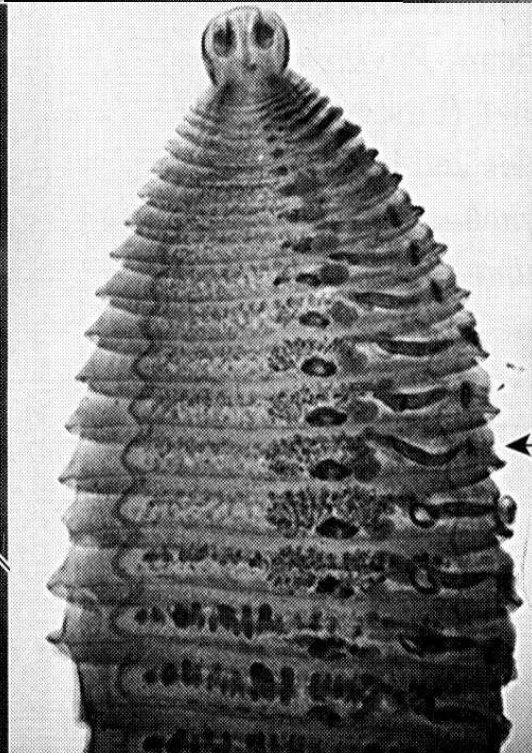
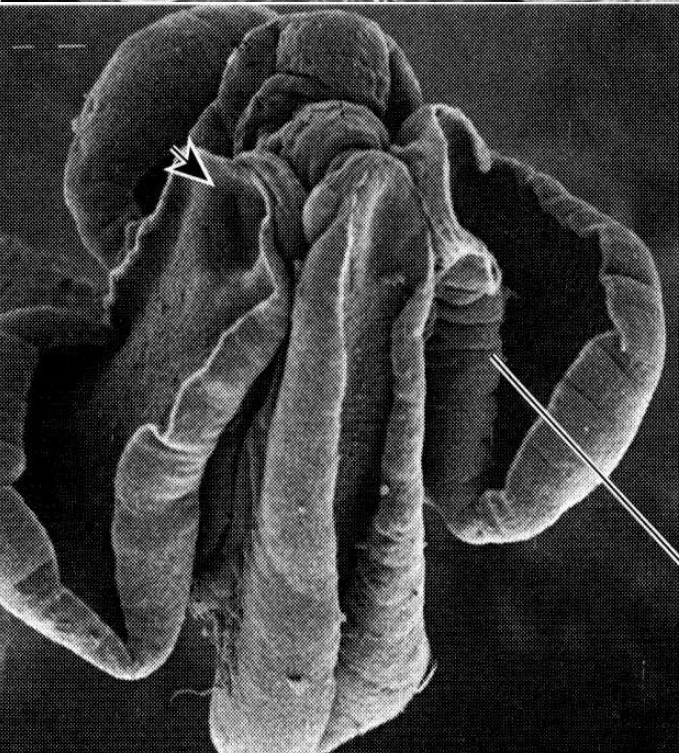
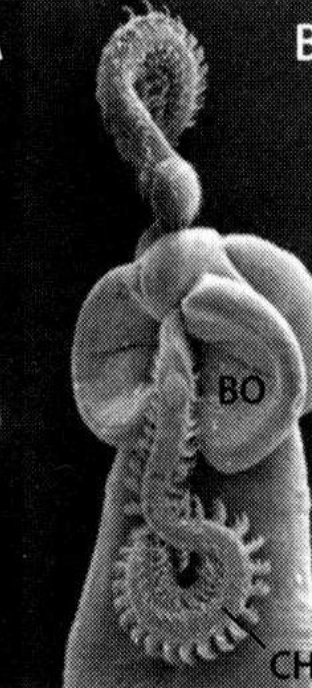
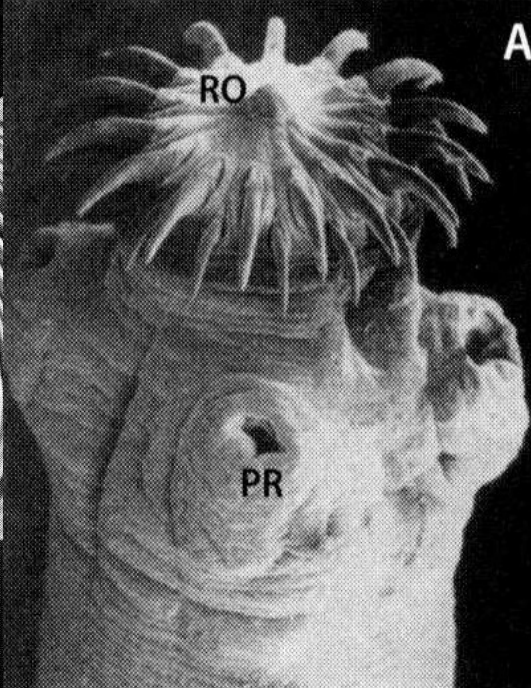
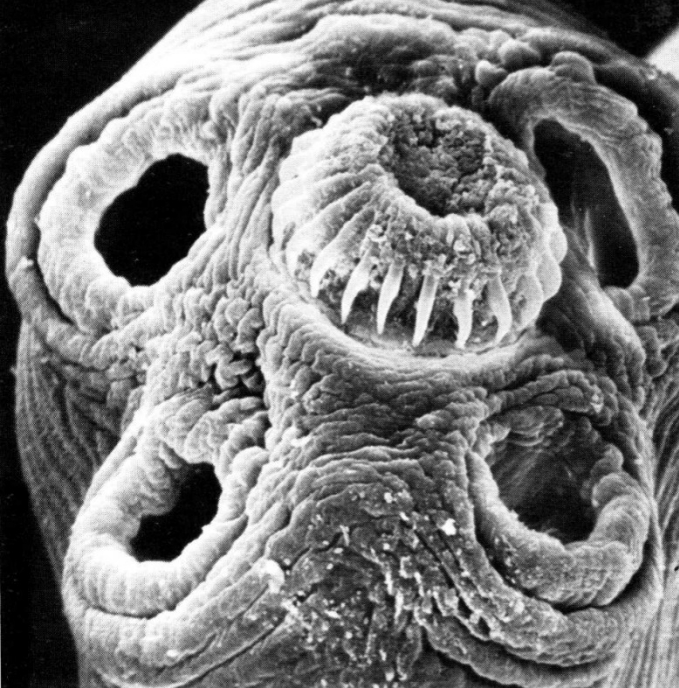
^Δ *Polystoma integerrimum*



Monogenea

Srovnání morfologické a molekulární fylogeneze





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

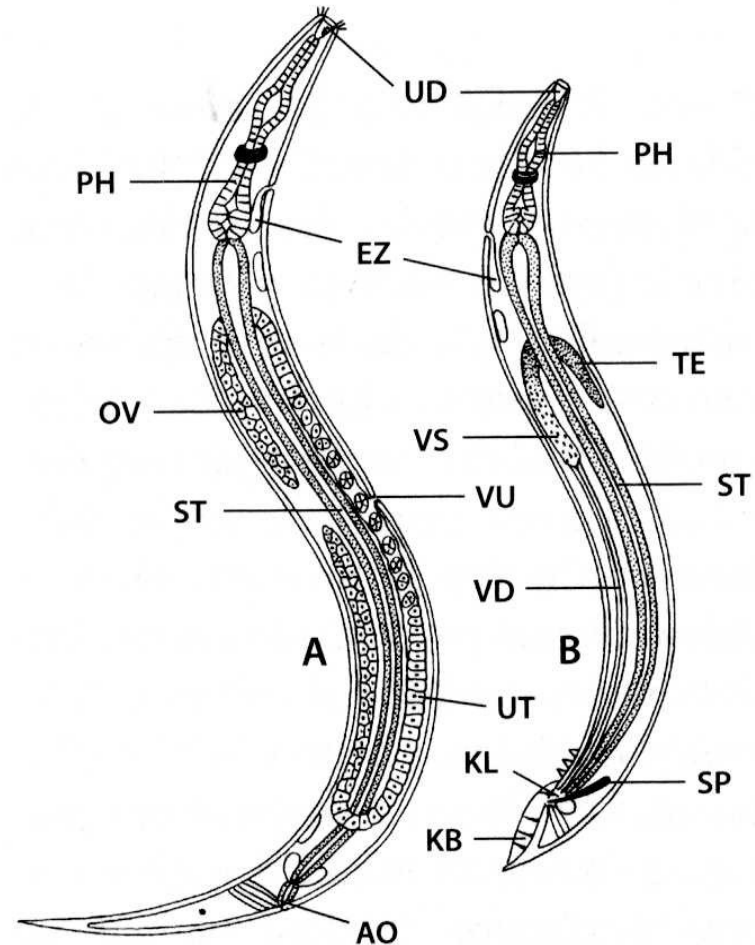
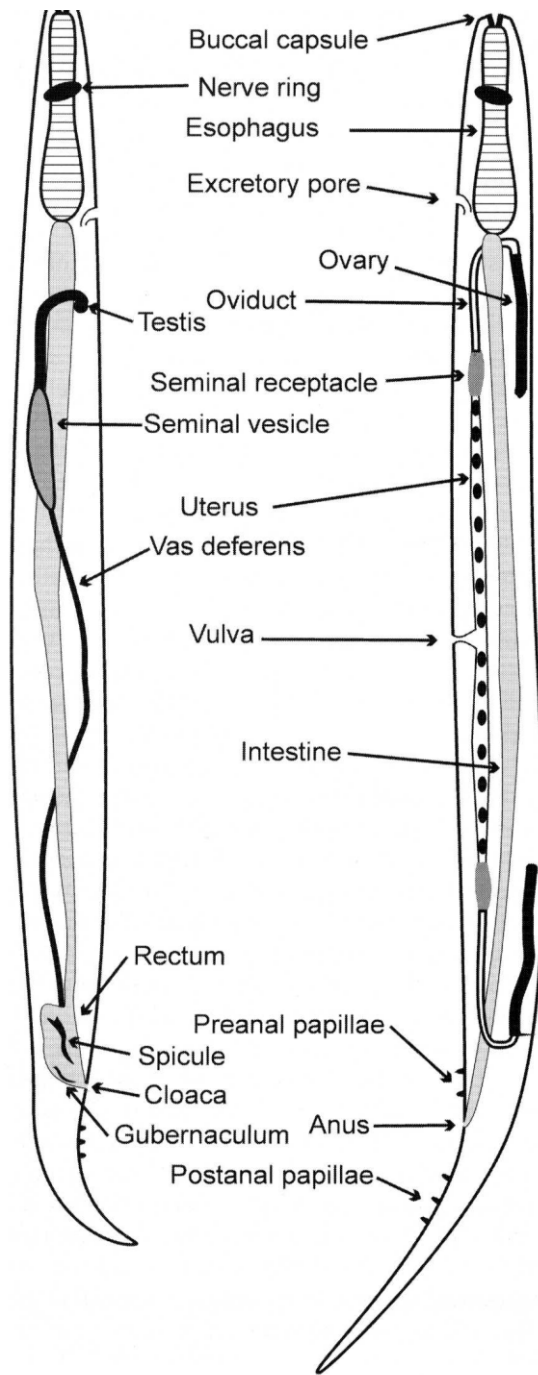


HLÍSTICE

Nematoda - hlístice

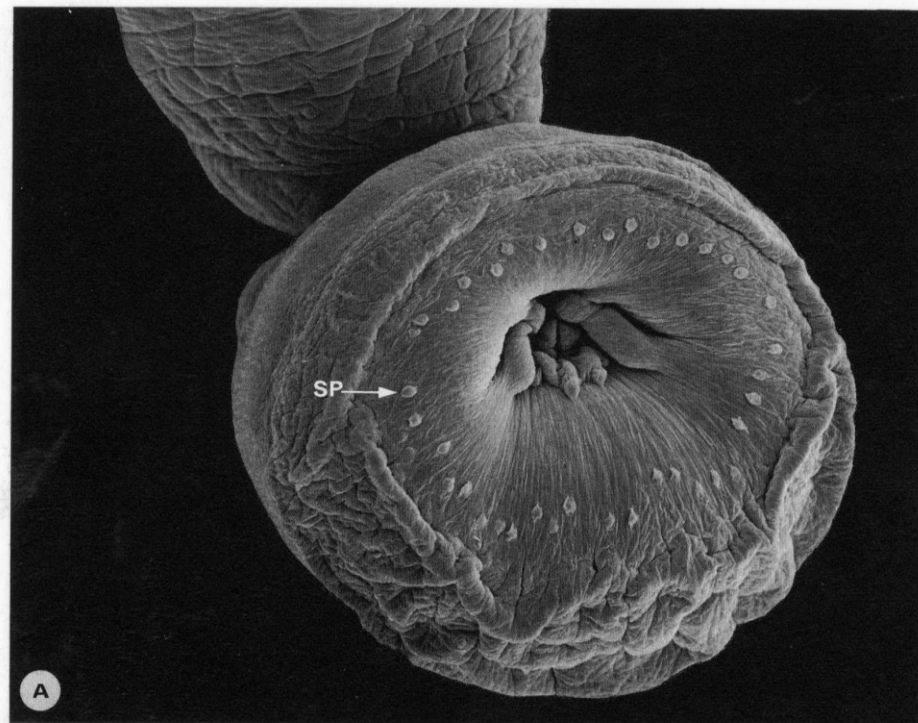
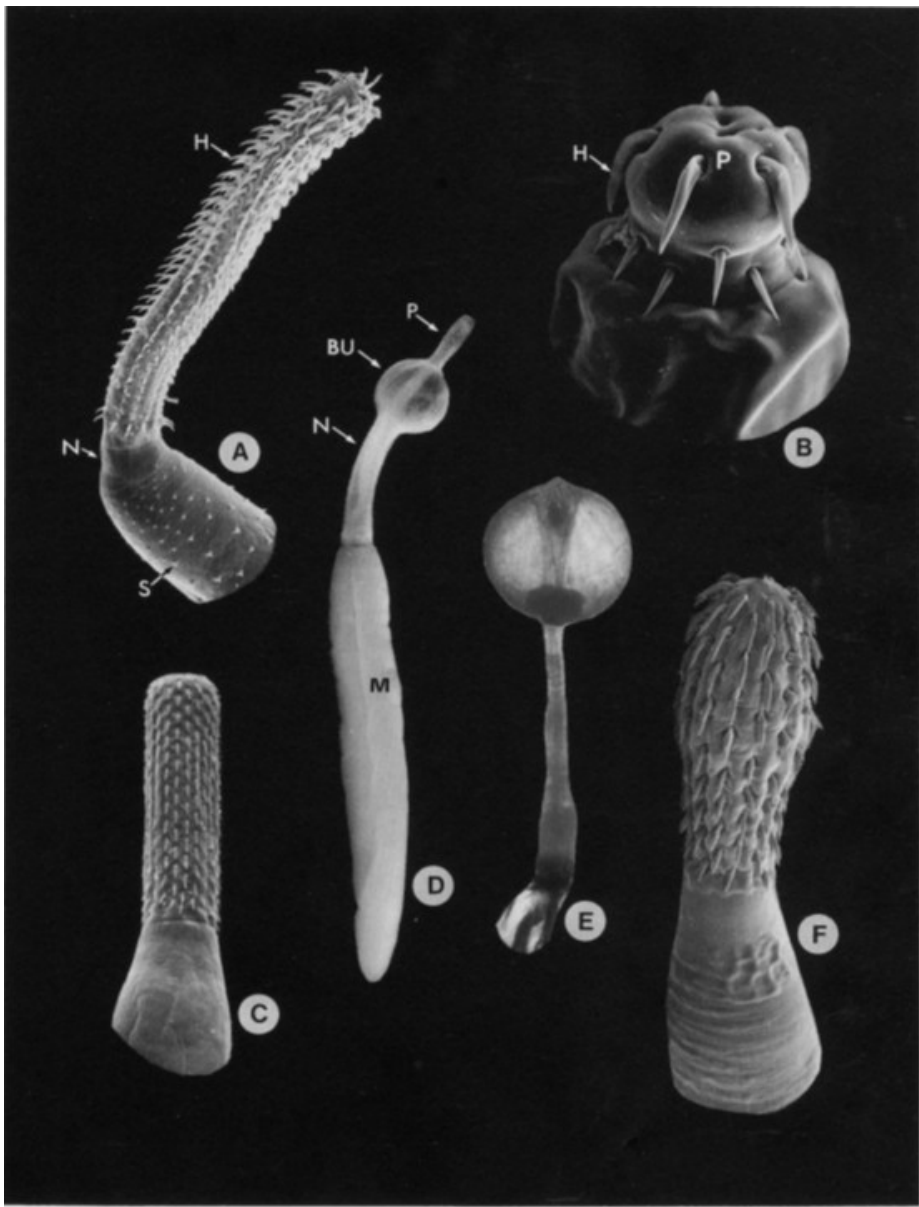
- Velmi rozmanitá skupina
- Cizopasnící x volně žijící (půda, voda)
- Paraziti – živočichové (bezobratlí), rostliny
- Adaptace k parazitismu
- Význam – původci onemocnění člověka zvířat

Nematoda základní morfologie



Obr. 3-53 Nematoda. Základní anatomie

SEM - Acanthocephala

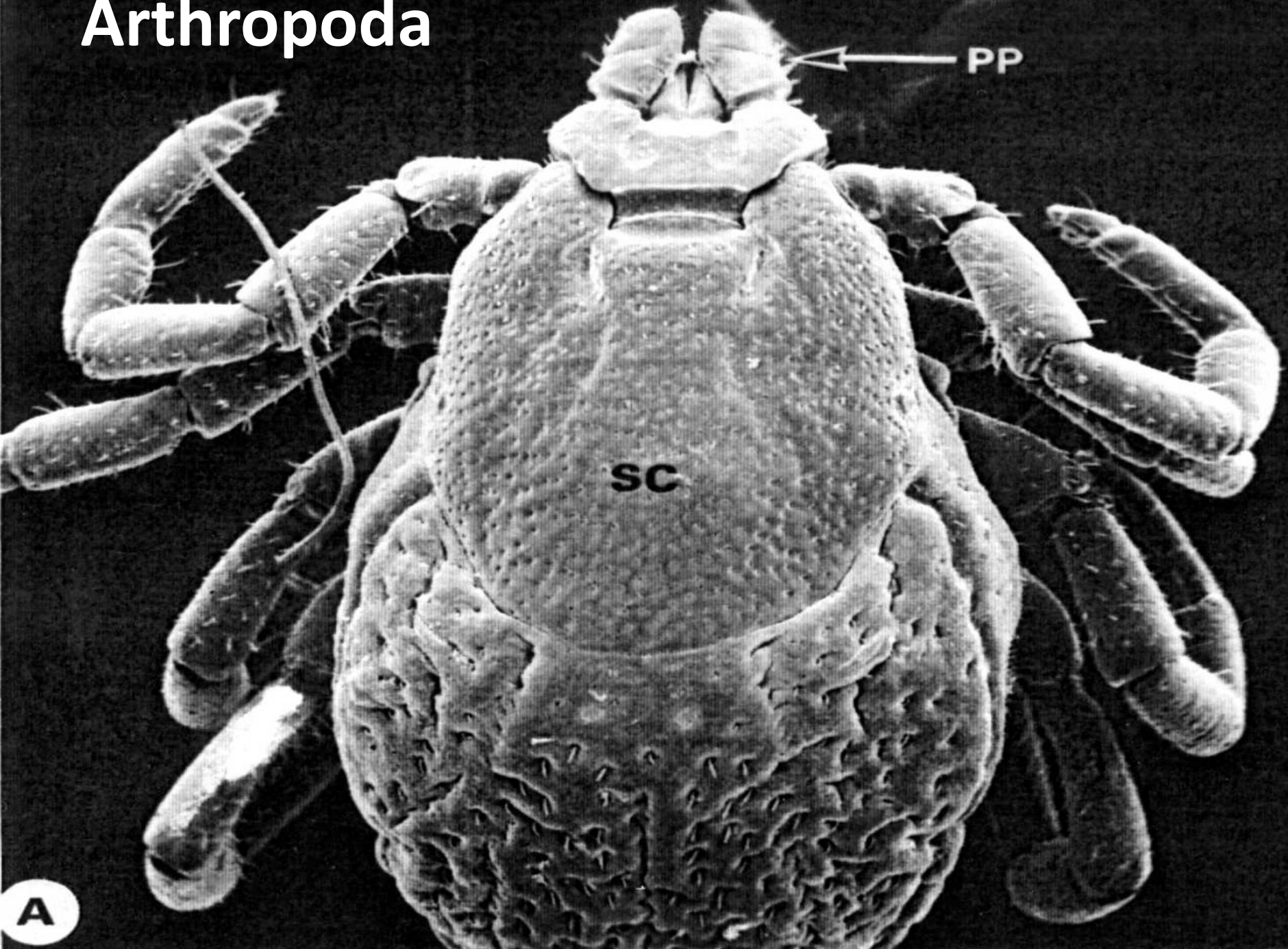


Charakteristika hlavních skupin helmintů

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



Rozmanist členovců

- Nejpočetnější skupina (80% živočichů)
- Závažní cizopasníci 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 – vyžírání orgány a tkáně – živá konzerva – velikost srovnatelná.
- **Hostitelé** jsou všechna vývojová stadia hmyzu i dalších bezobratlých – např. housenky motýlů, larvy blanokřídlých, pavouci.
- **Nevyměšují** – slepé střevo – defekace až po ukončení vývoje v H
- **Hyperparazitismus** – parazitace larev blanokřídlých - parazitoidů
- Nejčastěji **Hymenoptera** – 50tis a **Diptera** – 15tis druhů, ale i brouci, motýli, síťokřídlí – odhad až 25% hmyzu.
- Zástupci **Hymenoptera** – lumci (Ichneumonidae), lumčici (Braconidae), vejřitky (Proctotrupoidea), mšicomary (Aphidae), vejcomary (Scelionidae), chalcidky (Chalcidoidea)
- Hlavně **Apocrita** – štíhlý pas – adaptace na vpich vajíček do H
- **Primitivní vosy** (Scoliidae, Tiphiidae, Mutillidae) – kladélko – žahavý orgán – ochromení H – pak kladení vajíčka.
- **Hrabalky** (Pompiloidea) svého H zahrabou do podzemního hnízda,

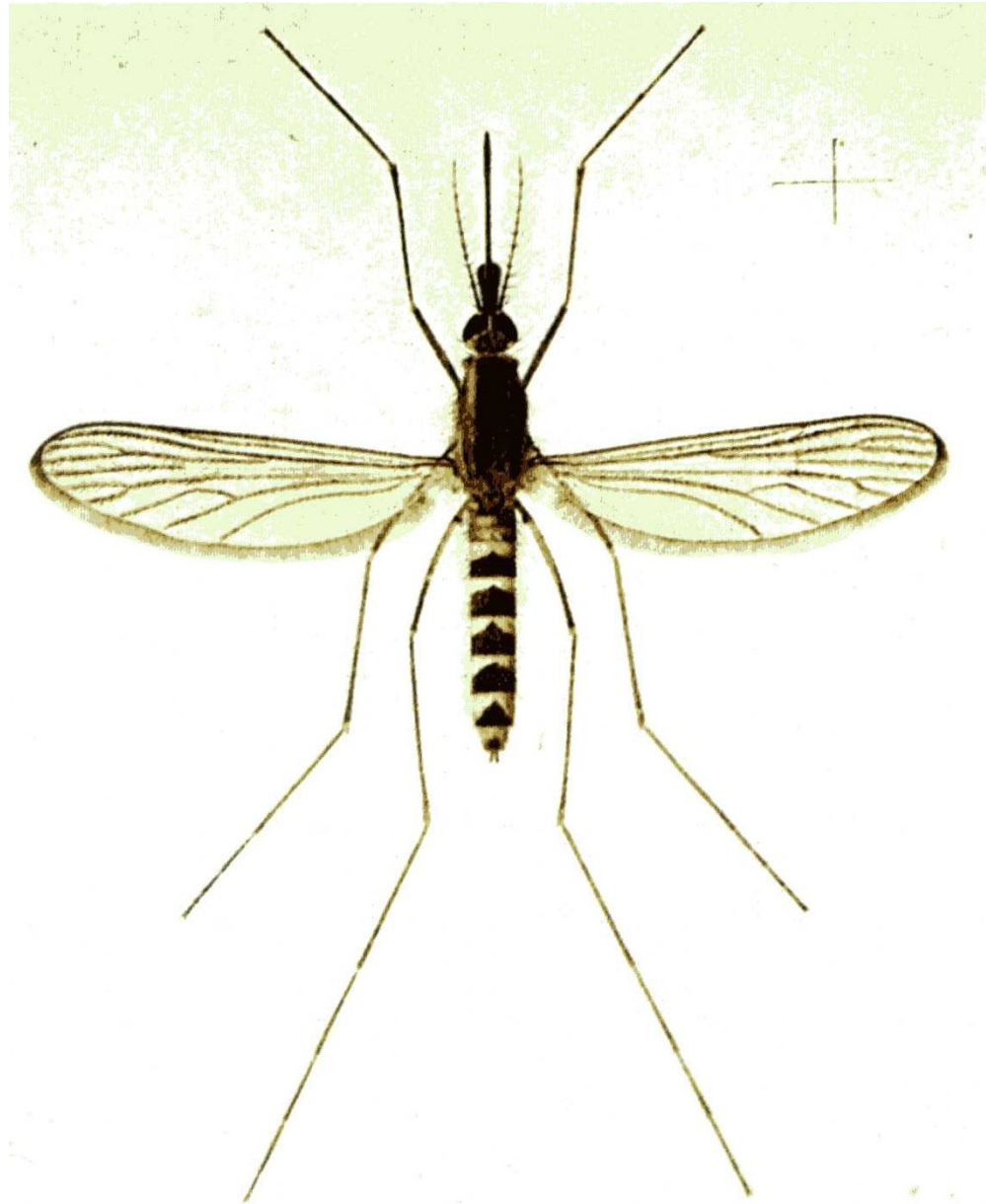
Kleptoparazitismus a forézie

- **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.
- **Invilinismus** - nejčastější strategie u mravenců – P královnu nezabíjí, ale využívá celou strukturu a organizaci kolonie pro svůj prospěch. P produkuje pouze sexuální kastu a případně vojáky.
- Smíšení kolonií – fylogenetická příbuznost partnerů – hypotézy vzniku
- Hnízdní parazitismu i u včel – cca 15% druhů – včela naklade vajíčka do hnízda jiného druhu – larva zlikviduje vejce či larvu H. Parazitická včela je často podobná svému H.

Rozmanitost členovců



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

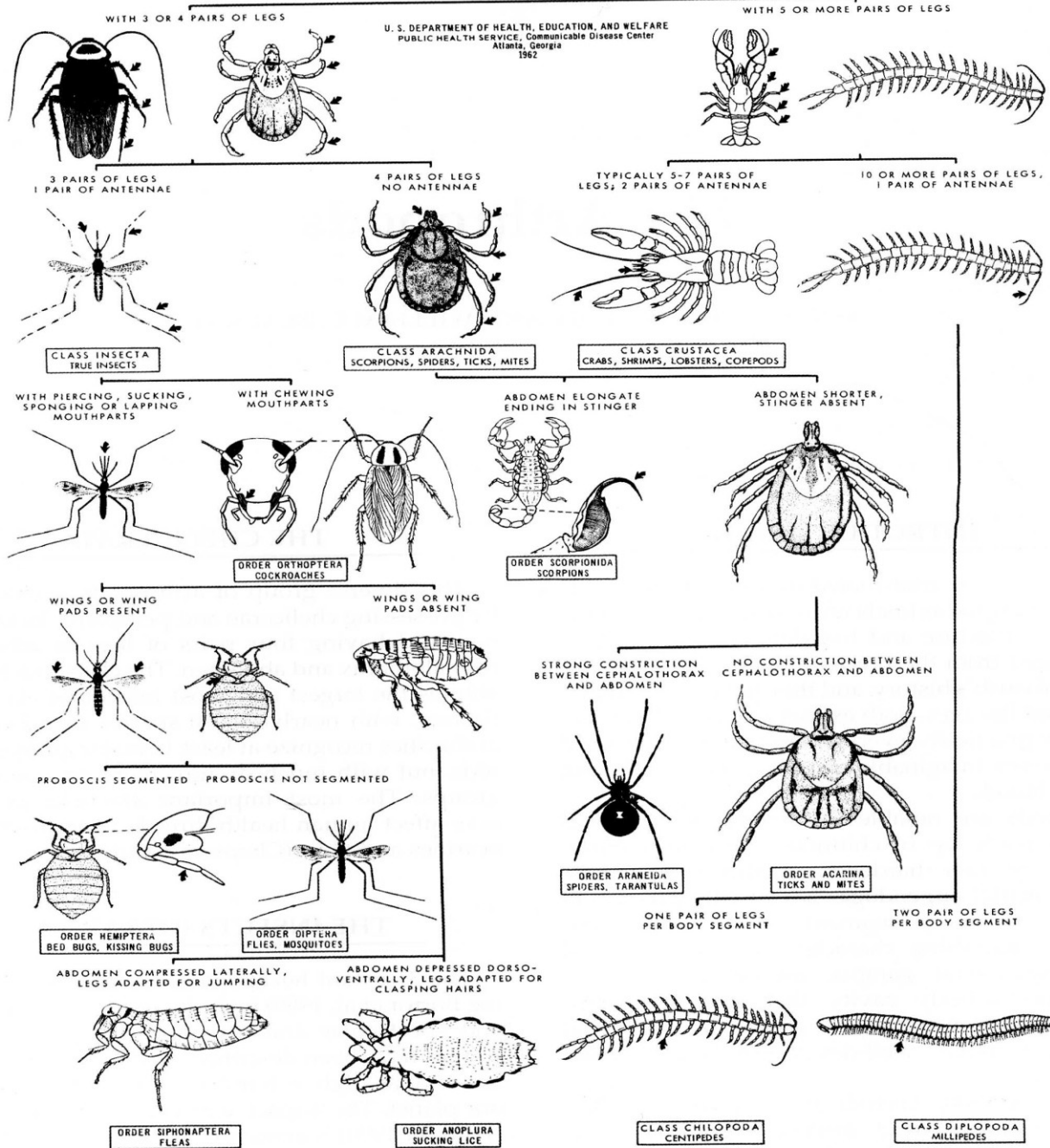


FIGURE 1.1 Representatives of the major groups of arthropods.

Rozmanitost členovců - blechy

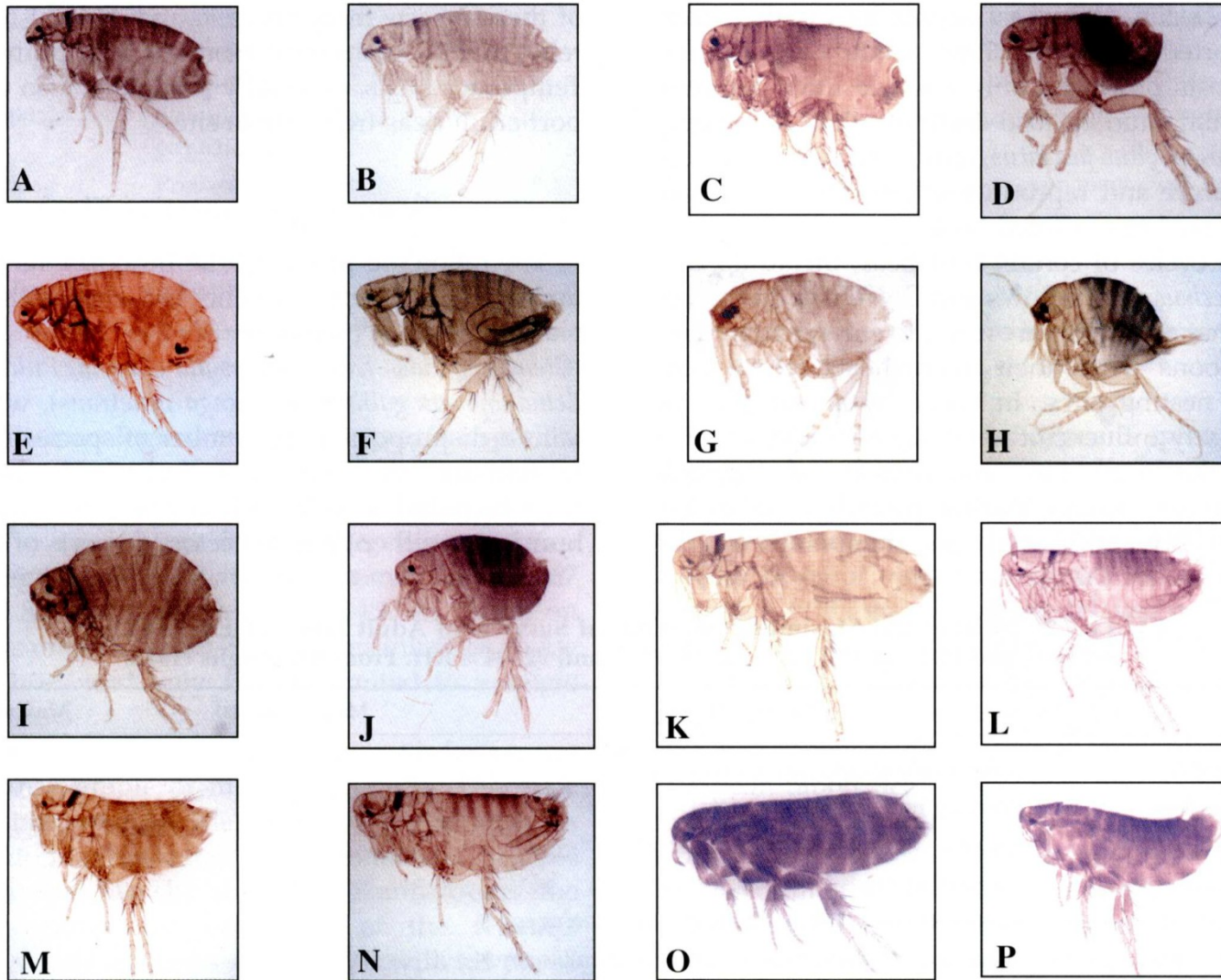


FIGURE 7.6 Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L);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

Rozmanitost medicínsky významných roztočů

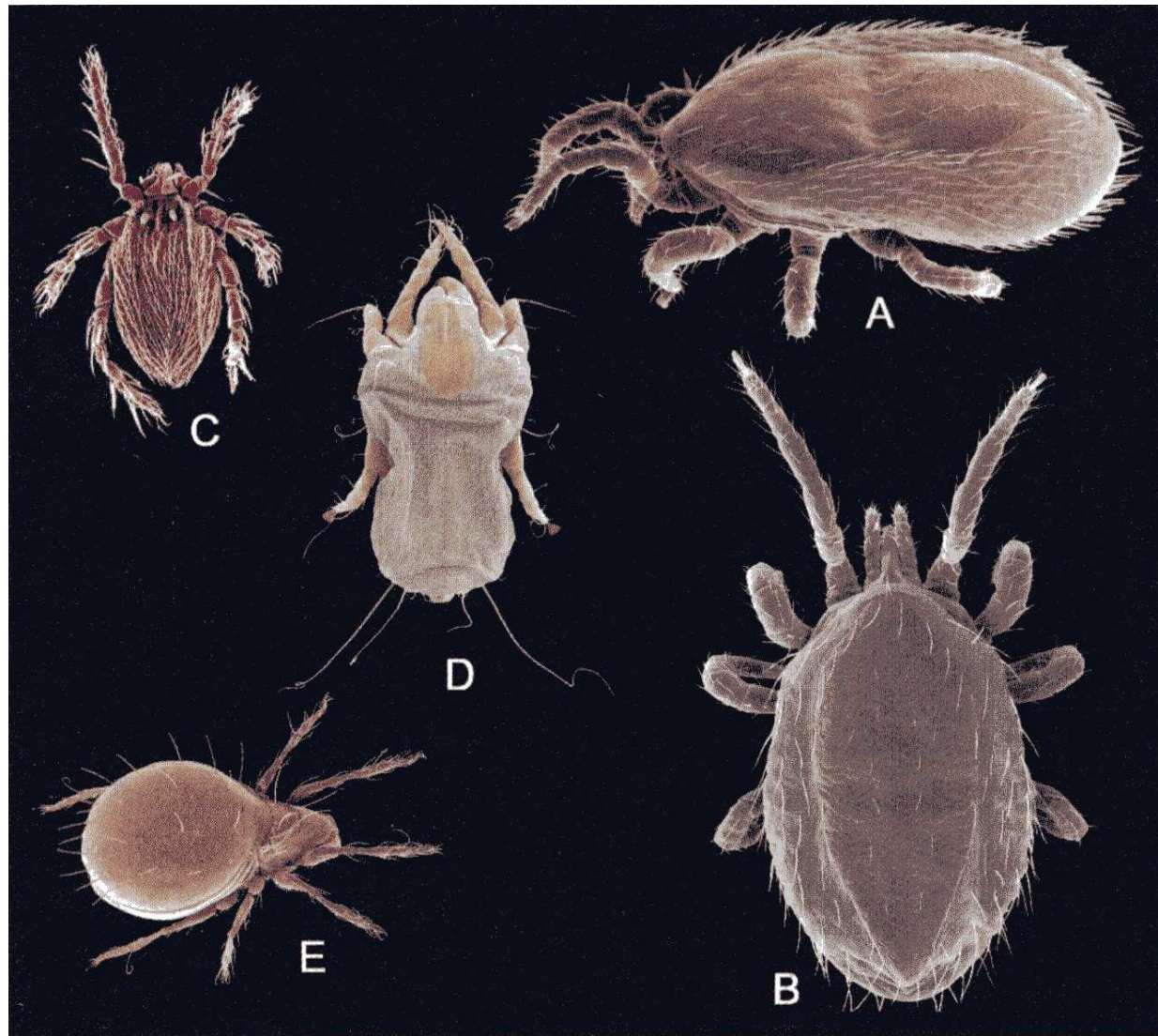
A – *Ornithonyssus bacoti*

B – *Ornithonyssus bursa*

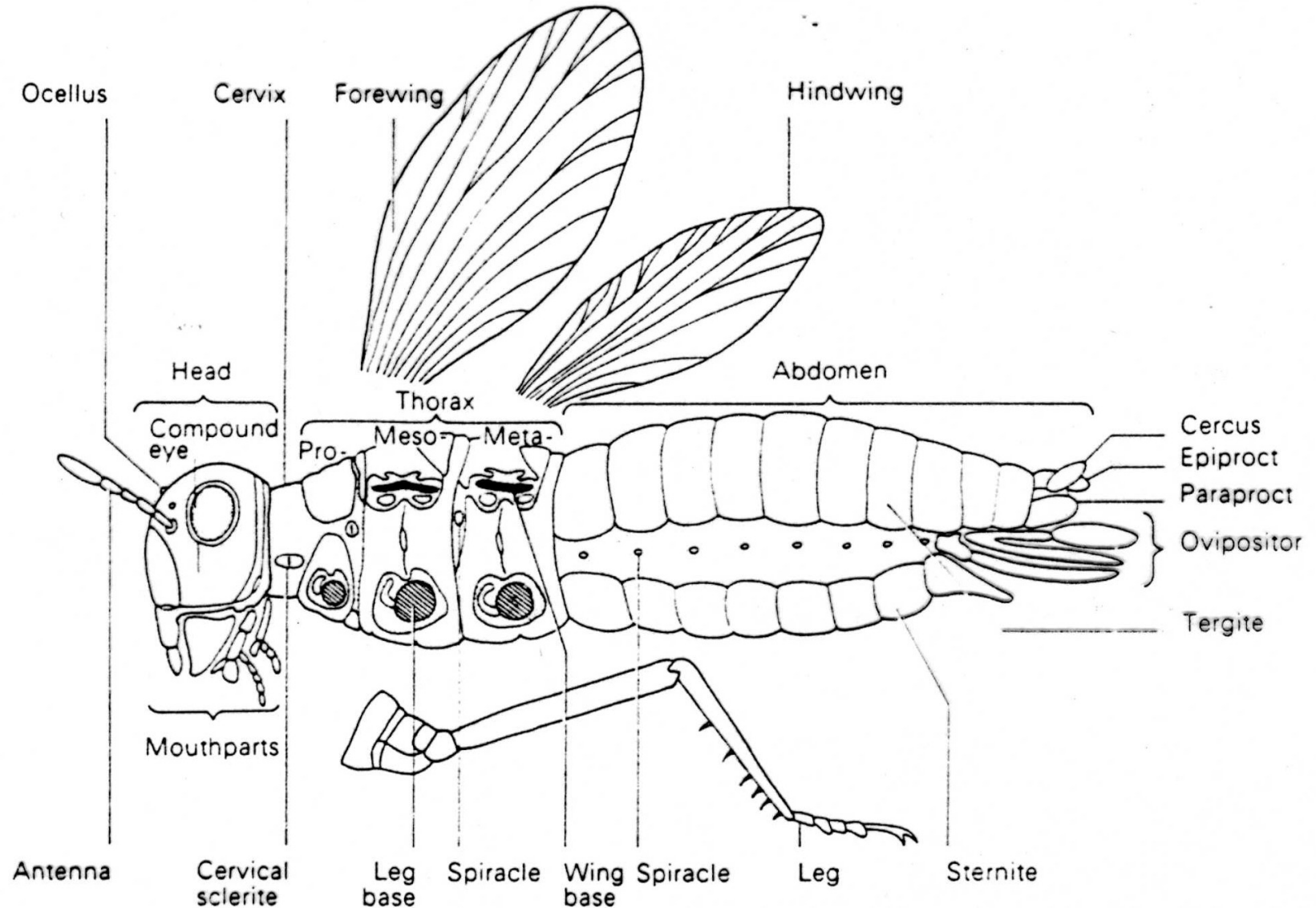
C – *Gantheria* sp

D – *Dermatophagoides
farinea*

E - *Zygoribatula*



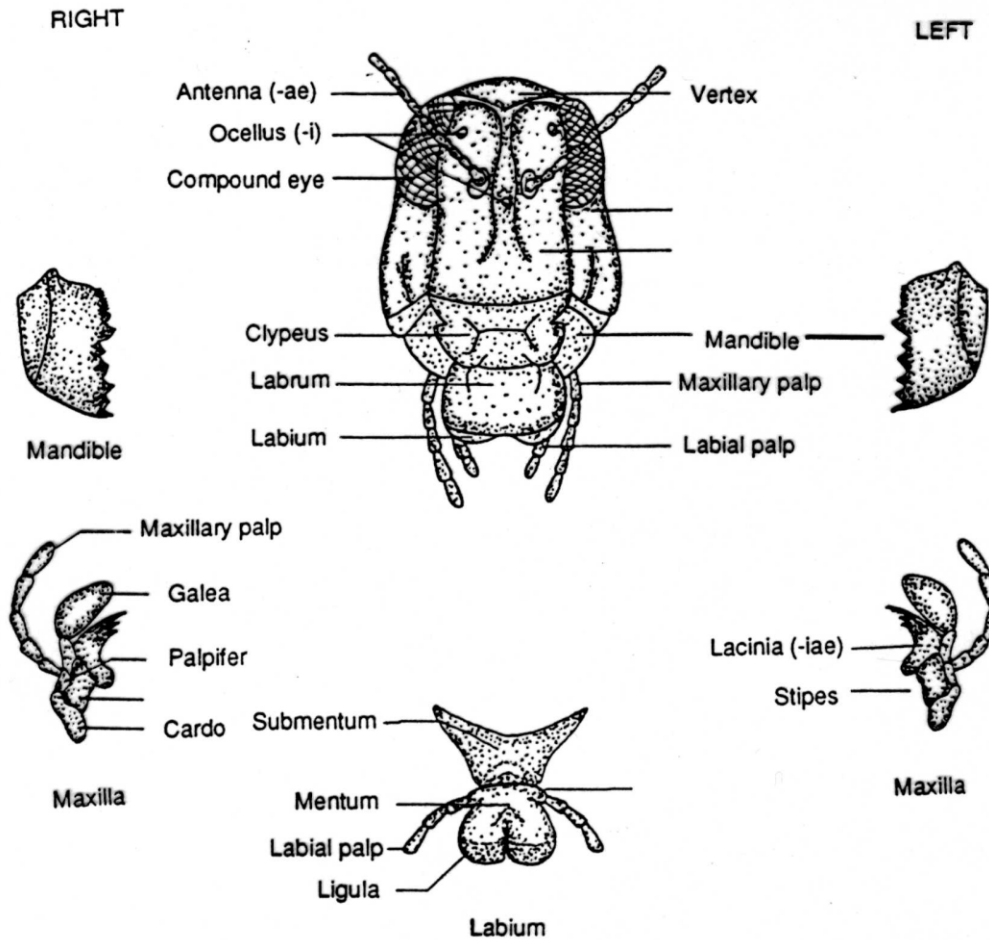
Externí anatomie hmyzu



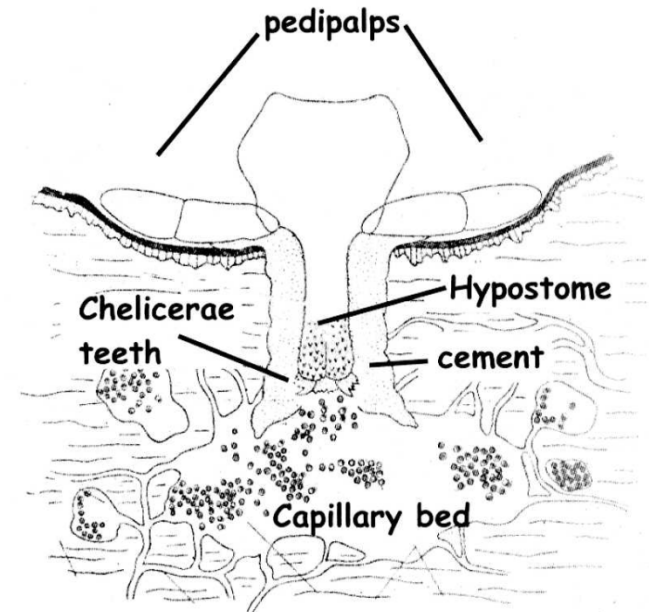
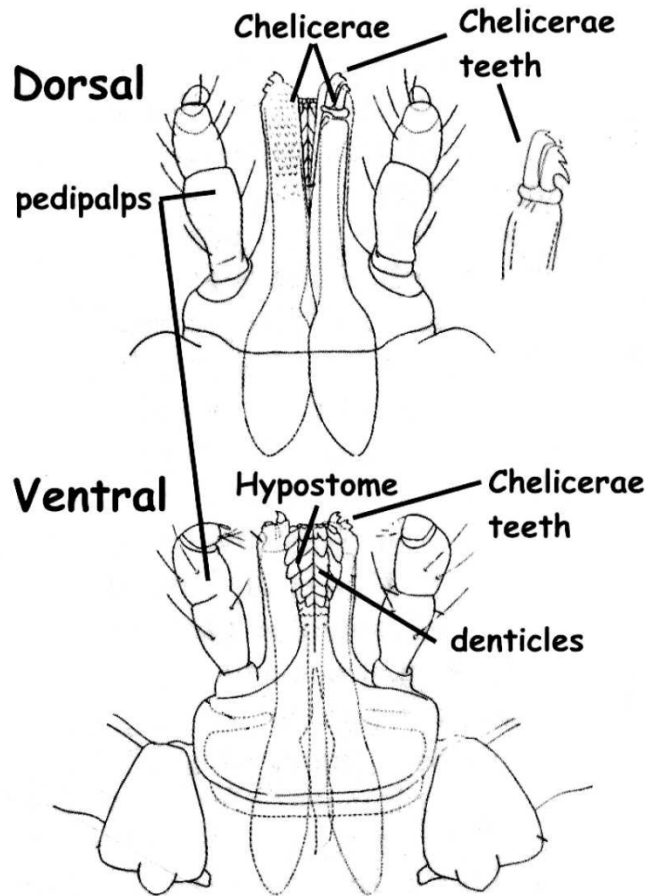
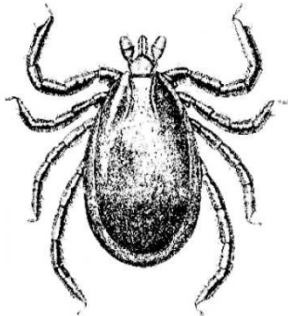
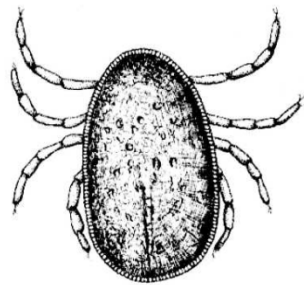
Morfologie a anatomie členovců

- 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 α , 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

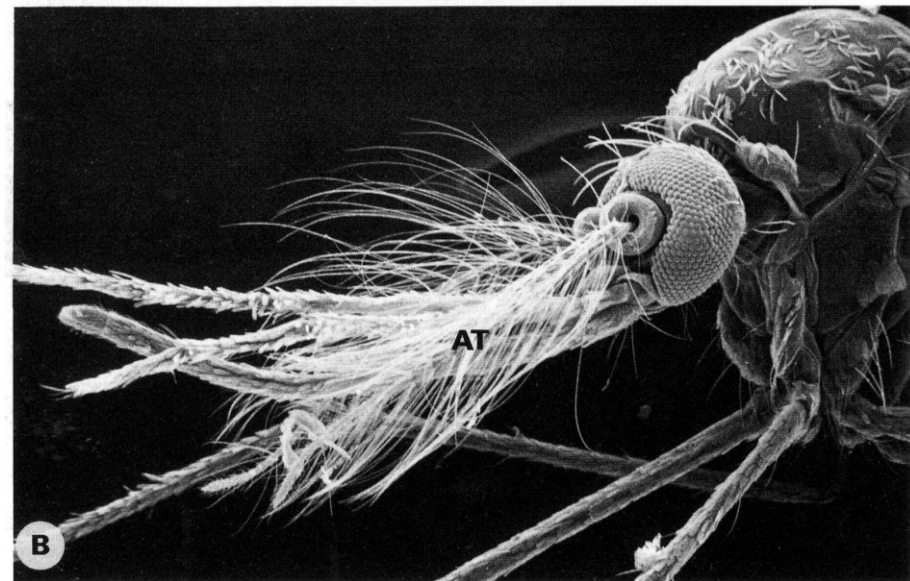
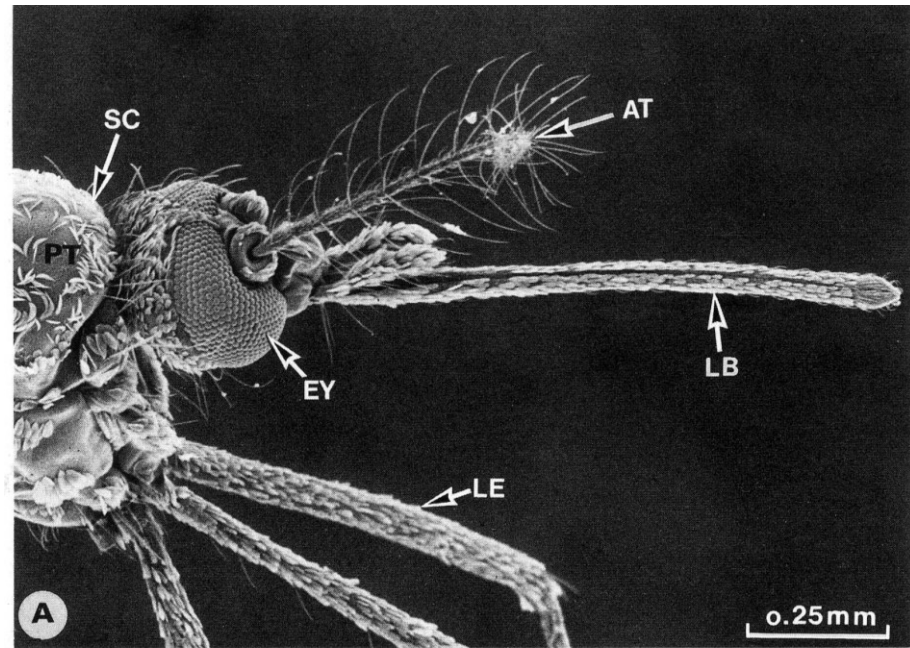
EY- složené oko

LB – labium nesoucí bodací ústrojí

LE – noha

PT – protothorax

SC - šupinky

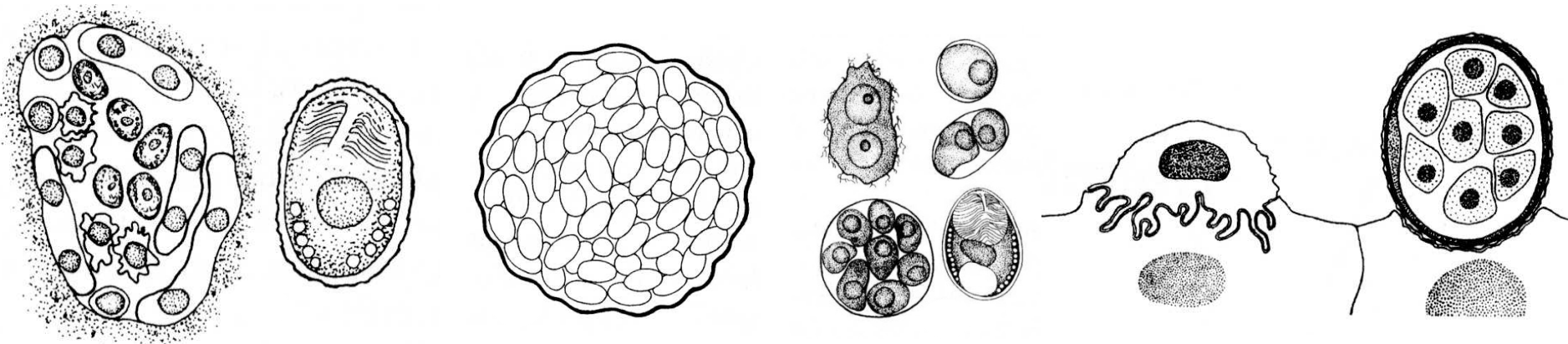


Opisthokonta (Fungi)

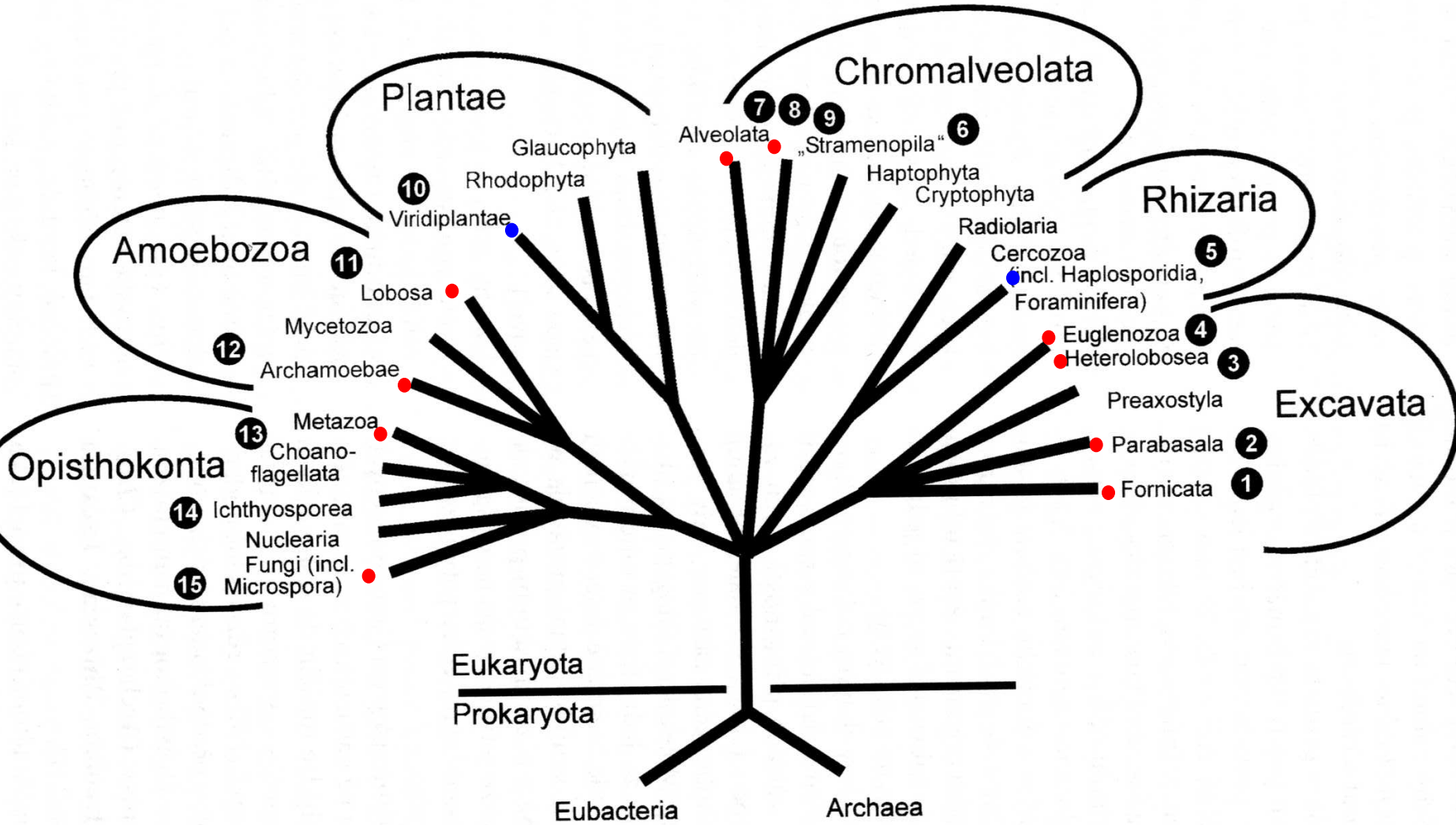
- Kmen: **Microspora** (mikrosporidie)

Eukaryotické heterotrofní organismy, nemají plastidy ale mají buněčnou stěnu obsahující chitin a β -glykany.

Třída: Microsporea: *Encephalitozoon cuniculi*, *E. hellem*, *E. intestinalis*, *Enterocytozoon bieneusi*, *Nosema ocularum*, *N. corneum*, *Brachiola connori*, *B. vesicularum*, *B. algerae*, *Microsporidium ceylonensis*, *M. africanum*, *Vittaforma corneae*, *Trachipleistophora hominis*, *T. anthropophthera*, *Pleistophora ronneafiei*. *Pneumocystis carinii*



Současné rozdělení eucaryot



● Zástupci parazitující u člověka

● Zástupci neparazitující u člověka

Excavata

- Kmen: **Fornicata (Metamonada)**

Jednobuněční střevní bičíkovci se dvěmi, čtyřmi nebo osmi bičíky – řády:

Diplomonadida - ***Giardia duodenalis***

Enteromonadida - ***Enteromonas hominis***

Retortamonadida - ***Chilomastix mesnili***

- ***Retortamonas intestinalis***

- Kmen: **Parabasala**

Jednobuněční bičíkovci s jedním nebo více jádry a

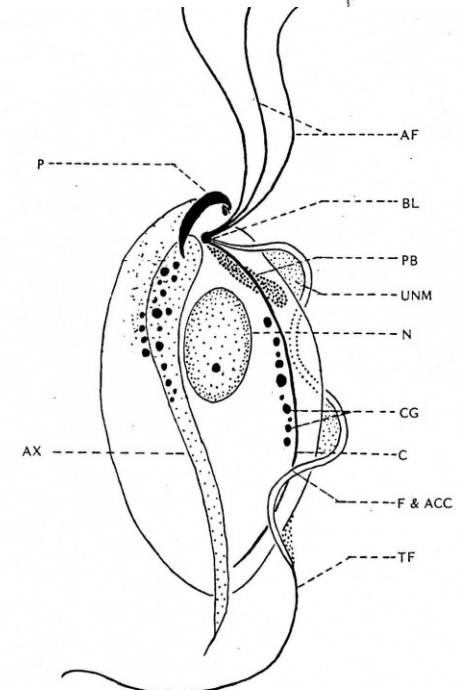
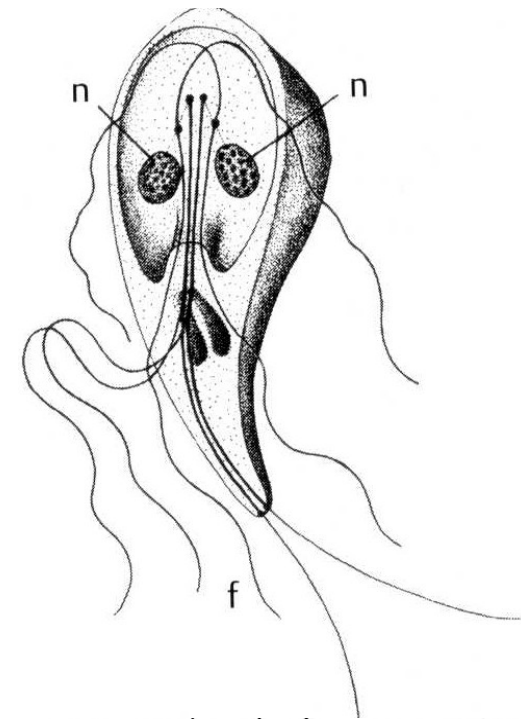
Početnými bičíky: charakteristický komplex parabasálního tělíska ekvivalentní Golgiho tělísku, nemají mitochondrie

Trichomonadida - ***Dientamoeba fragilis***

- ***Trichomonas vaginalis***

- ***Trichomonas tenax***

- ***Pentatrichomonas hominis***



Excavata

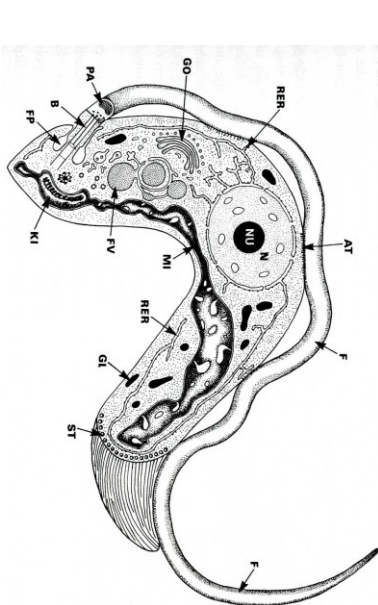
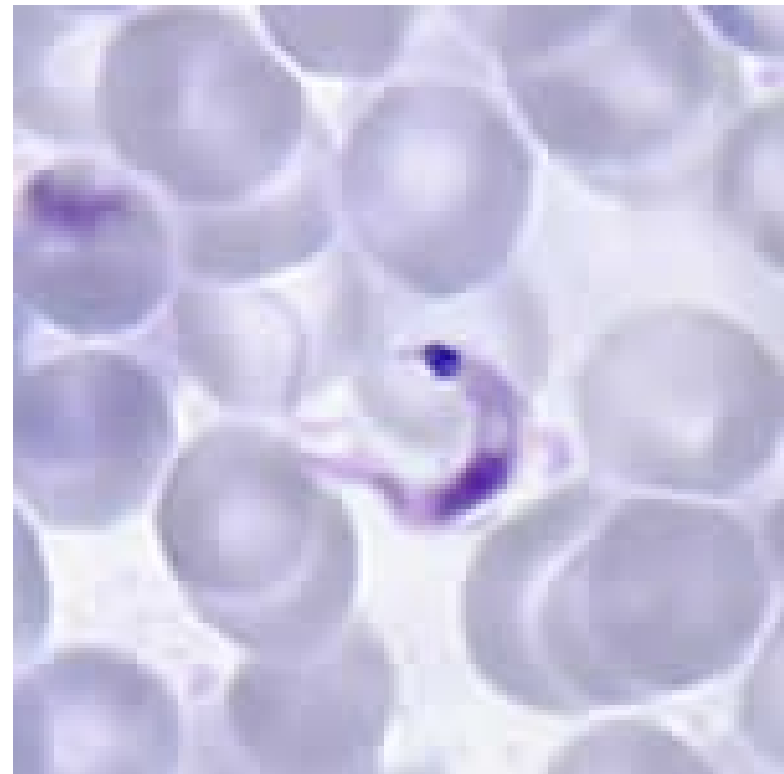
- Kmen: **Heterolobosea (Percolozoa)**

Jednobuněční, bez pigmentů, typické jsou jeden až čtyři bičíky, mají mitochondrie a peroxisomy ale chybí Golgiho tělíska – řád: Schizopyrenida – *Naegleria fowleri*

- Kmen: **Euglenozoa**

Jednobuněční bičíkovci s 1 až 4 bičíky; mají Golgiho tělíska a mitochondrie – řád: Trypanosomatida – *Leishmania donovani*,

L. infantum, *L. major*,
L. tropica, *L. brasiliensis*,
L. mexicana, *L. aethiopica*,
L. peruviana,
Trypanosoma cruzi,
T. brucei gambiense,
T. brucei rhodesiense,
T. rangeli.

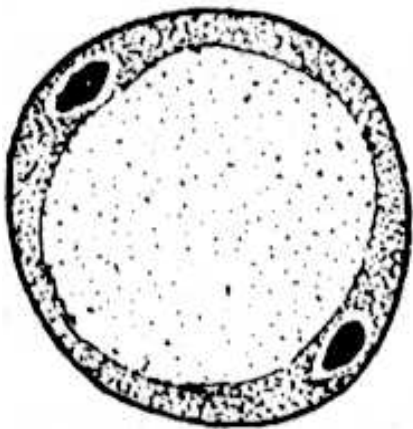


Chromalveolata

- Kmen: **Stranemophila**

Jednobuněční mající plastidy a využívající fotosyntézu, filamentózní struktura nebo v koloniích (řasy), u některých zástupců sekundární ztráta plastidů.

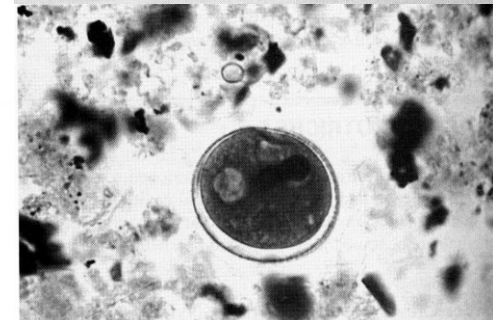
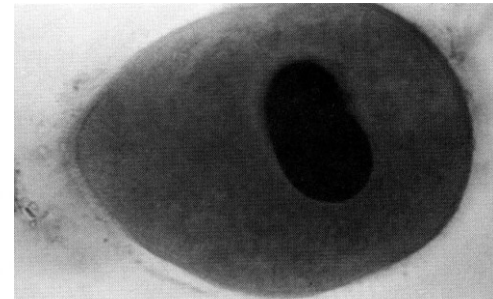
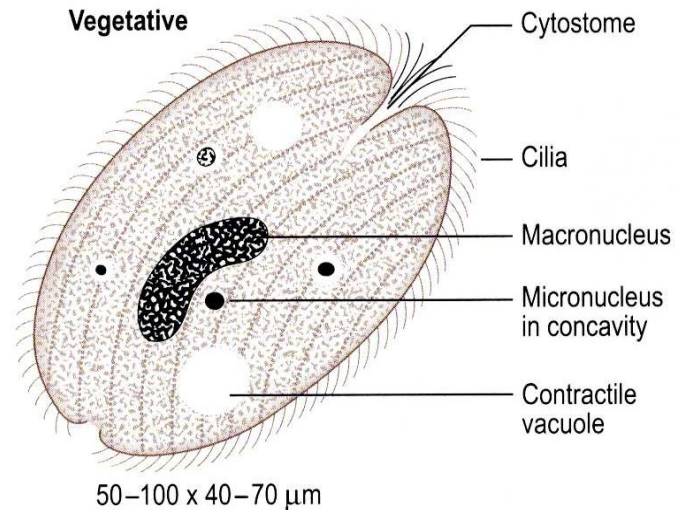
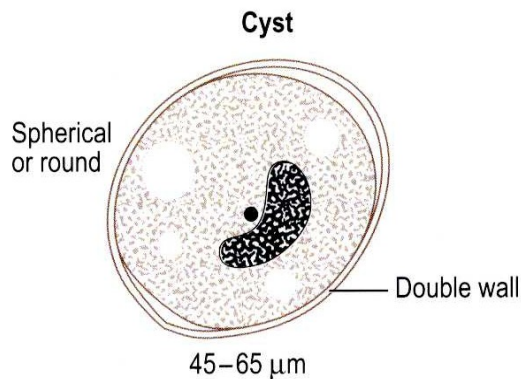
Třída: Blastocystea – *Blastocystis hominis*



Chromalveolata

- **Kmen: Ciliophora**

Jednobuněční mající velký počet cilií používaných k lokomoci a komplexní orální ciliaturu využívanou k příjmu potravy. Dva typy buněčných jader – jedno nebo více polyploidních macronuclei s jedno nebo více diploidních micronuclei. Většinou volně žijící – řád: Vestibuliferida – *Balantidium coli*



Chromalveolata

- Kmen: **Sporozoa (Apicomplexa)**

Jednobuněční vyznačující se apikálním komplexem: polární kruh, rhoptrie, mikronemy a conoid, v životním cyklu se vyskytují sexuální procesy, všichni parazitují řády:

Eimeriida:

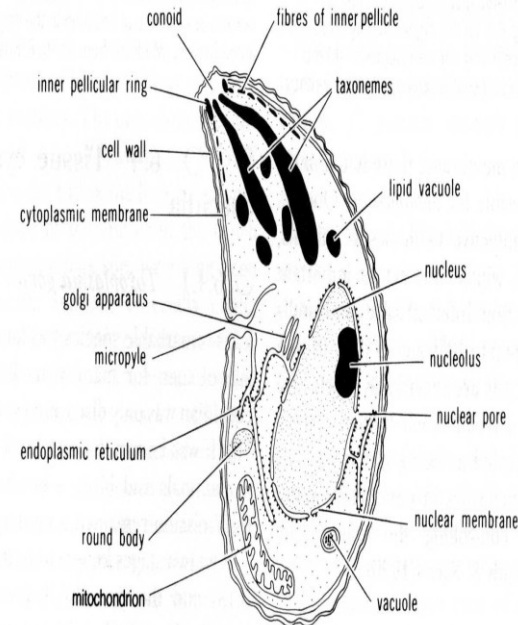
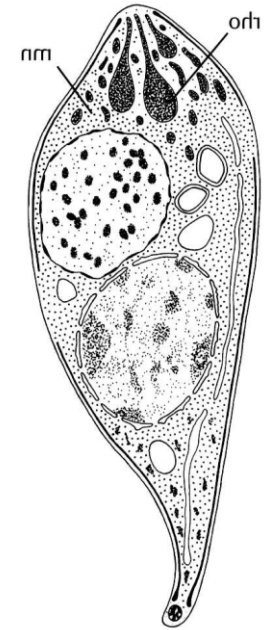
***Cryptosporidium parvum*, *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora cayetanensis*, *Isospora belli*, *Sarcocystis hominis*, *S. suis hominis*.**

Piroplasmida:

Babesia microti*, *B. divergens*, *B. gibsoni

Haemosporida:

Plasmodium falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale*, *P. vivax



Amoebozoa

Jednobuněční, bezbičíkatí, mají pseudopodie a používají je k příjmu potravy a lokomoci.

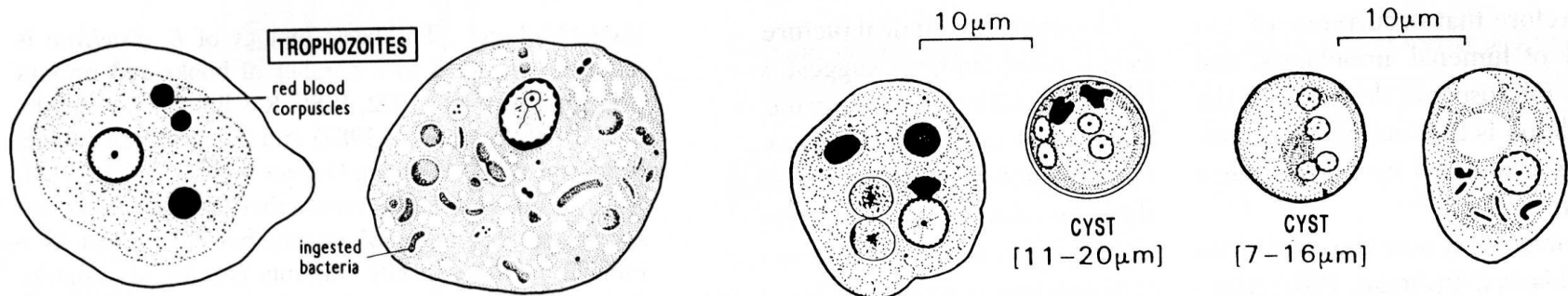
- Kmen: **Lobosa**

Acanthopodida - *Acanthamoeba castellanii*,
Balamuthia mandrillaris

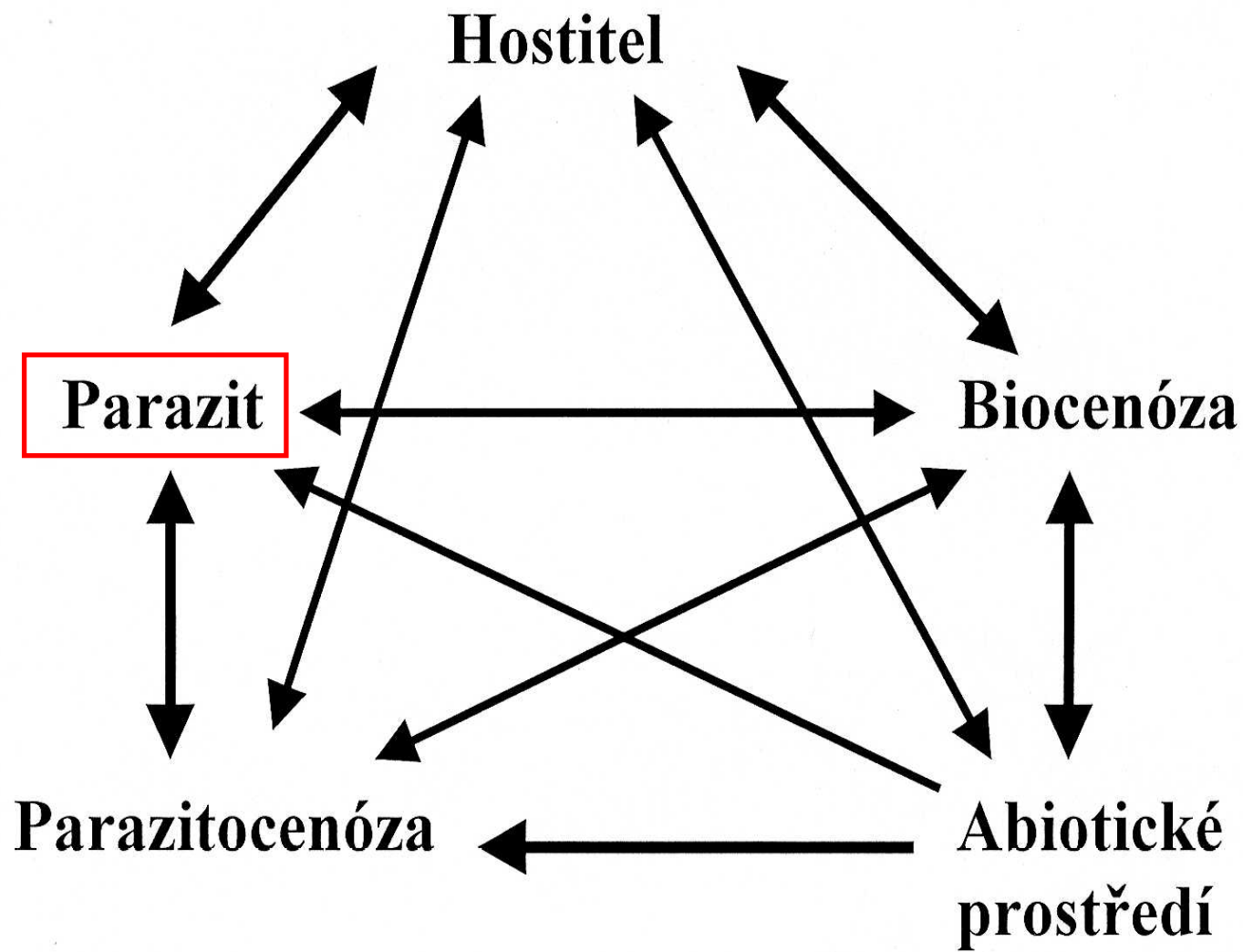
- Kmen: **Archamoebae**

Entamoebida – *Entamoeba histolytica*, *E. coli*,

E. dispar, *E. hartmanni*, *E. gingivalis*, *E. moshkovski*,
E. polecki, *Endolimax nana*, *Iodamoeba buetschlii*



Úvod do ekologie parazitů

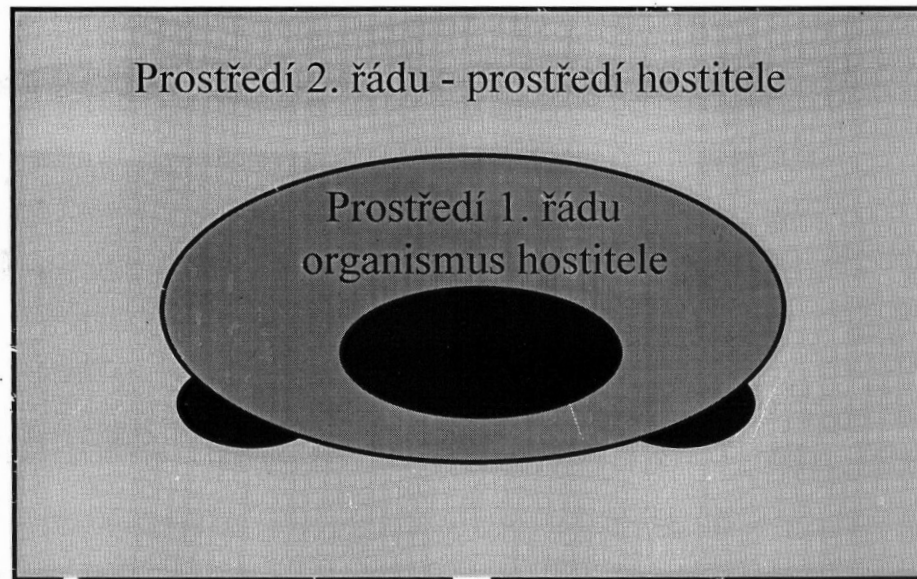


Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

Organismus hostitele

druh hostitele
velikost a věk
pohlaví
kondice
imunita
stress
rezistence

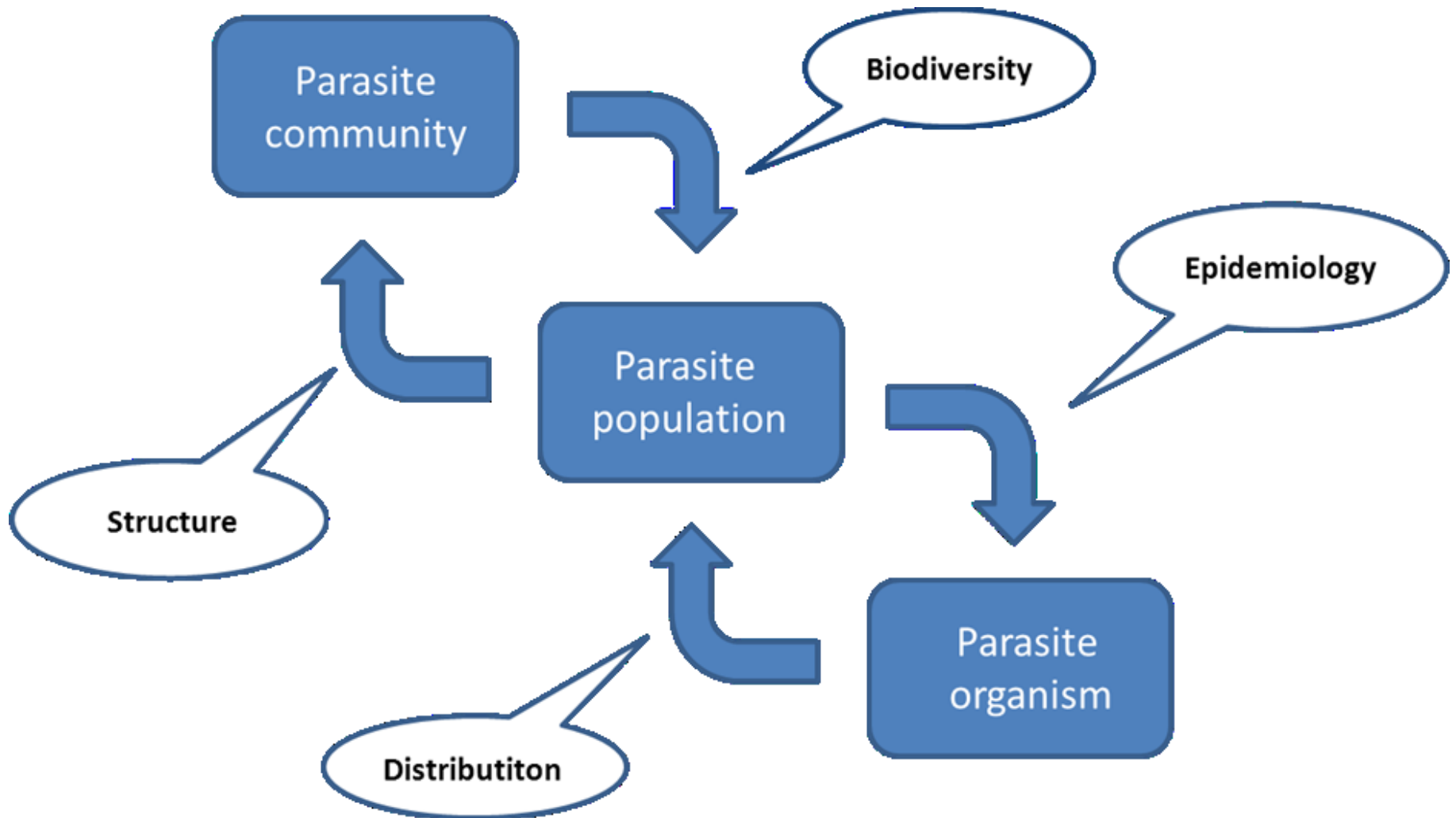


Prostředí hostitele

teplota
světlo
pH
salinita
stanoviště
proudění
znečištění

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

Hierarchická struktura parazito-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

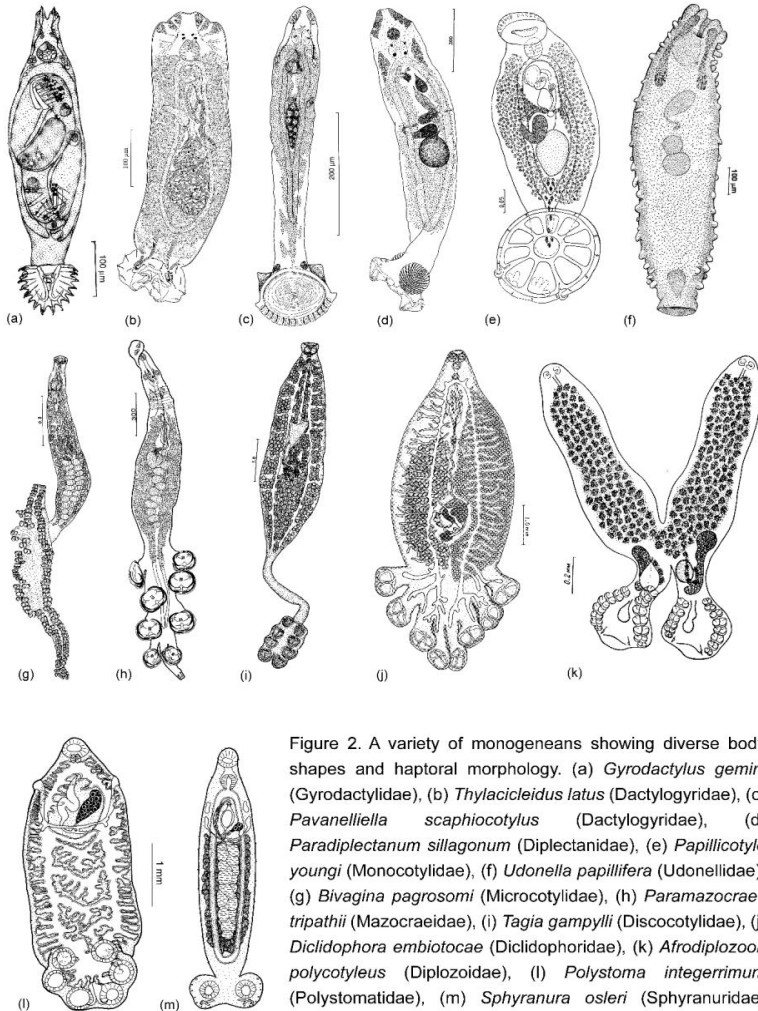
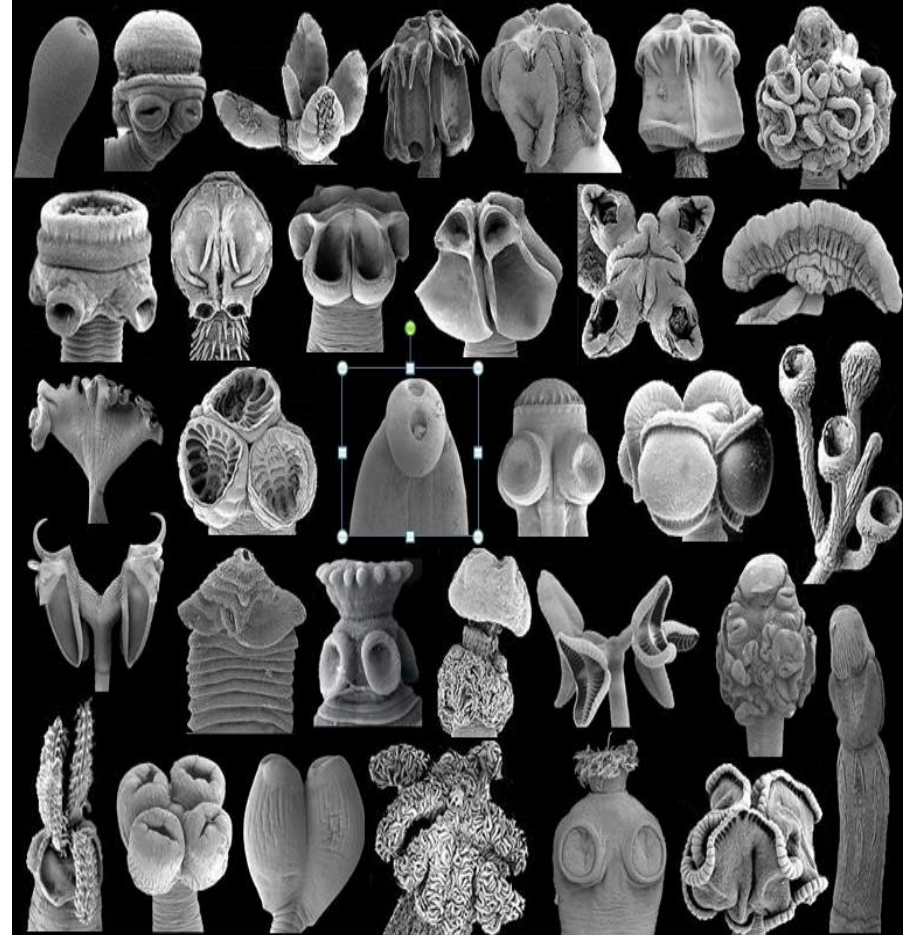
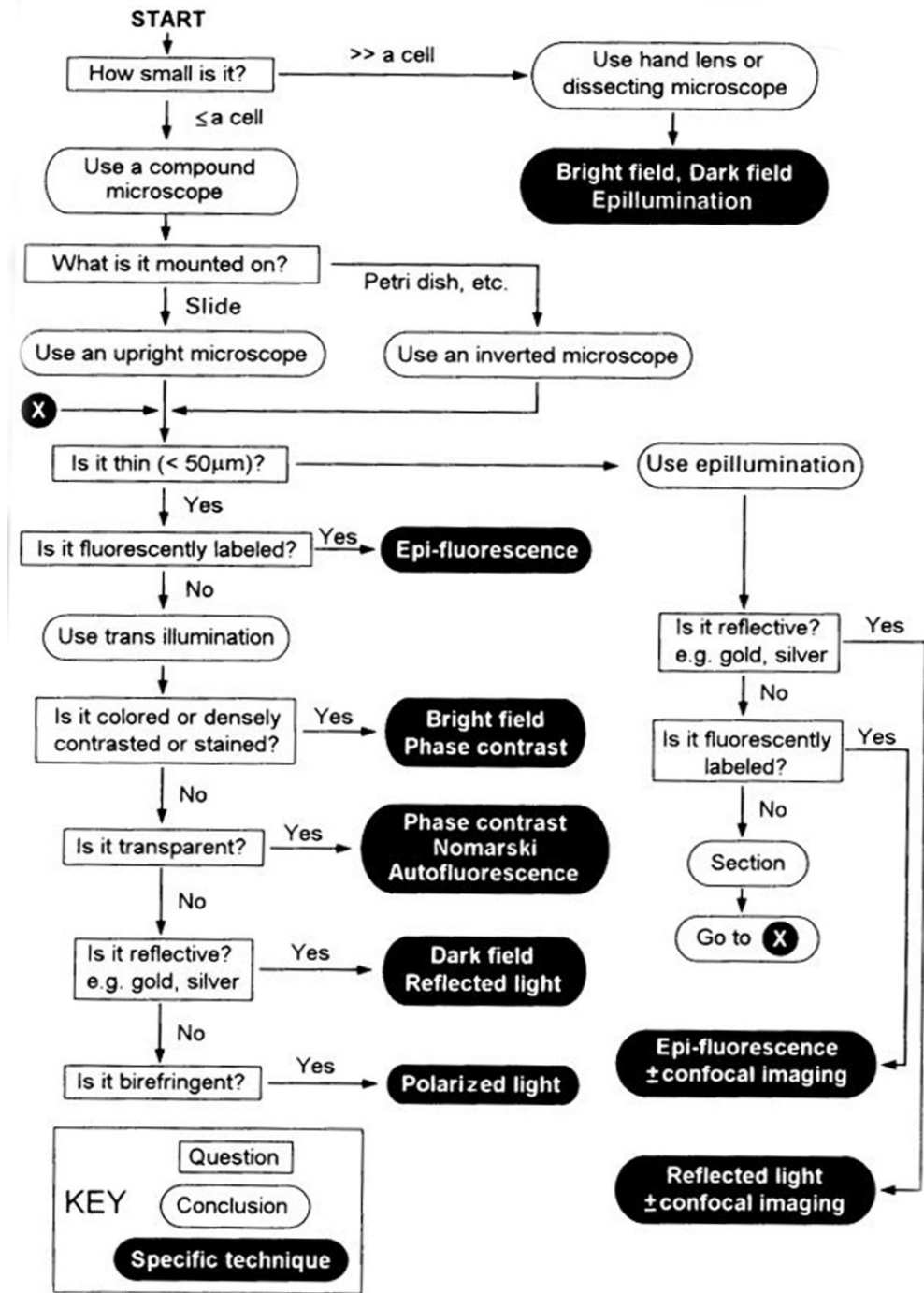


Figure 2. A variety of monogeneans showing diverse body shapes and haptor morphology. (a) *Gyrodactylus gemini* (Gyrodactylidae), (b) *Thylacicleidus latus* (Dactylogyridae), (c) *Pavanelliella scaphiocotylus* (Dactylogyridae), (d) *Paradiplectanum sillagonum* (Diplectanidae), (e) *Papillicotyle youngi* (Monocotylidae), (f) *Udonella papillifera* (Udonellidae), (g) *Bivagina pagrosomi* (Microcotylidae), (h) *Paramazocraes tripathii* (Mazocraeidae), (i) *Tagia gampylli* (Discocotylidae), (j) *Dicliphora embiotocae* (Dicliphoridae), (k) *Afrodiplozoon polycotyleus* (Diplozoidae), (l) *Polystoma integerrimum* (Polystomatidae), (m) *Sphyranura osleri* (Sphyranuridae)



Základní předpoklad studia:

- Správná determinace – diagnostika
- Použití různých mikroskopických technik



Bright field

Eudiplozoon nipponicum



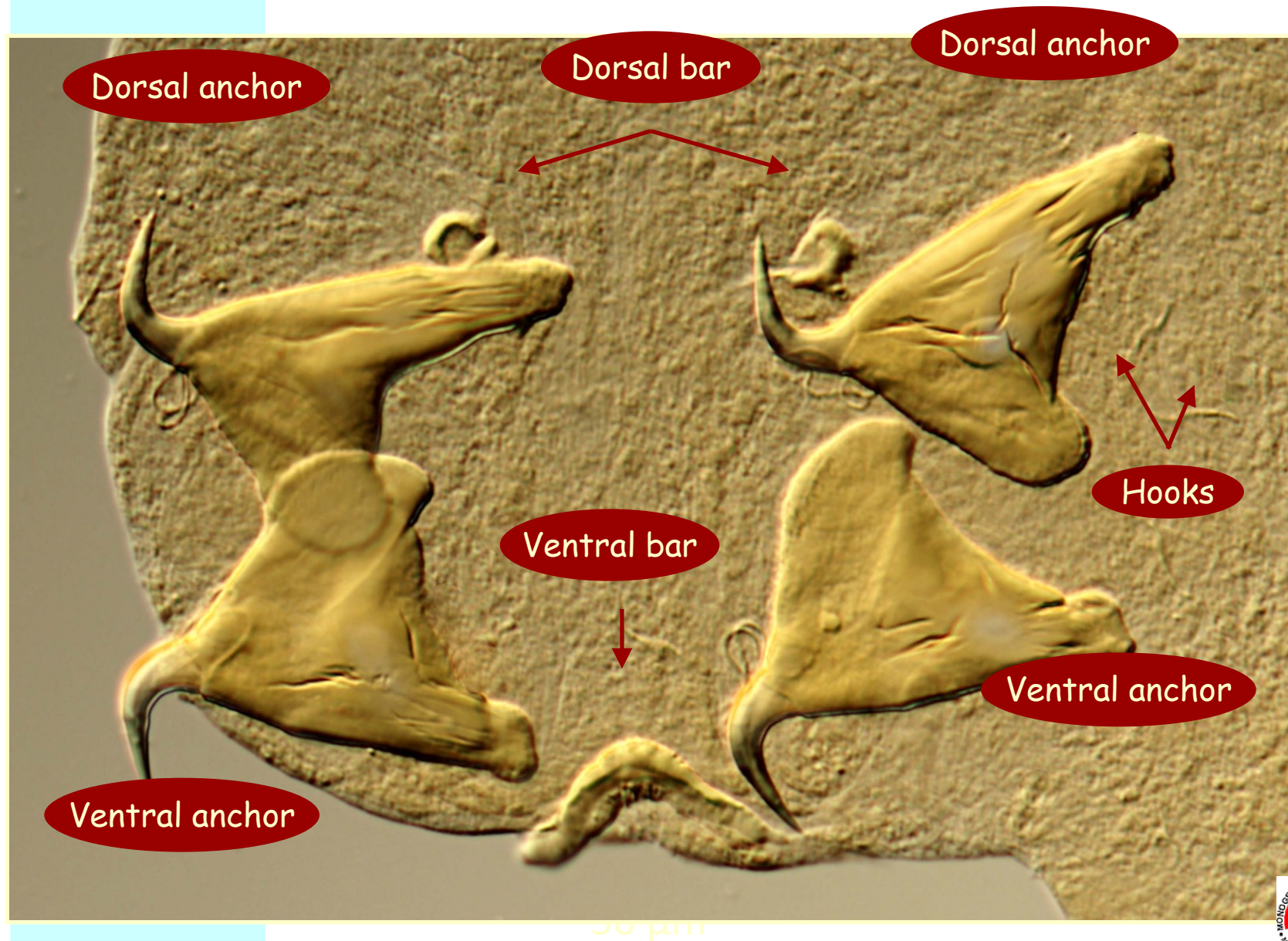
- Acetylcholine visualised with 5-bromo-chloro-indolyl acetate

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

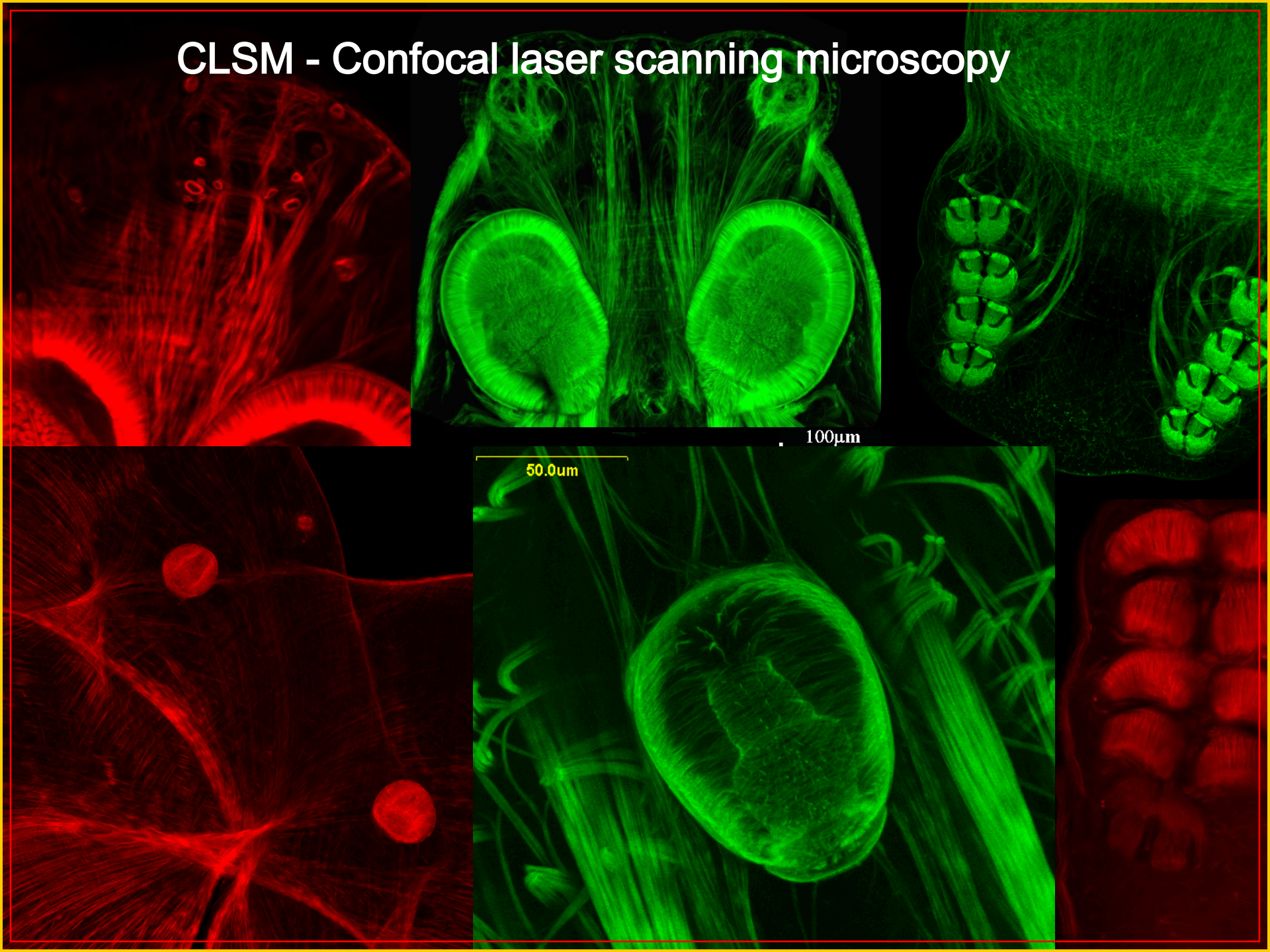
Phase contrast microscopy - viviparous gyrodactylids



DIC according to Nomarski



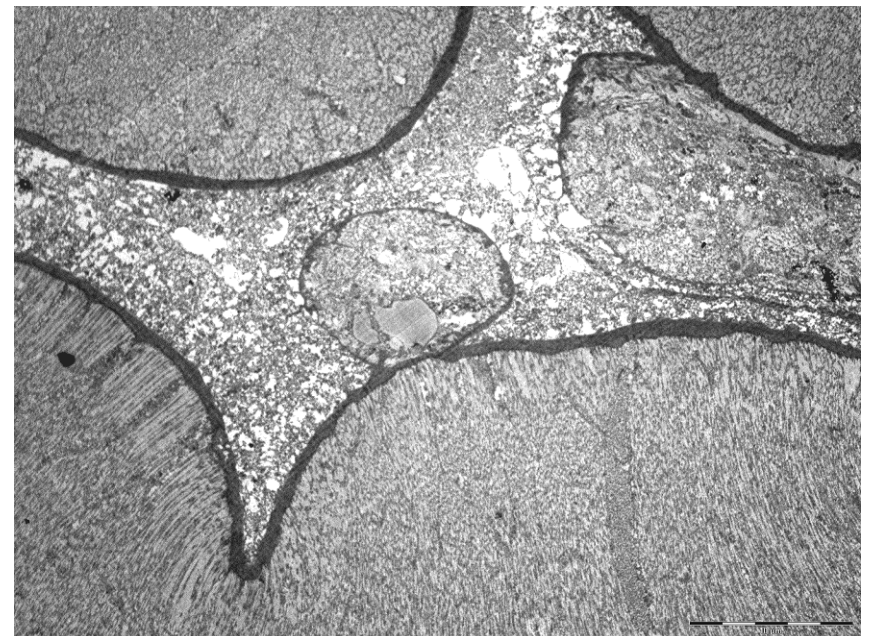
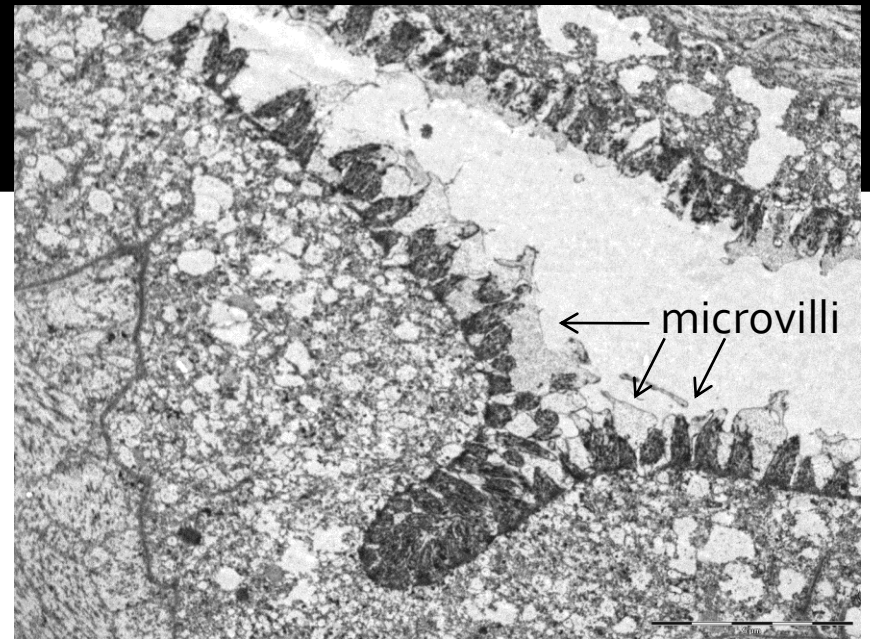
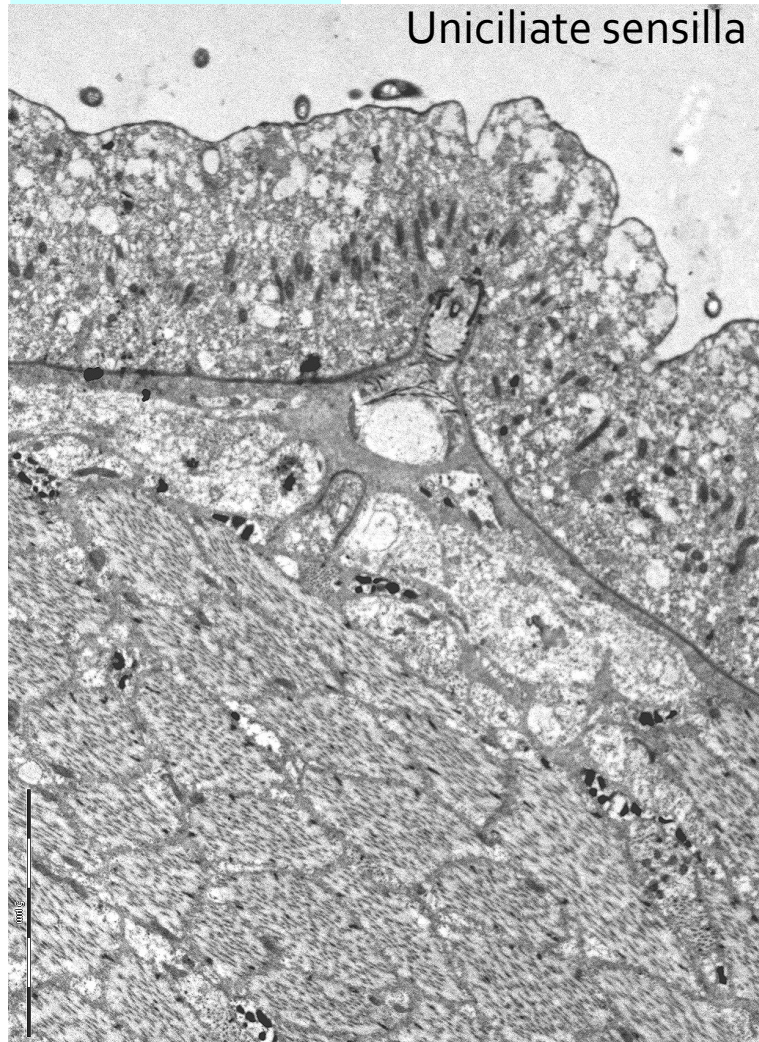
CLSM - Confocal laser scanning microscopy



SEM - examples



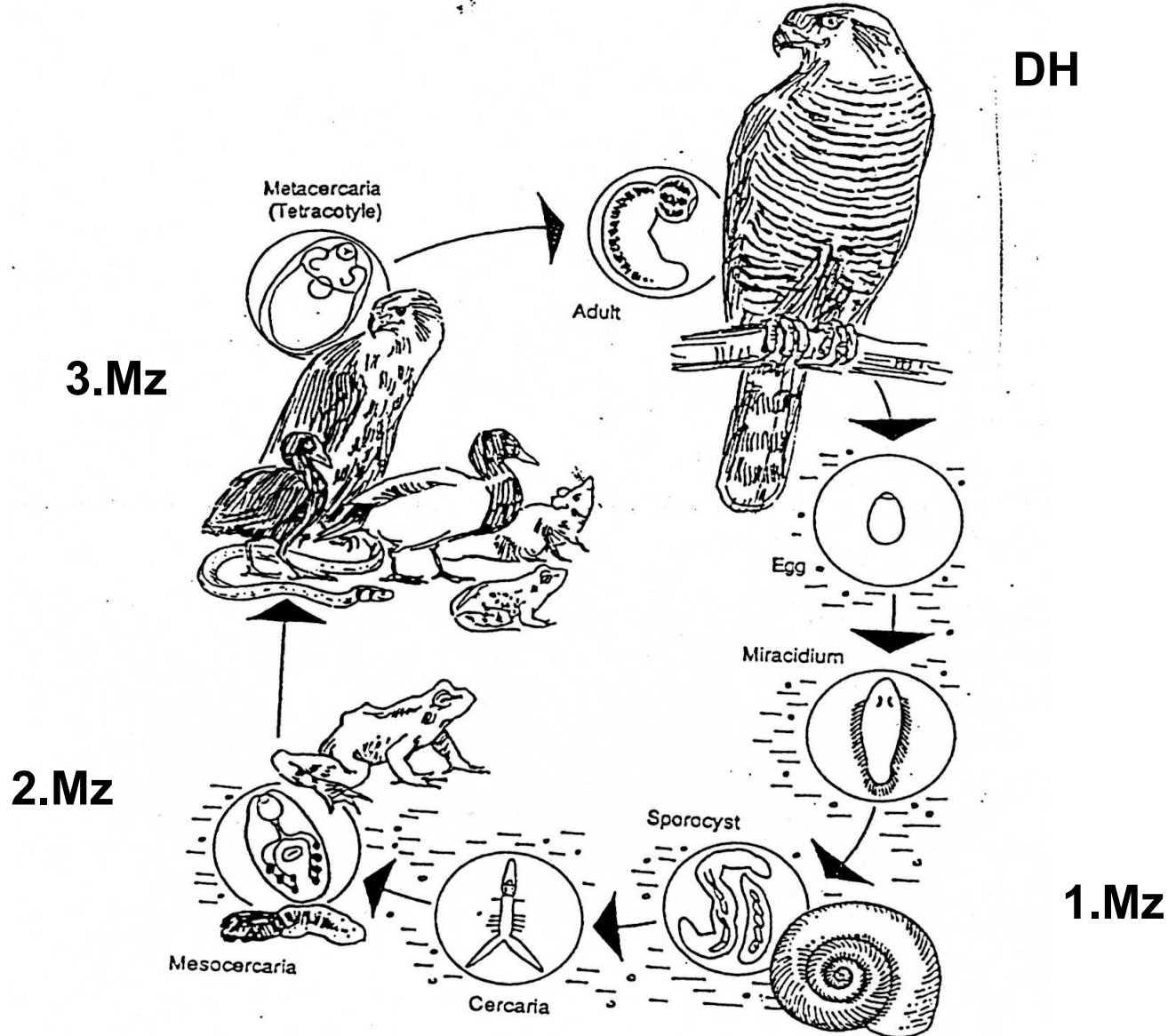
TEM – *E. nipponicum*



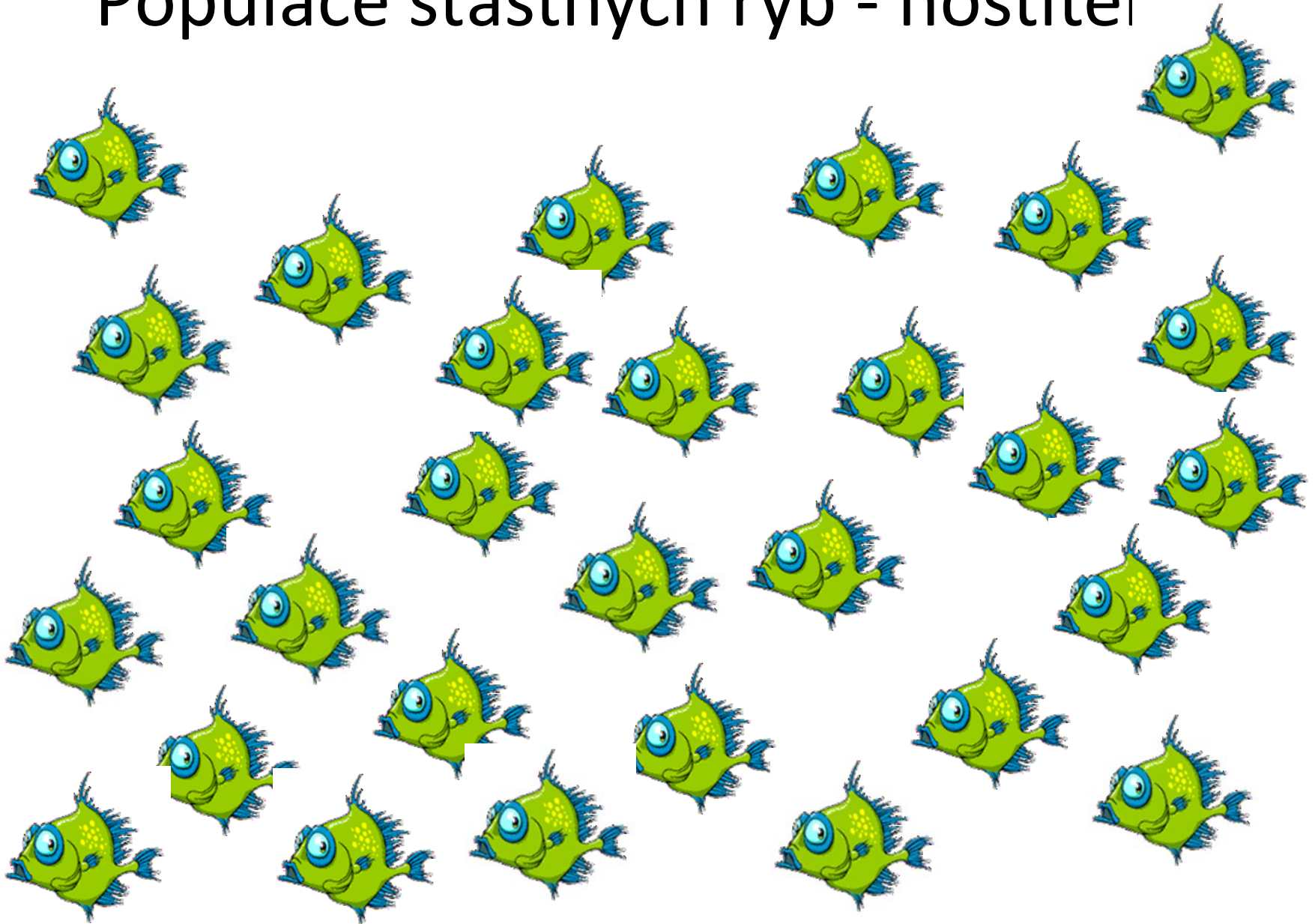
Muscle tissue

Studium na úrovni populace parazita

Životní cyklus nepřímý



Populace šťastných ryb - hostitelů



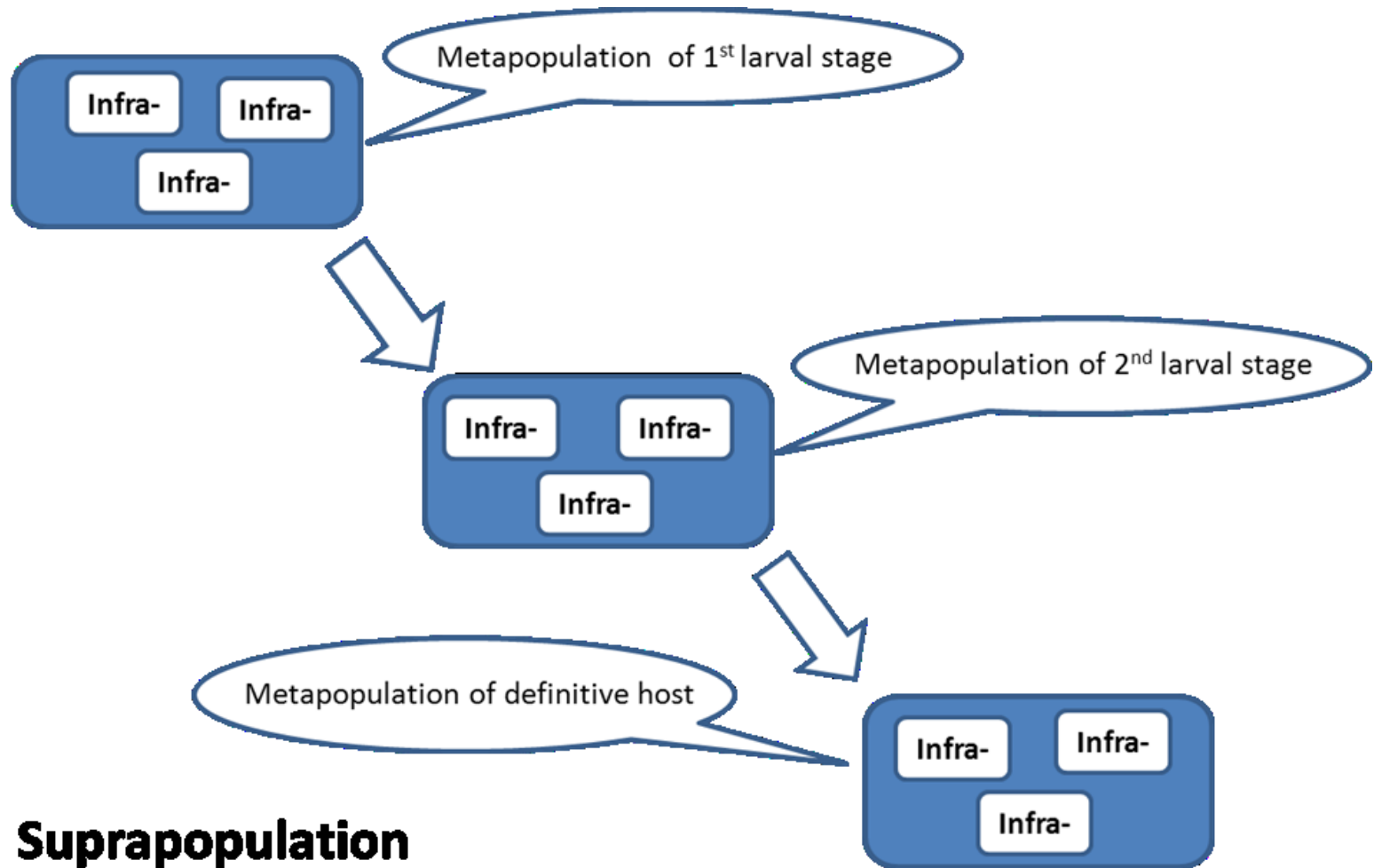
Paraziti a populace hostitelů



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

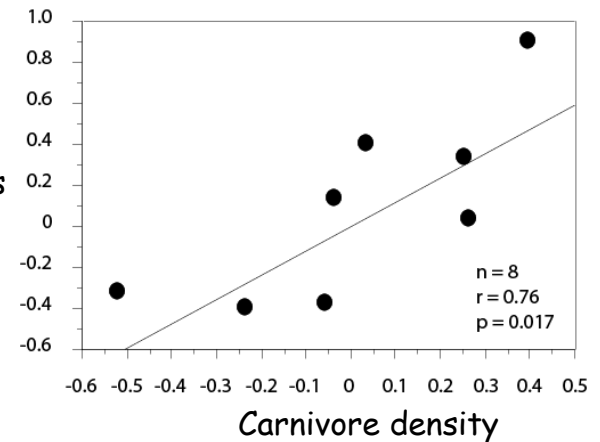
The basic reproduction number R_0

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

transmission factor
 parasite fecundity
 host density
 free-living stage (W) mortality
 parasite virulence
 adult parasite mortality
 host mortality

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

Helminth
 species richness

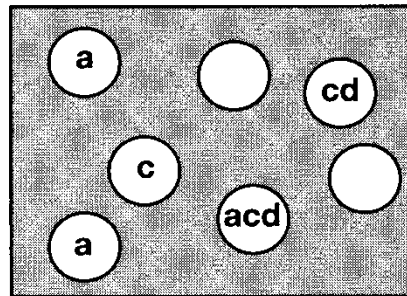
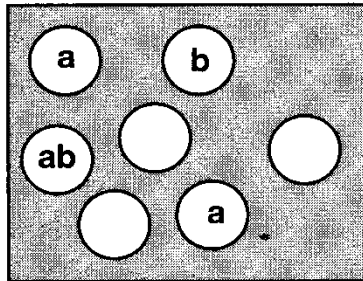


Studium na úrovni společenstva cizopasníků

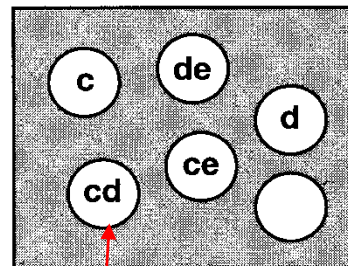
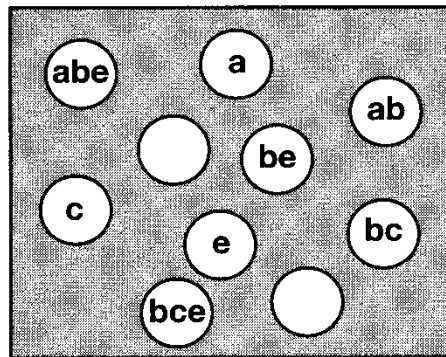
- ▶ Heterotypický soubor složený z jedinců různých druhů parazitů, kteří spolu mohou mít interakce
- ▶ např. společenstvo parazitů na žábrách ryb.



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

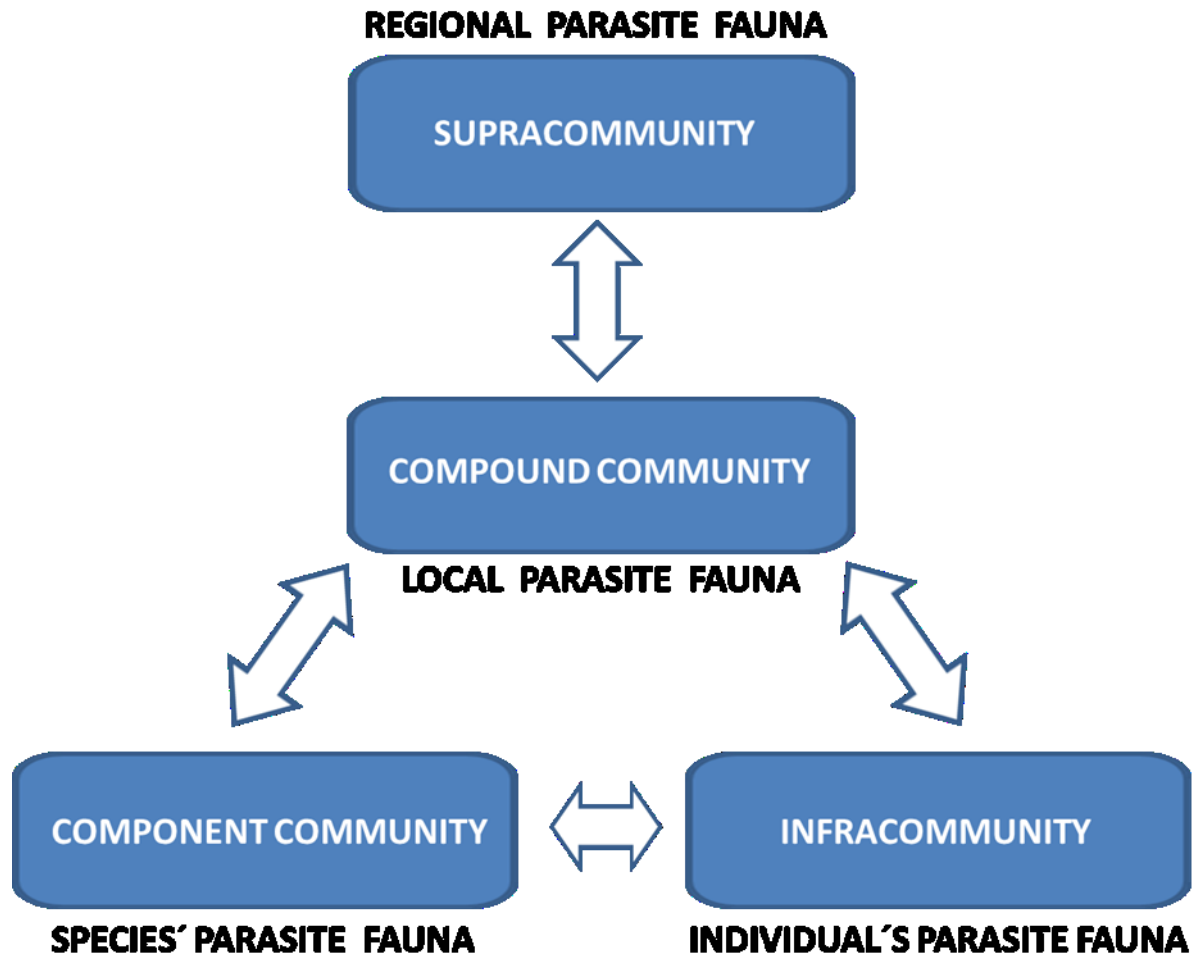
▶ **Metaspolečenstvo** (component community)

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

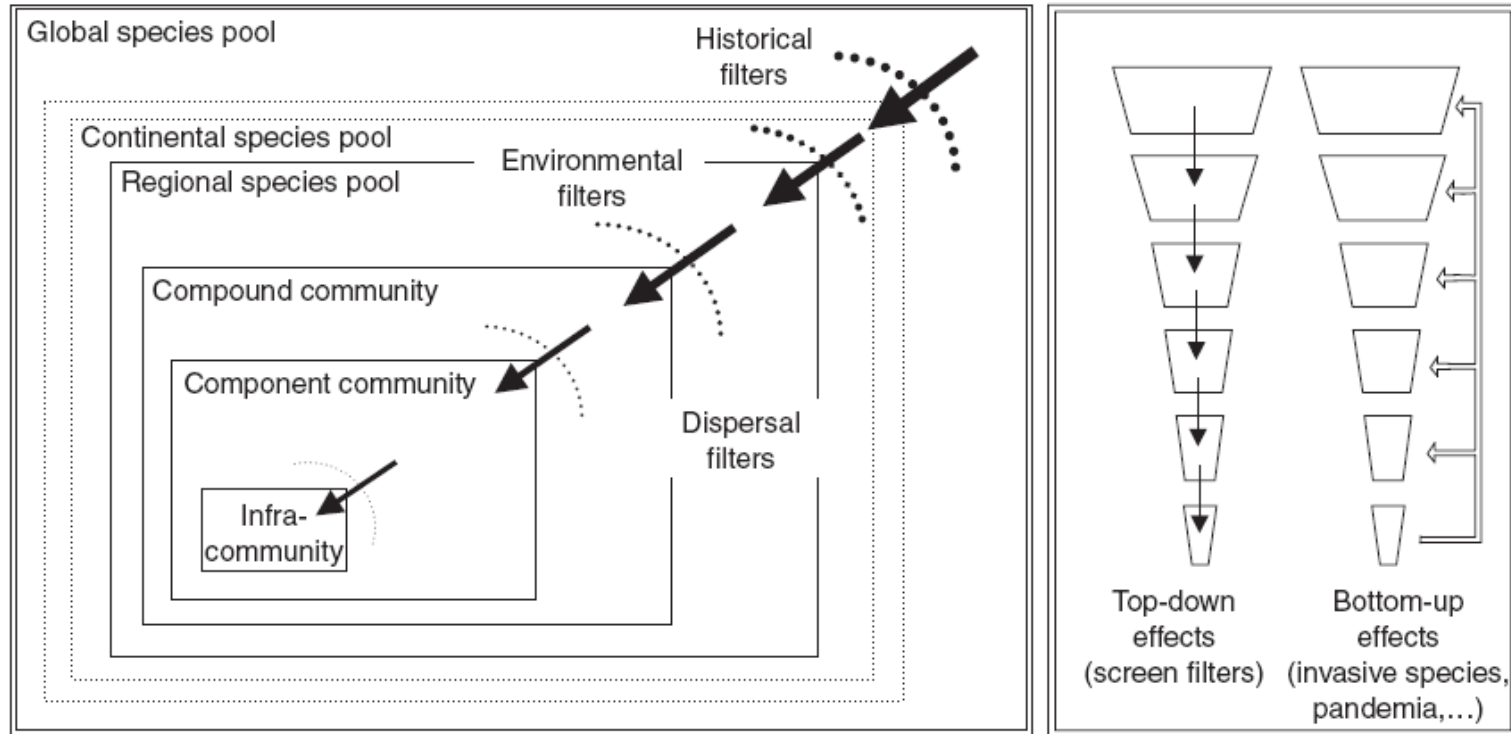
▶ **Supraspolečenstvo** (compoud community)

soubor sestávající ze všech metaspolečenstev cizopasníků v daném ekosystému

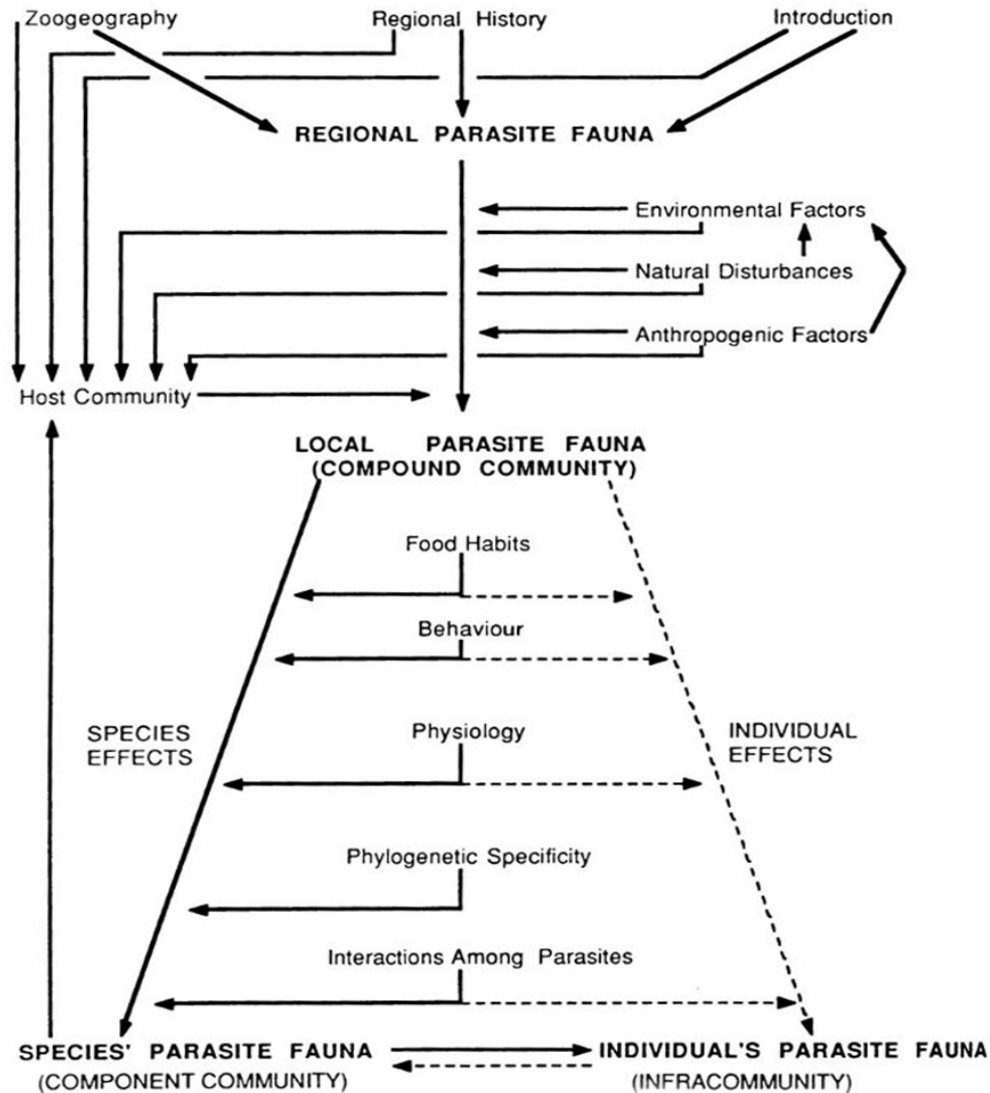
Hierarchická organizace společenstev cizopasníků



Hierarchické upořádání různých úrovní společenstev cizopasníků



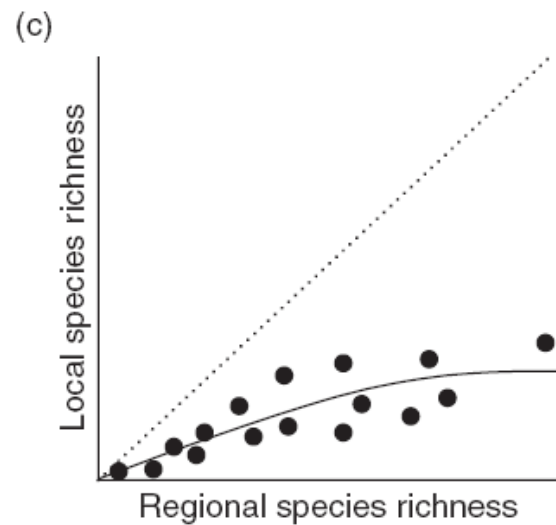
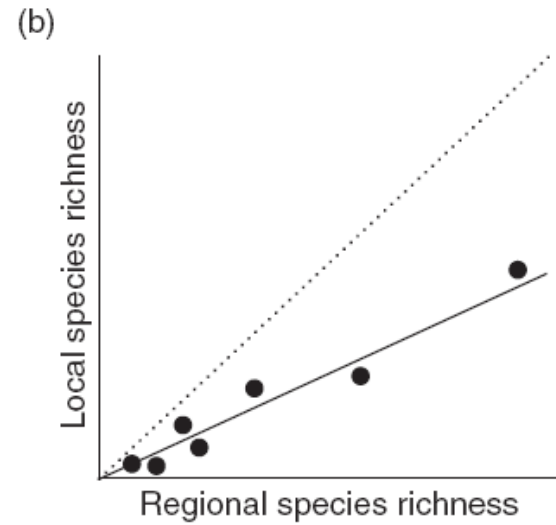
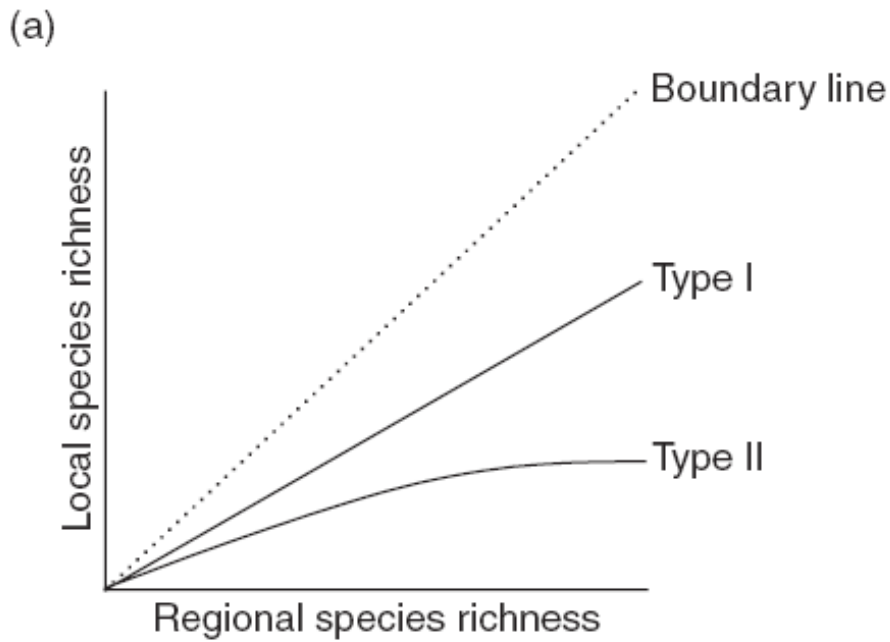
Determinanty struktury společenstev cizopasníků



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 ?

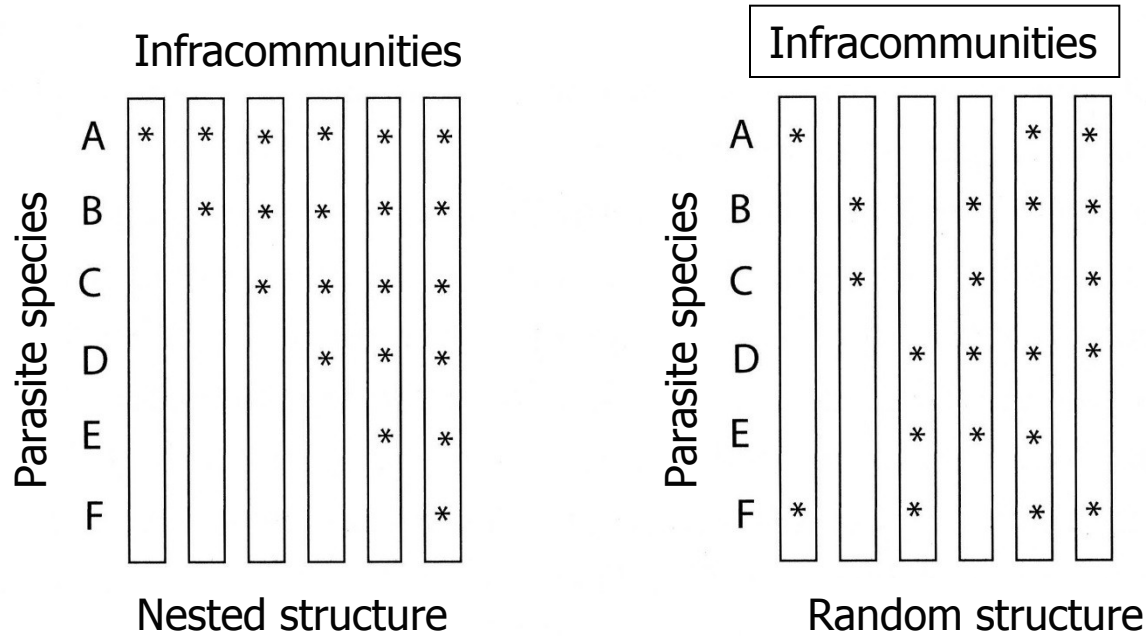
Saturace druhů infraspolečenstev je velmi vzácným jevem

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



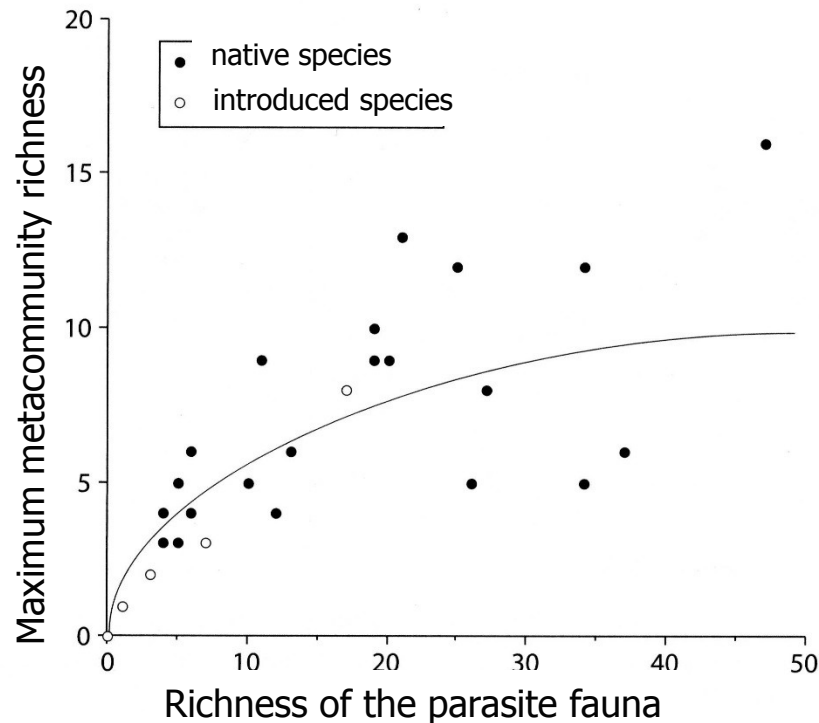
Dva typy hypotetické distribuce druhů parazitů mezi infraspolečenstvy

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

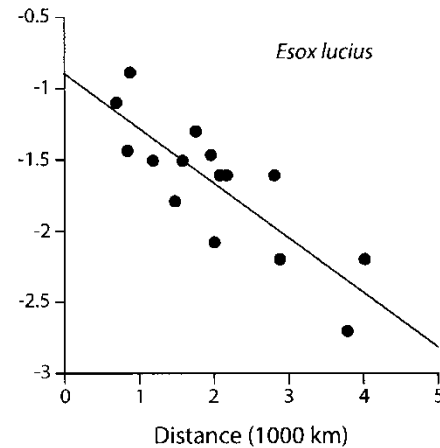
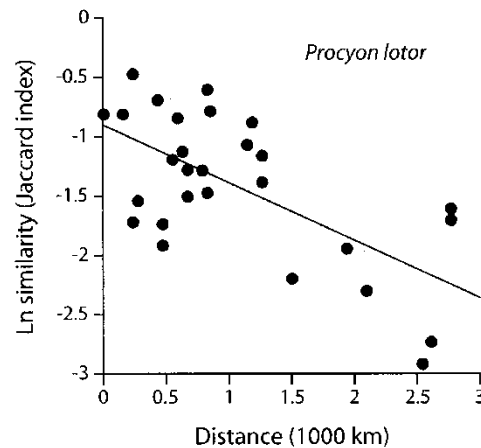
Saturace metaspolečenstev

- ▶ 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)

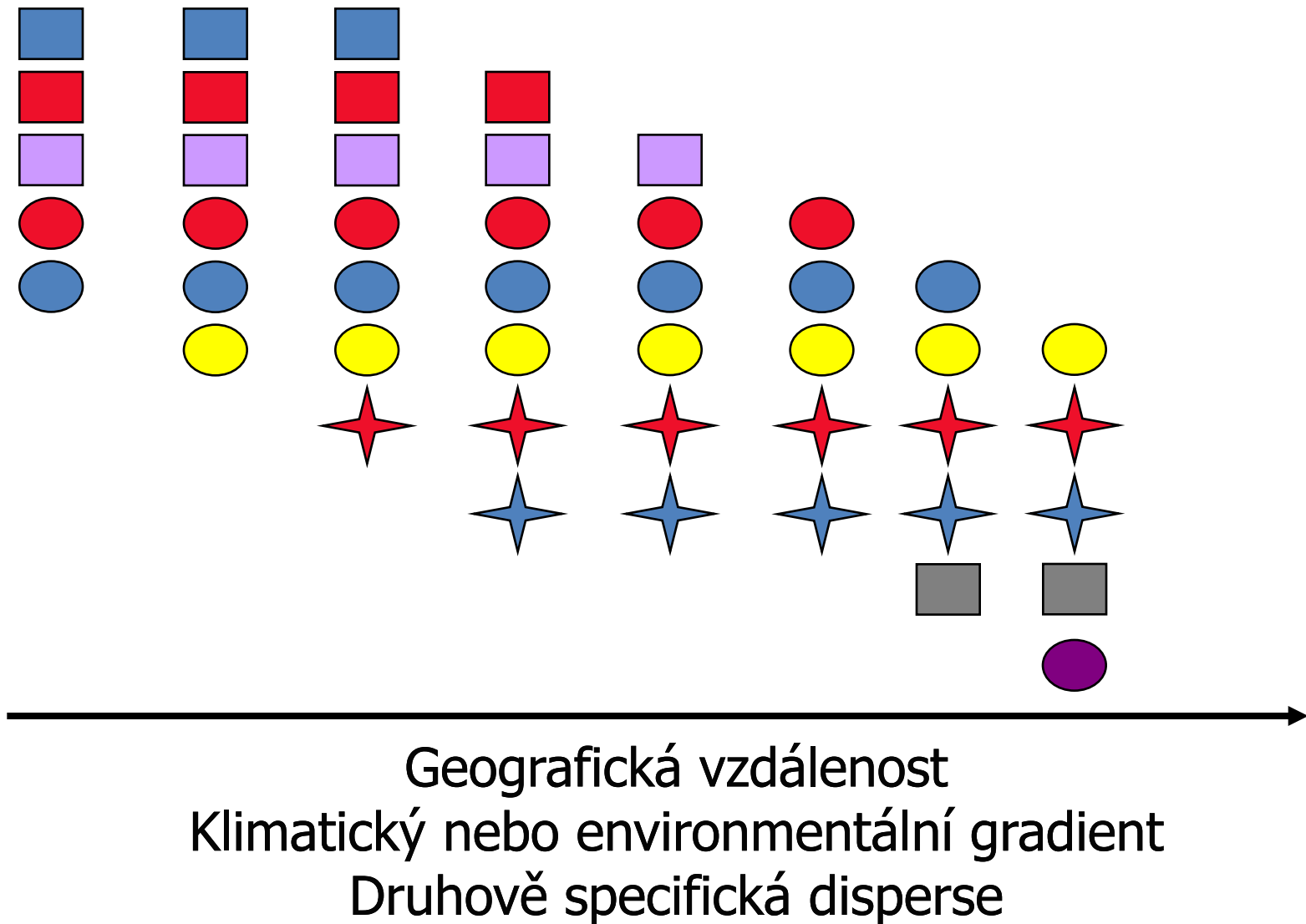


Podobnosti metaspolečenstev cizopasníků

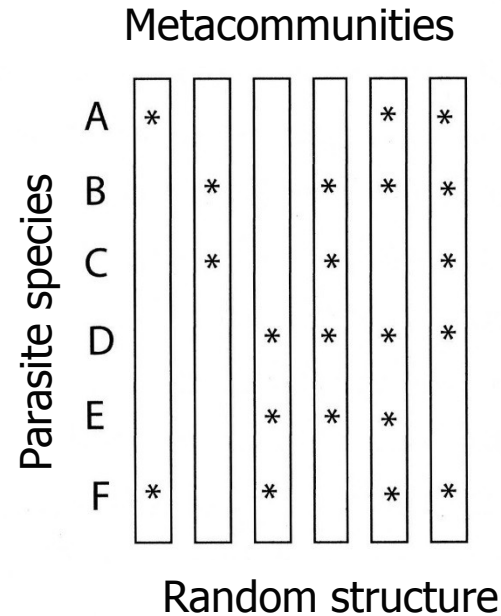
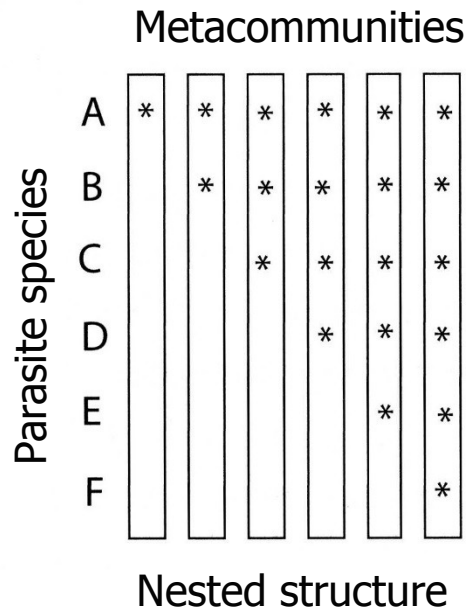
- ▶ Kontakty hostitelů a výměna cizopasníků
- ▶ Fyzikální izolace hostitelských populací – rozdílné metaspolečenstva parazitů
- ▶ Geografická vzdálenost – dobrý prediktor podobnosti ve druhovém složení (není to ale univerzální fenomén)



Pokles podobnosti s rostoucí vzdáleností



„Nestedness“ v metaspolečenstvech parazitů



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

Nestedness metaspolečenstev a phylografie

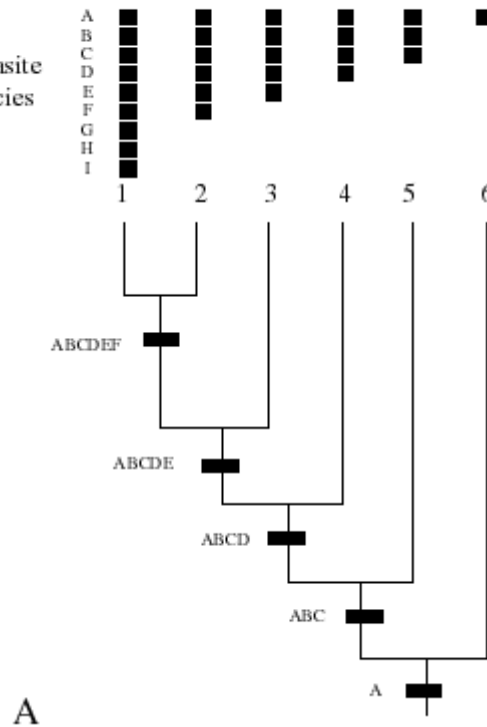
i.e. Helminths in *Apodemus sylvaticus*



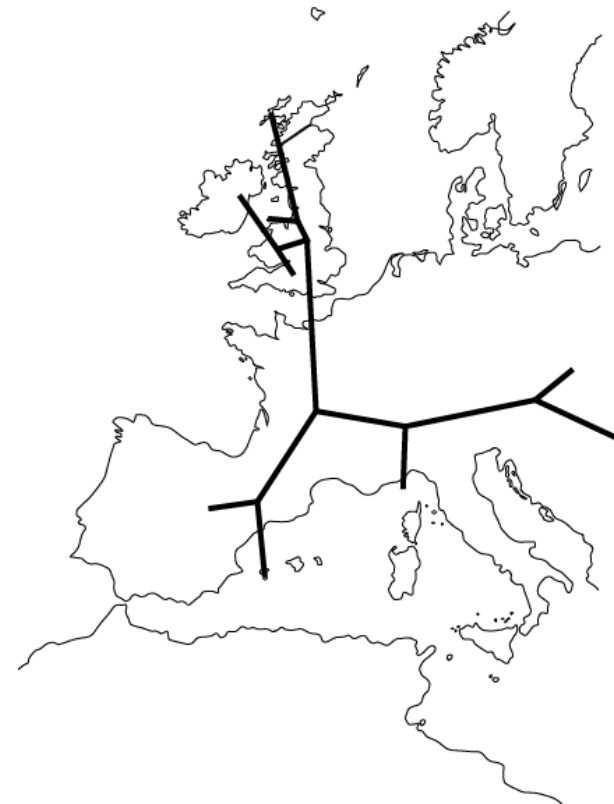
Parasite species	Parasite group	Cycle	Spain	C.E.	Mallo.	Cons.	Menor	Itals	Sicily	Ibiza	Forne	Port.	Port.	Port.
Syphacia stromei	N	D												
Syphacia frederici	N	D												
Rodentolepis straminea	C	I												
Trichuris muris	N	D												
Heligmosomoides polygyrus	N	D												
Mesophorus muris	N	I												
Rictisolenia proci	N	I												
Skjabinotaenia lobata	C	I												
Taenia taeniiformis larvae	C	I												
Brachylema spp.	D	I												
Aonchotheca muris-sylvatici	N	D												
Aspiculuris tetraptera	N	D												
Gallipotes arfaei	C	I												
Hymenolepis diminuta	C	I												
Passoboculotaenia meloyi	C	I												
Taenia parva larvae	C	I												
Aonchotheca anisozoa	N	D												
Contipia vilis	D	I												
Eucoloeus bacillifer	N	D												
Ceolofum hepaticum	N	D												
Moniliformis moniliformis	A	I												
Angiostrongylus djirdirdi	N	I												
Eucoloeus gastricus	N	D												
Gongylonema neoplasticum	N	I												
Heligmosomum castellanum	N	D												
Physaloptera gelsula	N	I												
Brachylema recurva	D	I												
Phlegonchis muris	D	I												
Taenia taenioides larvae	C	I												
Catenotaenia pustula	C	I												
Cladotaenia globifera larvae	C	I												
Rodentolepis thalense	C	I												
Hymenolepis muris-sylvatici	C	I												
Joyeuxiella parqualei larvae	C	I												
Mesocostolex sp. larvae	C	I												
Multiceps sp.	C	I												
Taenia polyacantha (larvae)	C	I												
Heligmosomum akjabsini	N	D												
Nippostrongylus brasiliensis	N	D												
Pharyngodonastes hispanica	N	D												
Syphacia obvelata	N	D												
Aleria alata larvae	D	I												
Collyricobates muzrense	D	I												
Elapherythrum mellei	D	I												
Mesocylus apodemus	D	I												
Notocorylus reyni	D	I												
Phlegonchis elegans	D	I												
Phlegonchis leucosentis	D	I												
Paolotoma albidum	D	I												
Sophicalatum pelessericum	D	I												
Skjabinoplagiorchis vipsi	D	I												

Parasite species

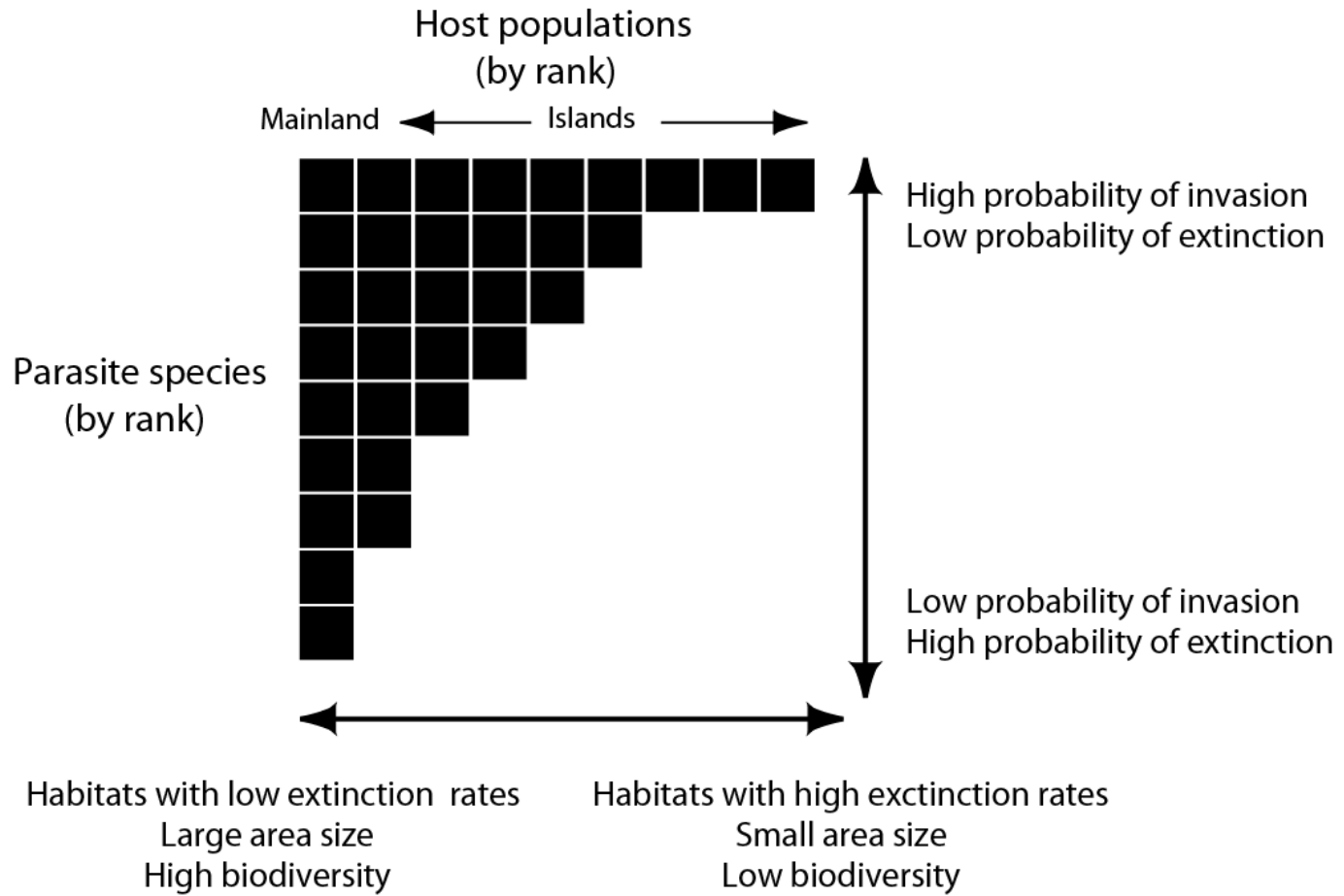
Host populations



Apodemus sylvaticus



Nestedness v metaspolečentvech

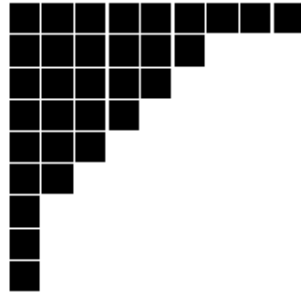


Které procesy generují nestedness ?

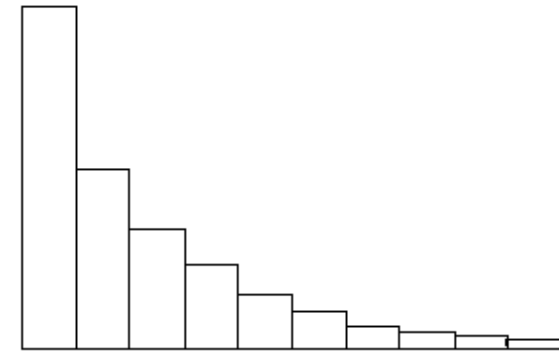
Nestedness – výsledek **epidemiologických procesů**
(Morand et al., 2002)

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

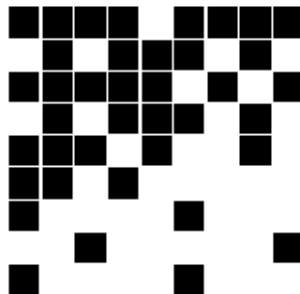
Nested pattern



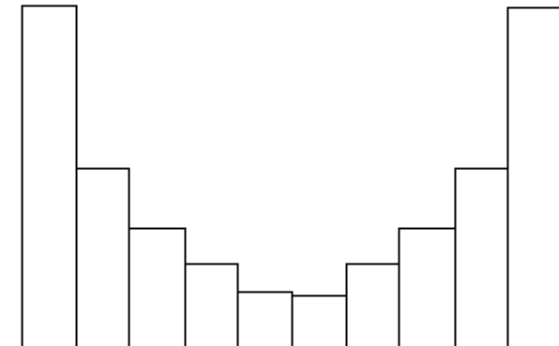
Unimodal distribution
of parasite prevalence



Non nested pattern



Bimodal distribution
of parasite prevalence



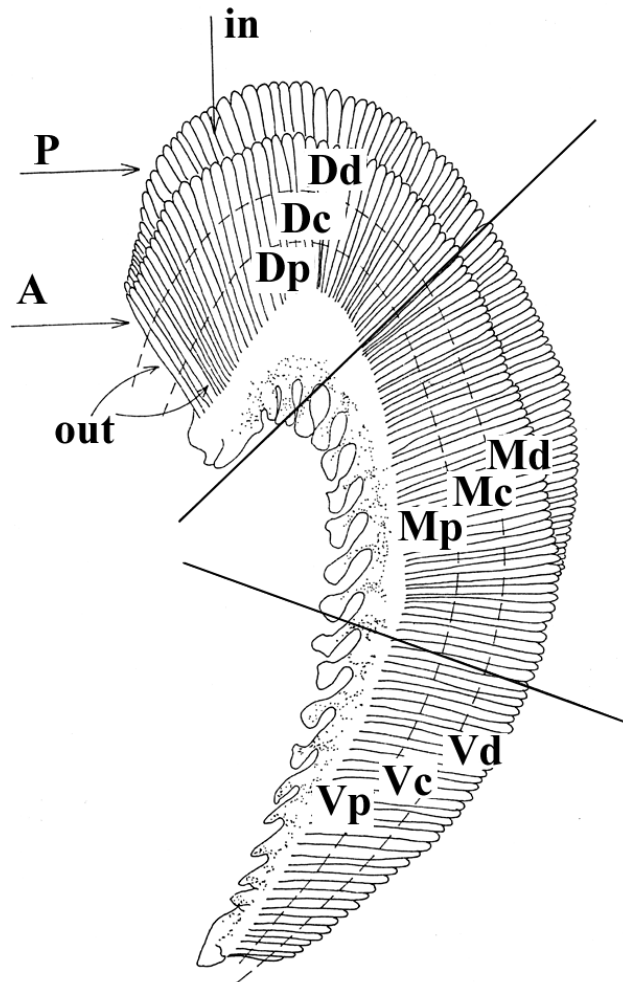
Interakce ve společenstvech parazitů

- ▶ 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**



- ▶ Multidimensionální prostor habitatu parazita definovaný biotickými a abiotickými proměnnými
- ▶ Paraziti zaujmají 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 ...

Venrální ...

Anteriorní oblouk

Posteriovní ...

proximal plocha

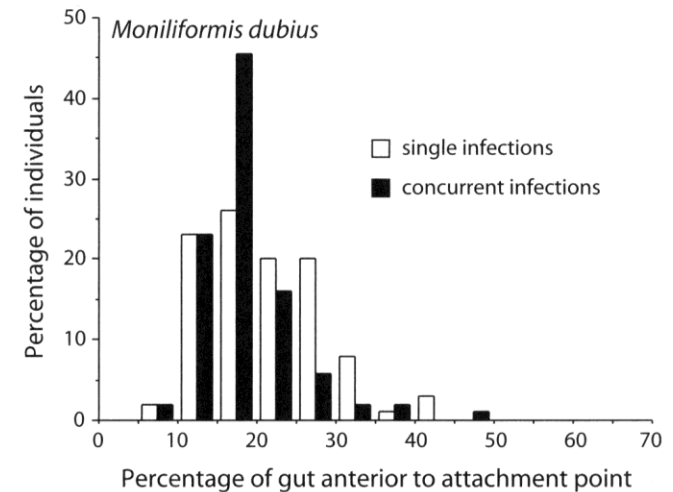
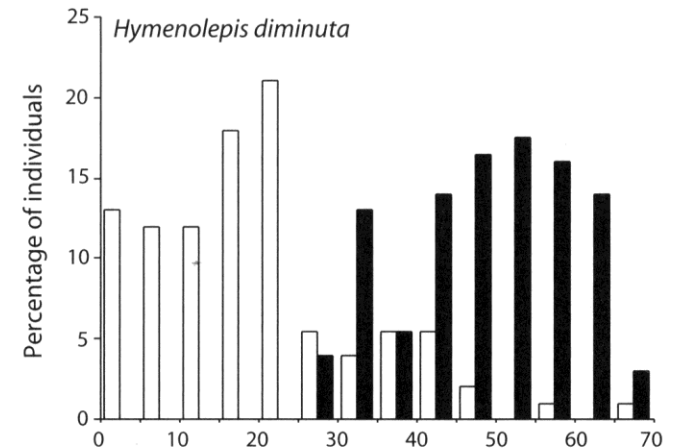
centrální ...

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 redukováná díky interspecifickým interakcím

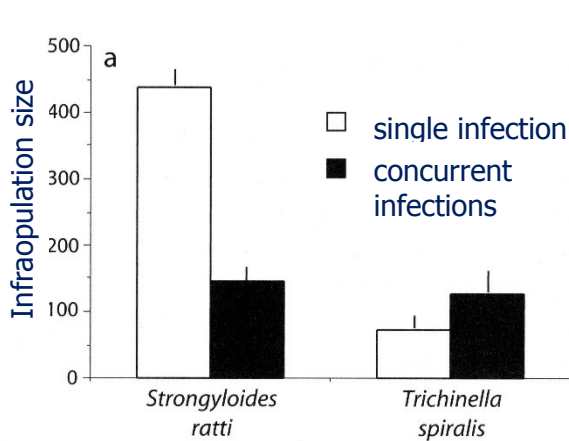


Numerická odpověď na kompetici

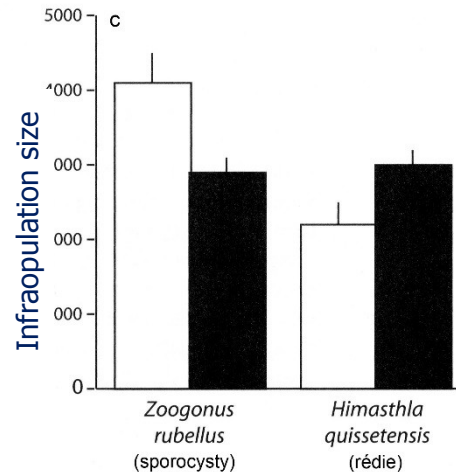
- Redukce velikosti populace cizopasníka za přítomnosti jiného druhu parazita

asymmetric output – ovlivněn pouze jeden druh parazita

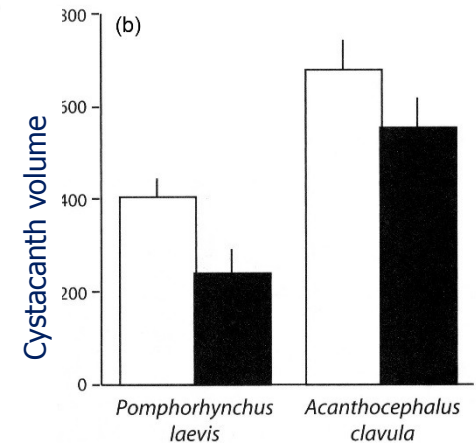
symetric output – ovlivněna velikost infropopulací obou druhů



2 nematode species
in rats



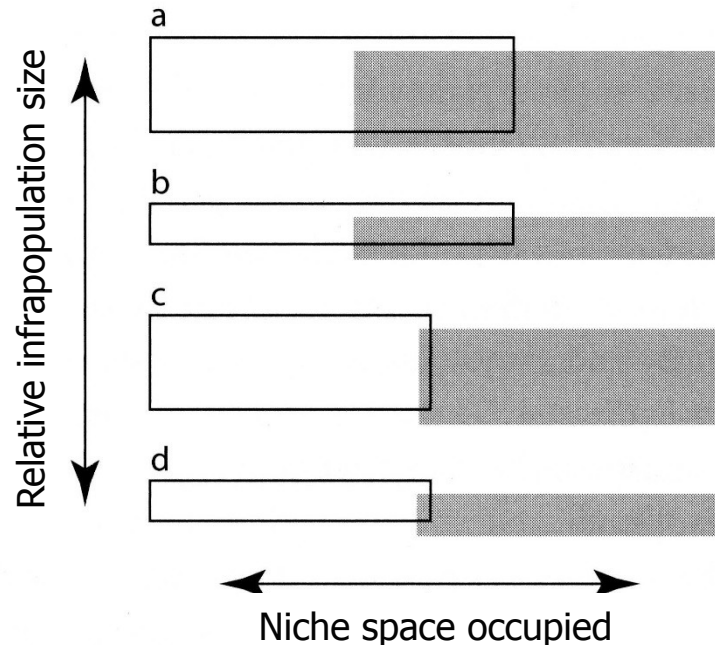
2 digenean species
in IH (Mollusca)



2 acanthocephalean species
in IH (Amphipoda)

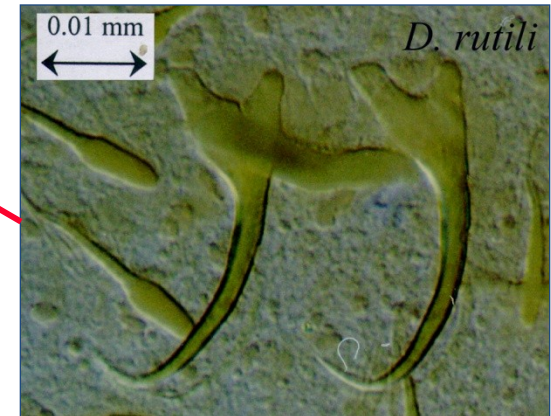
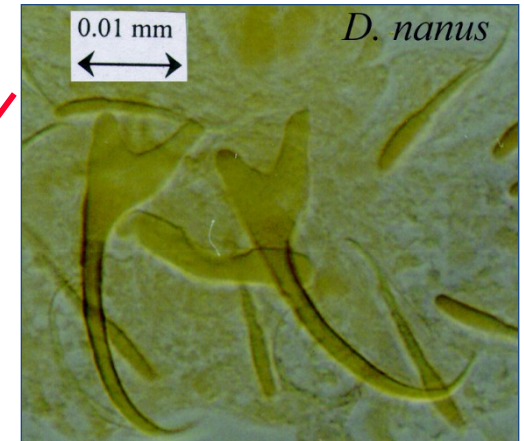
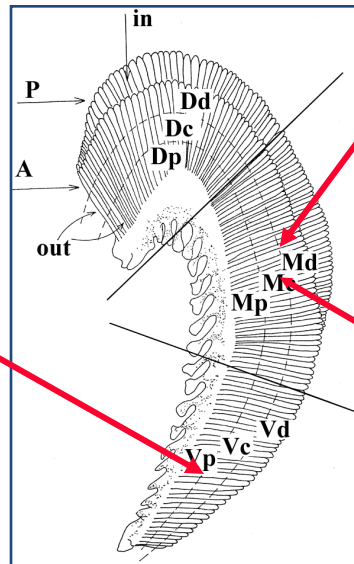
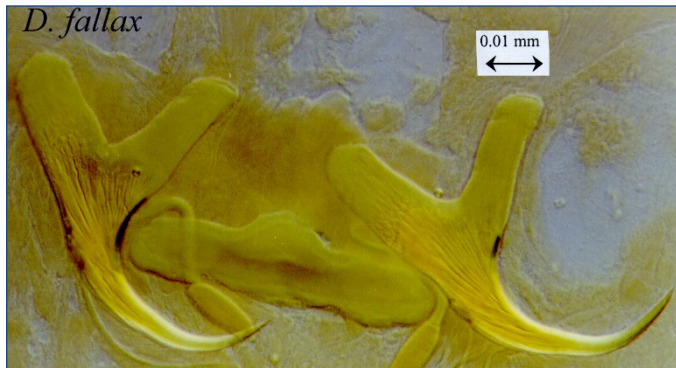
Funkční odpověď na kompetici

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



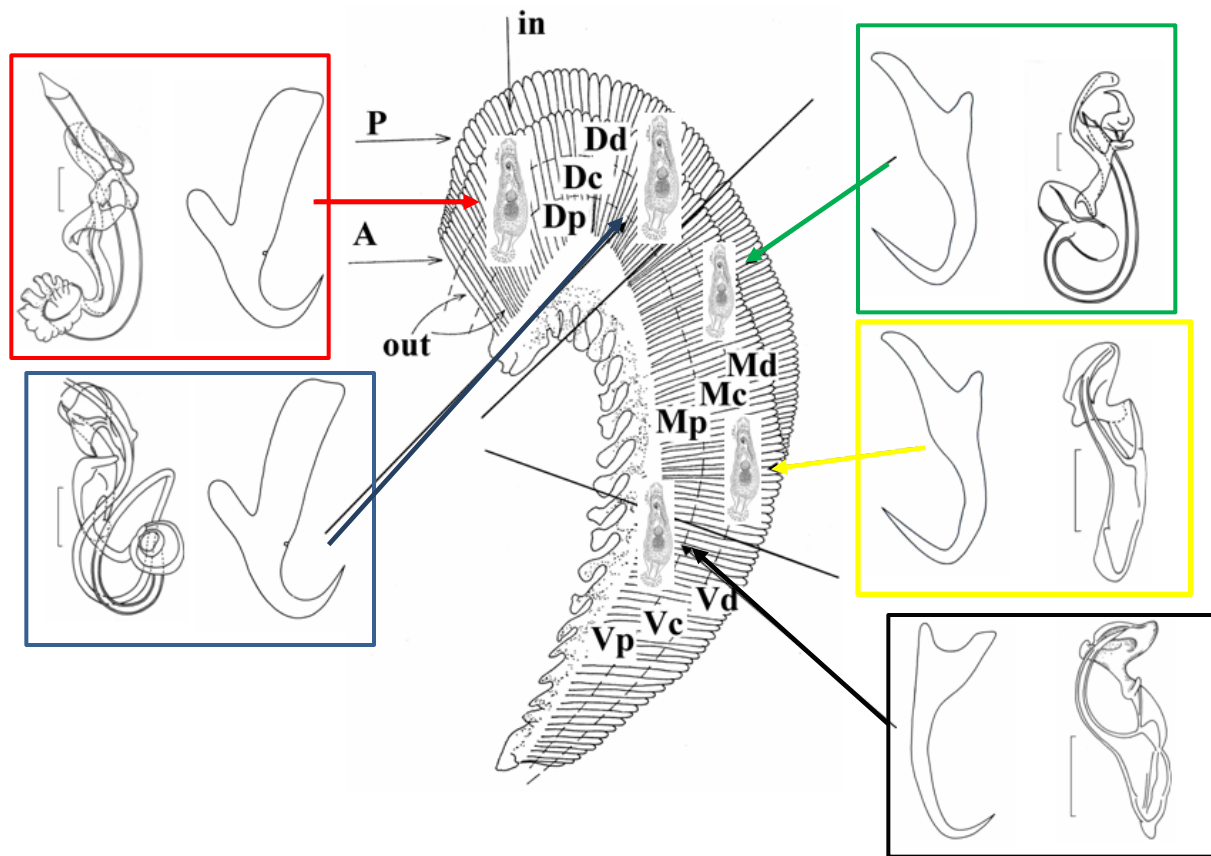
Specifické niky kongenerických parazitů

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



Dactylogyrus species na *Rutilus rutilus* (Cyprinidae)

Posílení reprodukční bariér kongenerických druhů cizopasníků



Evoluce preferovaných nik kongenerických druhů parazitů

Figure 6B.

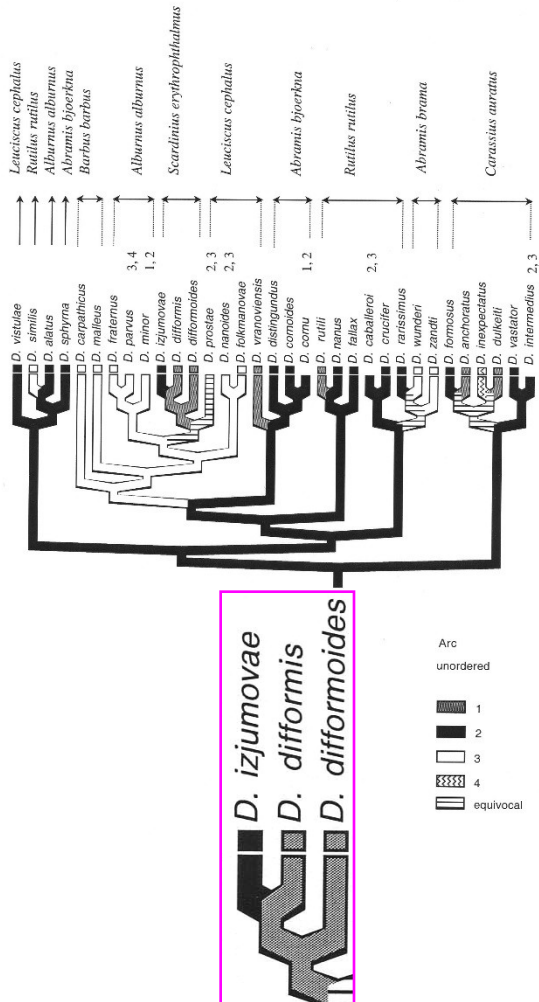


Figure 6C.

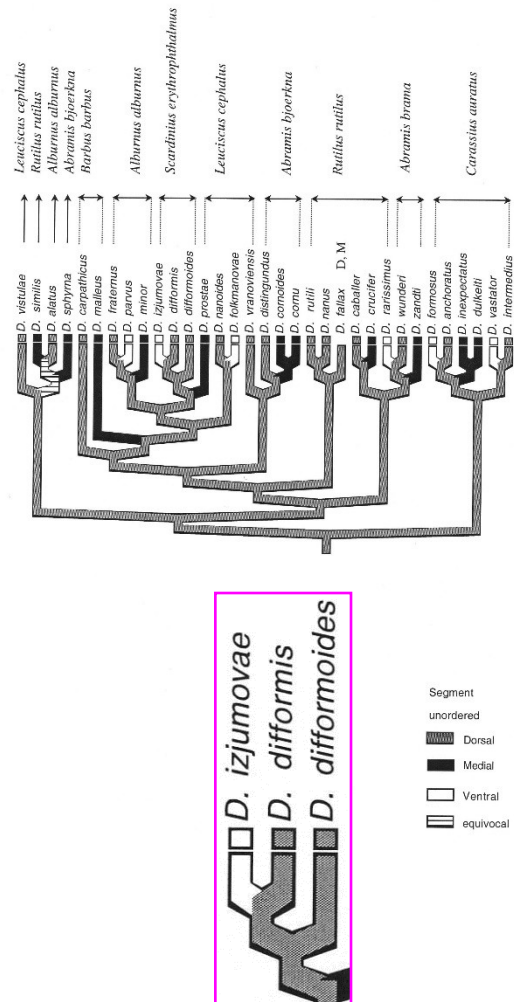
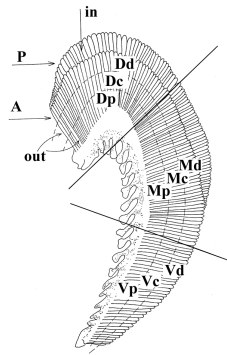
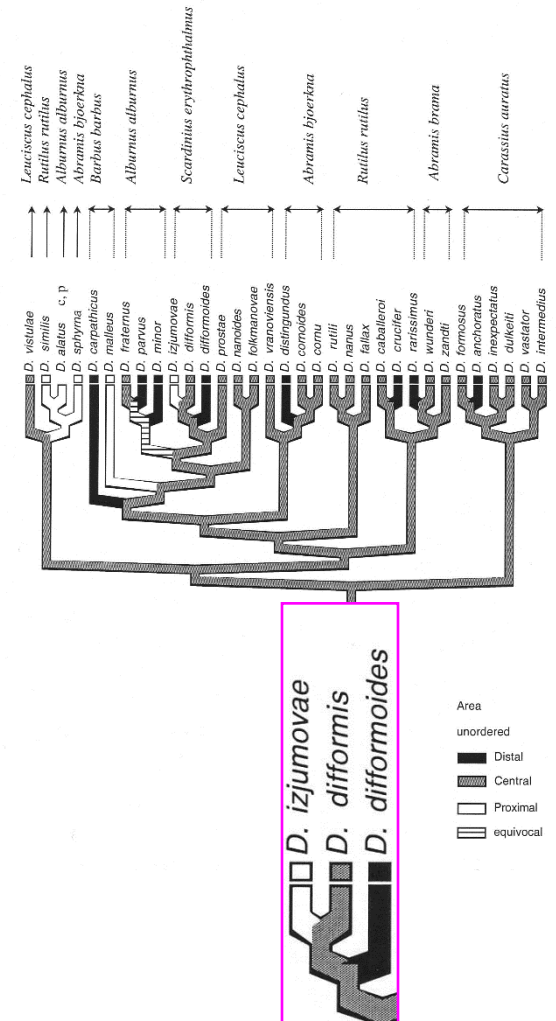


Figure 6D.



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