

Obecná parazitologie

Základní údaje o předmětu:

přednáška: pondělí, od 9.00 do 11.00 hodin,

budova A32, místnost 329

zkouška (ústní/písemná) se bude konat v kampusu MU Bohunicích v pavilonu Ústavu botaniky a zoologie A31 v místnosti 332 – bude info mailem ???

studijní materiály na IS – prezentace a nahrávky

Obecná parazitologie

Základní údaje o předmětu:

přednáška: pondělí, od 9.00 do 11.00 hodin,

budova A32, místnost 329

zkouška (ústní/písemná) se bude konat v kampusu MU Bohunicích v pavilonu Ústavu botaniky a zoologie A31 v místnosti 332 – bude info mailem ???

studijní materiály na IS – prezentace a nahrávky

Obečná parazitologie

- Struktura přednášky:
- Úvodní část přednášky
- Studijní doporučená literatura
- Z historie čs. parazitologie
- Základní parazitologické metody
- Typy biologických interakcí
- Symbióza
- Mutualismus
- Komenzalizmus
- Cleaning symbiosis
- Parazitismus – základní pojmy
- Typy parazitismu
- Hlavní strategie parazitismu
- Variace strategií parazitismu
- Parazitické rostliny

Studijní a doporučená literatura

PARASITOLOGIE PRO LÉKAŘE

III. přepracované a rozšířené vydání

AKADEMIK OTTO JÍROVEC A SPOLUPRACOVNÍCI

RNDR. PETR BEDRNÍK, CSc., MUDR. RNDR. JINDŘICH JÍRA, CSc., doc. MUDR. EMIL KMETY, DrSc., RNDR. BOŽENA KOTRLÁ, DrSc., prof. RNDR. JAROSLAV KRAMÁŘ, DrSc., doc. MUDR. KAMIL KUČERA, DrSc., RNDR. JAROSLAV KULDA, CSc., MUDR. MIROSLAV PŘÍVORA, CSc. a AKADEMIK BOHUMÍR ROSICKÝ

K vydání připravil redakční kolektiv:

JINDŘICH JÍRA, BOŽENA KOTRLÁ, JAROSLAV KRAMÁŘ a JAROSLAV KULDA



UČEBNICE 1

17/79
v.
Příl. č. 1 a 2



REVIZE 2003

PRAHA 1977

AVICENUM / ZDRAVOTNICKÉ NAKLADATELSTVÍ



Akademik Otto JÍROVEC (1907–1972)

J. Havlík
a spolupracovníci

Příručka
infekčních
a parazitárních
nemocí

AVICENUM



ZDRAVOTNICKÉ NAŘ

VILIAM JURÁSEK, PAVOL DUBINSKY A KOLEKTIV

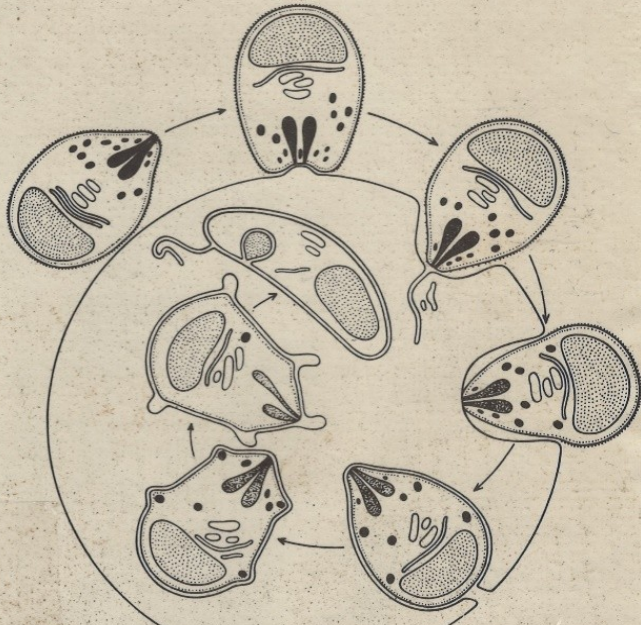
Veterinárna parazitológia

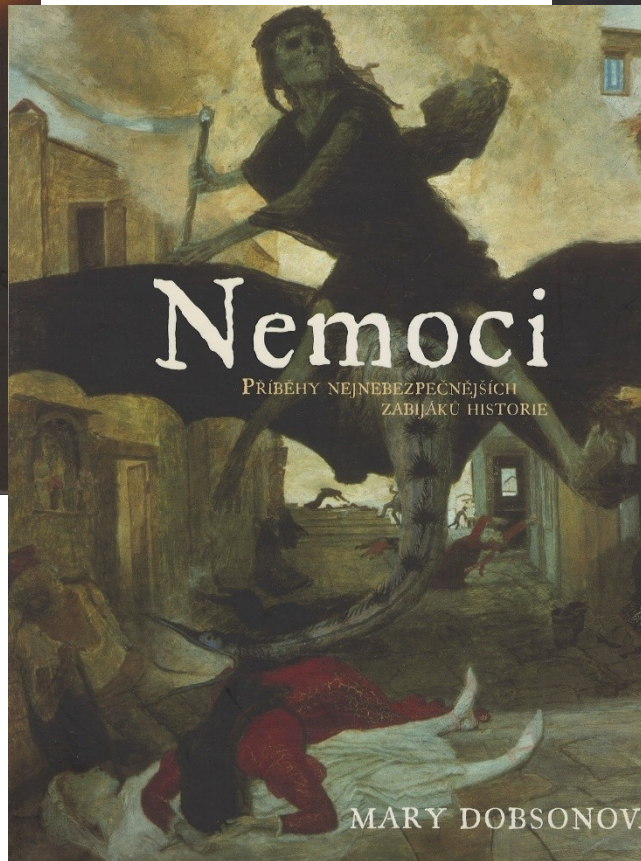
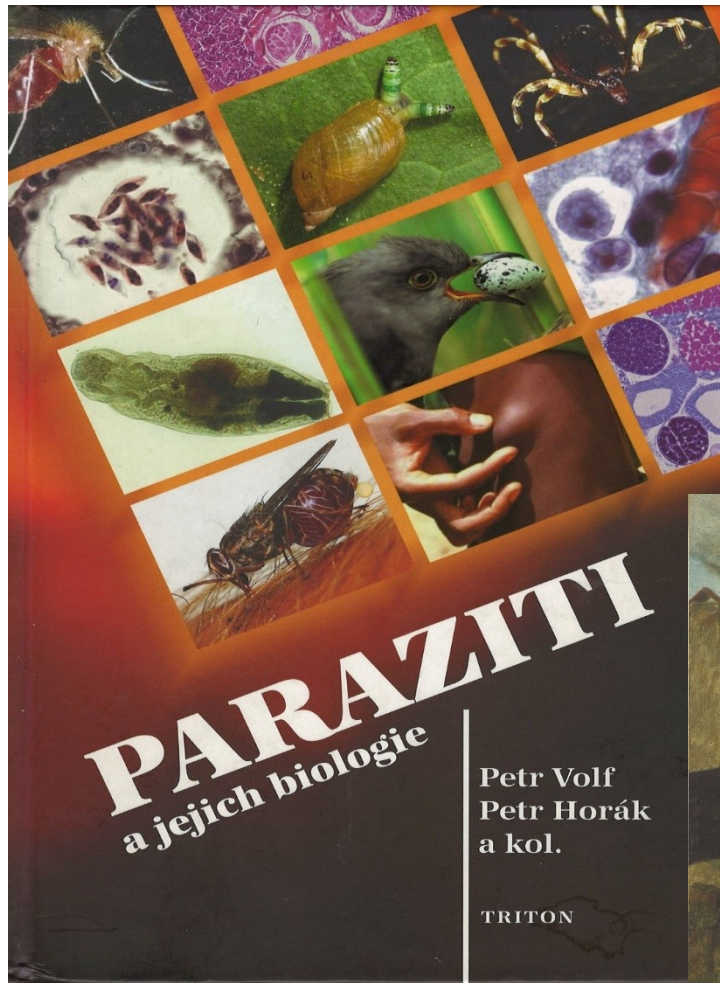
PRÍRODA a. s.
Bratislava

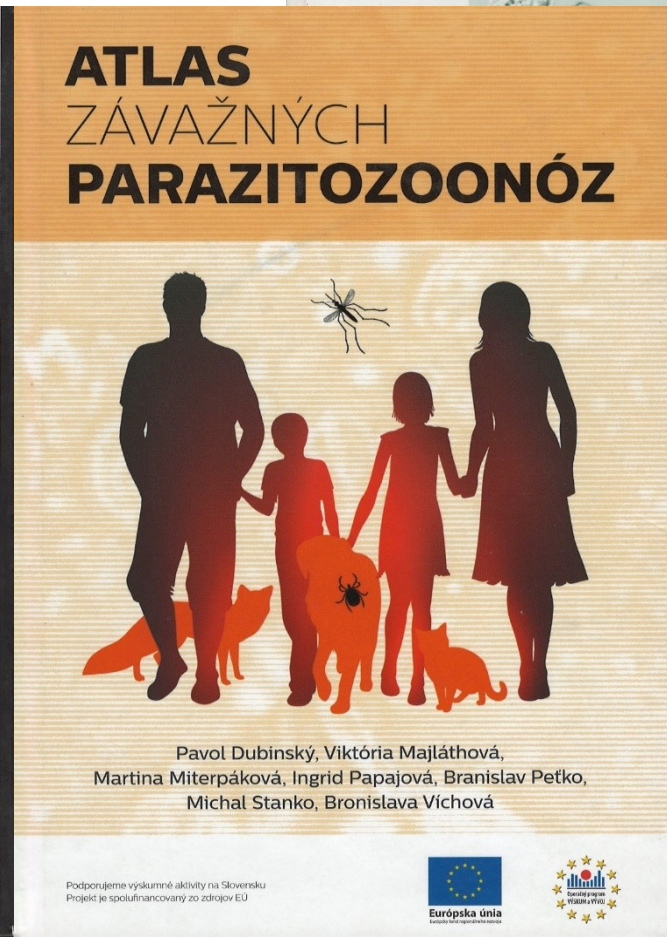
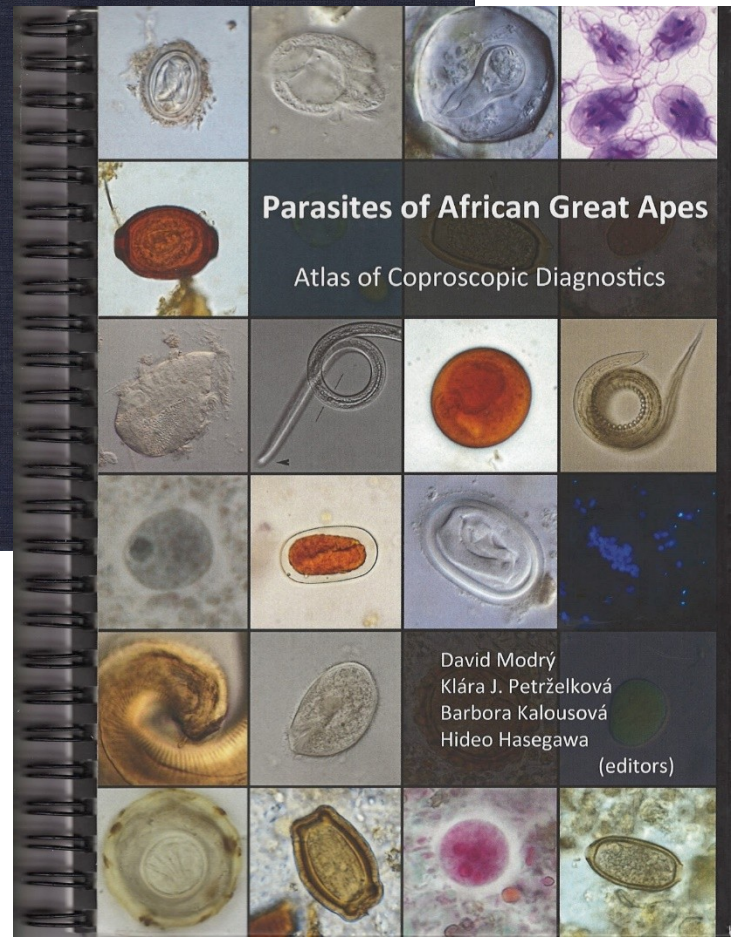
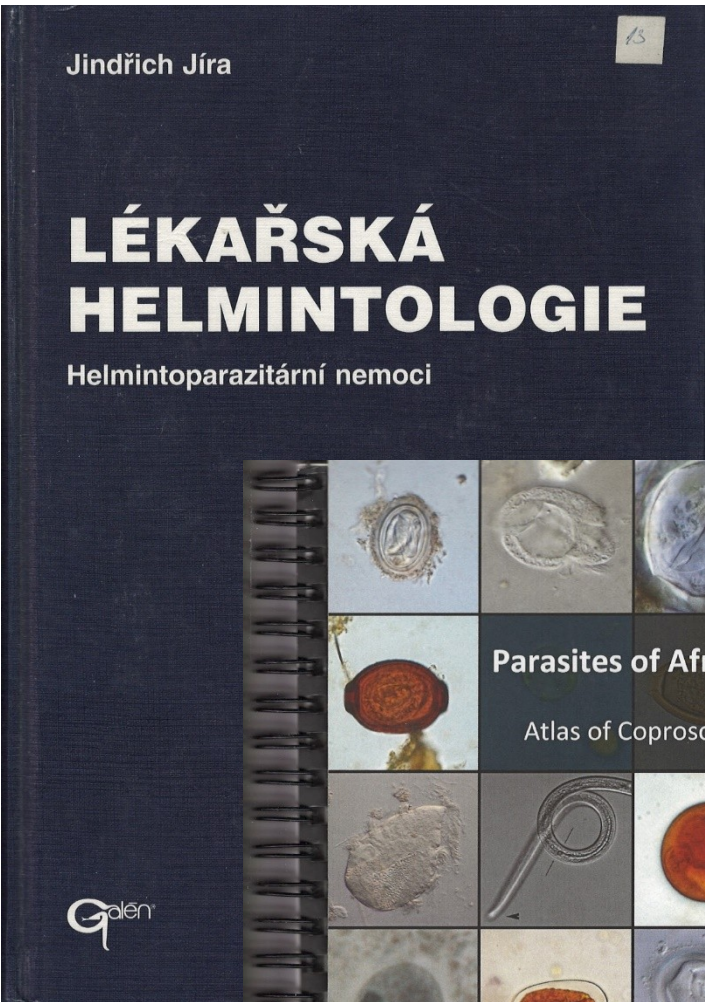
ZÁKLADY PARAZITO LOGIE

Bohumil Ryšavý
a kolektiv

SPN







sixth edition

PARASITOLOGY



The Biology of Animal Parasites

ELMER R. NOBLE
GLENN A. NOBLE
GERHARD A. SCHAD
AUSTIN J. MacINNES



Parasitology



second edition

PARASITISM

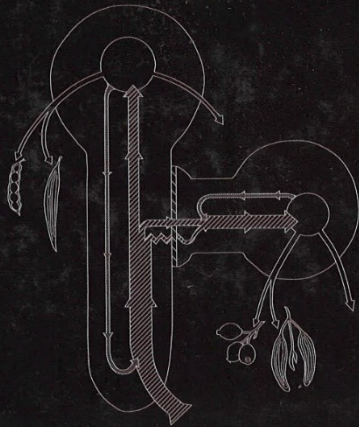
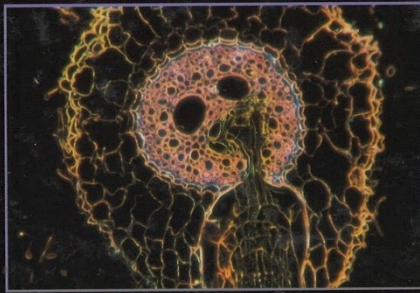
the diversity and ecology of animal parasites


TIMOTHY M. GOATER • CAMERON P. GOATER • GERALD W. ESCH



PARASITIC PLANTS

Edited by Malcolm C. Press
and Jonathan D. Graves



 CHAPMAN & HALL

Mutualism

Ants and their Insect Partners

Bernhard Stadler
and Tony Dixon



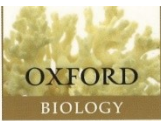
CAMBRIDGE

Parasitic Wasps



Donald L.J. Quicke

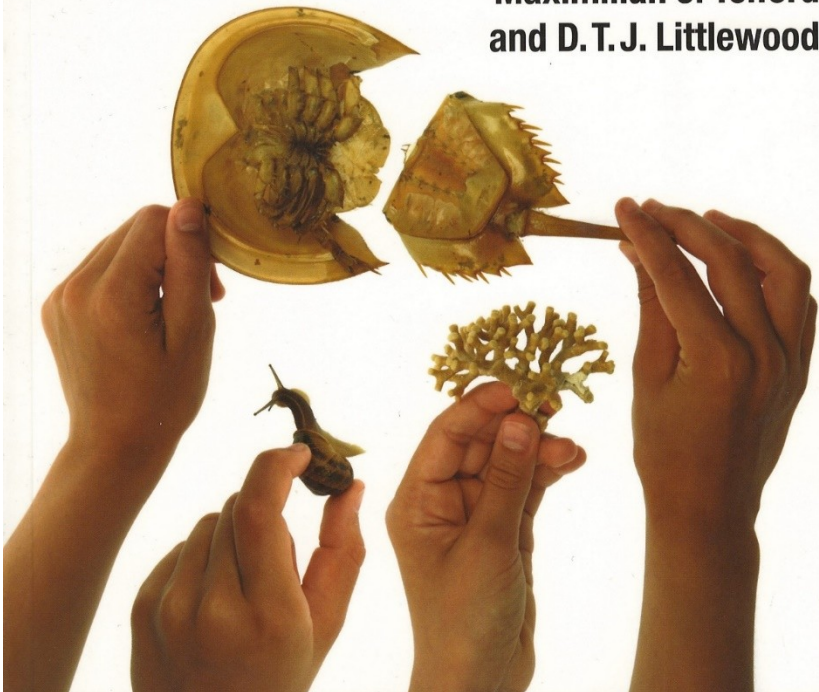
 CHAPMAN & HALL



Animal Evolution

Genomes, Fossils, and Trees

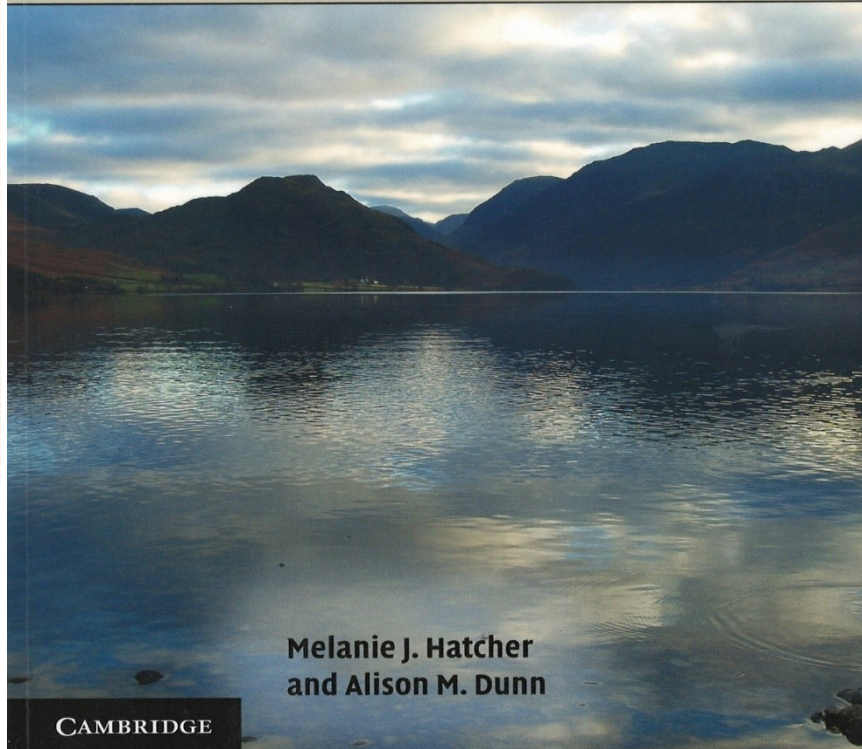
Edited by
Maximilian J. Telford
and **D. T. J. Littlewood**



ECOLOGY, BIODIVERSITY AND CONSERVATION

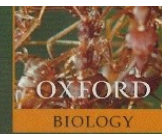
Parasites in Ecological Communities

From Interactions to Ecosystems



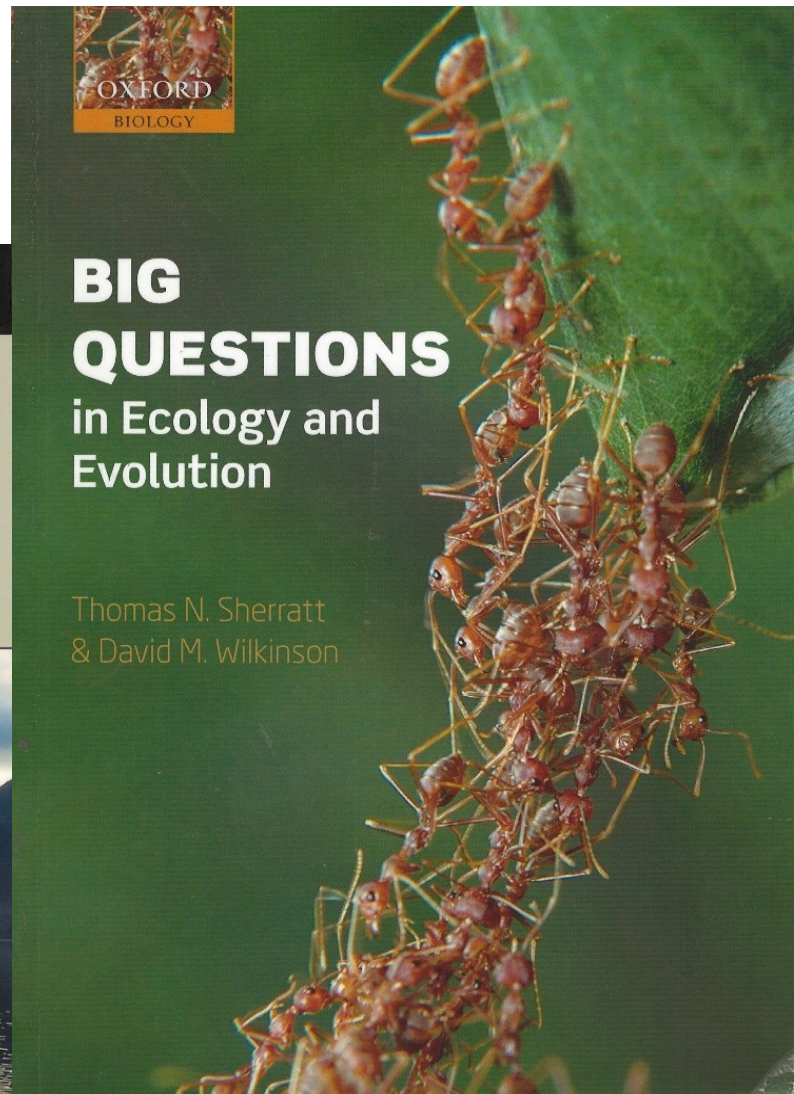
Melanie J. Hatcher
and **Alison M. Dunn**

CAMBRIDGE



BIG QUESTIONS in Ecology and Evolution

Thomas N. Sherratt
& David M. Wilkinson



OXFORD
BIOLOGY

ECOLOGY & EVOLUTION of PARASITISM

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

OXFORD
BIOLOGY



Parasitism & Ecosystems

FRÉDÉRIC THOMAS, FRANÇOIS RENAUD, AND JEAN-FRANÇOIS GUÉGAN



OXFORD

HOST MANIPULATION *by* PARASITES

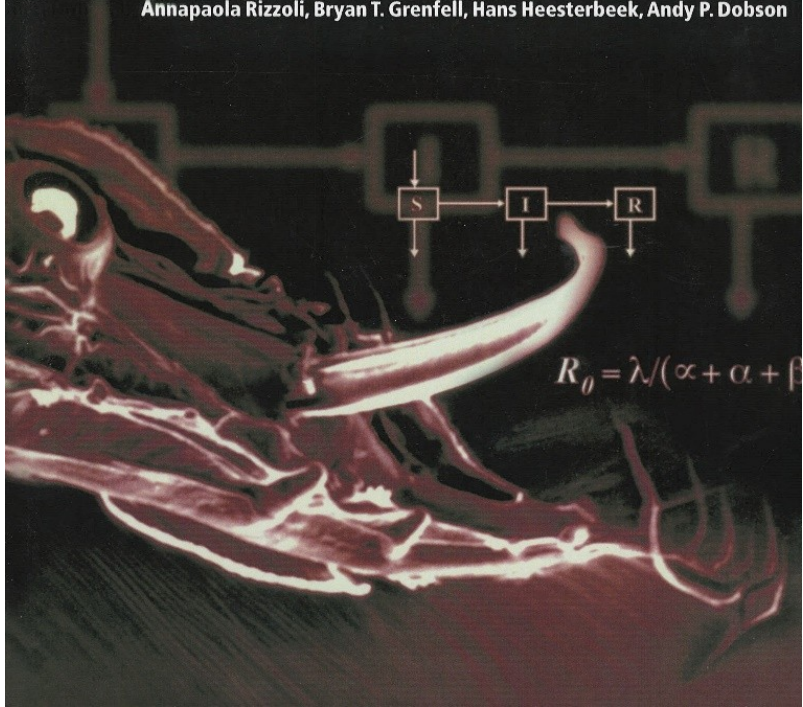
Edited by DAVID P. HUGHES, JACQUES BRODEUR & FRÉDÉRIC THOMAS



OXFORD
BIOLOGY

The Ecology of Wildlife Diseases

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



OXFORD
BIOLOGY

The Biogeography of Host-Parasite Interactions



Edited by SERGE MORAND & BORIS R. KRASNOV




disease ecology

community structure and pathogen dynamics

edited by

SHARON K. COLLINGE
AND CHRIS RAY

BIOLOGY
OXFORD



OXFORD
BIOLOGY

The *Flexible* Phenotype

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

Theunis Piersma
Jan A. van Gils

Ecological Developmental Biology

*Integrating
Epigenetics, Medicine,
and Evolution*

OXFORD
BIOLOGY

Biodiversity and Ecosystem Functioning

Synthesis and Perspectives

Edited by Michel Loreau,
Shahid Naeem, Pablo Inchausti

Z historie parazitologie

Historie parazitologie



Je zřejmé, že dávní předci člověka měli své parazity, avšak nemáme o nich v současnosti žádné doklady. Obecně lze říci, že nálezy cizopasníků pravěkých lidí člověka lze doložit pouze studiem zkamenělých výkalů a nebo jiného fosilního materiálu. Nejstarším zjištěným nálezem jsou vajíčka proto motolice plicní, která byla nalezena ve fosilních výkalech v severní Chile z doby 5000BC. Rovněž byl z této doby doložen výskyt hlístic rodu *Ancylostoma* v Brazílii a vajíčka škrkavek z doby cca 2330BC z Peru.

Z historie parazitologie v České republice

- Rozvoj parazitologie u nás:
- Do 1. světové války: Praha – Dušan Lambl, Stanislav Prowazek
- Mezi válkami: Praha: Briendl, Komárek, Jírovec – otec naší parazitologie
Brno: Rašín
- Po 2. světové válce: Akademie věd - ČSAV, SAV, AV ČR,
Parazitologický ústav AV ČR v Českých Budějovicích
Univerzity (UK, ČZU, JčU, MU, MENDELU, VFU)
Veterinární a hygienická služba
Armáda, nemocnice, referenční laboratoře
Soukromé firmy a diagnostické laboratoře

Parazitologie v České republice: současnost

- Univerzita Karlova, Praha
- Masarykova univerzita, Brno
- Veterinární univerzita, Brno,
- Jihočeská univerzita a Biologické centrum AV ČR v Českých Budějovicích - Parazitologický ústav AV ČR - Č. Budějovice

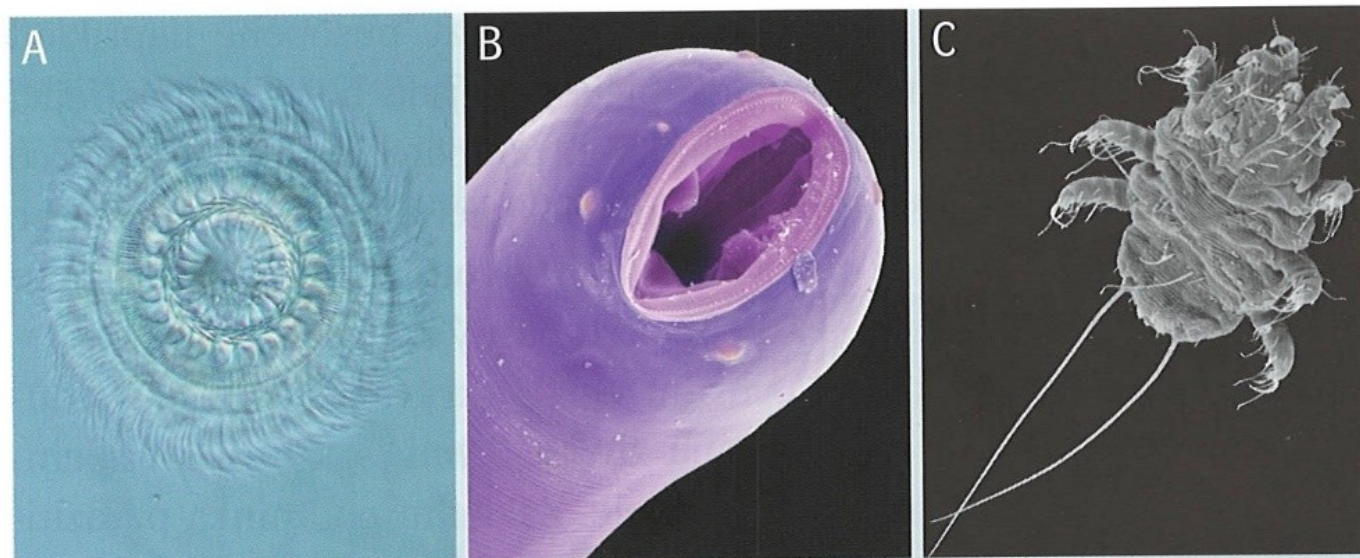




Parazitologie – komplexní vědní disciplína

Tři základní části:
„Svatá trojice“

- Protozoologie (Protistologie)
- Helmintologie
- Arachnoentomologie



„Svatá Trojice“

Z pohledu klasické, tj. humánní a veterinární parazitologie považujeme za parazity pouze příslušníky následujících tří velkých skupin: prvoků (protist), helmintů (parazitických červů) a členovců. **Brousilka** (*Trichodina*) (A), žijící na povrchu ryb, zastupuje prvoky (správněji protista) a její nápadné a současně nezvyklé kontury inspirovaly podobu znaku Parazitologického ústavu Biologického centra AV ČR (viz logo na str. 238). **Hlístice** *Cucullanus cirratus* (B) je představitelem parazitických červů (tzv. helmintů), vyskytuje se ve střevech mořských ryb a vyznačuje se ústní kapsulou lemovanou drobnými zoubky. Poslední skupinu, parazitické členovce (mezi něž náležejí korýši, roztoči a hmyz), reprezentuje **myší roztoč rodu** *Myobia* (C), který se vyskytuje i u doma chovaných hlodavců. (Zdroj: Jana Bulantová)

Parazitologie – komplexní vědecká disciplína

Od 20. století – parazitologie vyhraněná vědní disciplína.

Čím se parazitologové zabývají ?

Vědecké disciplíny:

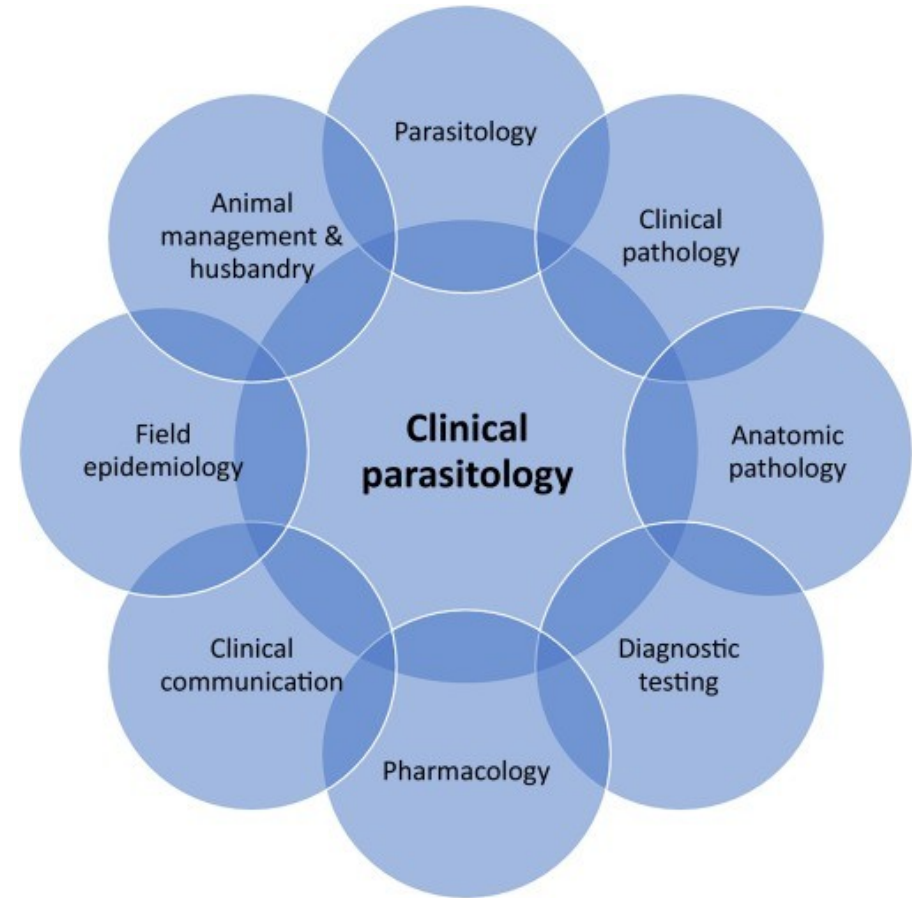
- Fauna cizopasníků, zoologická nomenklatura
- Morfologie, anatomie, taxonomie a systematika
- Životní a vývojové cykly
- Biologie a ekologie
- Fyziologie, biochemie, imunologie
- Epidemiologie a matematické modelování
- Genetika a molekulární biologie
- Evoluční biologie a fylogenetika
- Genomika a transkriptomika

Technické obory:

- Histologie, histochemie, imunohistochemie
- Ultrastruktura a anatomie
- Mikroskopická technika
- SCAN, TEM, CLSM

Parazitologie – komplexní disciplína

- Aplikovaná (praktická) parazitologie
 - Humánní parazitologie
 - Veterinární parazitologie
 - Klinická parazitologie
- Teoretická (evoluční) parazitologie



Heinz Mehlhorn

Human Parasites

Diagnosis, Treatment,
Prevention



 Springer



ELIZABETH A. ZEIBIG

Clinical Parasitology

A PRACTICAL APPROACH

Second Edition

ELSEVIER

<http://evolve.elsevier.com>



Atlas of Tropical Medicine and Parasitology

Sixth Edition

Wallace Peters
Geoffrey Pasvol



MOSBY
ELSEVIER



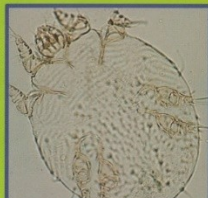
Heinz Mehlhorn

Animal Parasites

Diagnosis, Treatment,
Prevention



 Springer



VETERINARY CLINICAL PARASITOLOGY

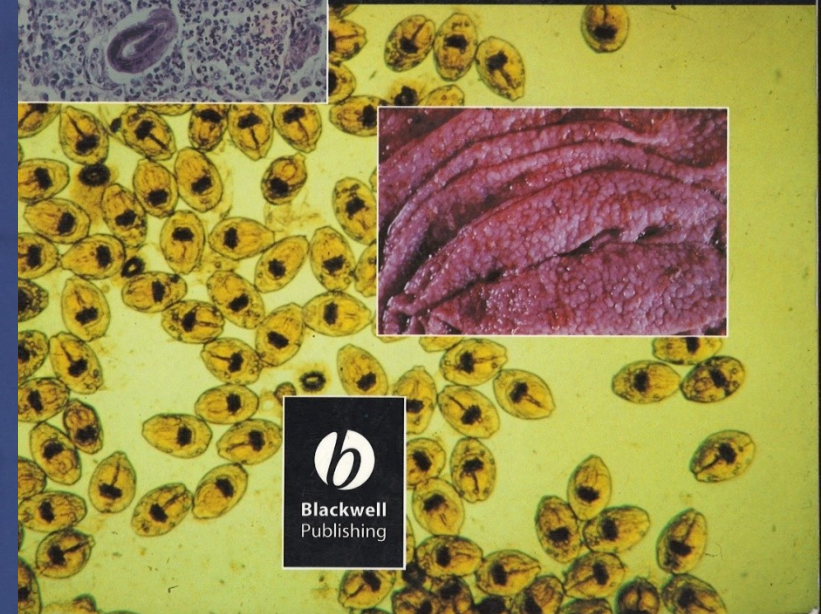
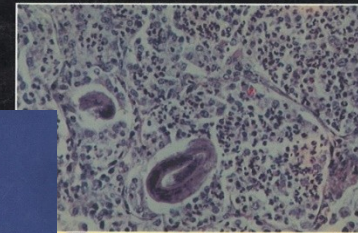
8th EDITION

Anne M. Zajac

VETERINARY PARASITOLOGY

SECOND EDITION

G M URQUHART
J ARMOUR
J L DUNCAN
A M DUNN
F W JENNINGS

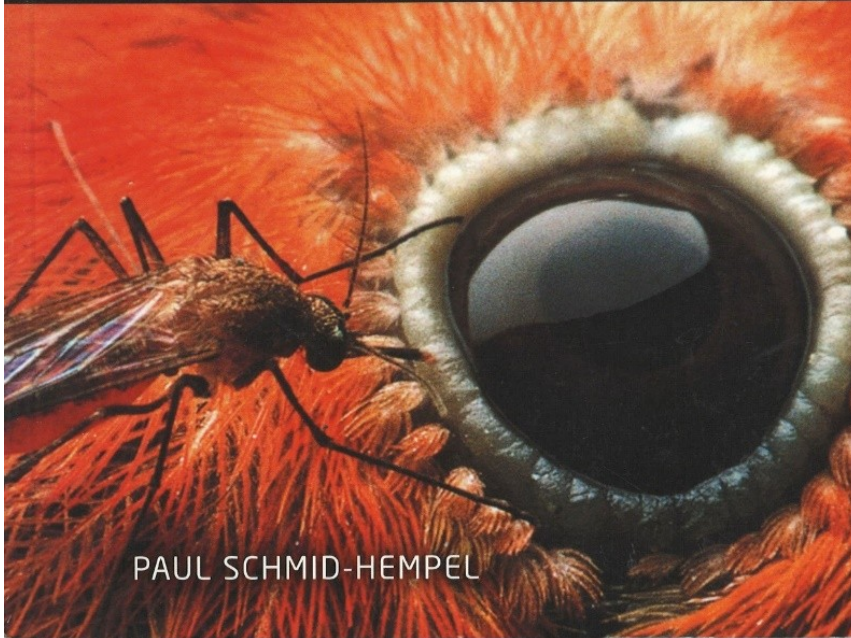


 Blackwell
Publishing

OXFORD
BIOLOGY

Evolutionary Parasitology

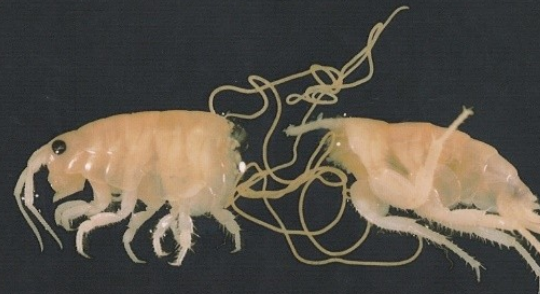
*The Integrated Study of Infections,
Immunology, Ecology, and Genetics*



PAUL SCHMID-HEMPEL

Evolutionary Ecology of Parasites

SECOND EDITION



Robert Poulin



Evolutionary Parasitology

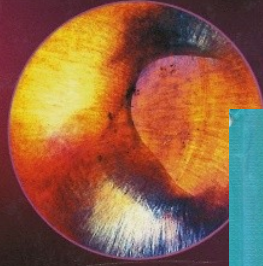
*The Integrated Study of Infections,
Immunology, Ecology, and Genetics*

Second Edition



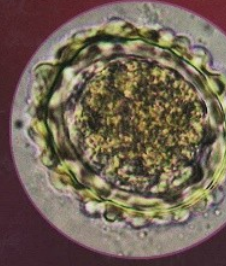
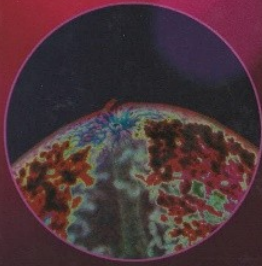
PAUL SCHMID-HEMPEL

Alan Gunn and Sarah J. Pitt



Parasitology

An Integrated Approach

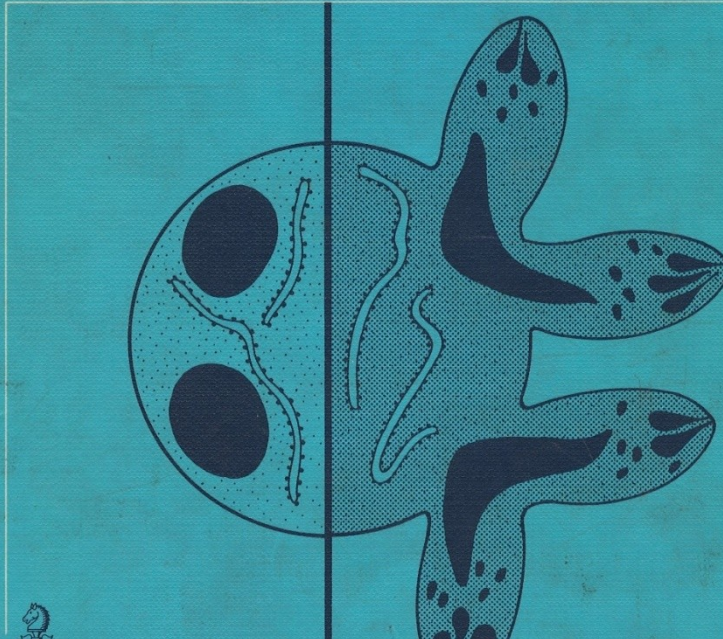


WILEY-BLACKWELL

Heinz Mehlhorn (Ed.)

Parasitology in Focus

Facts and Trends

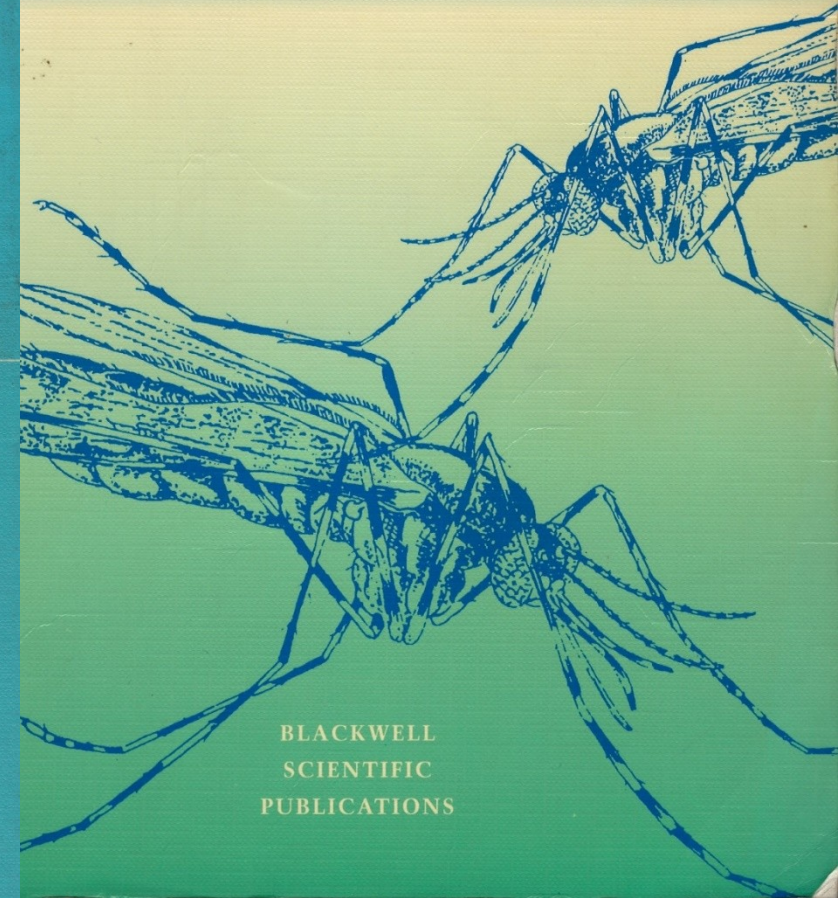


Modern Parasitology

A TEXTBOOK OF PARASITOLOGY

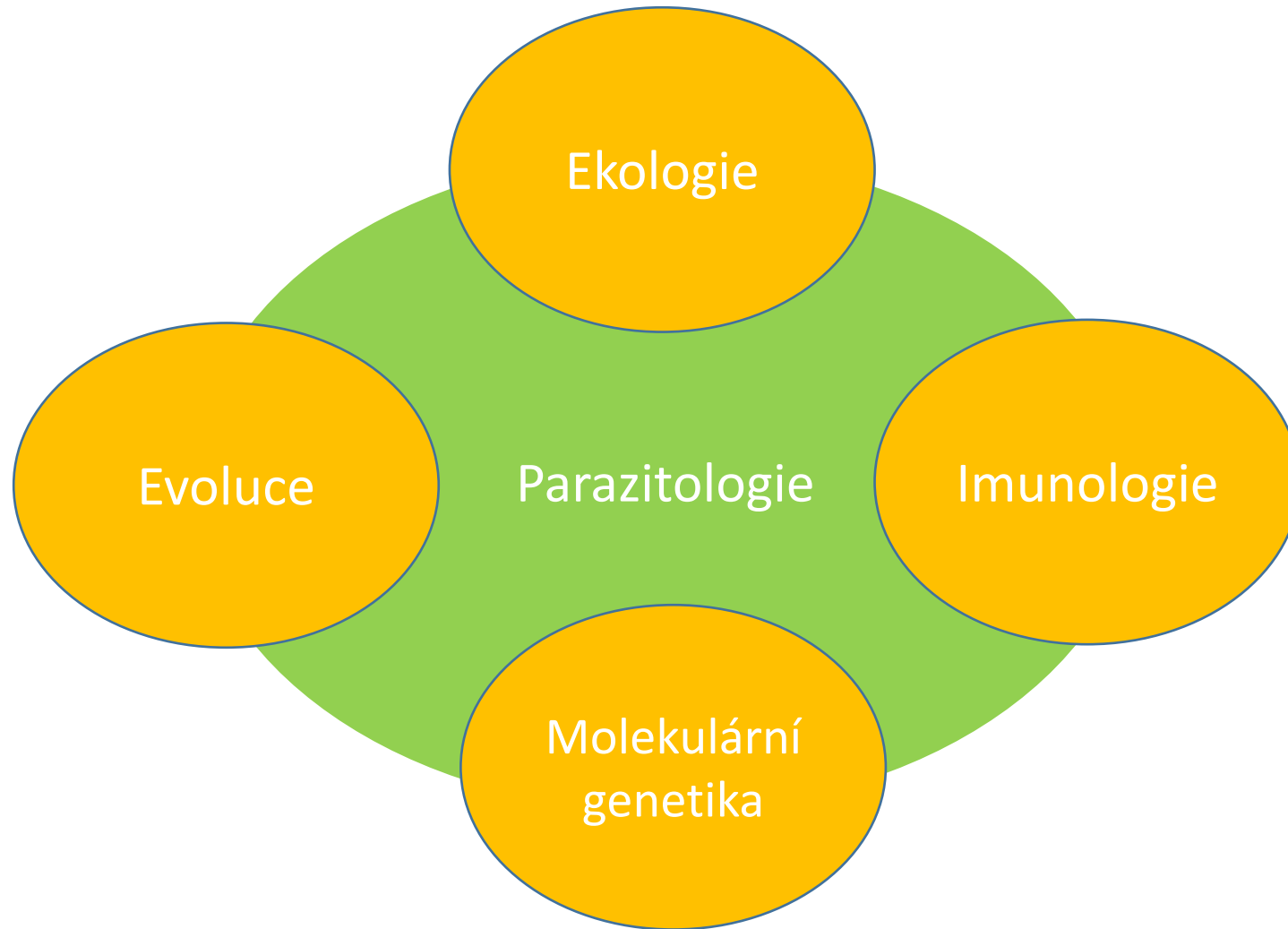
EDITED BY F. E. G. COX

SECOND EDITION

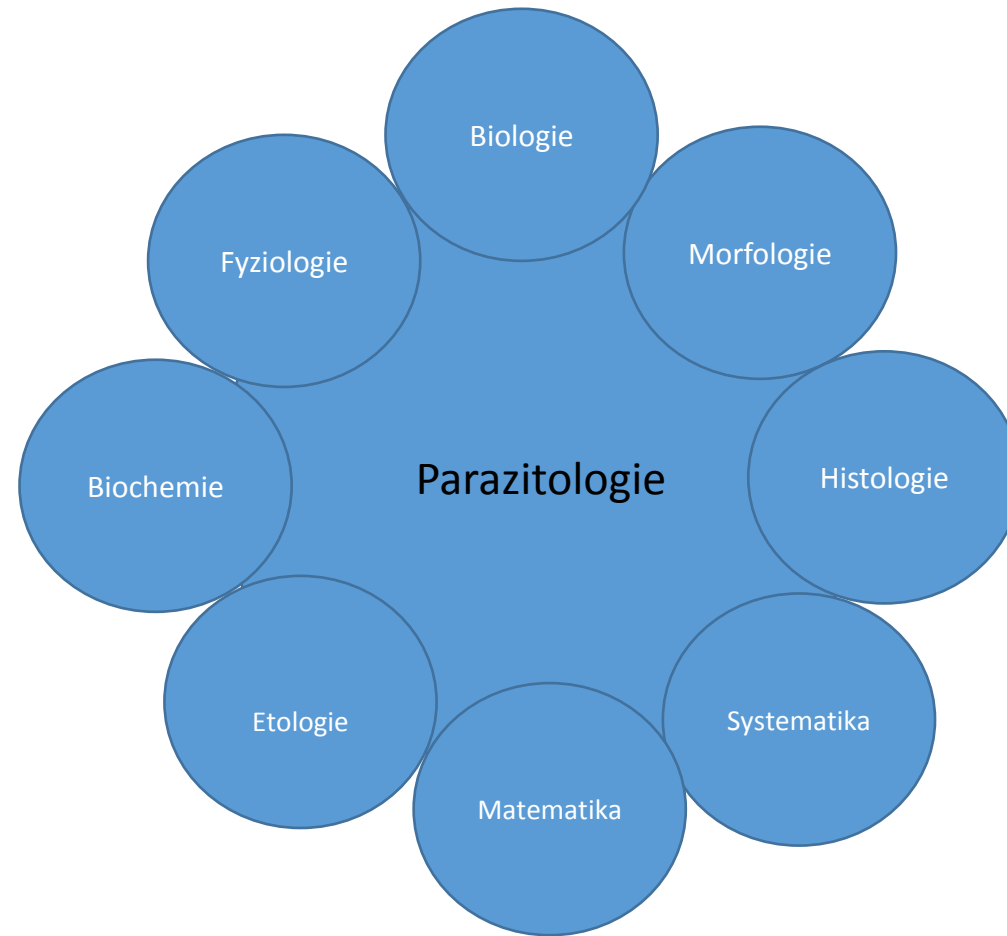


BLACKWELL
SCIENTIFIC
PUBLICATIONS

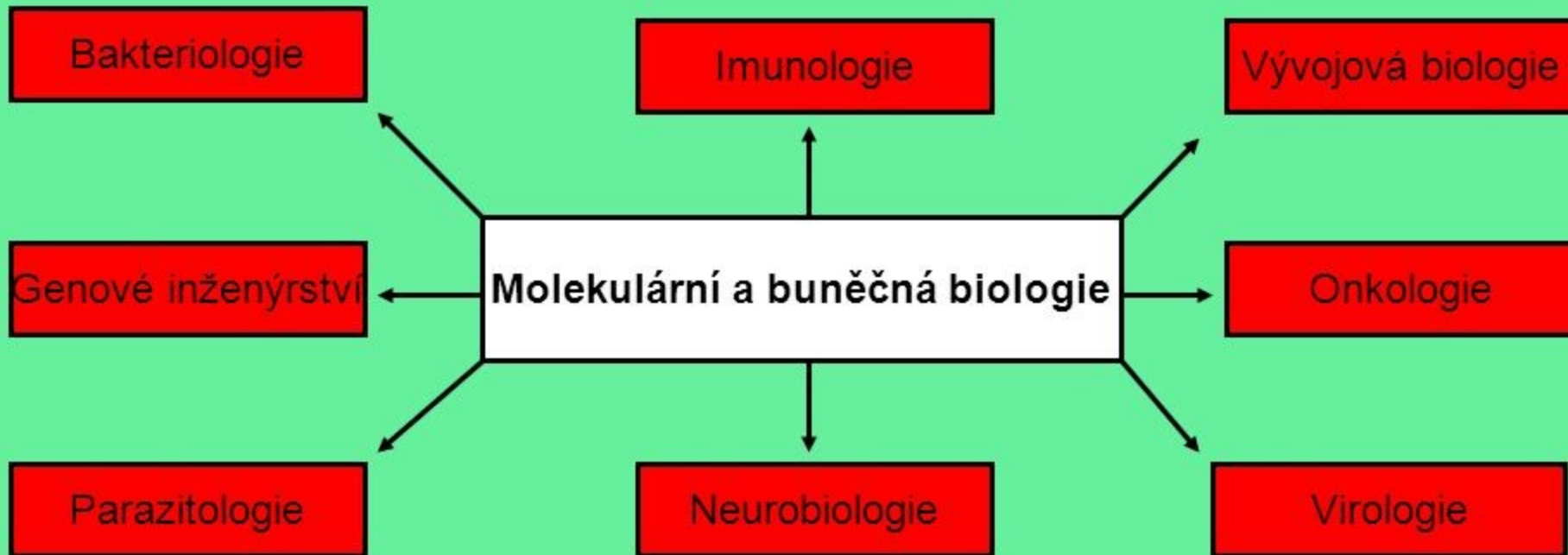
Podstata teoretické (evoluční) parazitologie



Parazitologie – spolupracující obory

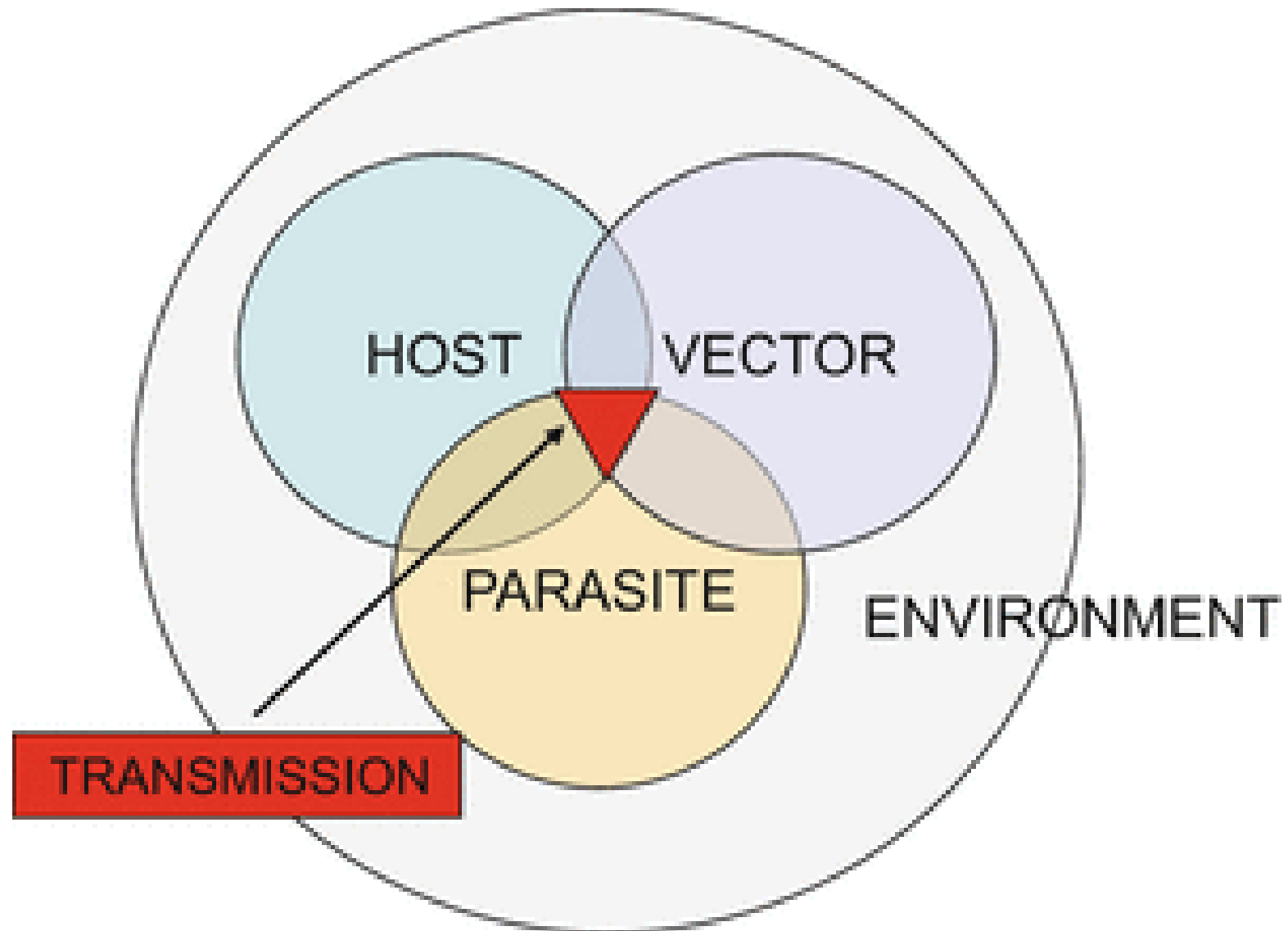


Rozvoj molekulární biologie

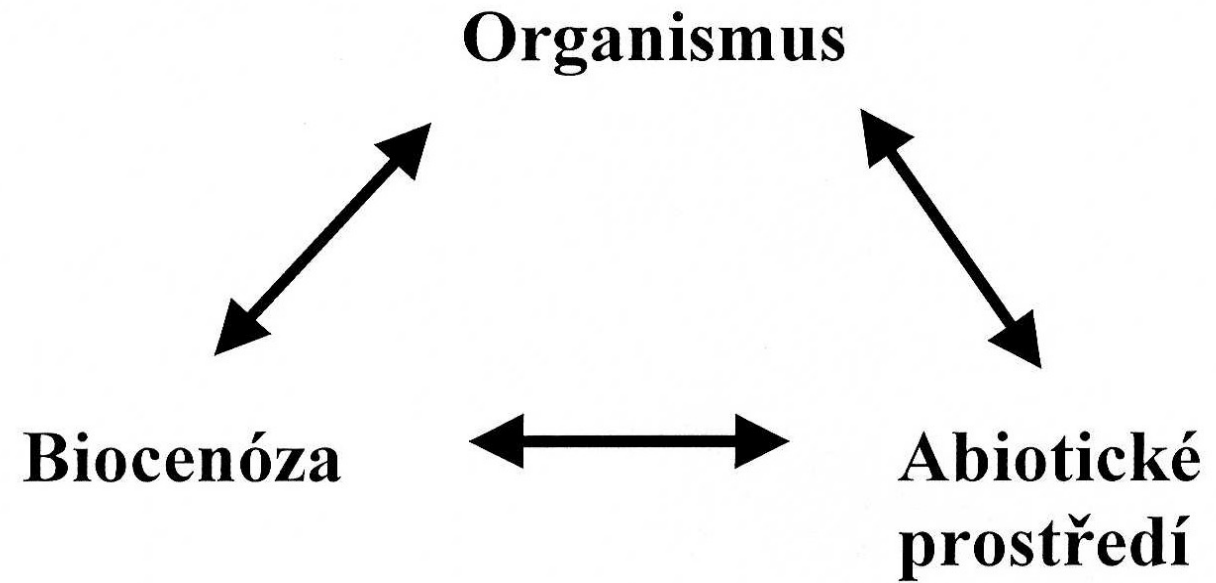


Rozvoj molekulární parazitologie

Vzájemné vztahy: Parazit - Hostitel – Vektor - Prostředí



Ekologie:



Parazitologie:

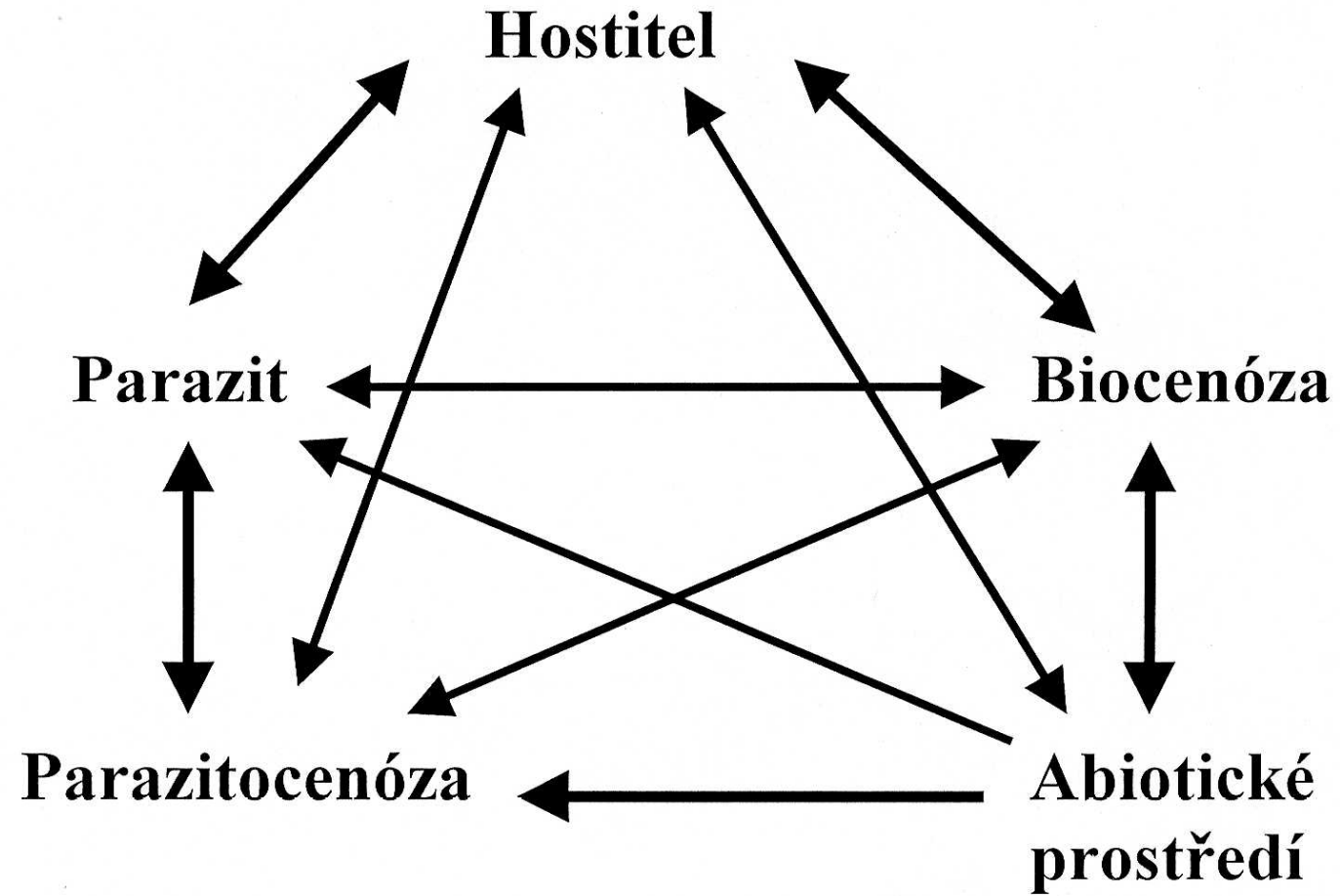
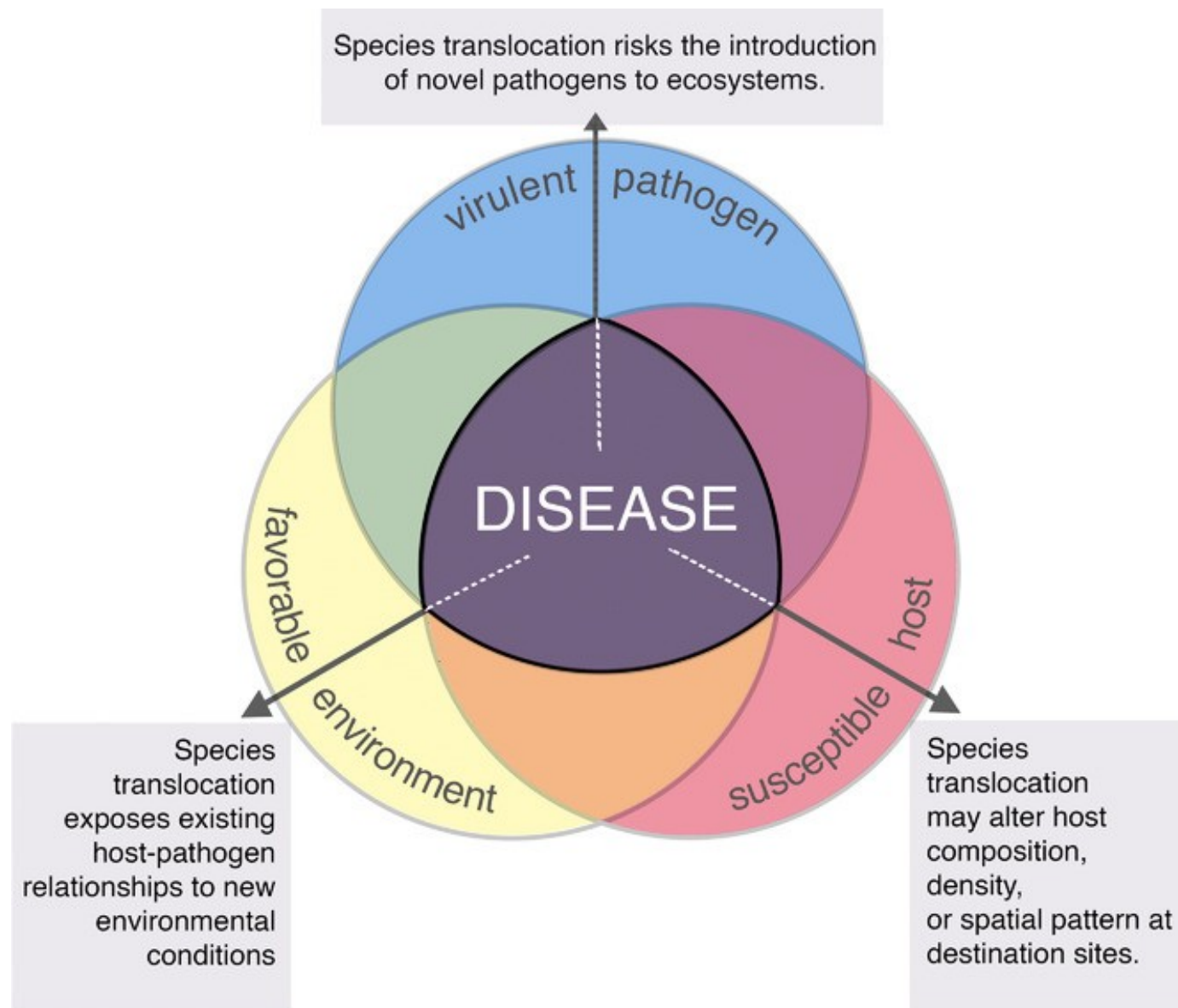
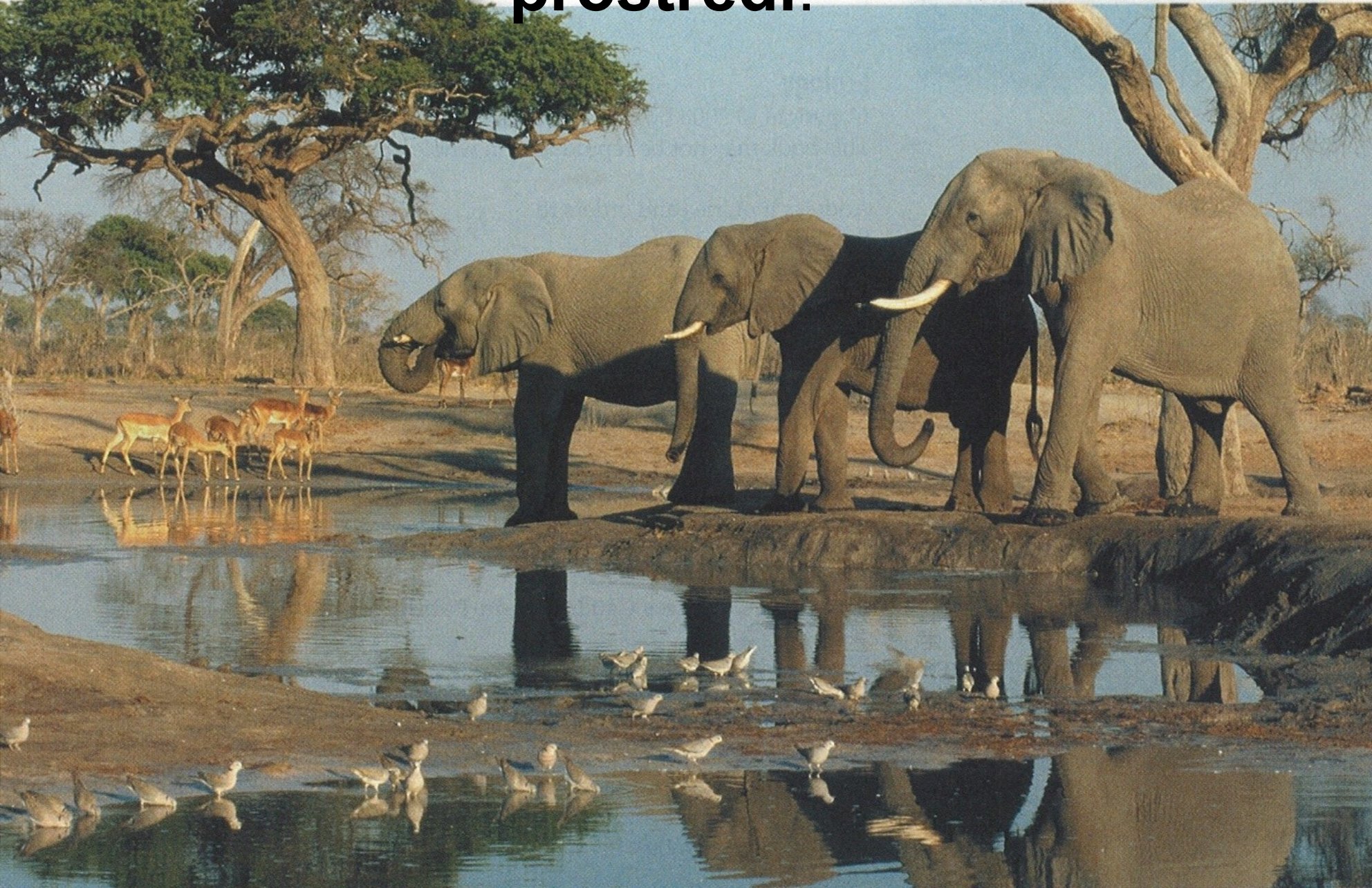


Schéma vzniku parazitárního onemocnění



Za Zemí jsou čtyři typy prostředí:



Voda

Půda

Vzduch

Organismy

Úvod do přednášky – základní pojmy

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 ?

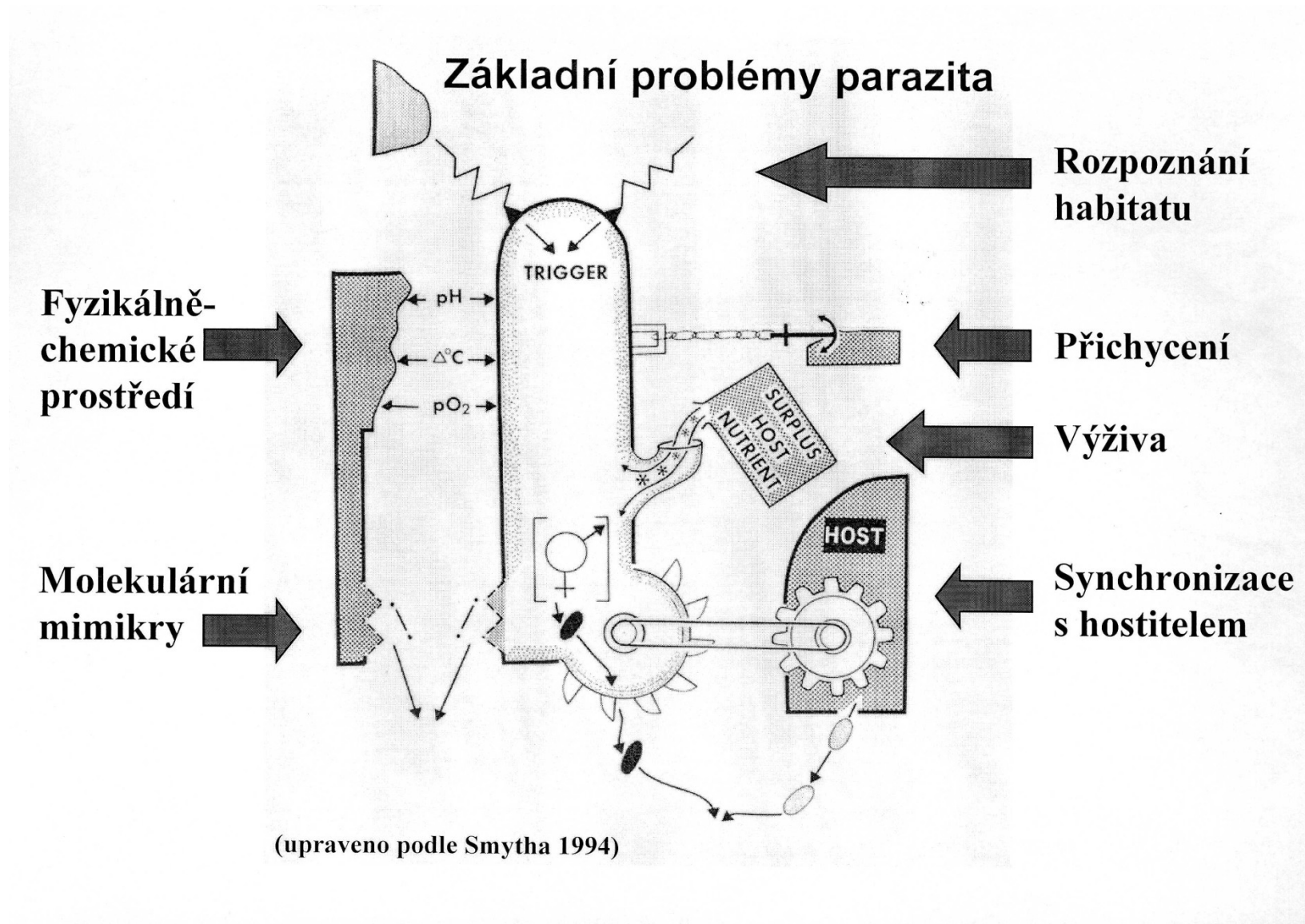
Quaint person who seeks truth in strange places,
person who sits on one stool, staring at another.



Parazité - definice

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

Jak se stát úspěšným parazitem ?



Jak se stát úspěšným parazitem ?

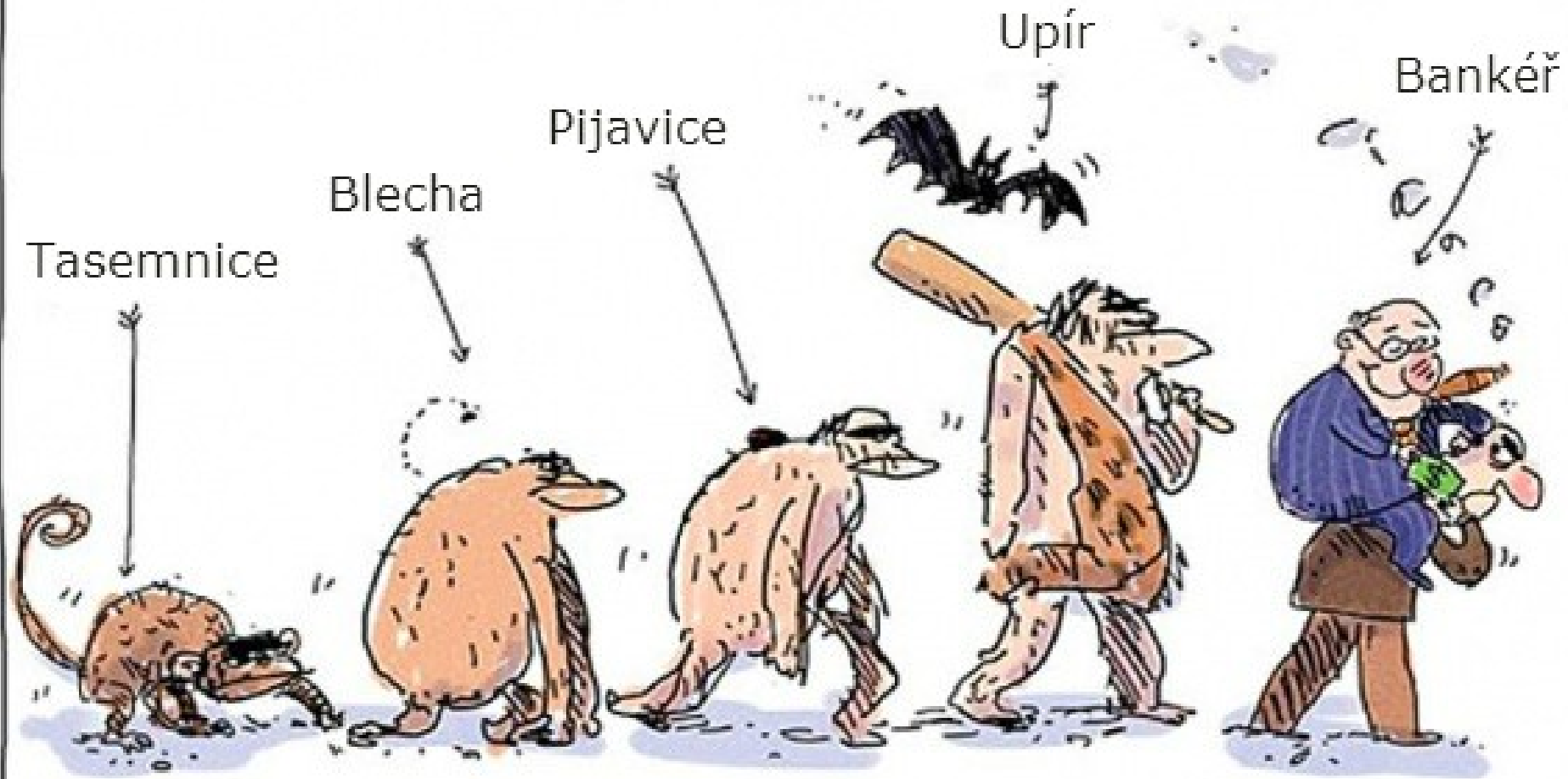
Co je potřeba umět ?

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

**Být parazitem není jednoduché
!**

Je to ale terno !!!

Evoluce parazita



KUDELKA.

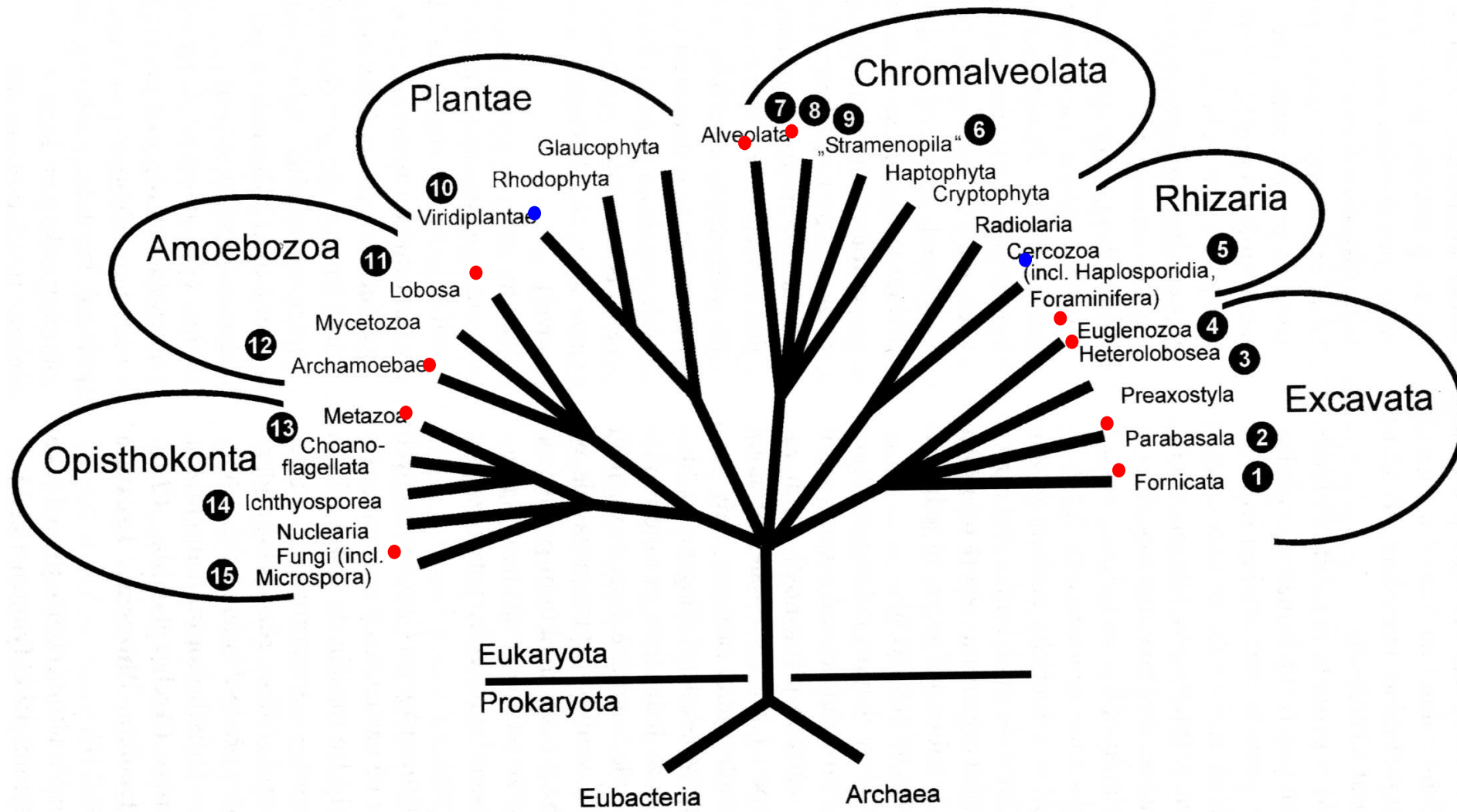
Současný stav poznání diverzity cizopasníků

>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

* Taxon also contains free-living species.

Výskyt parazitů u Eucaryota

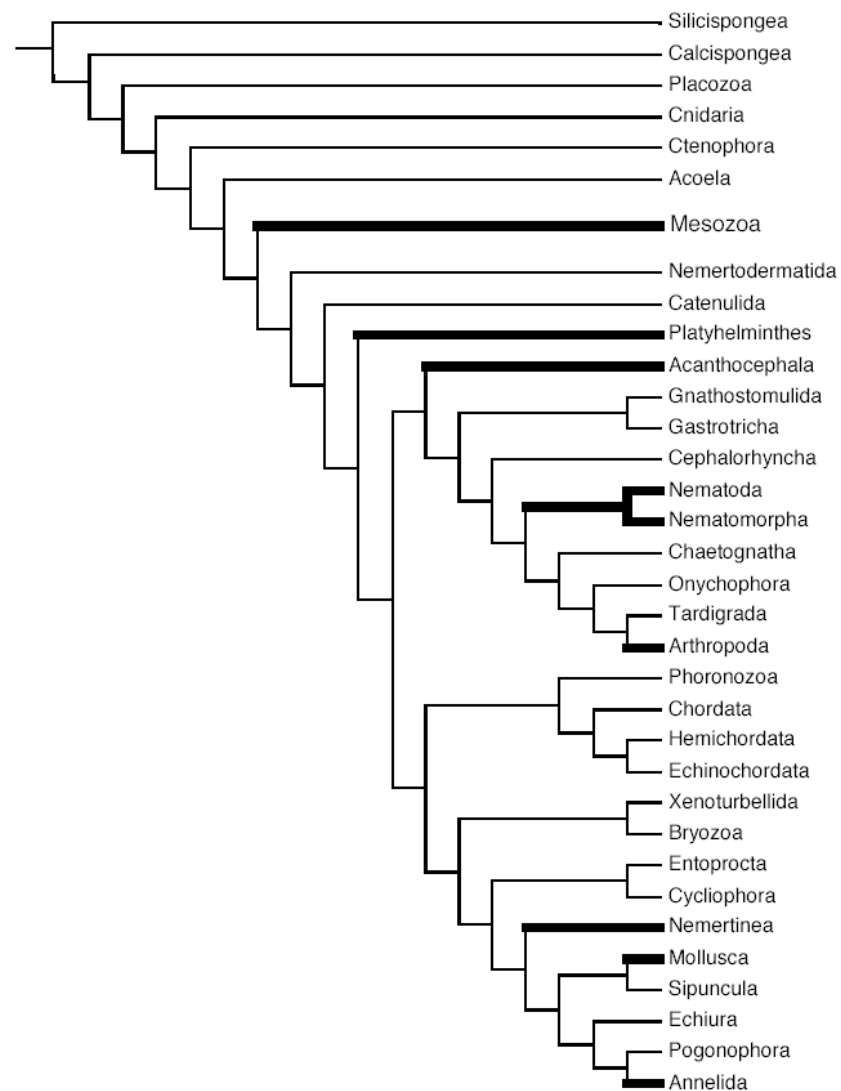


● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

Současné znalosti diverzity parazitů

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



(Poulin & Morand, 2004)

Parasitism - Definition and Types with Examples

Obligate Parasitism

Facultative Parasitism

Ectoparasitism

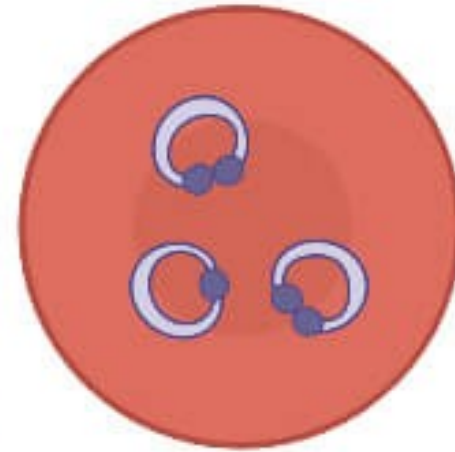
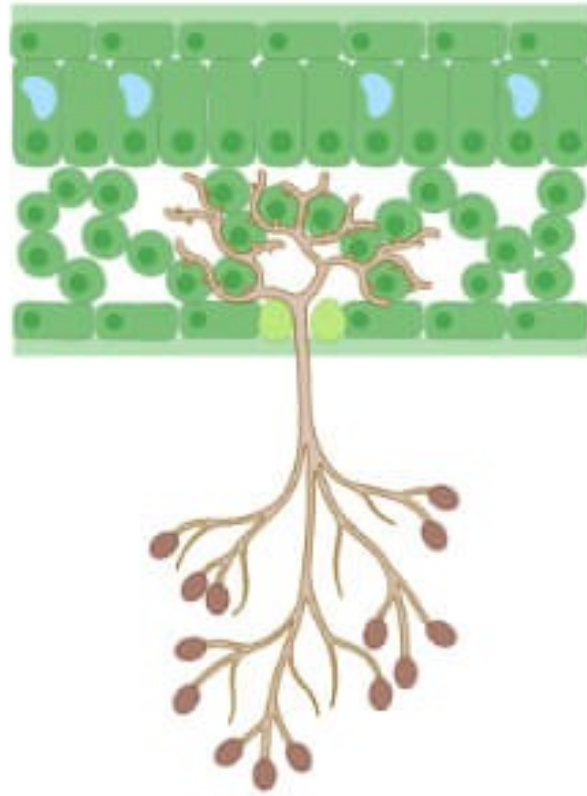
Endoparasitism

Mesoparasitism

Epiparasitism

Brood Parasitism

Social Parasitism



Plasmodium



Copepods



Armillaria
species

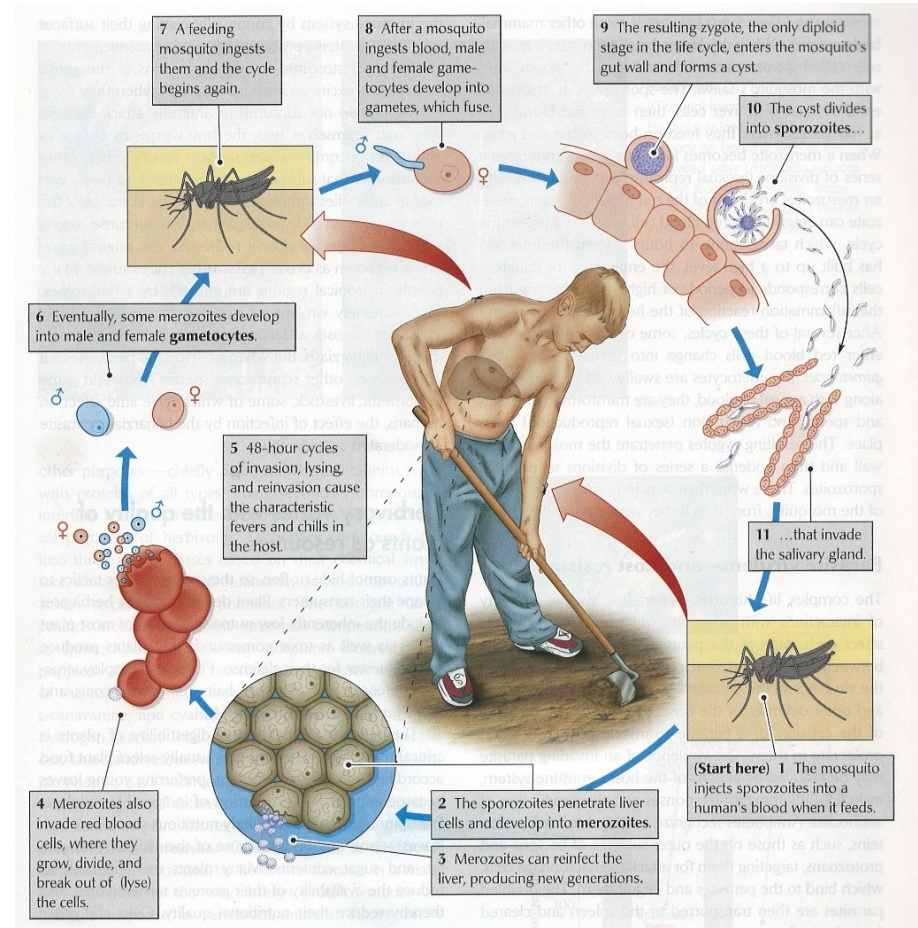
Výhody parazitismu

- 1) Po nalezení hostitele nemusí hledat dalšího
- 2) Permanentní dostupnost potravy
- 3) Redukovaná potřeba složitého získávání a zpracovávání potravy
- 4) Ochrana před extrémny vnějšního 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

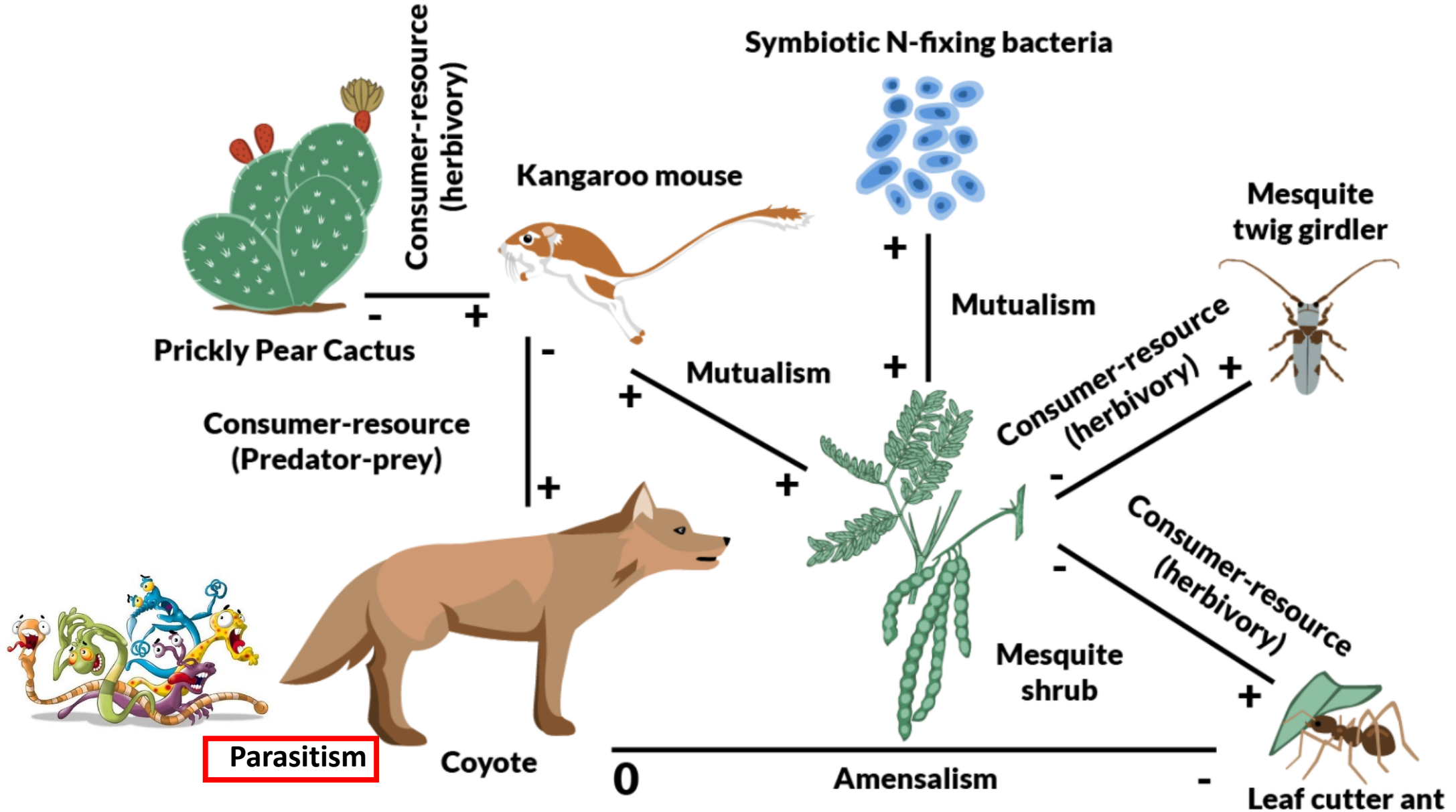
- 1) Extrémní specifická zvyšuje riziko vyhynutí
- 2) Nutnost vyhledat optimální místo lokalizace na/v hostiteli
- 3) Nutnost se adaptovat vnitřnímu fyziologickému prostředí hostitele
- 4) Nutnost překonávat imunitní systém hostitele
- 5) Rozšíření je omezeno na geografické rozšíření hostitele
- 6) Přenos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

Paraziti mají často komplexní životní cyklus

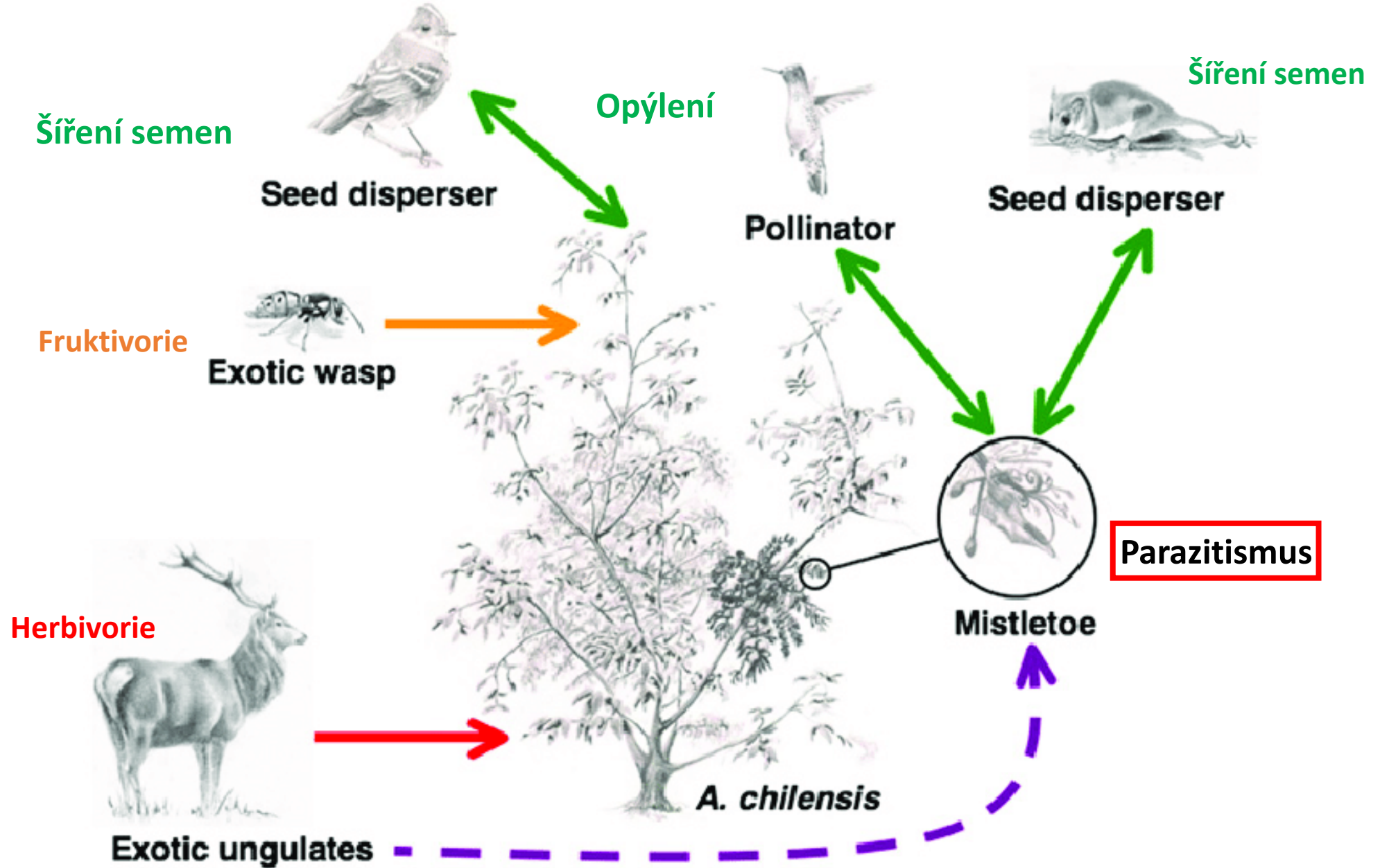


Integrují veškeré působení prostředí ve kterém žijí !
Umožňují nám velice komplexní pohled na okolní svět !

Parazitismus versus Biologické interakce



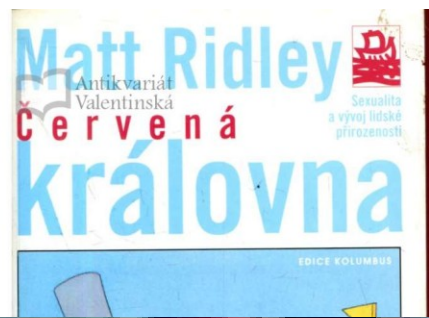
Komplexní působení



JAK BLECHA ZAPŘÍČINILA ROZPAD VELKÝCH IMPERIÍ

Parazitům vděčíme i za sex

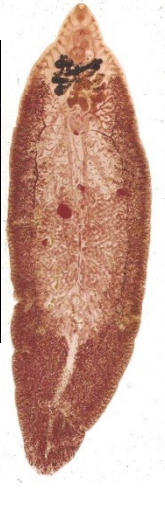
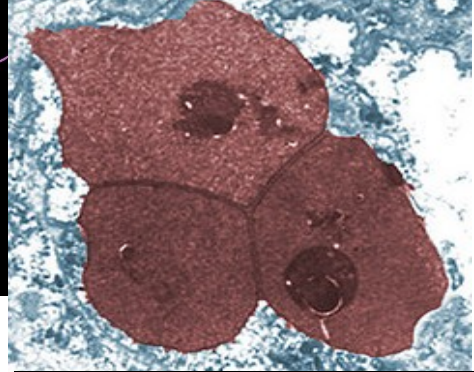
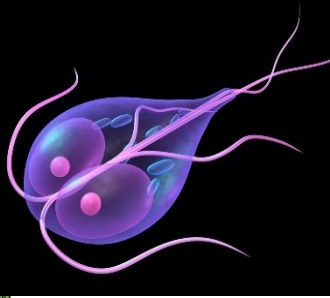
Co v evropských dějinách způsobila blecha? Kdy se parazit stane Robinem Hoodem? Jaký vliv měli cizopasnici na pohlavní rozmnožování? Proč je muňka ohrožený druh? Jak motolice řídí mravence a proč dělá toxoplazmóza z myši sebevraha? „K parazitům je nutné mít za určitých okolností respekt, ale v našich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



Vliv parazitů na evoluci !



Rozmanitost cizopasníků



Význam parazitů

- Volně žijící organismus, který není hostitelem několika parazitických jedinců různých druhů je raritou.
- Více než polovina známých druhů jsou parazité nebo patogeni (a neznáme zdaleka všechny bakteriální a virové parazity).



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

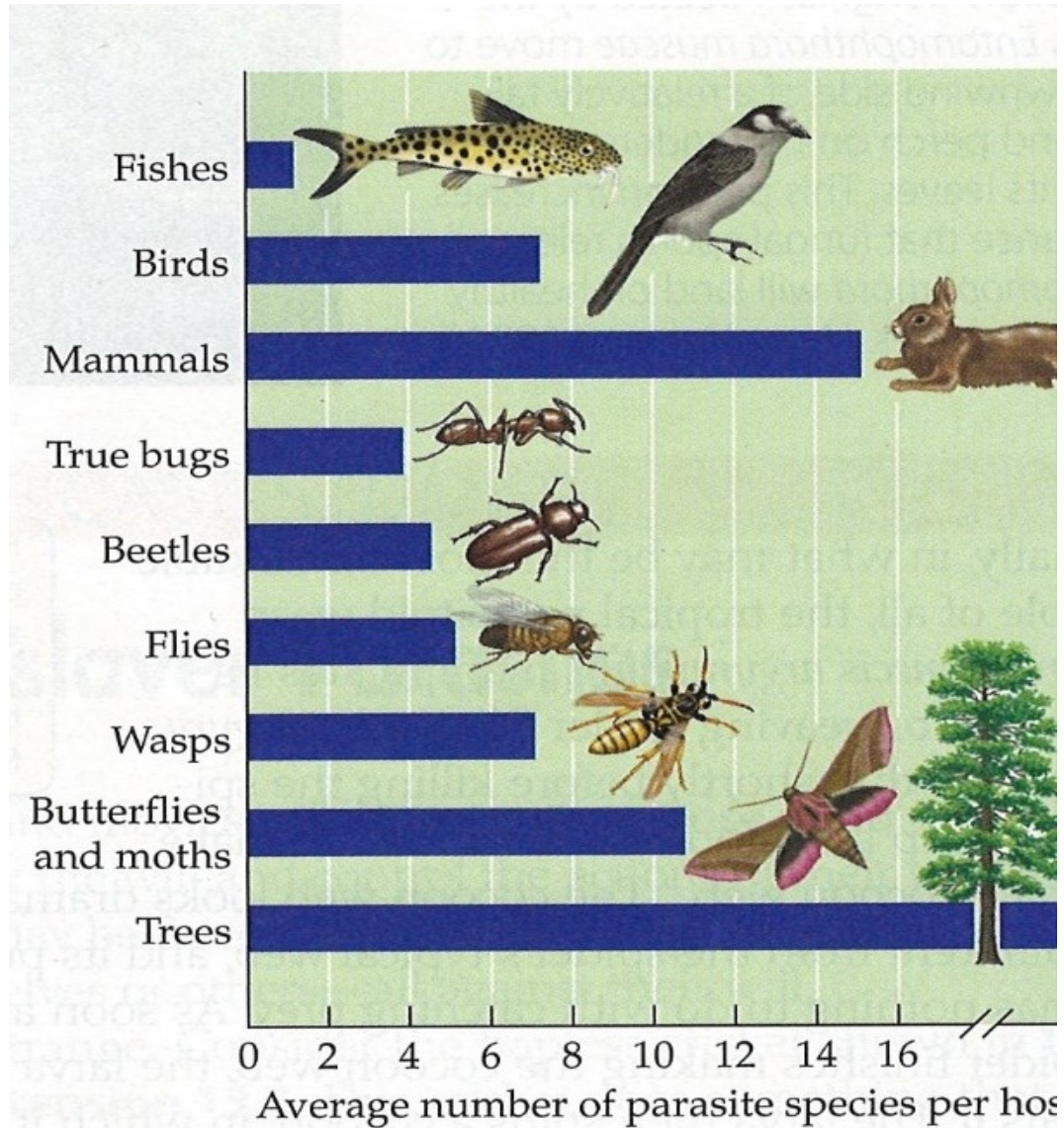
paraziti rostlin R 63 300

parazitoidi živočichů Ž 107 500

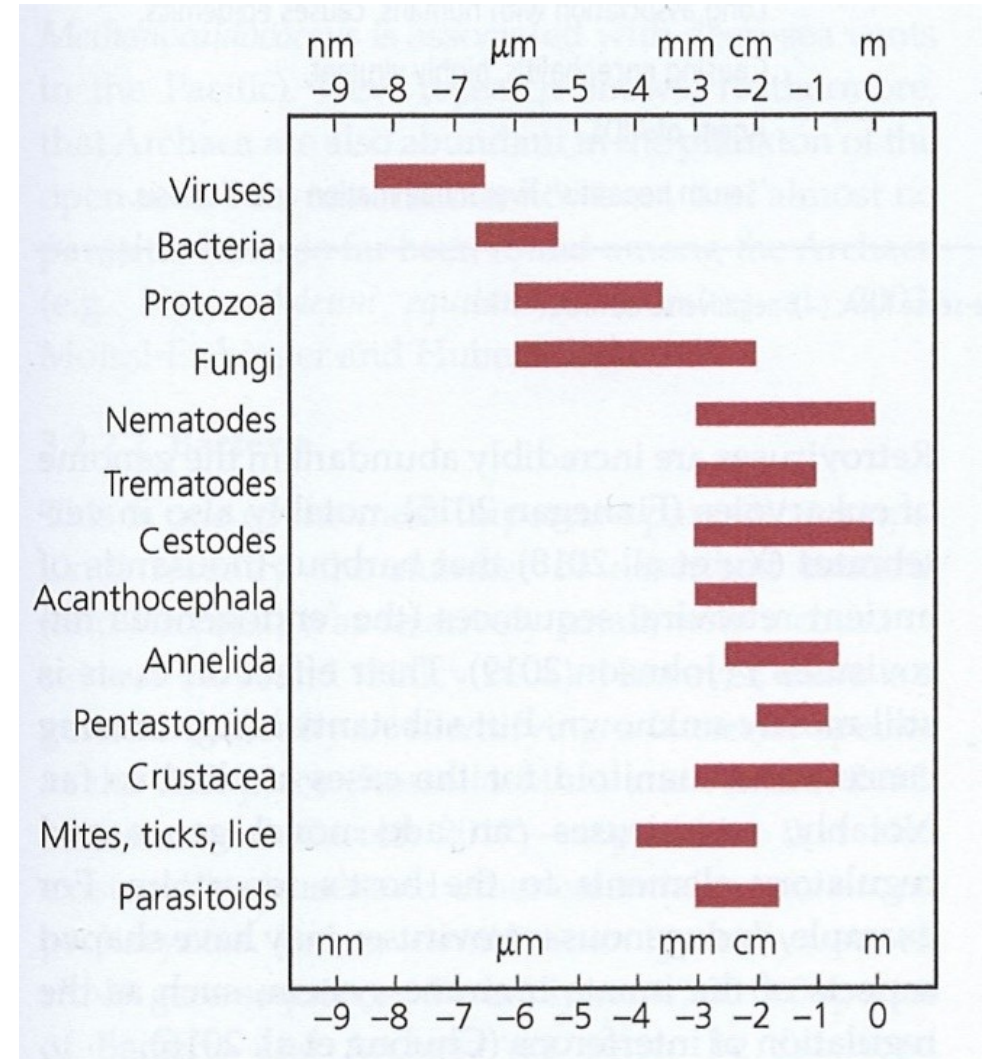
parazitoidi rostlin R 159 000

Chordata Ž 100

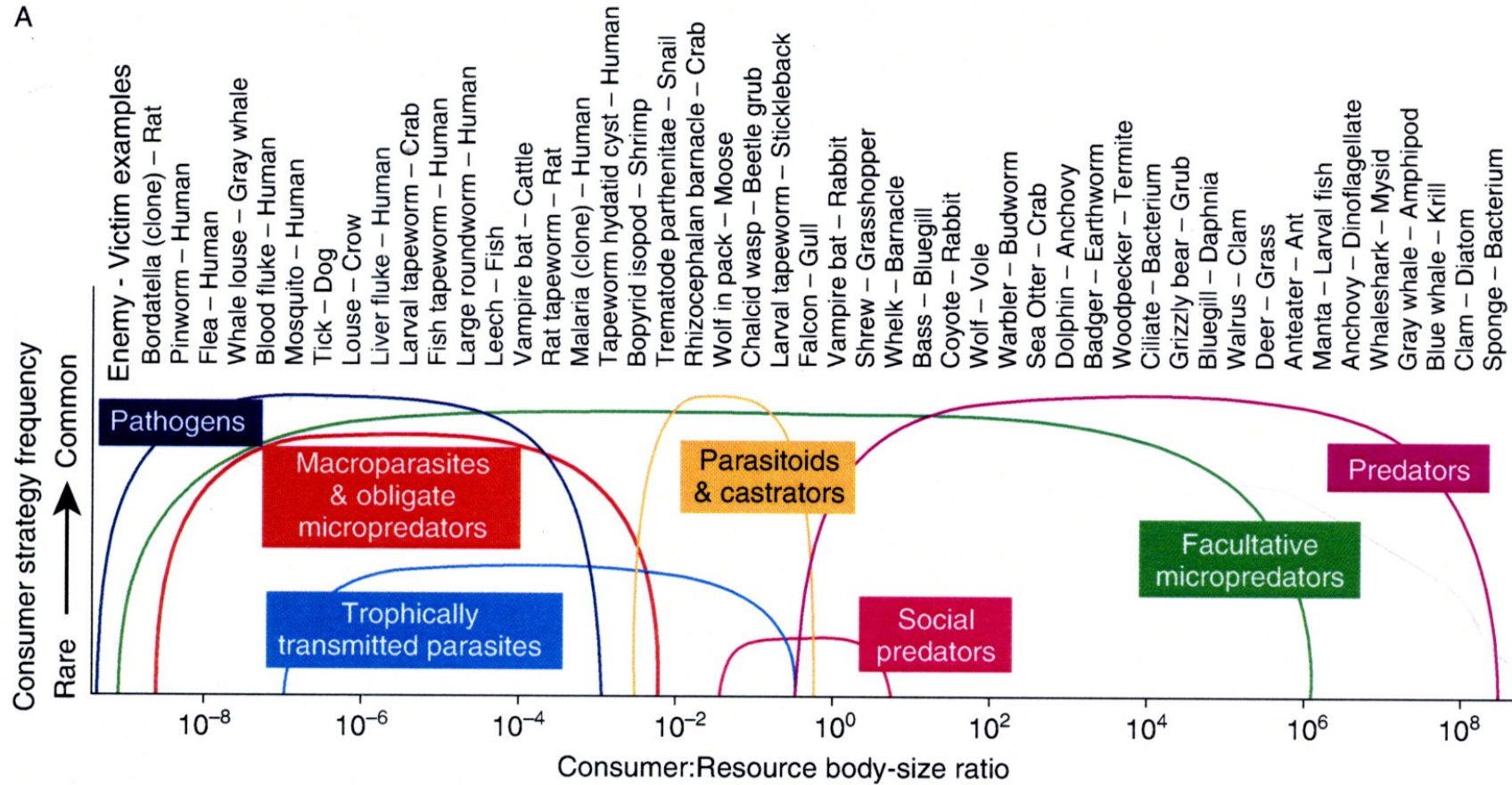
Kolik je na Zemi cizopasníků ?



Jaká je jejich velikost ?

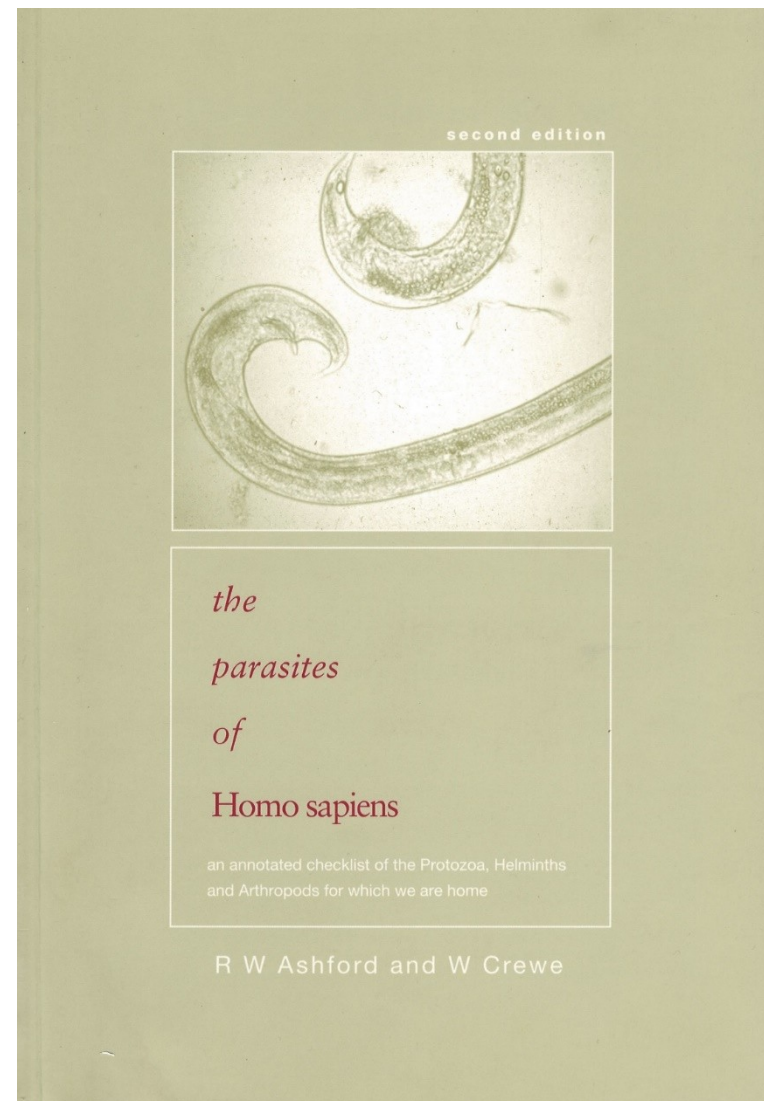
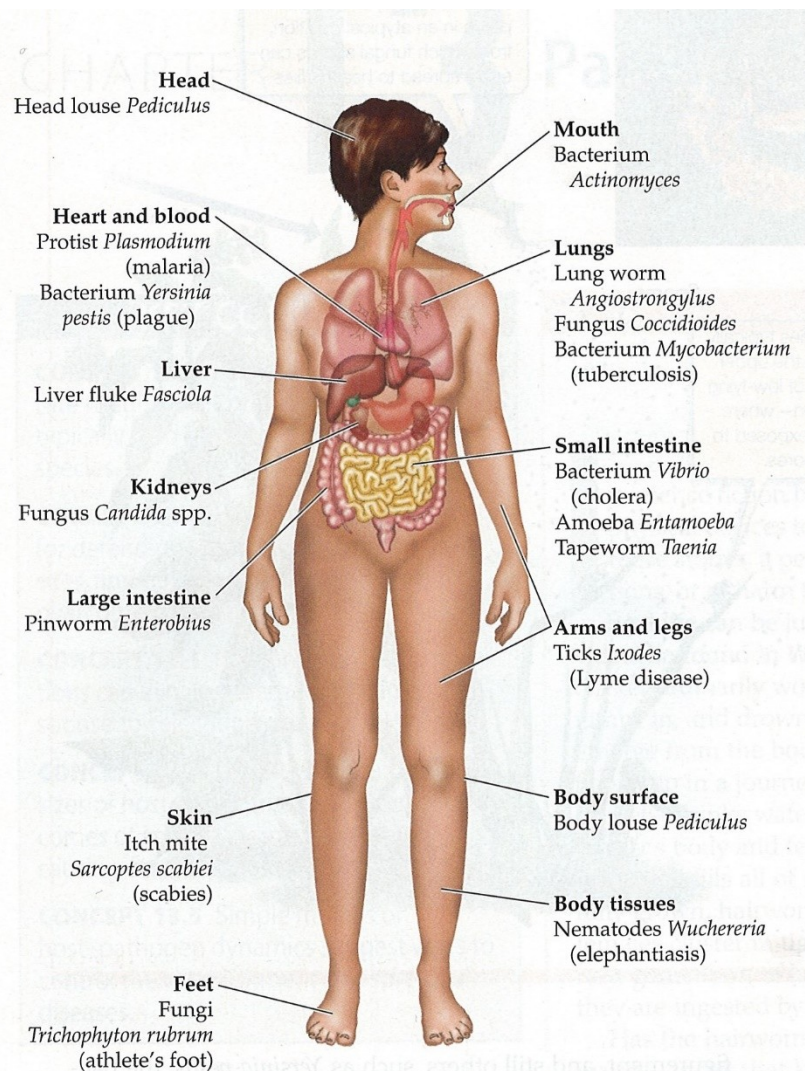


Frekvence poměru relativní velikosti těla konzumenta a hostitele

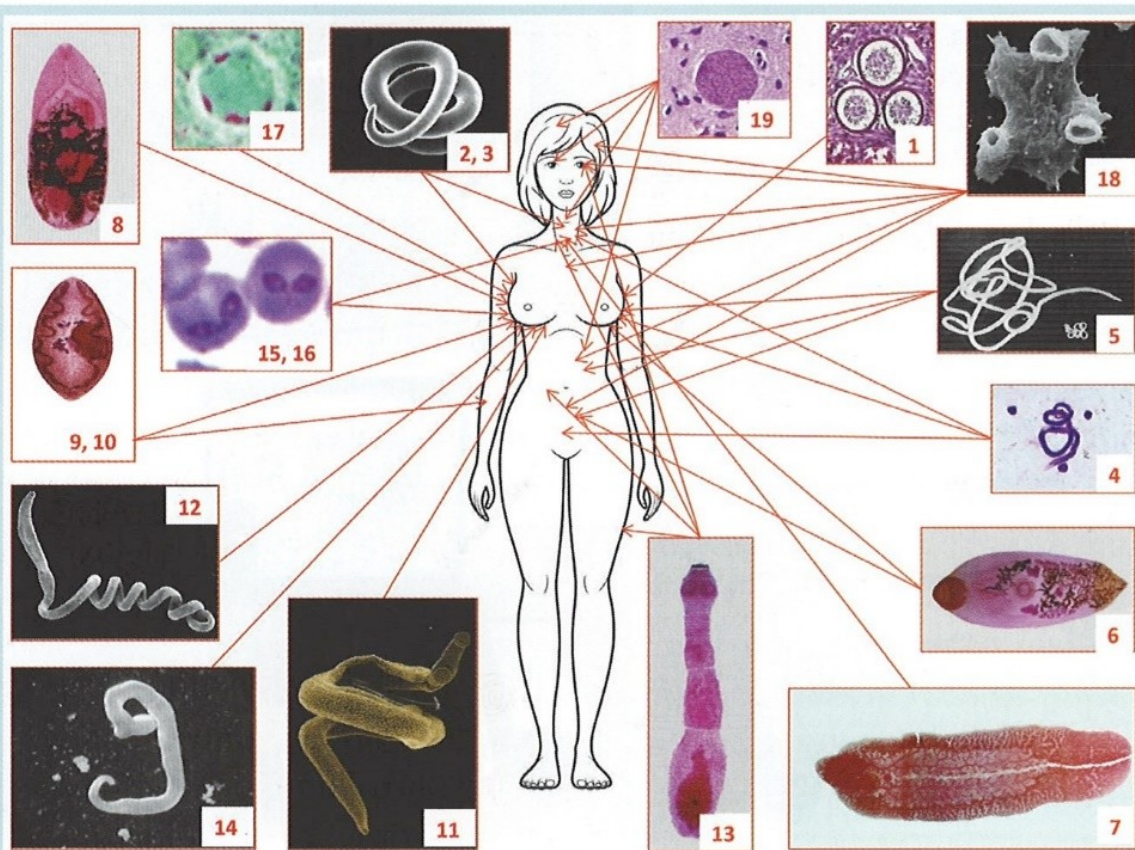


Lidské tělo jako habitat

Rozdílné části lidského těla představují vhodné habitaty pro různé druhy cizopasníků



Lidské tělo jako prostředí



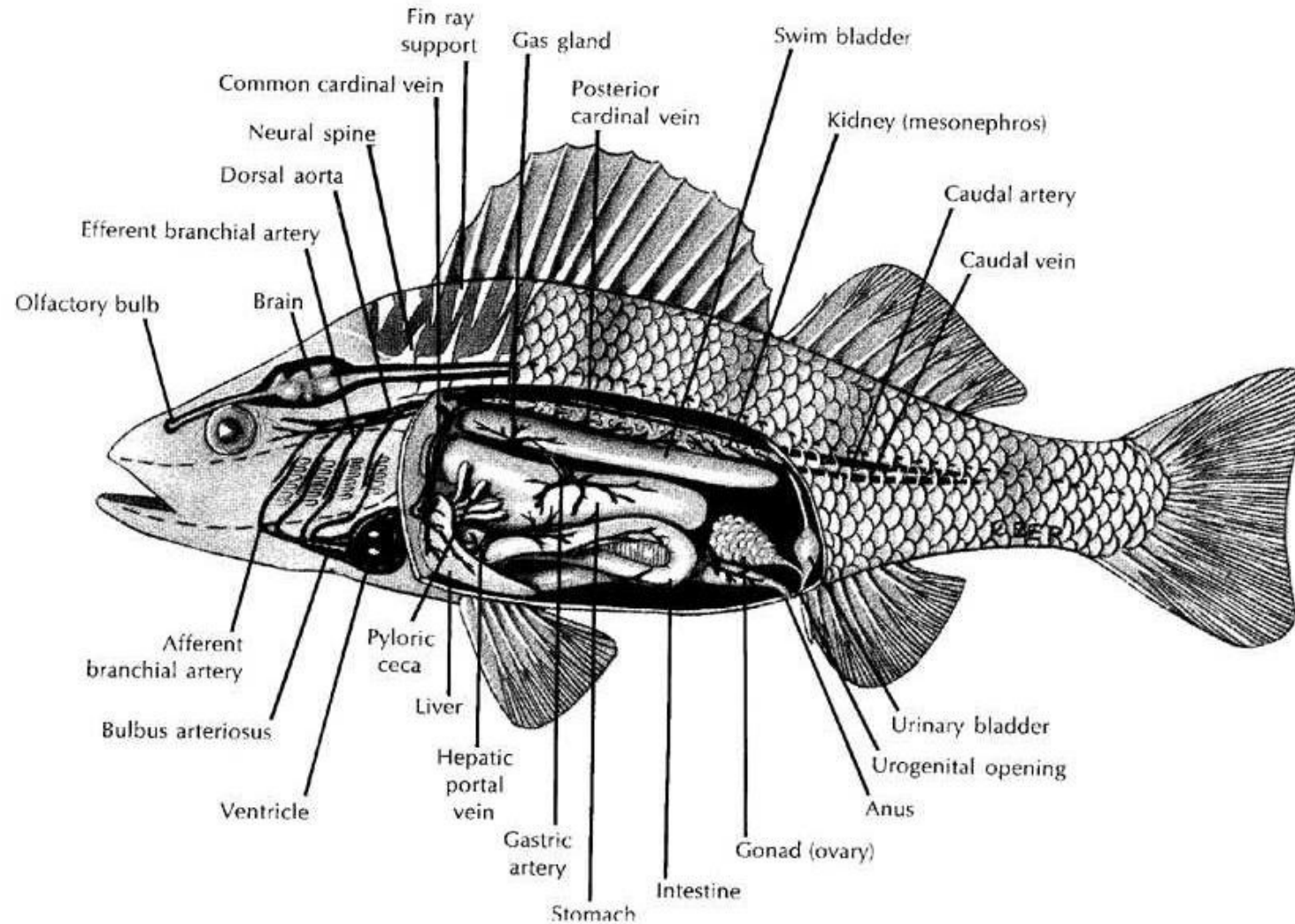
NELINEARNÍ ANALÝZA

1. Spektrální podoba vzorkových procesů:

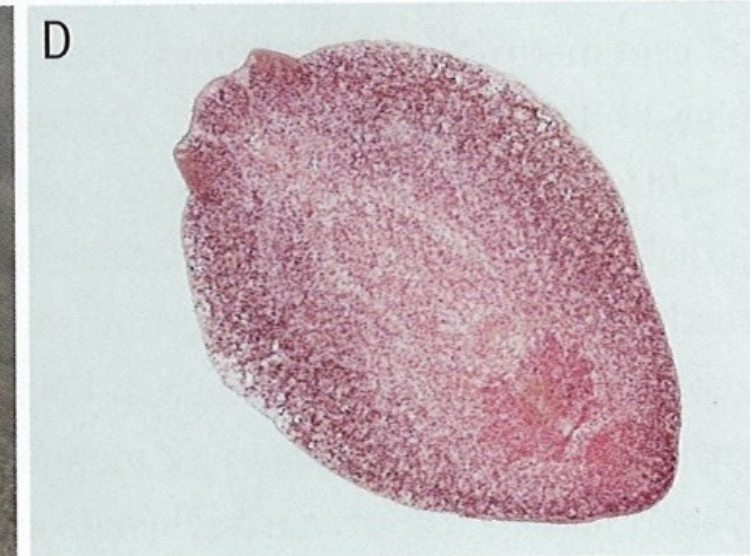
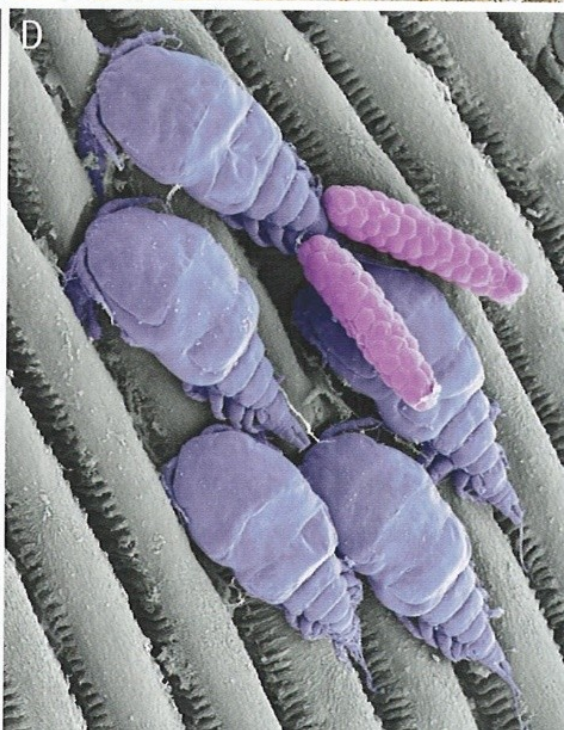
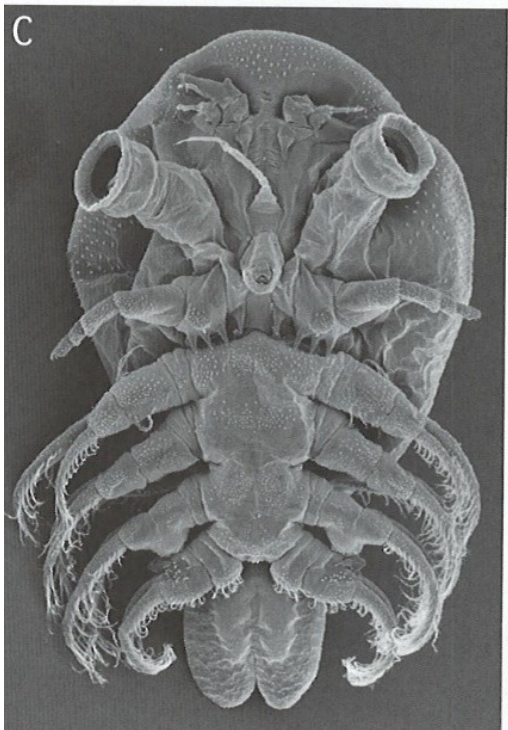
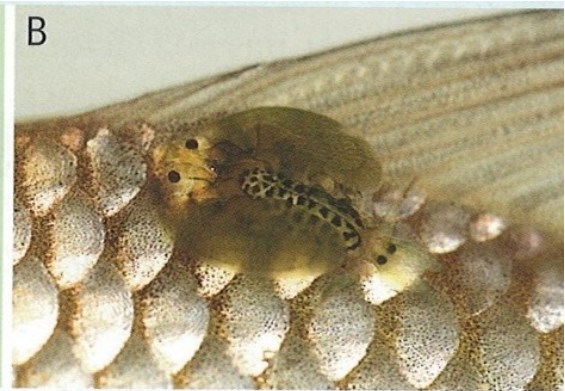
- 1 09.03.17 1_RHINOSPORIDIUM SEEBERI D=0,394 lymfa, mlečná žláza
- 2 09.03.17 1_TRICHINELLA NATIVA D=0,759 automodel 88 páteř
- 3 09.03.17 1_TRICHINELLA NELSONI D=0,370 lymfa, mlečná žláza
- 4 09.03.17 12_BRUGIA MALAYI D=0,405 !!! štítná žláza, mlečná žláza, děloha, moč. cesty
- 5 09.03.17 12_DRACUNCULUS MEDINENSIS D=0,323 !!! mlečná žláza, vejcevod, děloha, žlučník
- 6 09.03.17 2_EURYTREMA PANCREATICUM D=0,416 lymfa, mlečná žláza
- 7 09.03.17 2_FASCIOLA GIGANTICA D=0,363 automodel 88, štítná žláza
- 8 09.03.17 2_METAGONIMUS YOKOGAWAI D=0,409 lymfa, mlečná žláza
- 9 09.03.17 2_PARAGONIMUS CALIENSIS D=0,351 lymfa
- 10 09.03.17 2_PARAGONIMUS WESTERMANI D=0,420 játra
- 11 09.03.17 2_SCHISTOSOMA MANSONI D=0,387 lymfa, mlečná žláza
- 12 09.03.17 2_TRICHOBILHARZIA REGENTI D=0,377, mlečná žláza
- 13 09.03.17 22_ALVEO/ECHINOCOCCUS MULTILOCULARIS D=0,531 !! automodel 9, pokožka, oko, štítná žláza, nadledvinky
- 14 09.03.17 22_SPIROMETRA ERINACEI D=0,417 mlečná žláza
- 15 09.03.17 3_BABESIA DIVERGENS D=0,408 lymfa, mlečná žláza
- 16 09.03.17 3_BABESIA EQUI D=0,409 !!! štítná žláza, mlečná žláza
- 17 09.03.17 3_BLASTOCYSTIS HOMINIS D=0,417, mlečná žláza
- 18 09.03.17 3_NAEGLERIA FOWLERI D=0,374 !!! automodel 88 hlava, mícha, kyčel, páteř, oko, štítná žláza
- 19 09.03.17 3_TOXOPLASMA GONDII D=1,619 !!! automodel 88 páteř, oko, mozek, mícha, hypotalamus, nadledvinky, střeva
- 20 09.03.17 4_EPIDERMOPHYTON FLOCCOSUM D=0,515 automodel 9, štítná žláza, nadledvinky
- 21 09.03.17 4_MUCOR FLUOR D=0,651 automodel 88, požívá tkáň
- 22 09.03.17 4_PITYROSPORUM ORBICULARE/FURFUR D=1,014 automodel 9 páteř
- 23 09.03.17 4_TRICHOPHYTON CUTANEUM D=0,788 automodel 88, požívá tkáň
- 24 09.03.17 4_TRICHOPHYTON MENTARGO D=0,891 automodel 88 páteř
- 25 09.03.17 42_CANDIDA TORULOPSIS GLABRATIS D=1,359 automodel 9 páteř
- 26 09.03.17 5_GRIPPEVIRUS A D=1,279 automodel 88 páteř
- 27 09.03.17 5_KORONAVIRUS D=0,424 !!! lymfa, mlečná žláza
- 28 09.03.17 6_BACILLUS CEREUS D=0,424 lymfa
- 29 09.03.17 6_BRANHAMELLA NEISSERIA D=0,345 lymfa, mlečná žláza
- 30 09.03.17 6_CLOSTRIDIUM BOTULINUM D=0,401 !!! střeva
- 31 09.03.17 6_HAEMOPHILUS INFLUENZAE D=0,358 lymfa
- 32 09.03.17 6_RICKETSIA TSUTSUGAMUSHI D=0,410 lymfa, mlečná žláza
- 33 09.03.17 6_STREPTOCOCCUS PYOGENES D=0,397 !!! štítná žláza žláza, tepny, mozek, hypotalamus, nadledvinky, vejcevod, děloha, moč. cesty, žlučník, střeva

JEN PRO STUDIJNÍ POTŘEBY
ZPRÁVA NENÍ URČENA PRO
LÉKAŘSKÉ ÚČELY A
NENAHRADUJE LÉKAŘSKOU PÉČI

Ryba jako habitat - Ichthyoparazitologie



Ichthyoparazitologie – jsou ryby zdravé jako ryba ?



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

Výskyt parazitárních onemocnění v ČR

Tab. 1 Hlášený výskyt vybraných parazitárních a infekčních onemocnění v České republice v letech 2010–2016, včetně importovaných infekcí (malárie aj.). (Zdroj EPIDAT)

Diagnóza / Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
svrab	2 952	3 139	3 336	3 960	4 202	4 277	4 590
enterobióza	1 125	925	1079	1 226	1 241	1 738	1 865
askarióza	48	45	38	21	33	24	24
tenióza	11	13	10	38	18	12	8
toxoplasmóza	259	180	188	155	147	169	147
amébóza	385	361	316	298	240	213	303
giardióza	152	133	135	145	106	81	100
malárie	13	28	27	27	31	29	38
lymeská borelióza	3 597	4 834	3 304	4 646	3 743	2 913	4 694
klíšťová encefalitida	589	861	573	625	410	355	569
plané neštovice	48 270	42 785	42 529	40 413	51 617	47 051	44 089
kampylo-bakteriíza	21 164	18 811	18 412	18 389	20 903	21 102	21 291
salmonelóza	8 622	8 752	10 507	10 280	13 633	12 739	11 912

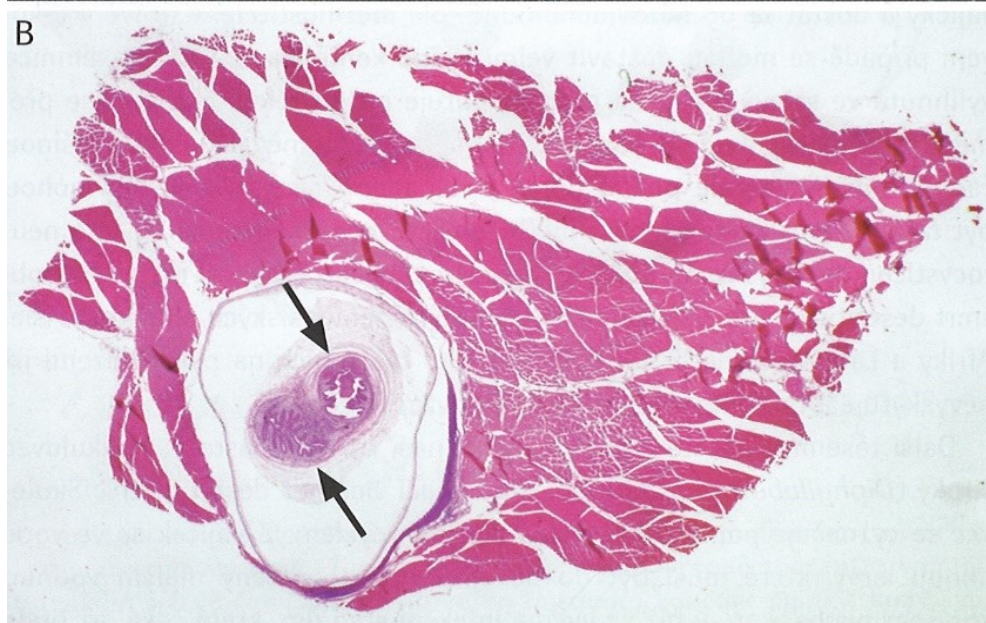
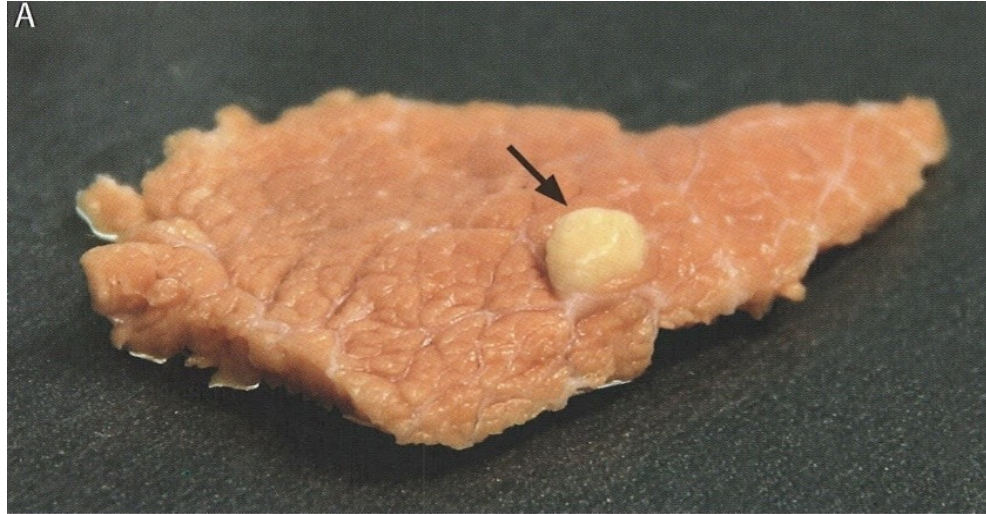
Význam parazitismu pro člověka

Vliv cizopasníků na historii lidstva

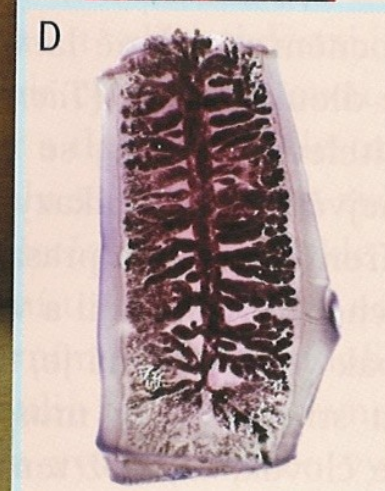
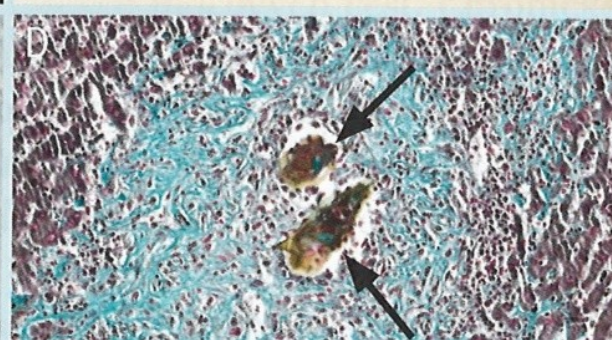
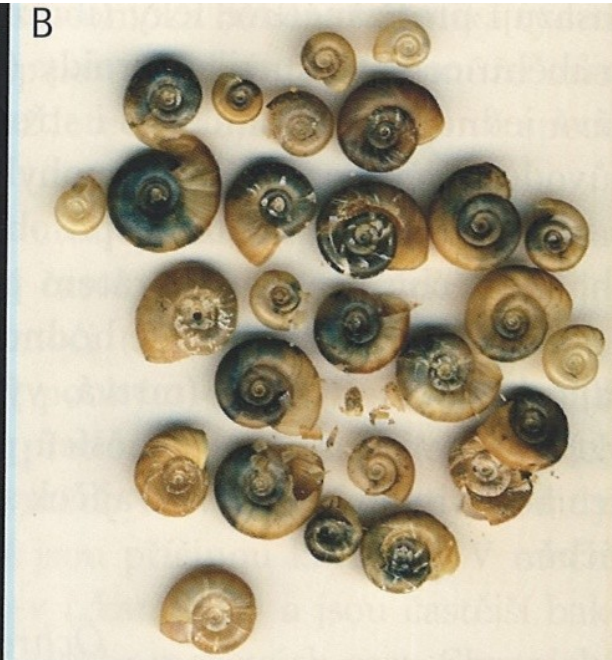
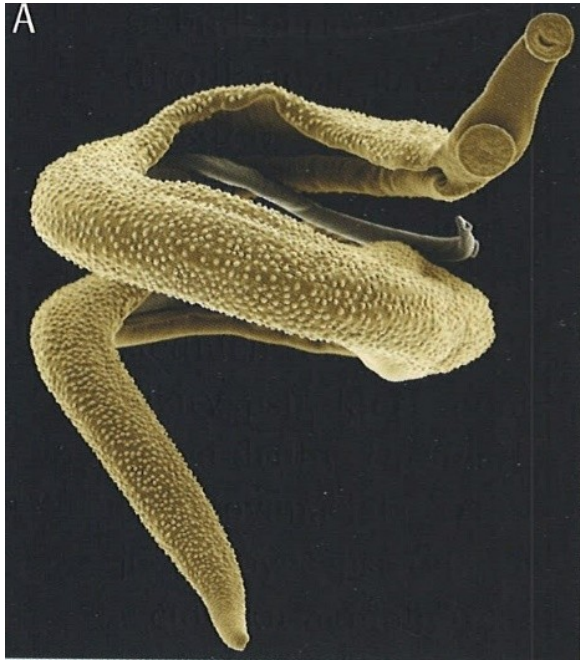
Ekonomický význam pro lidské zdraví

Ekonomický význam pro zdraví hospodářských zvířat

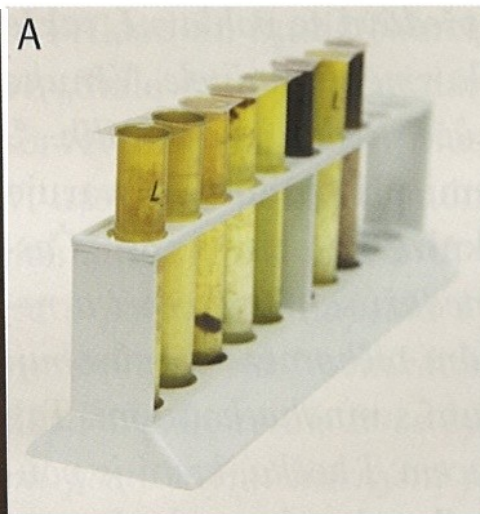
Vliv parazitů na lidské zdraví



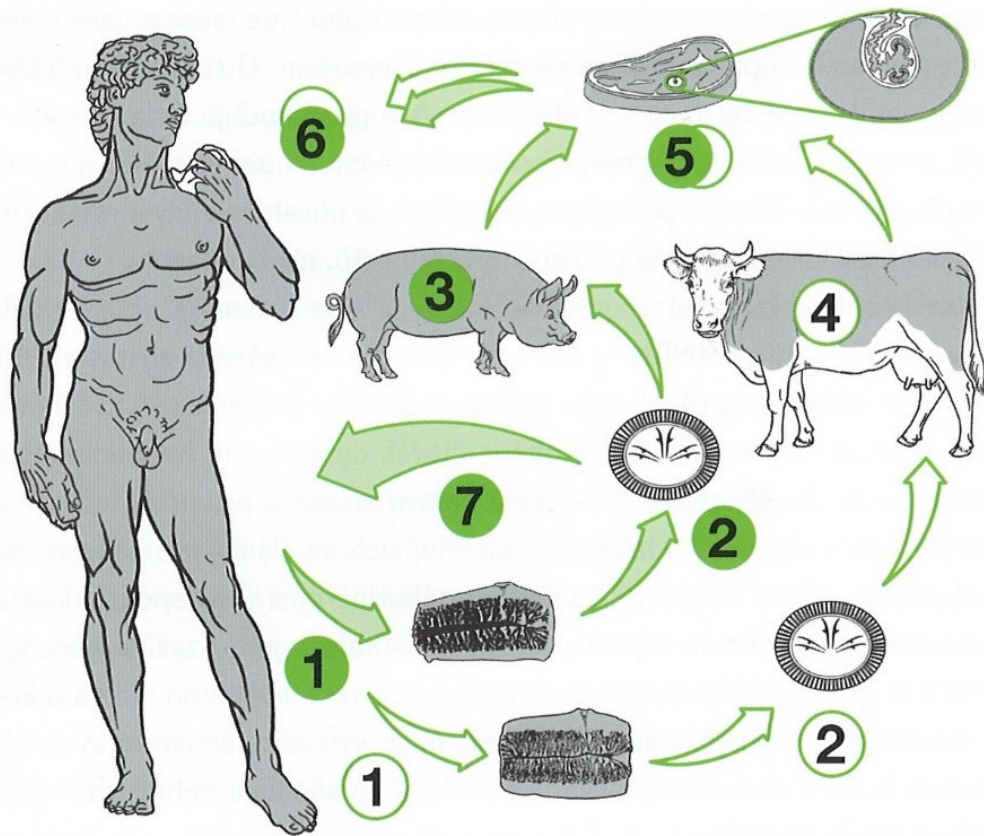
Co je hlavní úkol parazitologů ?



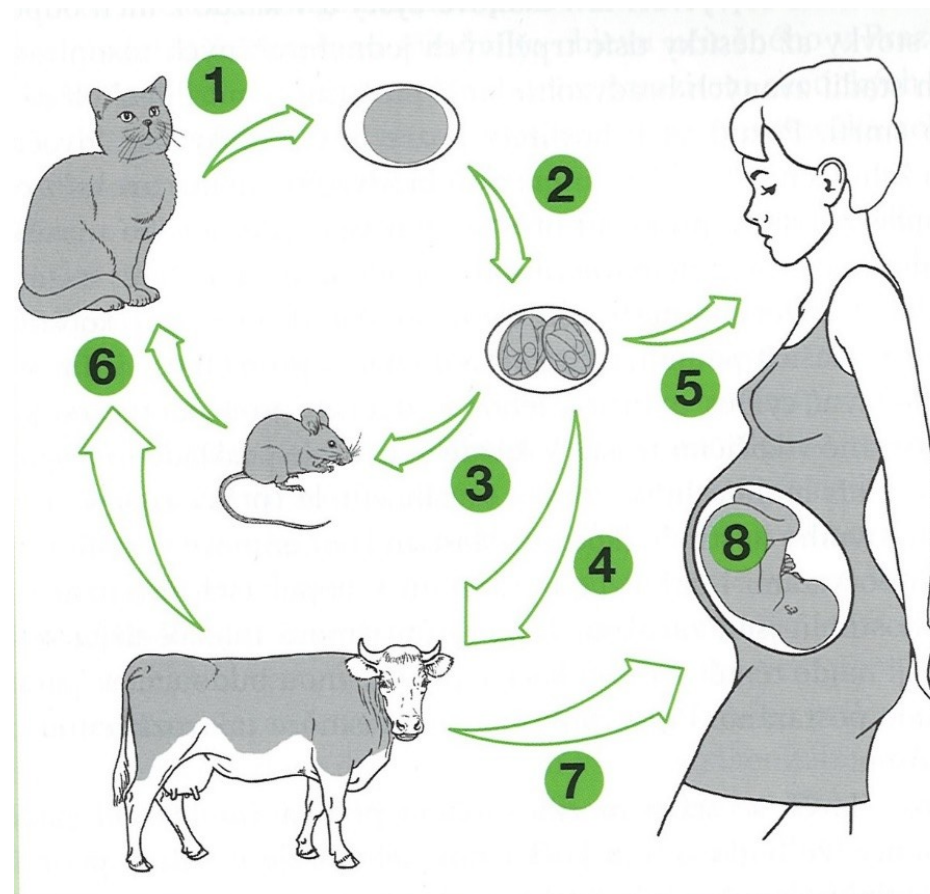
Profesionální diagnostika původců onemocnění



Studium životních cyklů – klíčová znalost

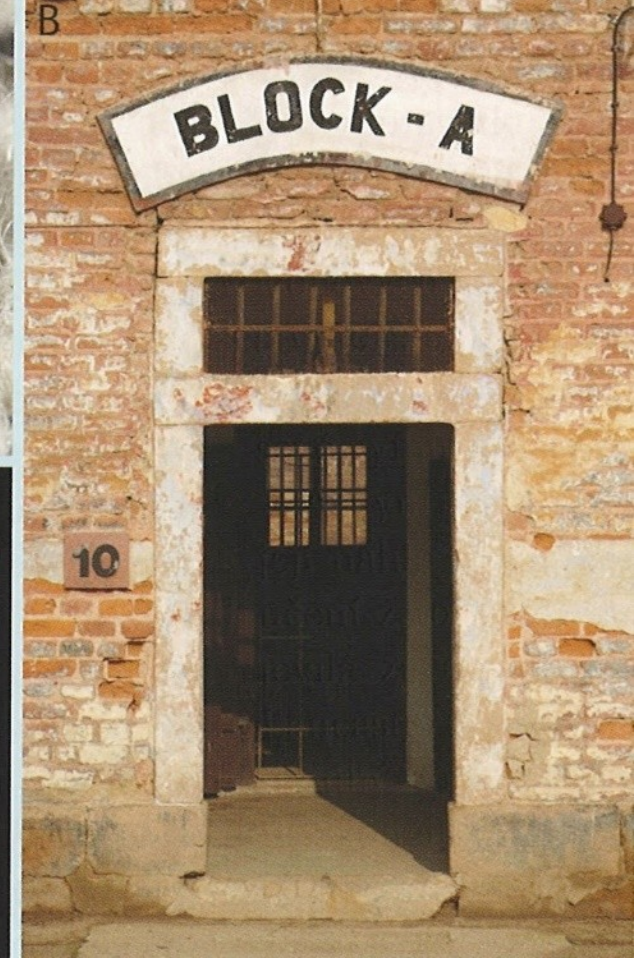
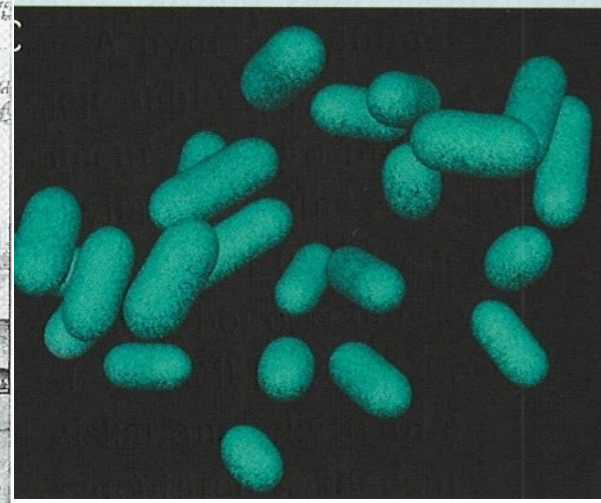
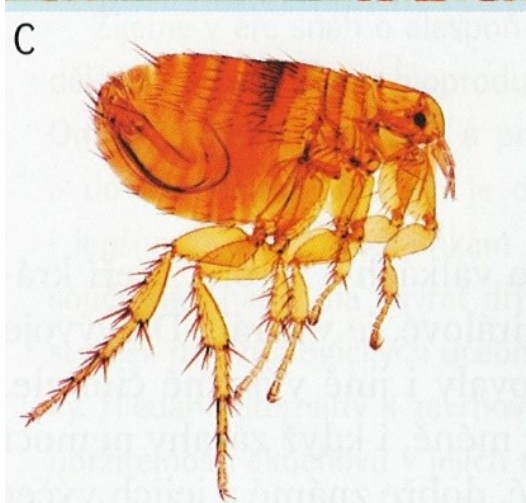
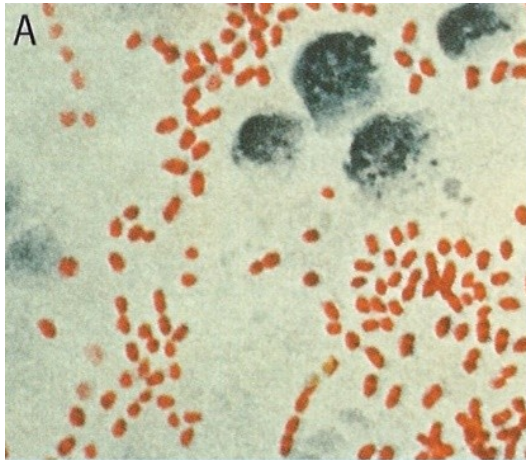


Životní cyklus lidských tasemnic rodu *Taenia*

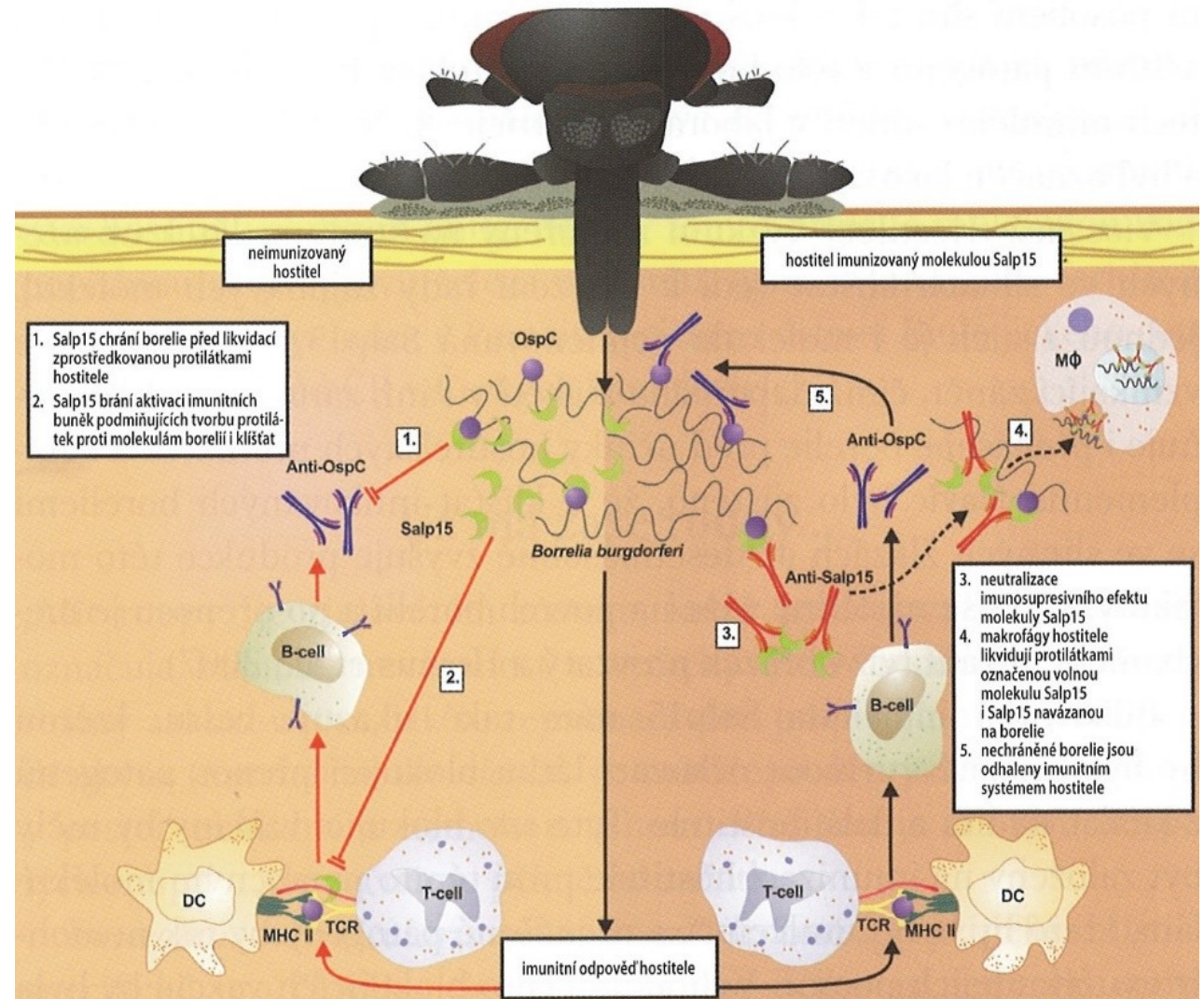
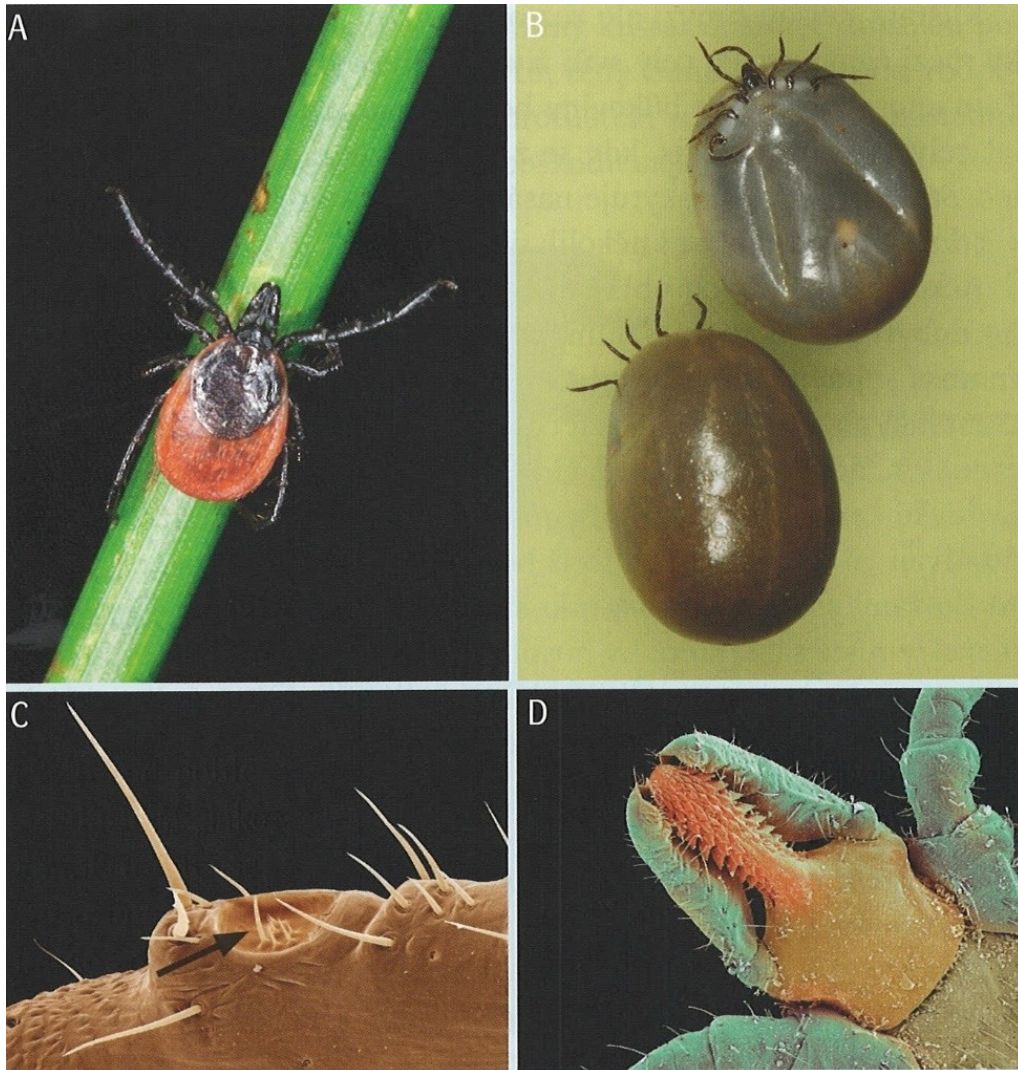


Životní cyklus prvoka *Toxoplasma gondii*

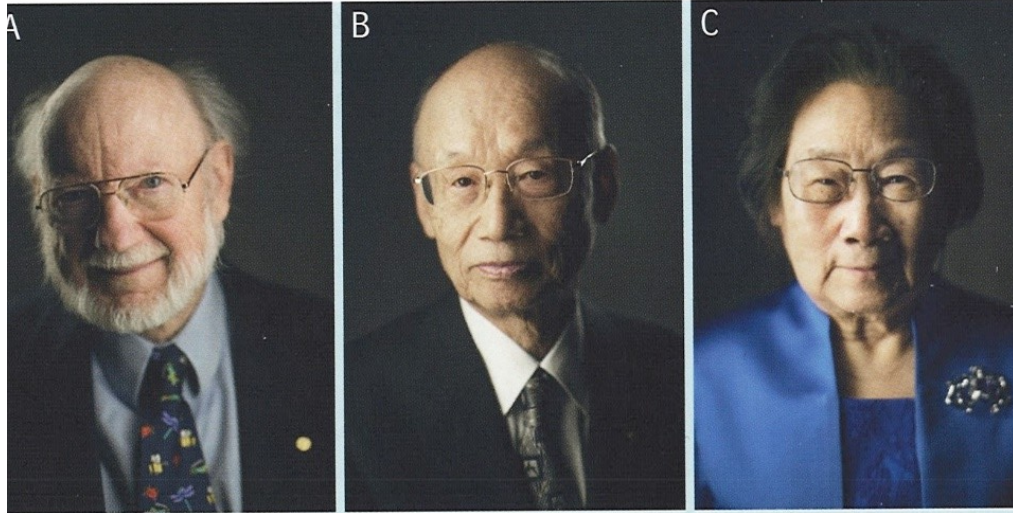
Studium přenosu a šíření patogenů (často smrtících epidemií)



Aplikace ve zdravotnictví – např. příprava vakcín



Parazitologické nobelovky



Parazitologické „Nobelovky“

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



Patrick Manson

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



Vliv parazitů na umění



Vši a blechy ve výtvarném umění

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

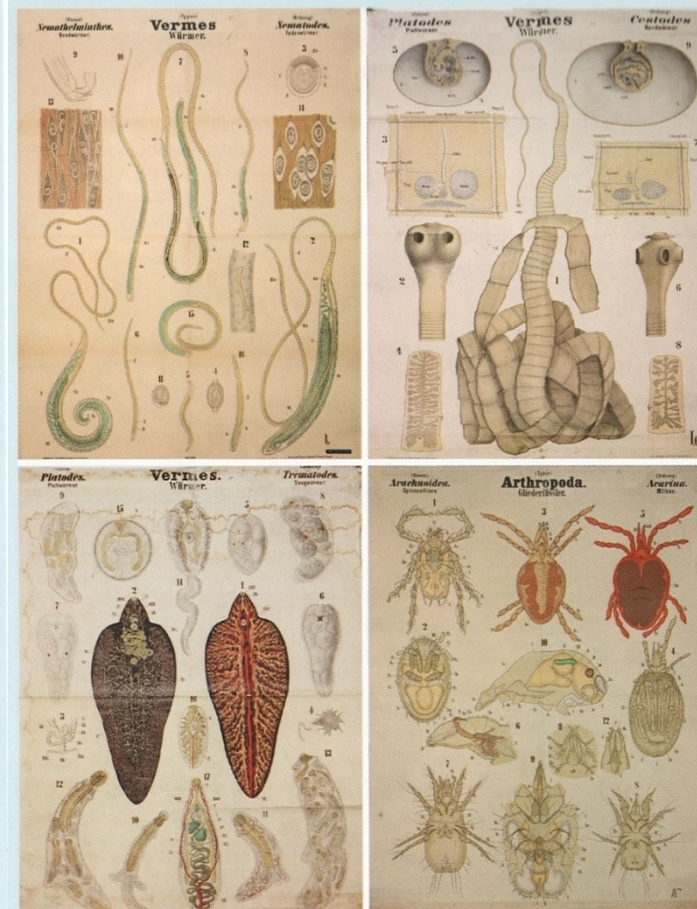
Jan Siberechts (1627–1703) byl vlámský krajinář. Tematiku odvísování zpracoval na svých obrazech hned několikrát a tato scéna je mj. součástí obrazu *Dvůr* a pochází z roku 1662 (A). Originál si můžete prohlédnout v Muzeu výtvarného umění v Bruselu.

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



Slečno, chcete vidět moji sbírku známek?

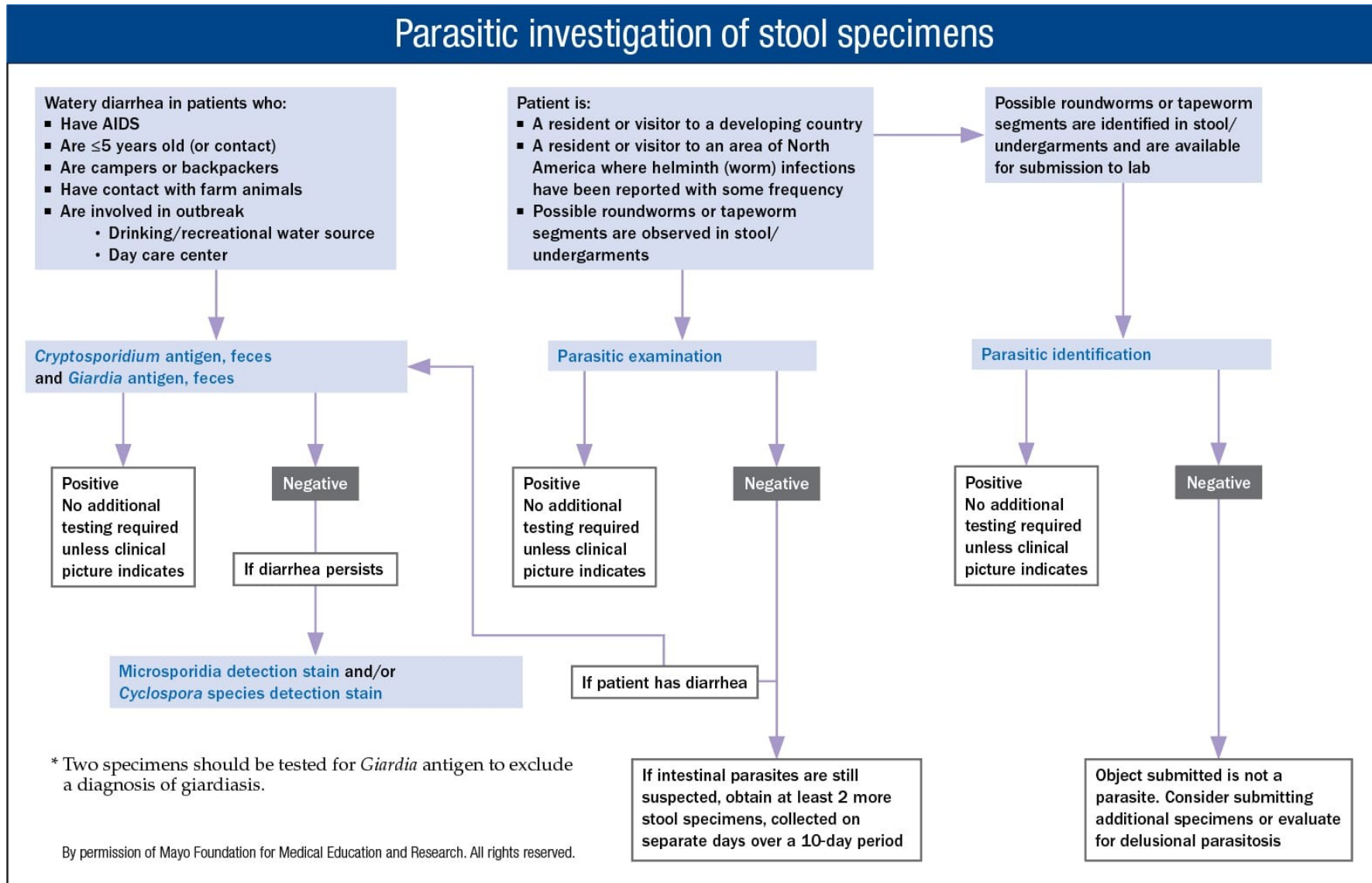
„No, a že jsem tak smělá, copak sbíráte?“ „Milostivá, já jsem sběratel specialista. Já sbírám vědce! Říkáte si, samej dědek, ale co oni všechno vykonali pro lidstvo! Tady Francouz **Eugène Jamot** (1879–1937) objevil přenašeče spavé nemoci, Ital **Giovanni Battista Grassi** (1854–1925) popsal životní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



Výukové obrazy prof. Leuckarta

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

Příklad – parazitologické vyšetření stolice



Základ – kvalitní mikroskopická technika






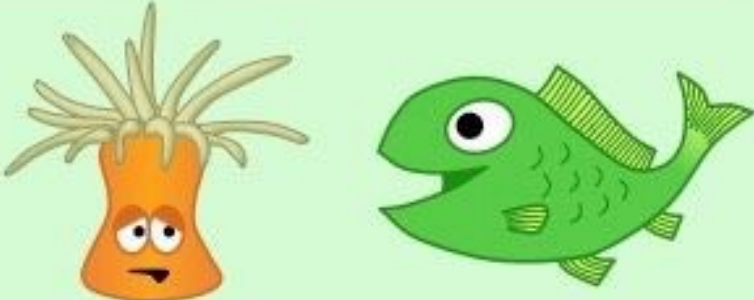




Mezidruhové vztahy

NÁZEV	DRUH A	DRUH B	CHARAKTER VZTAHU
neutralismus	0	0	druhy žijí na stejném stanovišti, ale vzájemně se neovlivňují
kompetice (též konkurence)	-	-	oba druhy soutěží o stejný potravní zdroj, vztah má zpravidla nepříznivý vliv na populace obou druhů
komensalismus	+	0	komensál (druh A) má ze soužití prospěch (zpravidla potravní), jeho hostitel (druh B) však není ovlivněn
protokooperace	+	+	vzájemně výhodný volný vztah, organismy nejsou v těsném vztahu (na rozdíl od mutualismu)
mutualismus	+	+	těsná kooperace dvou druhů, dříve označována termínem „symbióza“
amensalismus (též antibióza, resp. allelopatie)	0	-	inhibitor (druh A) produkuje látky toxické pro amensála (druh B), sám většinou není ovlivněn
parazitismus	+	-	druh A je parazitem druhu B (druh B určitou dobu přežívá, není druhem A přímo konzumován)
predace	+	-	druh B je potravou pro druh A (výsledkem interakce je okamžitá likvidace druhu B)

Fenomén parazitismu

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

Parazitismus = forma symbiosy

INTERACTION	TYPE OF SYMBIOSIS	EXAMPLE
 <p data-bbox="300 468 468 508">Benefits</p> <p data-bbox="659 468 828 508">Benefits</p>	<p data-bbox="1103 225 1340 265">Mutualism</p> <p data-bbox="1049 301 1393 341">Species A benefits</p> <p data-bbox="1049 361 1393 401">Species B benefits</p>	 <p data-bbox="1595 472 1824 504">Sea anemone</p> <p data-bbox="2028 472 2198 504">Clown fish</p>
 <p data-bbox="300 903 468 943">Benefits</p> <p data-bbox="634 903 853 943">Unaffected</p>	<p data-bbox="1049 668 1393 708">Commensalism</p> <p data-bbox="1049 741 1393 781">Species A benefits</p> <p data-bbox="1024 801 1419 841">Species B unaffected</p>	 <p data-bbox="1635 918 1742 949">Whale</p> <p data-bbox="2107 918 2252 949">Barnacle</p>
 <p data-bbox="300 1333 468 1373">Benefits</p> <p data-bbox="665 1333 823 1373">Harmed</p>	<p data-bbox="1103 1096 1340 1136">Parasitism</p> <p data-bbox="1049 1169 1393 1209">Species A benefits</p> <p data-bbox="1049 1229 1393 1269">Species B harmed</p>	 <p data-bbox="1735 1355 1803 1386">Dog</p> <p data-bbox="2147 1355 2216 1386">Tick</p>

Jak definujeme parazitismus ?

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

Parazitismus – vzájemný vztah, při kterém jeden organismus (druh) získává výhodu, zatímco druhý je tímto vztahem poškozován.

Je parazitismus symbioza ?

Parasitismus vs. Symbiosa

- Pojem symbiosis pochází z řečtiny (řecky *sym* = spolu; *bios* – život)
- Existuje velké množství symbiotických spojení, kdy jeden organismus je např. větší, a druhý menší. Většího označujeme jako hostitele a menšího jako symbionta.

Symbiosa v přírodě

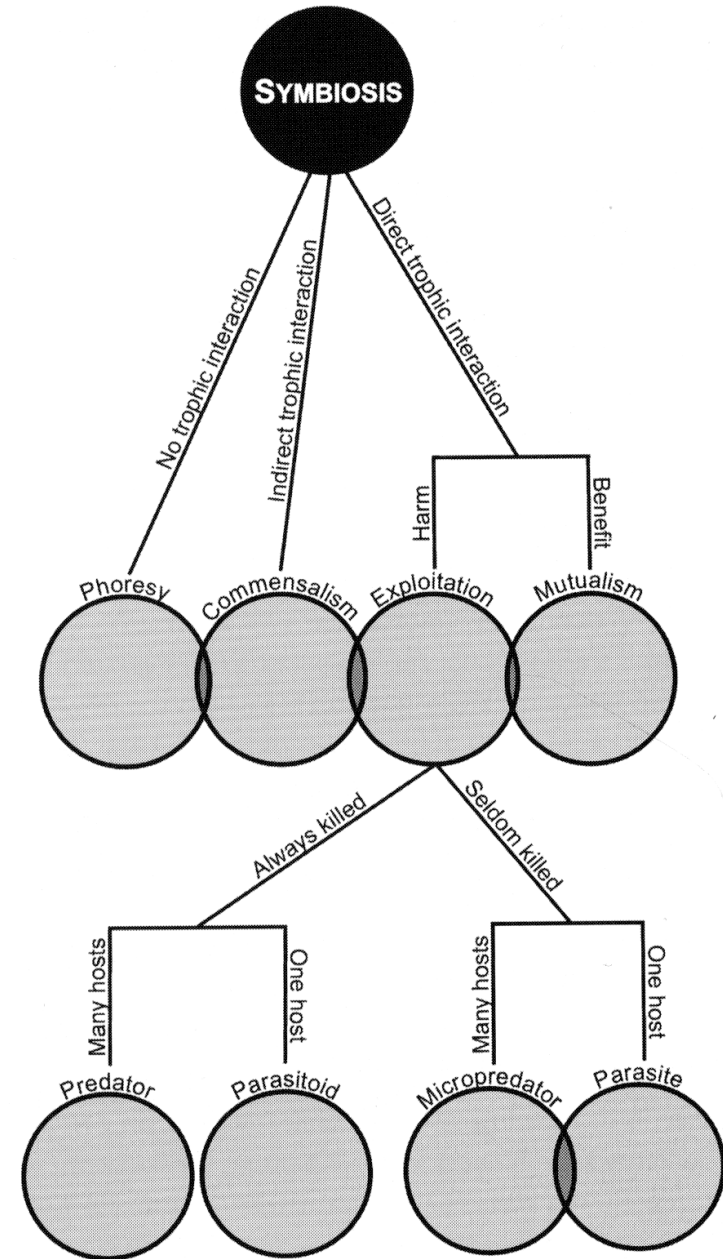


Co je to symbiósa ?

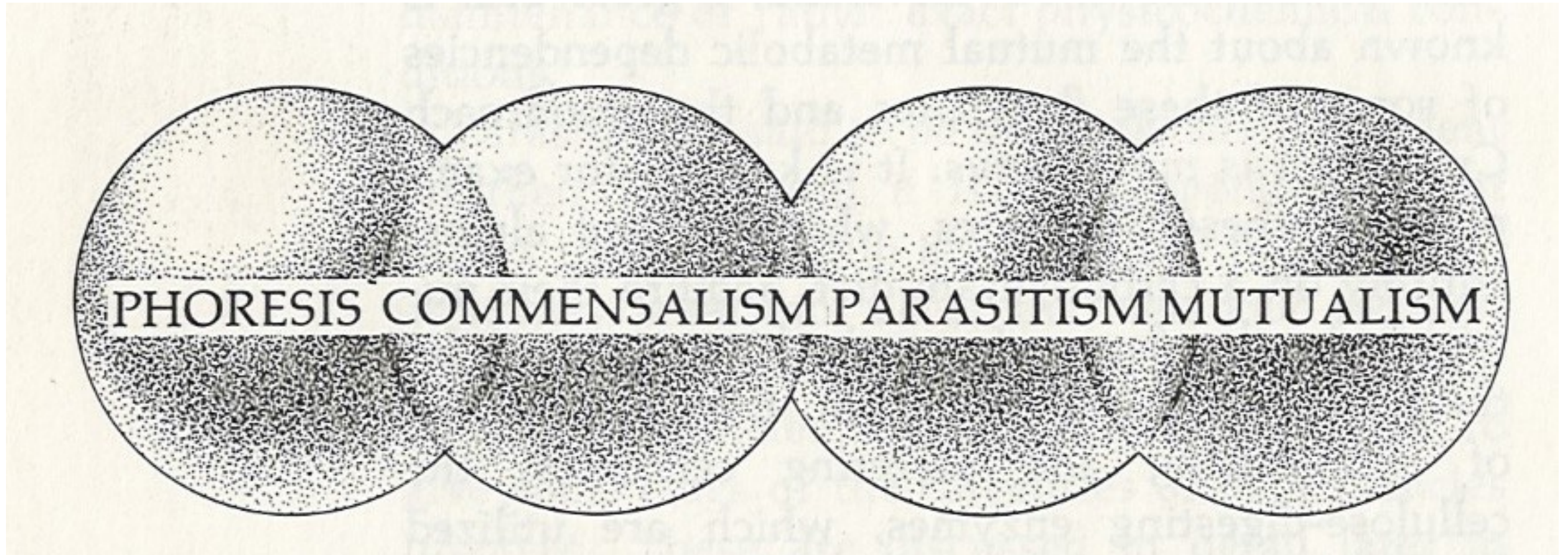
Symbióza je jakýkoli typ blízké a dlouhodobé biologické interakce mezi dvěma různými druhy. Je to jakýkoliv vztah nebo soužití dvou a více druhů organismů, ať už prospěšné a nebo neprospěšné !

Je parazitismus symbióza ?

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

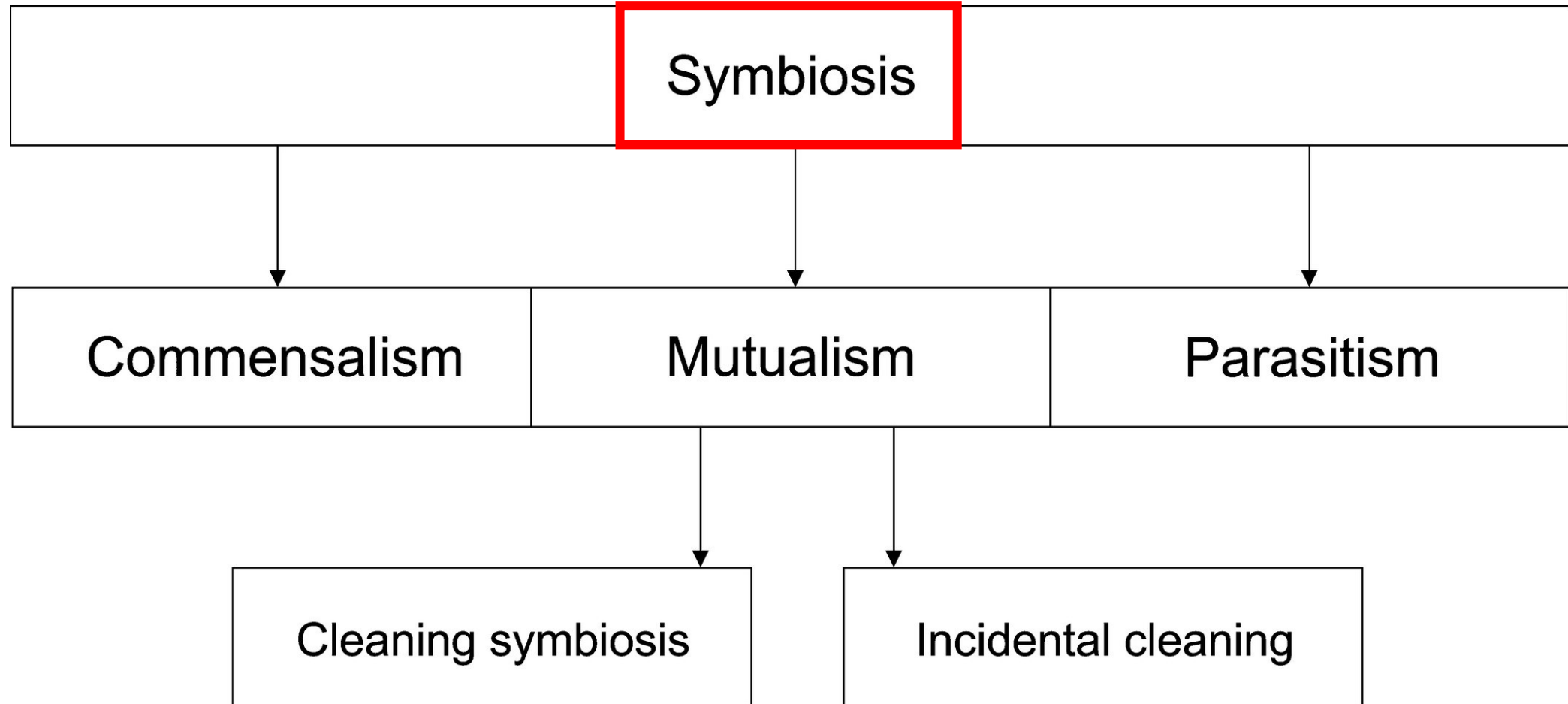


Jaké jsou typy symbiosy !



Je parazitismus typem symbiosy ?

Vztahy mezi typy symbiosy



Pár příkladů tzv. „Grand“ Symbioses

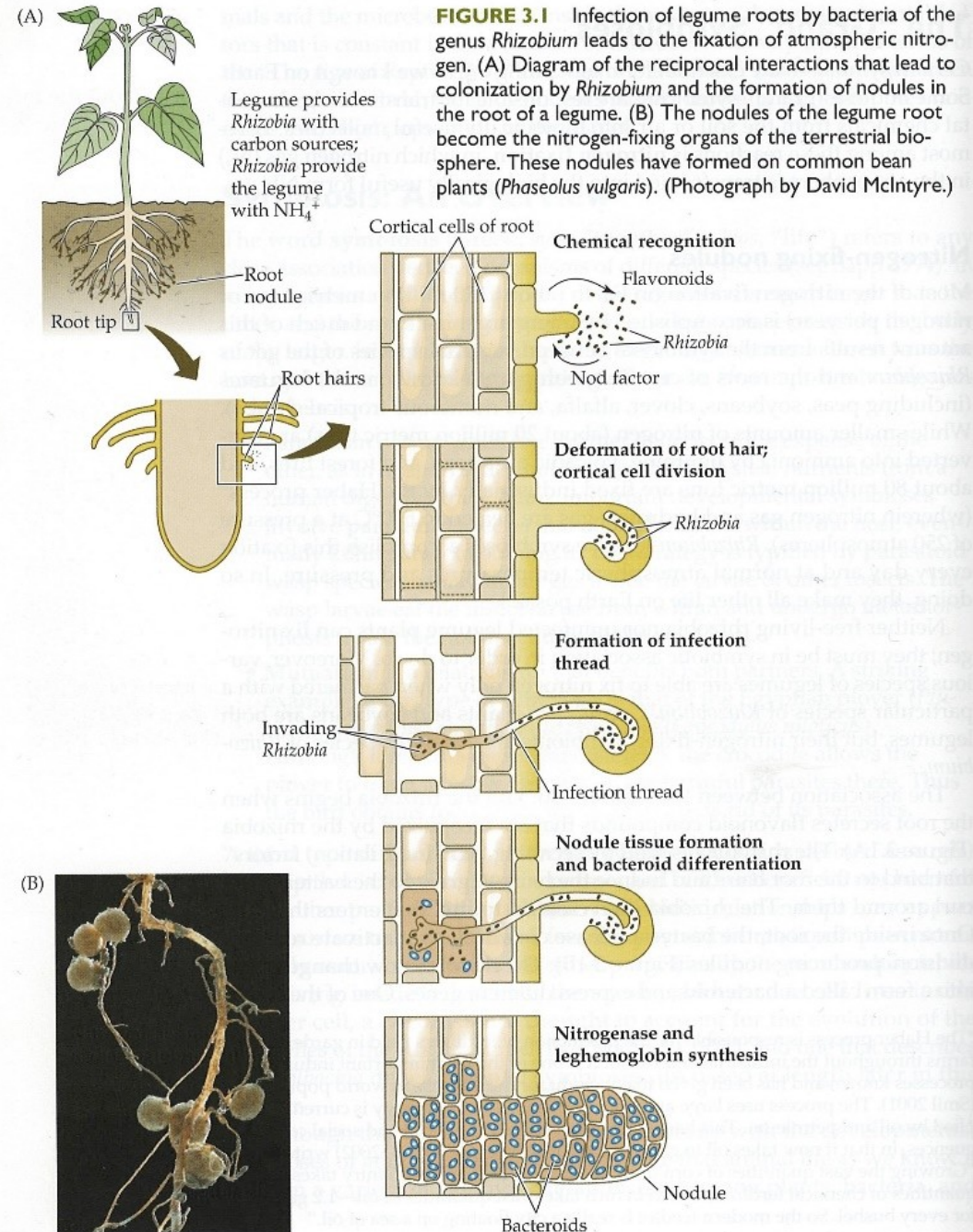
- Určité typy symbiózy jsou odpovědné za existenci života na Zemi tak jak ho známe. Podílejí se na fixaci vzdušného dusíku a na jeho transformaci z plynné fáze (N_2) do podoby NH_4 , ve které se stává biologicky využitelnou molekulou.
- Většina fixace vzdušného dusíku na Zemi (cca 170 milionů tun/rok) je zajišťována živými organismy; zde je pak většina vytvořena v důsledku symbiózy mezi bakteriemi rodu *Rhizobium* a určitými druhy zelených rostlin jako např. hrách, sója, jetel, vojtěška a různé druhy tropických křovin.
- Menší množství (kolem 20 milionů tun/rok) vzniká jako důsledek působení světla, sopečných erupcí a lesních požárů a kolem 80 milionů tun/rok vzniká díky tzv. Haberově procesu (plynný dusík se zde zahřívá na teplotu 500°C a tlak 250 atmosfér- součást technologie při výrobě umělých hnojiv).
- Naproti tomu symbióza *Rhizobium*-luštěniny probíhá při normálním tlaku i teplotě je schopna vázat plynný dusík každý den a tím vytváří podmínky pro existenci života na Zemi.

Fixace vzdušného dusíku

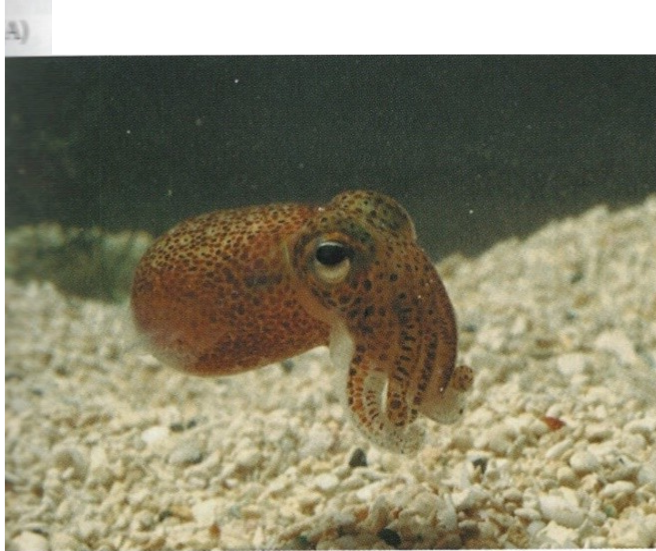
Infekce kořenů luštěniny (*Phaseolus vulgaris*) bakteriemi rodu *Rhizobium* vede k fixaci atmosférického dusíku:

- A) Diagram reciproké interakce, která vede ke kolonizaci kořenů zelené rostliny a k formování nodulů na jejich kořenech.
- B) Tyto noduly na kořenech se stávají orgány, kde probíhá fixace atmosférického dusíku v terestrickém prostředí. Formuje se tkáň nodulu a diferencuje se tzv. bakteroid.

V nodulech se vytváří enzym nitrogenáza a probíhá zde syntéza leghemoglobinu. Ten přenáší kyslík do bakteroidu a udržuje jejich metabolismus nezávislý na činnosti nitrogenázy, která je kyslíkem inaktivována. Tímto způsobem dochází k syntéze basí nukleových kyselin a proteinů.

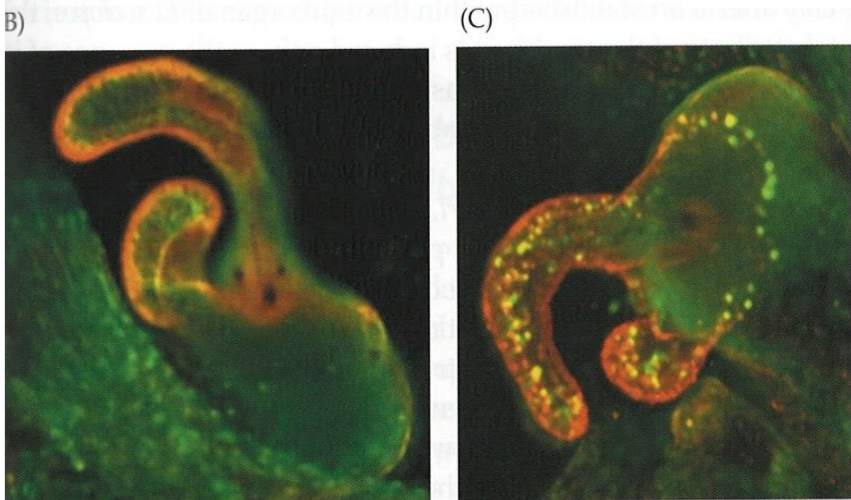


Symbiósa mezi olihni *Euprymna scolopes* a jedním druhem *Vibrio fischeri*.



(A) Dospělá havajská oliheň (*E. scolopes*) dosahuje velikosti cca 2 palce. Bakteriální symbionti jsou v jejím těle umístěni v lalokovitě rozvětveném orgánu na břiše.

(B) Tento světelný orgán mladé olihně obsahuje symbionty *V. fischeri*. Proud působený cíliemi a současná sekrece slizu vytváří prostředí, které přitahuje gram-negativní bakterie včetně *V. fischeri* k uvedenému orgánu. Postupně jsou během času všechny bakterie včetně *V. fischeri* eliminovány mechanismem, který se na ně přesně zaměřuje.



(C) Poté co se *V. fischeri* usadí v kryptách světelného orgánu dochází ke vzniku apoptózy epiteliálních buněk (žluté tečky) a to ukončuje produkci sekrece slizu přitahující další bakterie.

Vztah rostlina versus opylovači

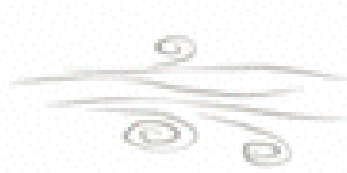
- Opylovač je živočich, který umožňuje opylení, tj. přenáší pyl z jedné rostliny na druhou, respektive z prašníků jedné rostliny na bliznu jiné rostliny. Opylovači se uplatňují zejména u krytosemenných rostlin.



Opylovači a typy/způsoby opýlení

Pollinators

Abiotic



Wind

Biotic



Insects

Types of Pollination

Pollen transmission to a flower
in the same plant



Self-Pollination

Pollen transmission to a flower
in a different plant



Cross-Pollination

WHO ARE POLLINATORS?



Insects

AND



Birds



Rodents



Reptiles



Squirrels



Monkeys



...and even
people pollinate





Mykorrhiza

Kořenové špičky muchomůrky
(*Amanita*) v mykorrhizním svazku

Arbuskulární mykorrhiza v kůře
kořene lnu

Houbové hyfy a jejich prorůstání
ke kořenům rostliny

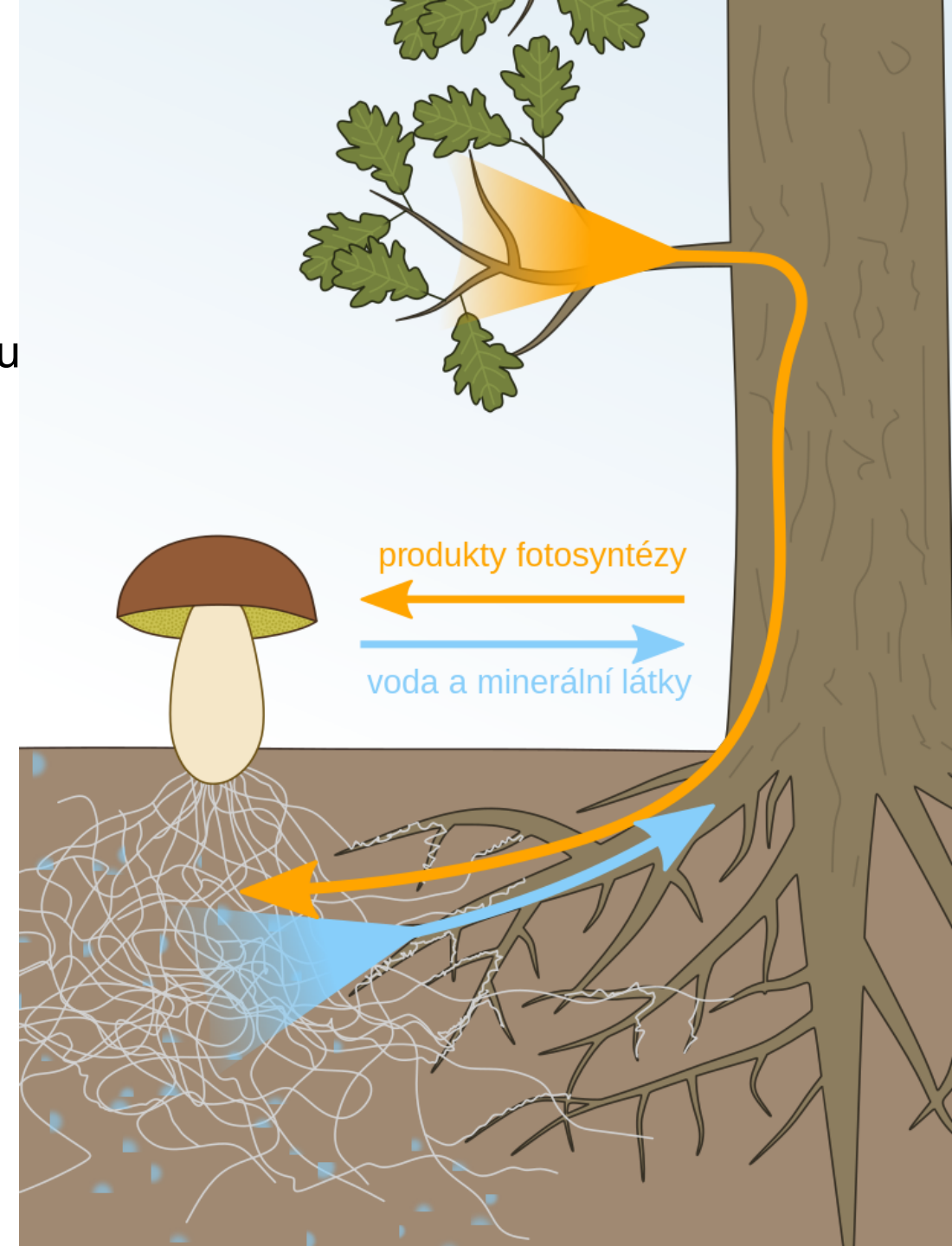


Schéma mykorrhizy

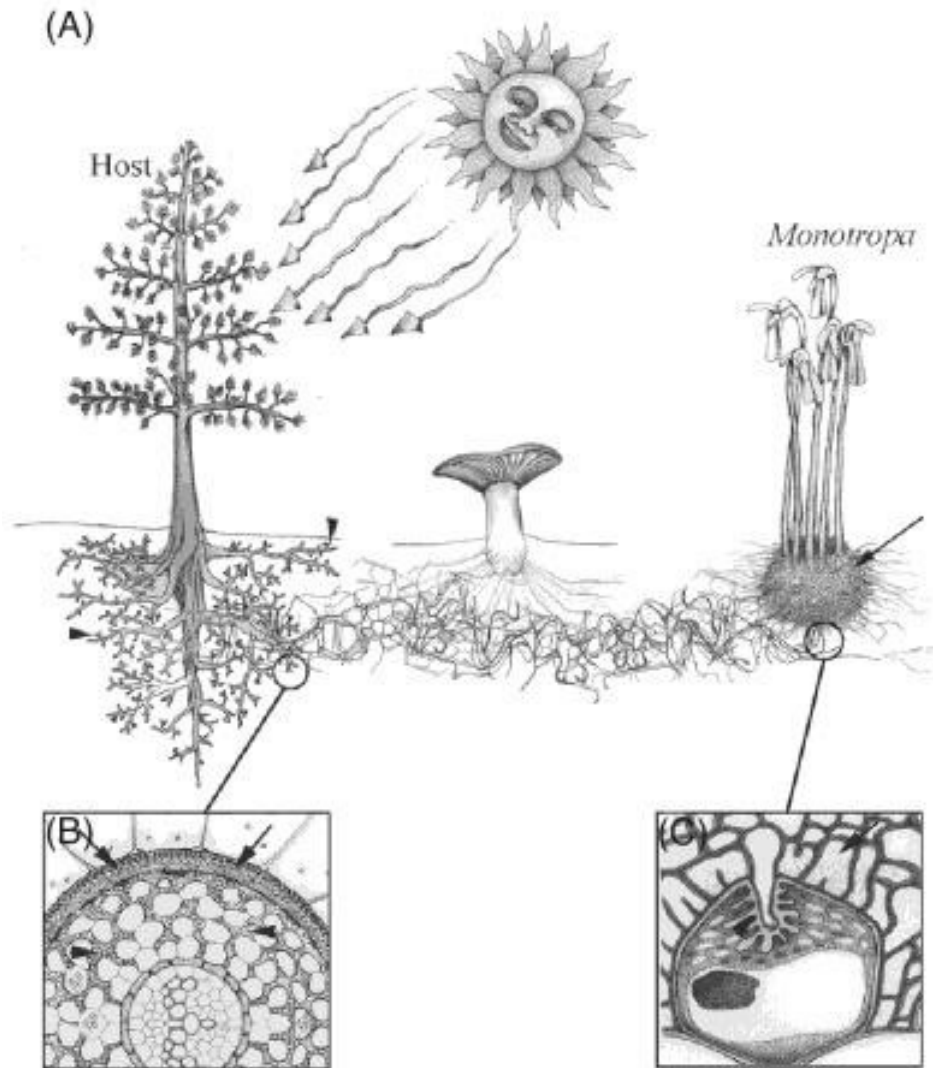


Schéma mykorrhizy

Mykorrhiza

- **Mykorrhiza** (dříve **mykorrhiza**) je symbiotické soužití hub s kořeny vyšších rostlin.^[1] Může docházet buď k pronikání houbových vláken do kořenových buněk primární kůry (**endomycorrhiza**), v druhém případě zůstávají vlákna jen v mezibuněčném prostoru (**ektomycorrhiza**).
- Společným znakem mykorrhizních symbióz je to, že houbové mycelium nezasahuje nikdy do středního válce kořenu rostliny. Mykorrhiza je především mutualistický vztah, tedy oboustranně prospěšný, přestože existují výjimky. Jejím základem je rovnovážný stav mezi organismy, při jeho porušení jde o parazitismus.
- Význam mykorrhizy byl dlouho podceňován, ale v poslední době se ukazuje, že 70 - 90 % všech rostlin je mykorrhizních.^[2] Proto má mykorrhiza velmi velký vliv na život rostlin.
- Rostlina dodává houbě uhlíkaté (energetické) zdroje, houba dodává rostlině vodu a v ní rozpuštěné minerální látky (jako je např. H₂PO₄⁻ iont). Mykorrhizní houby stimuluji rhizosférní mikrofloru a její enzymatické aktivity, což je významné pro výživu, růst a zdravotní stav rostlin.

Rozlišujeme dva typy mykorrhizy

- **Arbuskulární (endomycorrhiza) mykorrhiza** – houba penetruje buněčné stěny a vytváří těsné spojení mezi membránou kořenových buněk.
- **Ektomykorrhiza** – houba vytváří kolem kořene rostliny souvislou pochvu (obal) a penetruje prostor mezi povrchovými buňkami a kůrou.

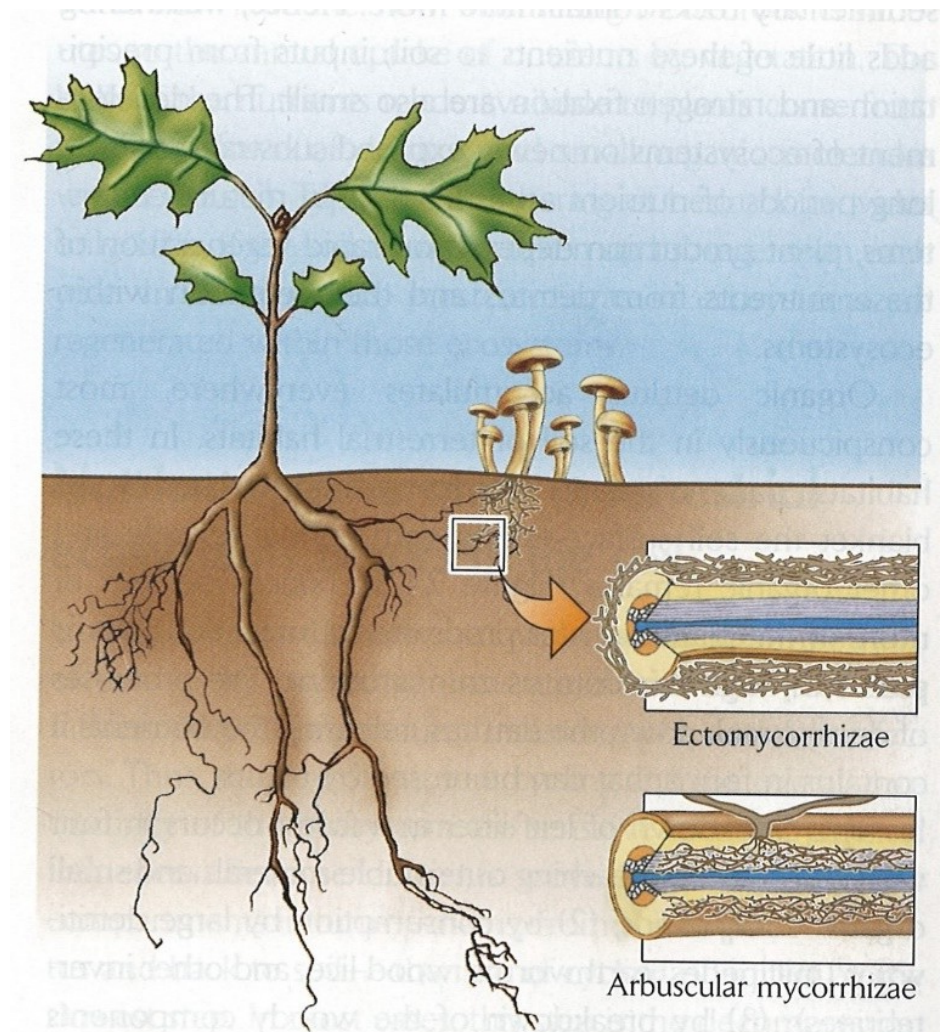
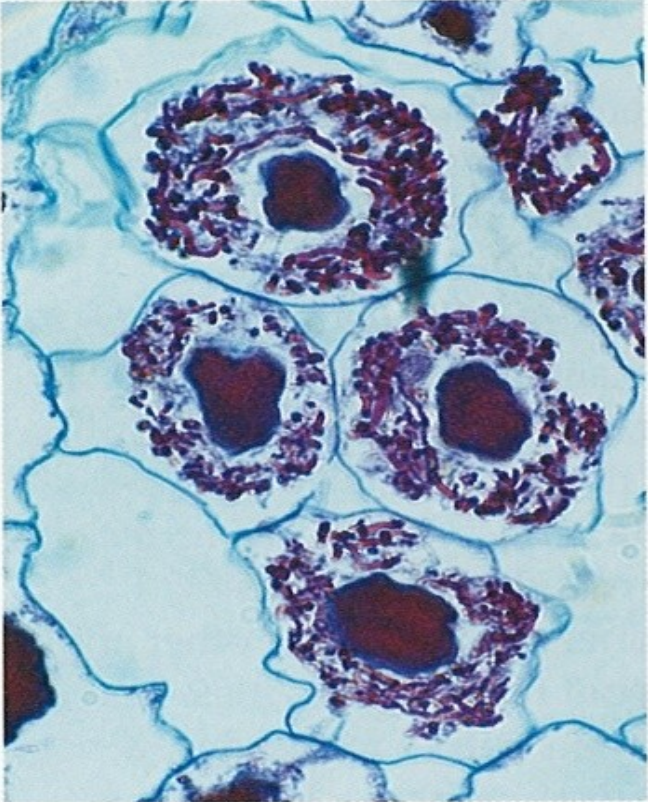


FIGURE 24.7 Two types of mycorrhizae are recognized. In ectomycorrhizae, the fungus forms a sheath around a plant root and penetrates the spaces between the superficial cells of the cortex. In arbuscular mycorrhizae, the fungus penetrates cell walls and forms close associations with root cell membranes.

Mykorrhiza – symbiotický vztah mezi houbami a kořeny rostlin zvyšující schopnost rostlin absorbovat vodu a živiny.

(A)



(B)



(C)



(A) Mikrofoto řezu kořene s mykorrhizní houbou žijící v buňkách rostliny; (B) Mikrofoto vláken houby *Scleroderma geaster* obalujících kořeny stromu *Eucalyptus*. (C) Mykorrhiza na kořenech jehličnanu zvyšuje absorpční plochu.

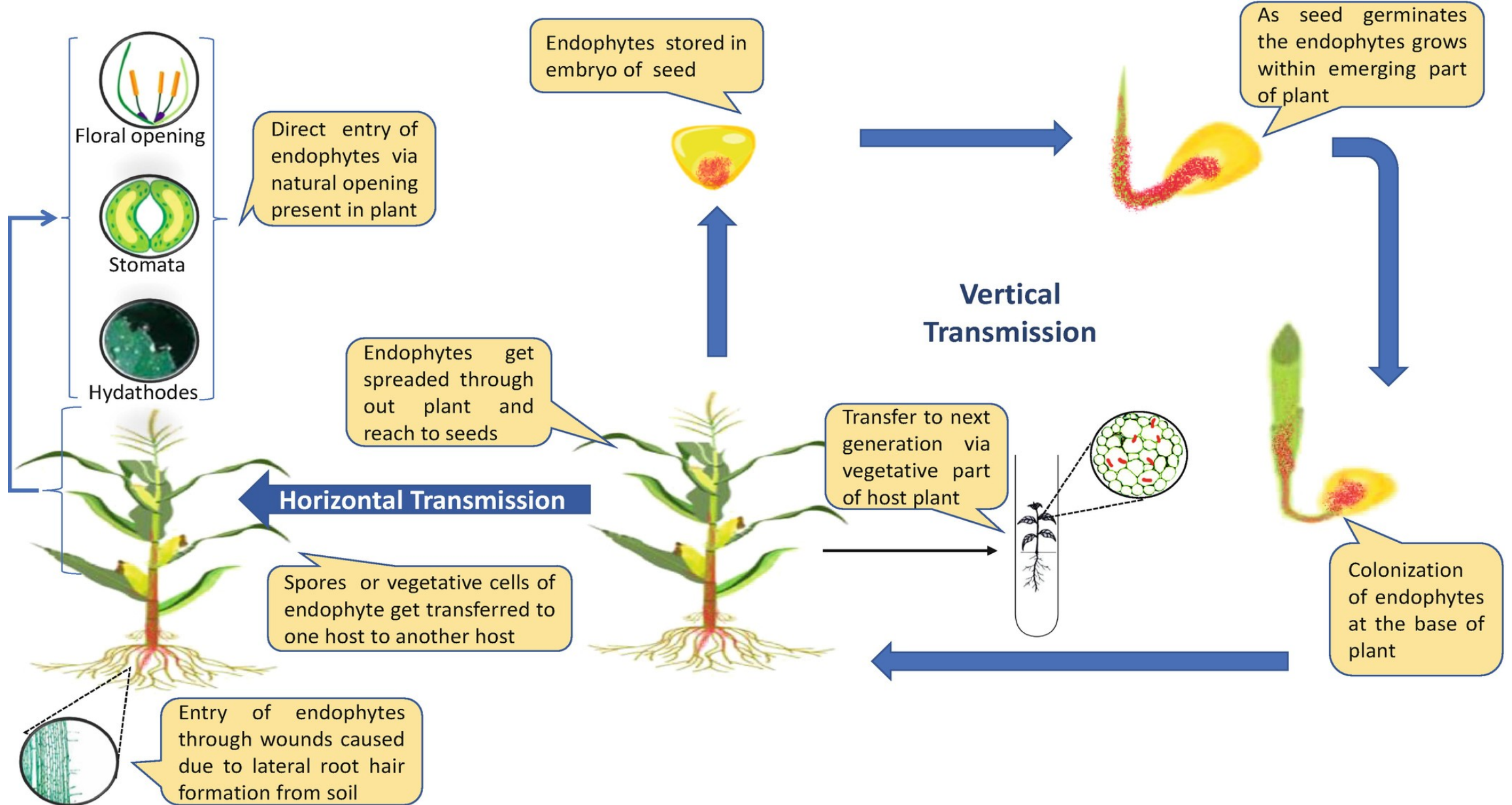
Endofyty

Endofyt je endosymbiont, často bakterie nebo houba, který žije v rostlině alespoň část jejího životního cyklu, aniž by způsobil zjevné onemocnění. Někdy tyto organismy přinášejí dokonce rostlinám užitek.

Endofyty jsou všudypřítomné a byly nalezeny ve všech dosud studovaných druzích rostlin; většina vztahů endofyt/rostlina však není dobře pochopena. Některé endofyty mohou zlepšit růst hostitele, získávání živin a zlepšit schopnost rostliny tolerovat abiotické stresy, jako je sucho, slanost, a snížit biotické stresy zvýšením odolnosti rostlin vůči hmyzu, patogenům a býložravcům.

Endofyty mohou být přenášeny buď vertikálně (přímo z rodiče na potomky) nebo horizontálně (mezi jedinci). Vertikálně přenášené houbové endofyty jsou obvykle považovány za klonální a přenášejí se prostřednictvím houbových hyf, které pronikají do embrya v semenech hostitele, zatímco rozmnožování hub prostřednictvím nepohlavních konidií nebo pohlavních spor vede k horizontálnímu přenosu, kdy se endofyty mohou šířit mezi rostlinami v populaci nebo komunitě.

Endofyty – šíření



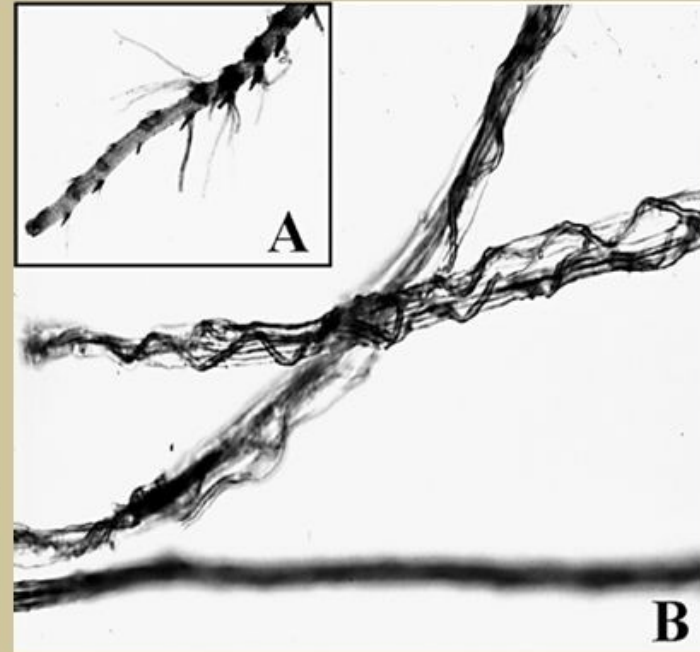
ENDOFYTICKÉ A EPIFYTICKÉ HOUBY

Zvláštním případem jsou **houby žijící endofyticky** v mezibuněčných prostorech rostlinných pletiv, které ale přitom nejsou ani parazity, ani symbionty přímo propojenými s buňkami rostlin; obvykle nejsou zřetelné vnější projevy kolonizace – hovoříme o nesymptomatických kolonizátorech. Rostliny jim zřejmě poskytují vhodnou niku pro růst, neboť představují stabilní prostředí a zdroj organického uhlíku, naopak metabolity hub mohou rostliny chránit proti herbivornímu hmyzu, patogenním houbám, bakteriím a jiným organismům (produkce alkaloidů u *Clavicipitaceae*, antibiotik aj.).

Skoro u všech rostlin v poslední době testovaných na přítomnost endofytů byl výsledek pozitivní, takže jde zřejmě o široce rozšířený jev; endofytické houby se rekrutují prakticky ze všech oddělení hub (nejvíce anamorfy vřeckatých hub, též některé *Xylariales*, endofytismus byl zjištěn i u hnojníku!) ...

Hyfy rodu *Xylaria* prorůstající a oplétající rhizoidy játrovky rodu *Bazzania* (orig. zvětšení 1000x).
Ve výřezu stolon se svazky rhizoidů (orig. 40x).

Zdroj: Davis et al. 2003, <http://www.amjbot.org/cgi/content/full/90/11/1661>



● Vertically transmitted endophyte, remains throughout life cycle of plant, colonize all plant parts

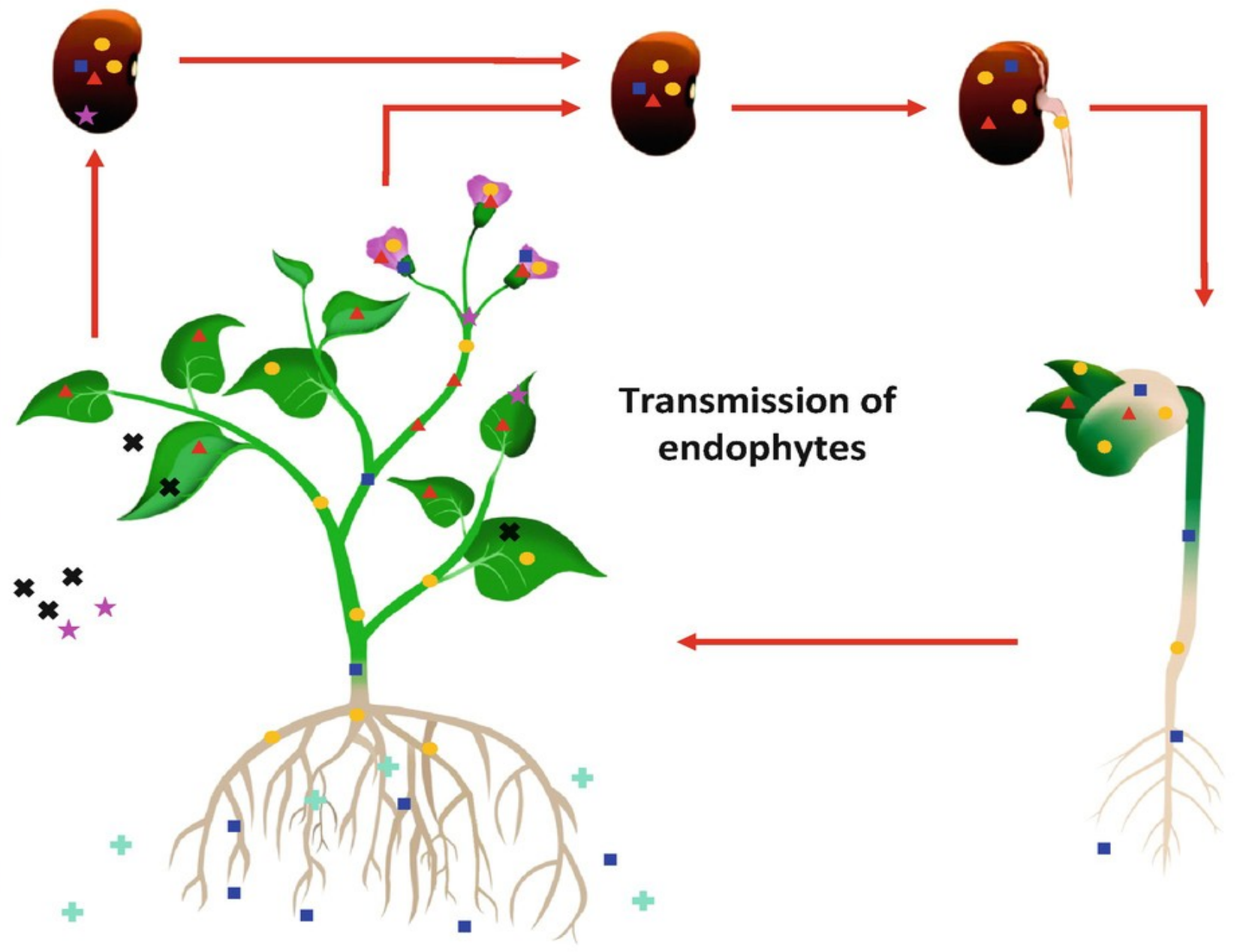
▲ Vertically transmitted endophyte, remains throughout life cycle of plant, show preferential colonization in some plant parts

■ Vertically transmitted endophyte, remains throughout life cycle of plant, show preferential colonization, Exits to rhizospheric soil for its beneficial role like nutrient acquisition

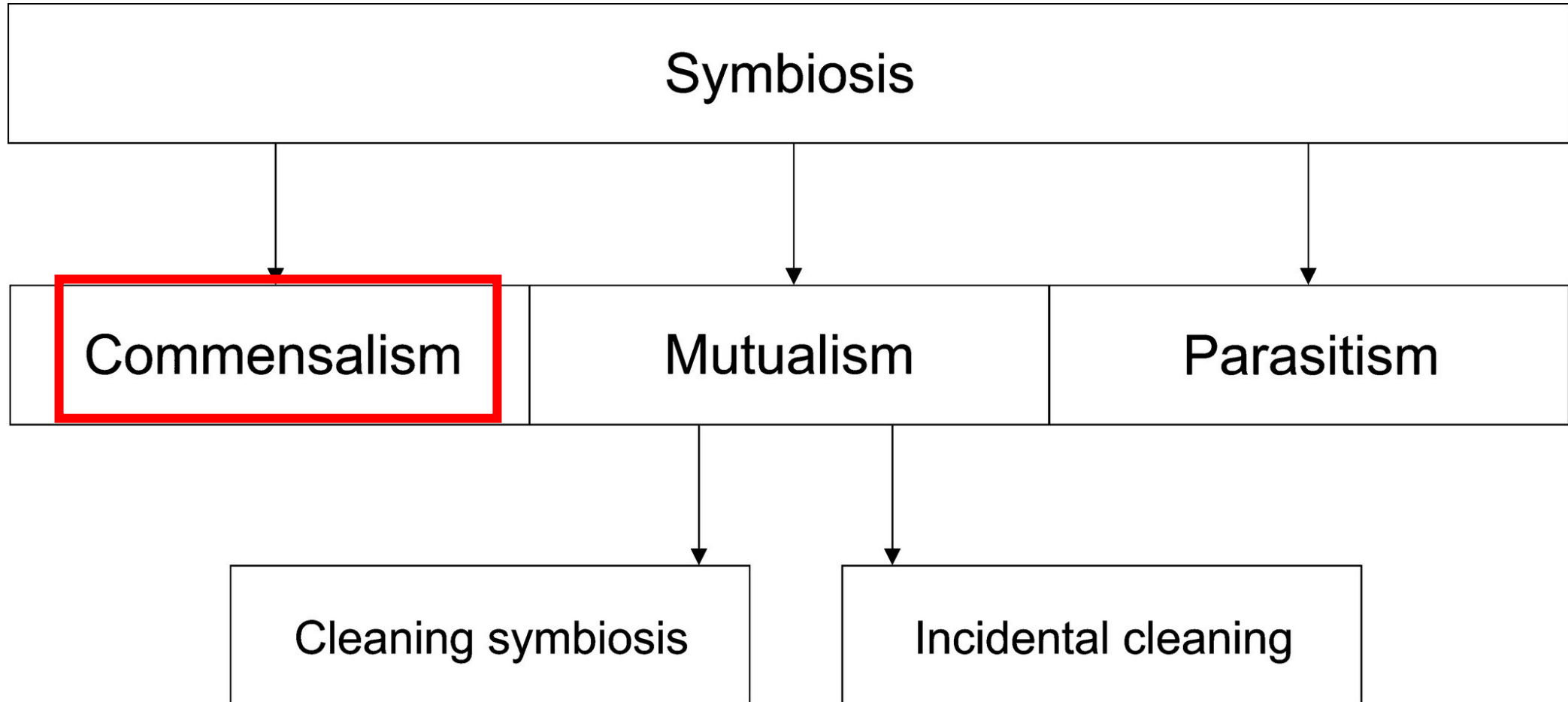
★ Horizontally transferred endophyte, But selectively transferred to the next generation for its beneficial roles, colonize seed, may become vertically transmitted endophyte in subsequent generations if beneficial

✕ Horizontally transferred, via exposure to a nearby infected plant, do not colonize seed, may/may not shows preferential colonization in some tissue

+ Horizontally transferred, from soil microbiota, do not colonize seed, may/may not shows preferential colonization in some tissue

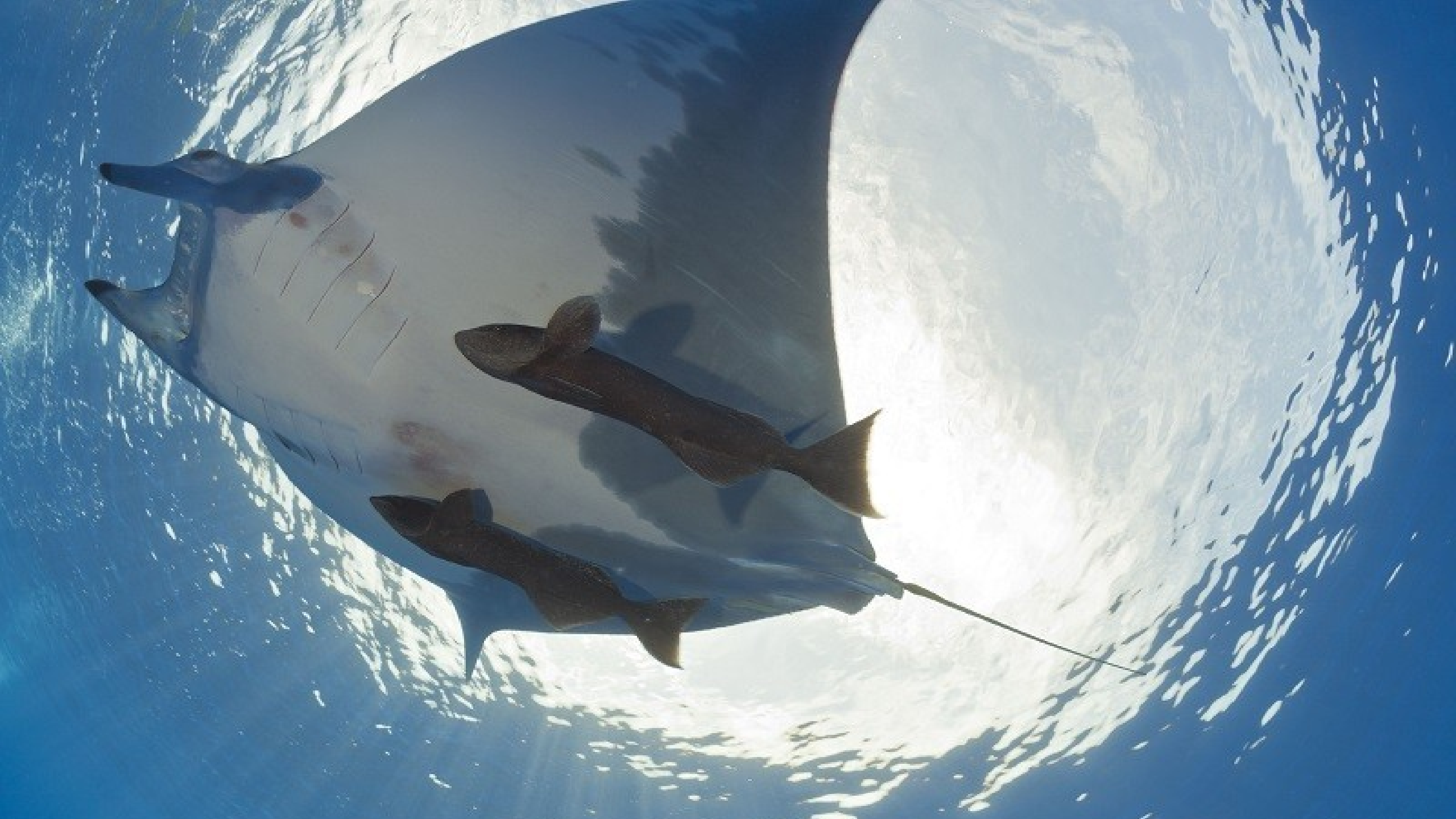


Vztahy mezi typy symbiosy



Mezidruhové vztahy

NÁZEV	DRUH A	DRUH B	CHARAKTER VZTAHU
neutralismus	0	0	druhy žijí na stejném stanovišti, ale vzájemně se neovlivňují
kompetice (též konkurence)	-	-	oba druhy soutěží o stejný potravní zdroj, vztah má zpravidla nepříznivý vliv na populace obou druhů
komensalismus	+	0	komensál (druh A) má ze soužití prospěch (zpravidla potravní), jeho hostitel (druh B) však není ovlivněn
protokooperace	+	+	vzájemně výhodný volný vztah, organismy nejsou v těsném vztahu (na rozdíl od mutualismu)
mutualismus	+	+	těsná kooperace dvou druhů, dříve označována termínem „symbióza“
amensalismus (též antibióza, resp. allelopatie)	0	-	inhibitor (druh A) produkuje látky toxické pro amensála (druh B), sám většinou není ovlivněn
parazitismus	+	-	druh A je parazitem druhu B (druh B určitou dobu přežívá, není druhem A přímo konzumován)
predace	+	-	druh B je potravou pro druh A (výsledkem interakce je okamžitá likvidace druhu B)



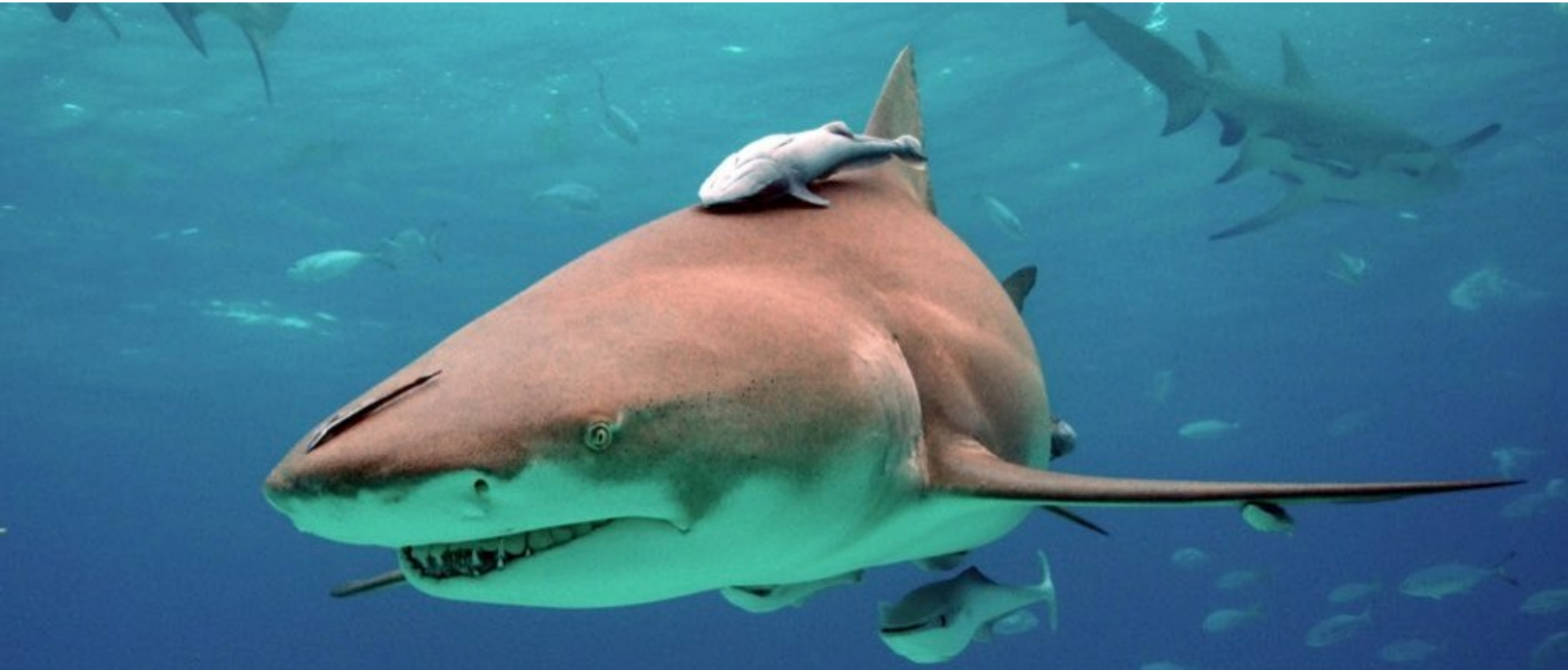


Komensalismus

00551377 © Richard Du Toit / Minden Pictures

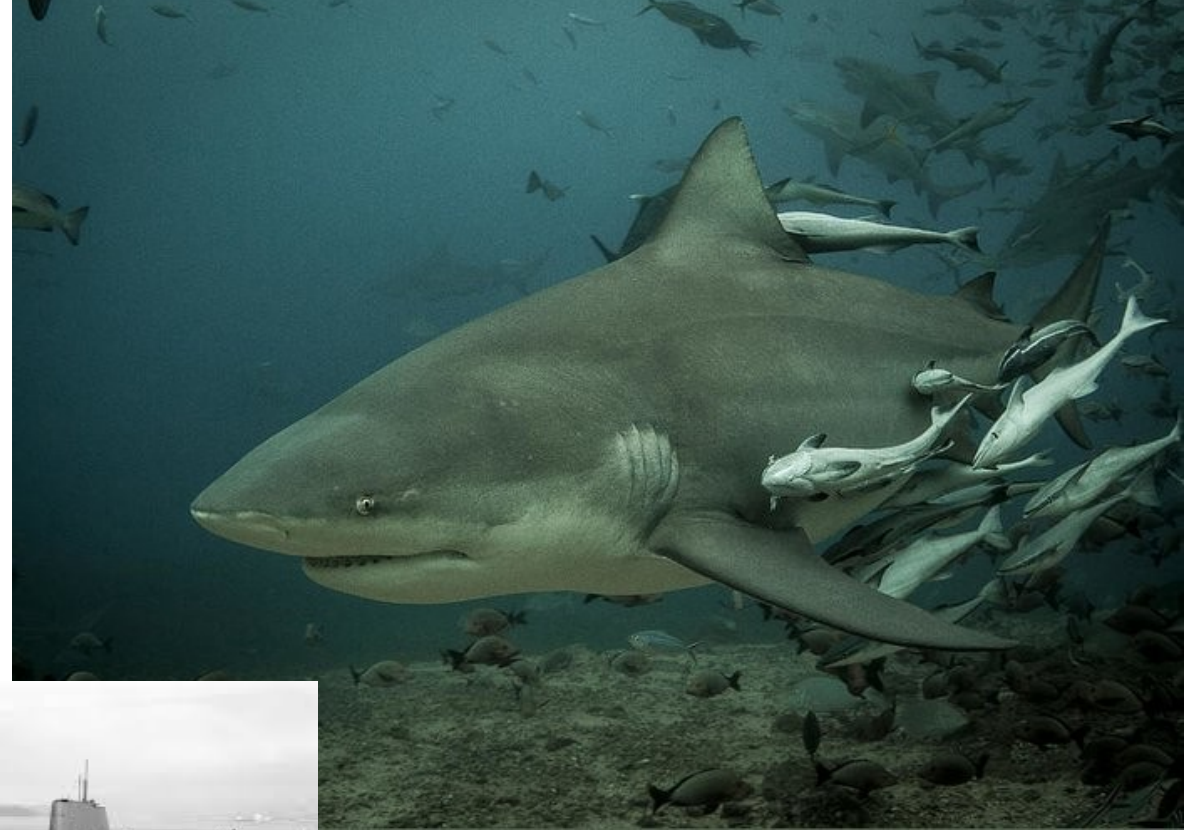
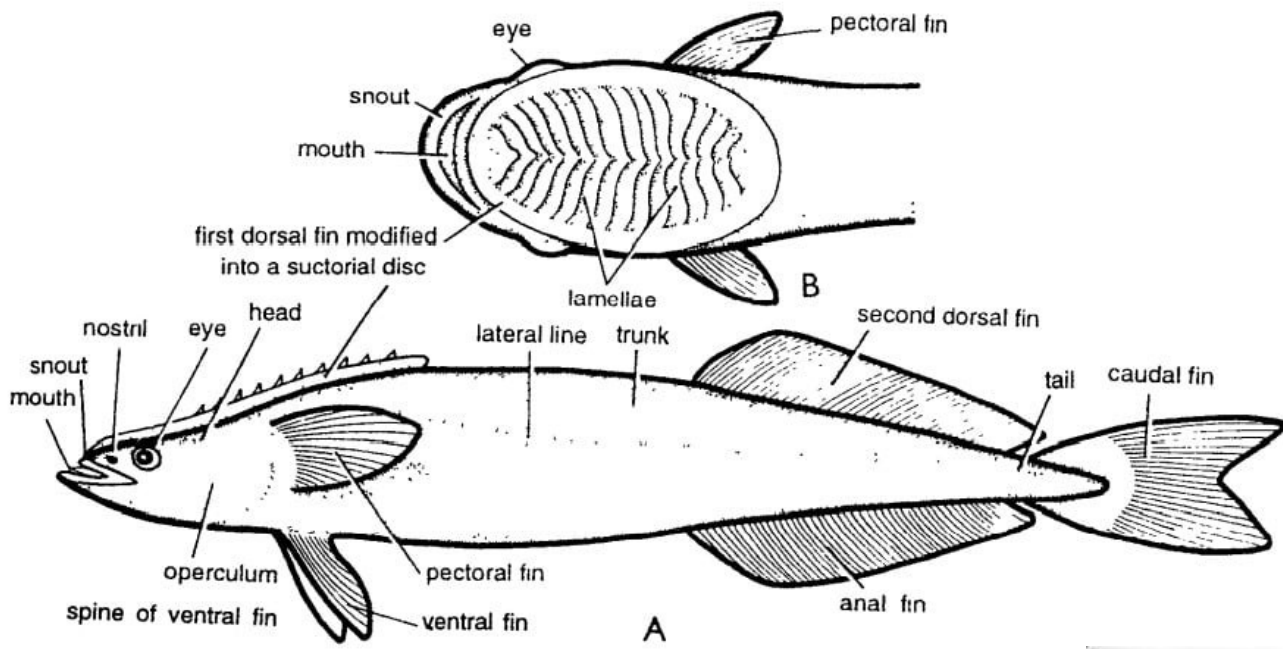


Komensalismus: Remora (Echeneis) – žralok



Forézie





Remora – ryby rodu Echeneis



Phoresie - Komensalizmus





Phoresis

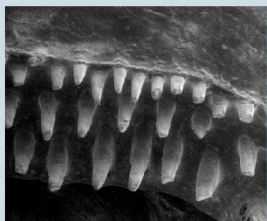


ENGINEERING AN ARTIFICIAL SUCTION DISC

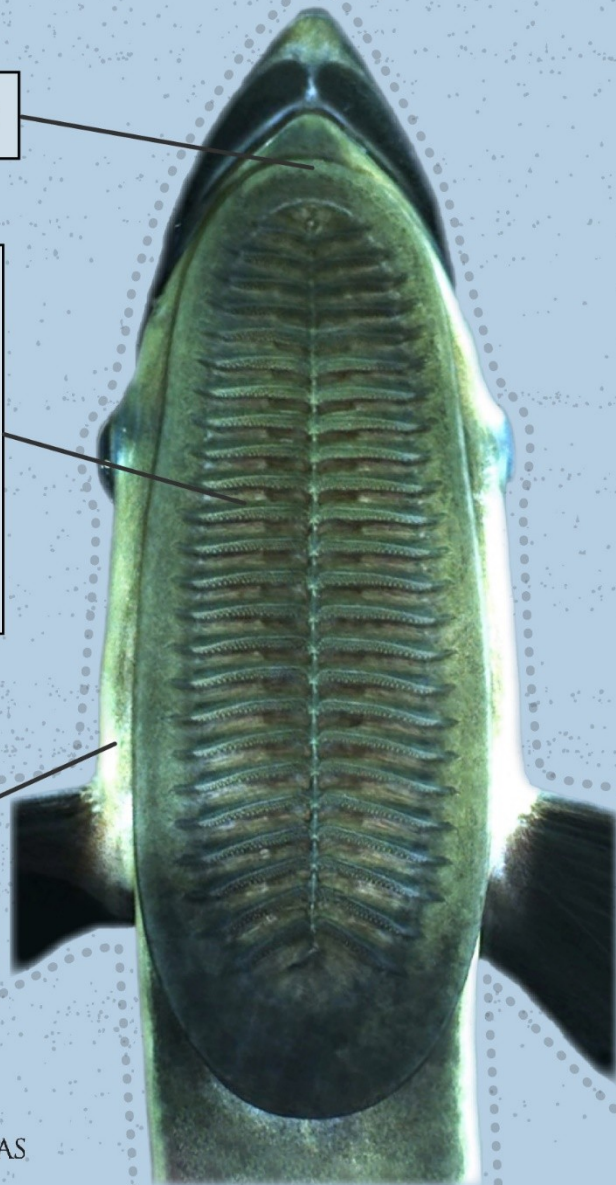
A REMORA'S DORSAL FIN

SOFT TISSUE SUCTION DISC

COMPOSITE LAMELLAE
MADE OF FLEXIBLE AND
CALCIFIED TISSUES



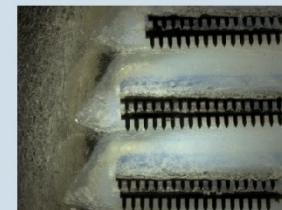
SUPPORTED BY
MUSCLES, BONE
AND UNIQUE
BLOOD VESSEL
NETWORK



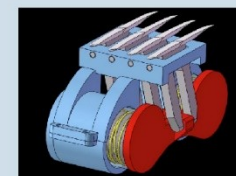
BIOINSPIRED COMPOSITE ROBOT

3D-PRINTED
SOFT POLYMER
SUCTION DISC

3D-PRINTED
COMPOSITE "LAMELLAE"
MADE OF VARIOUS
ARTIFICIAL COMPOUNDS



SUPPORTED BY A
SERIES OF AIR-
PRESSURE CONTROLLED
SOFT CYLINDRICAL
ROTARY JOINTS



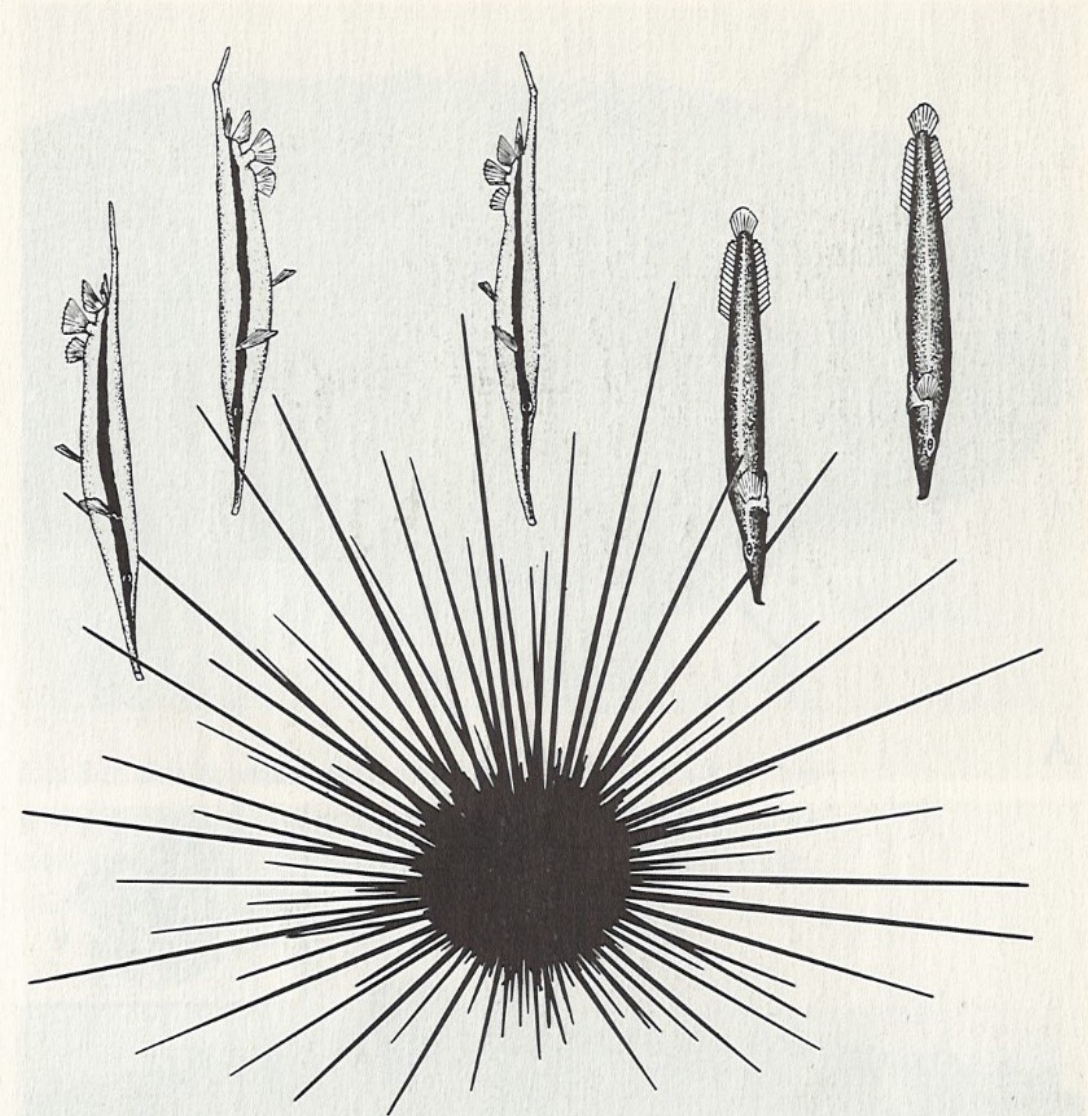


Fig. 1.3. Commensalism. Three shrimpfishes, *Aeolis-cus*, vertically oriented among the spines of a hat-pin urchin, *Diadema*. The two fishes on the right are clingfishes, *Diademichthys*, which are also found similarly associated with *Diadema*. (Modified after Davenport, 1966.)

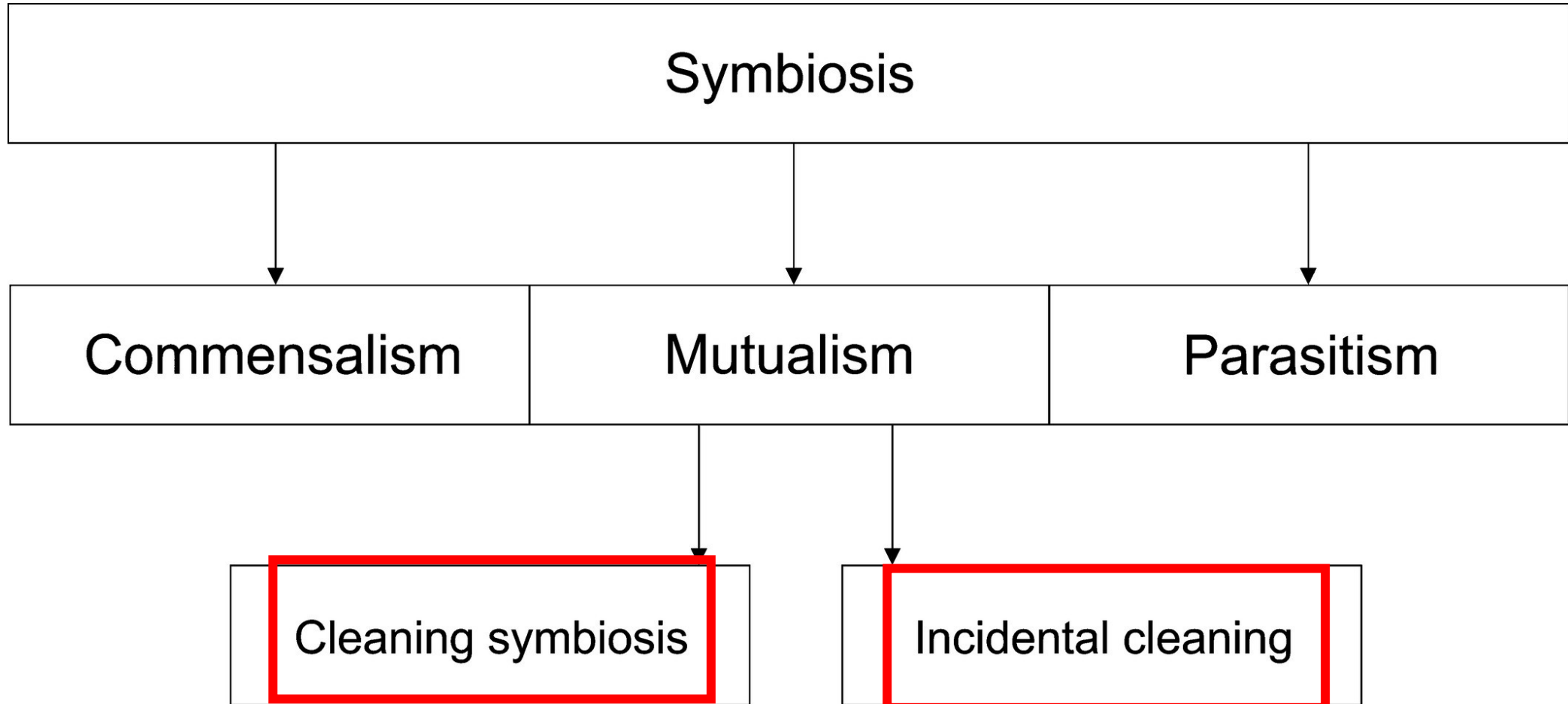




Endokomensalismus – ryby *Enchelyophis gracilis* se ukrývají v tělní dutině tzv. mořské okurky



Vztahy mezi typy symbiosy



Cleaning symbiosis



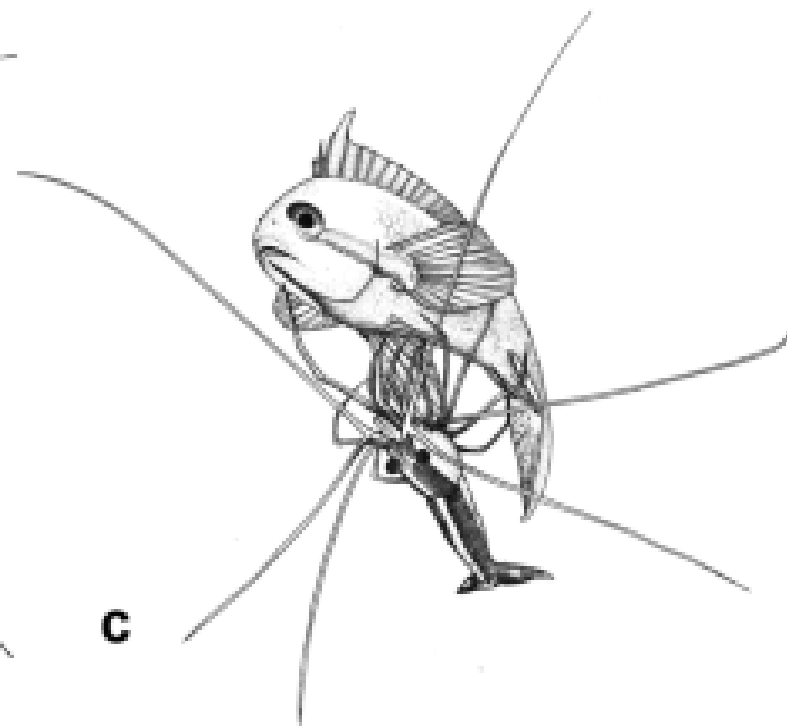
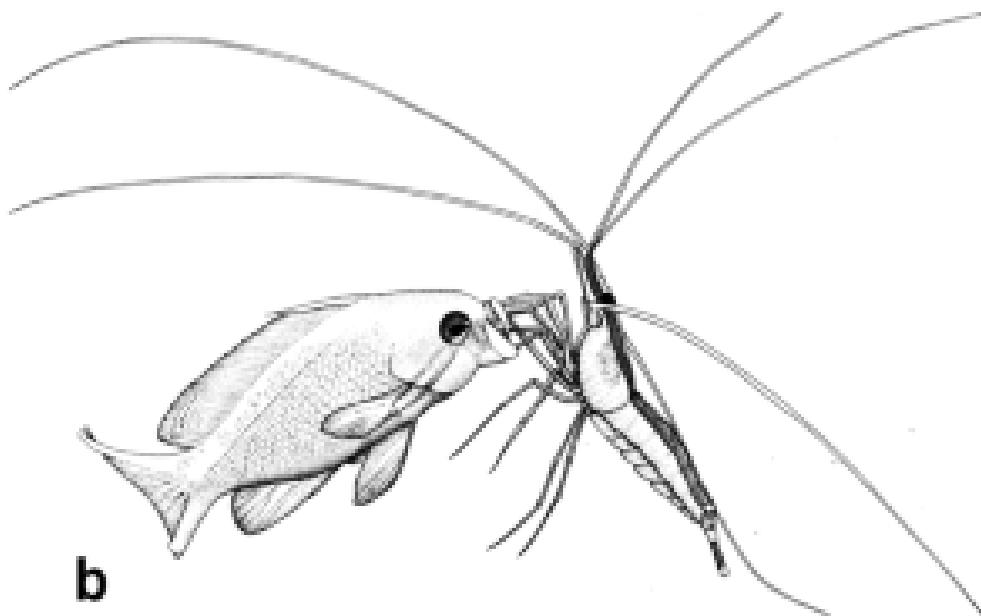
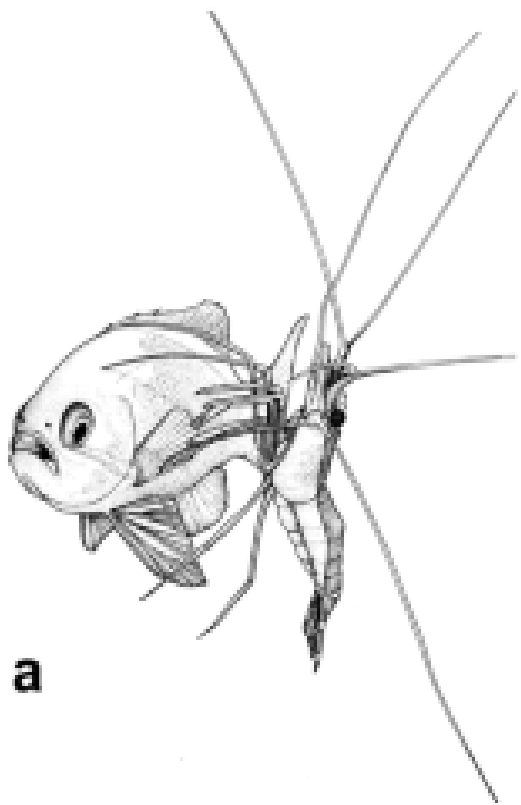


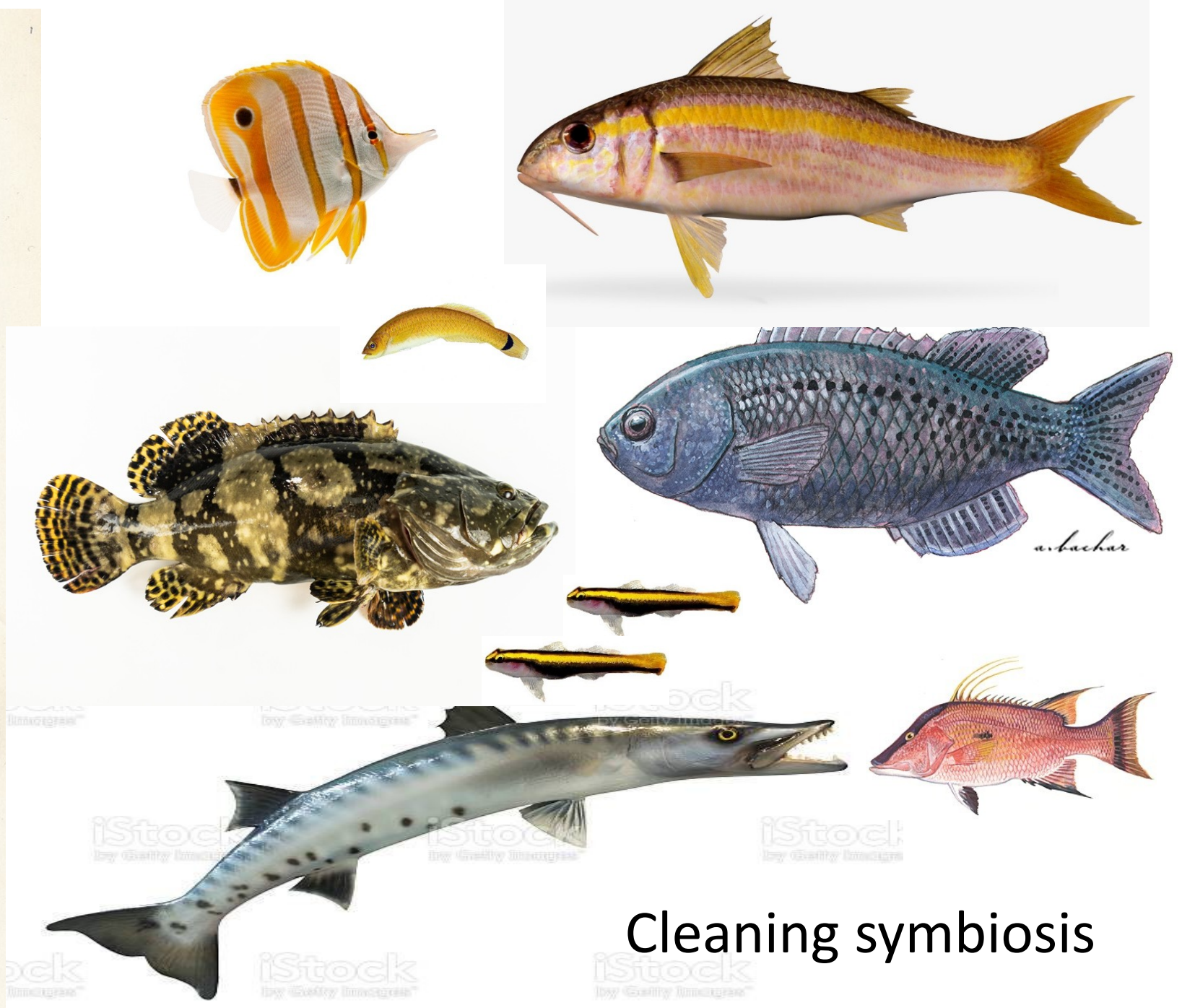
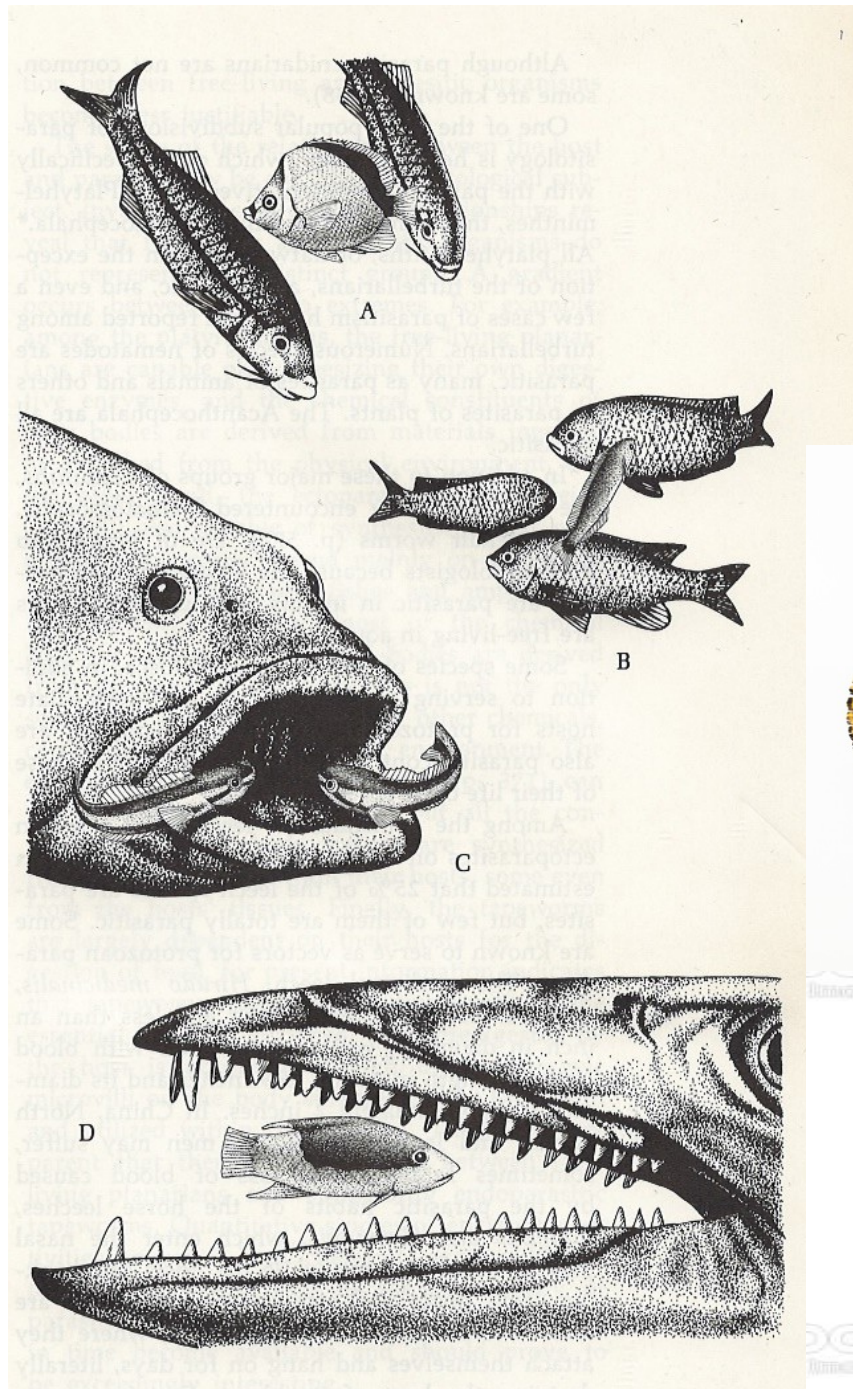
Cleaning symbiosis

V čistící symbióze se klaun žíví malými bezobratlými, kteří by jinak mohli sasance ublížit, a výkaly z klaunů poskytují sasankám živiny. Klaun je chráněn před predátory žahavými buňkami, vůči nimž je klaun imunní, a klaun vydává vysoký zvuk, který odrazuje motýlí ryby, které by sasanku jinak sežraly. Vztah je proto klasifikován jako mutualistický.



Když čistit, tak dočista
!





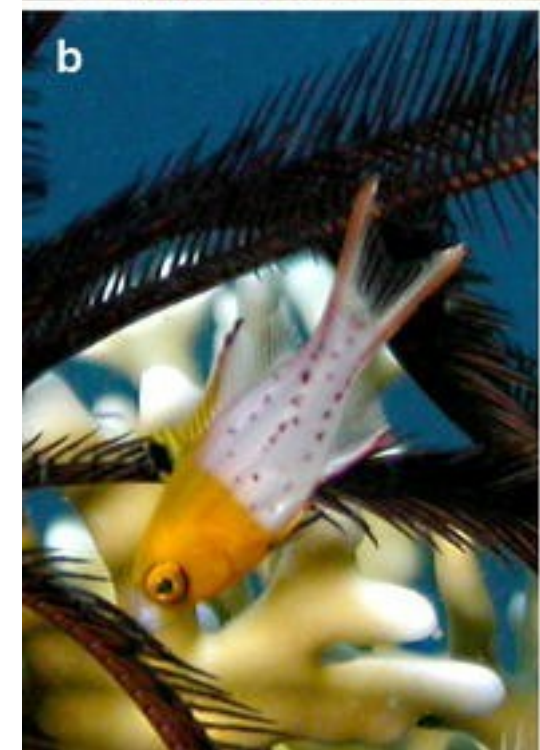
Cleaning symbiosis

Cleaning symbiosis



"NO, I WON'T CHECK YOUR PROSTATE!"

Incidental cleaning náhodné čištění

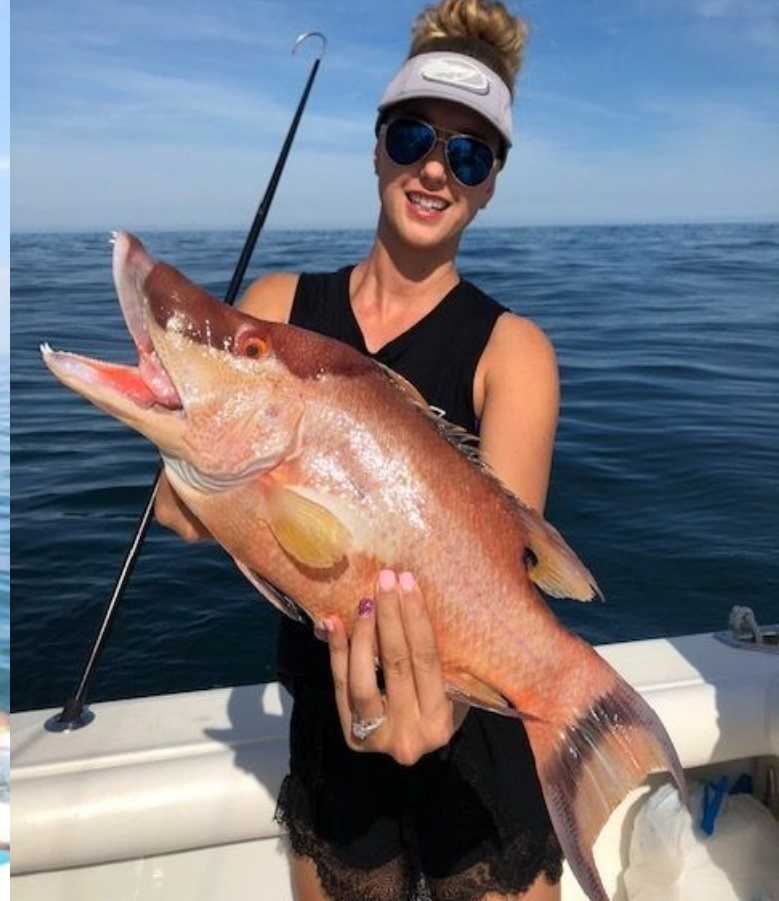


Děkuji za pozornost

Pokračování – ÚVOD část 2

Diverzita cizopasníků





Out of ...

