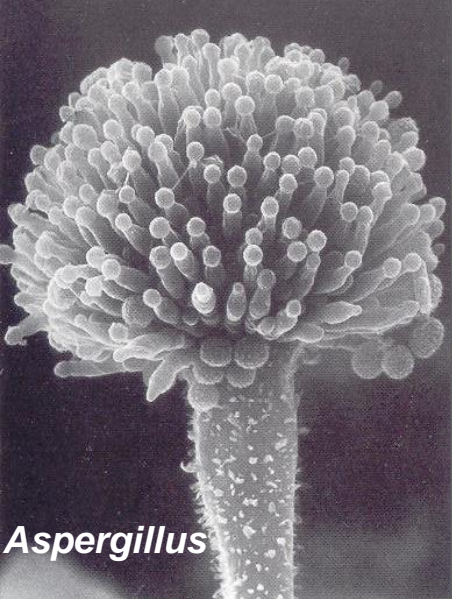


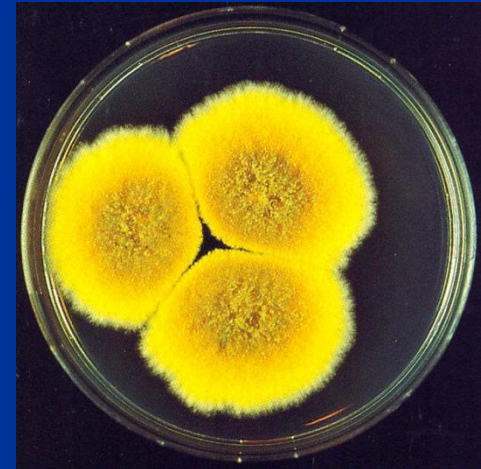
# UNIVERZITA 3. VĚKU

## MYKOLOGIE

2025



*Aspergillus*



*Eurotium chevalieri*



ohnivec zimní



hřib smrkový

# Univerzita 3. věku - kurz Mykologie 2025

## *Program přednáškového cyklu, letní semestr škol. roku 2024-25*

**Zahájení kurzu v pátek 21. 2. 2025 v 8:30 hod. v posluchárně B12, Benátská 2**

**21. 2. 2025 Mgr. Karel Prášil, CSc.**

- **Jaké skupiny organismů studuje mykologie**
- **Základní pojmy z biologie hub**

**7. 3. 2025 doc. Mgr. Ondřej Koukol, PhD.**

- **Ekologie hub**
- **Význam hub pro člověka**

**21. 3. 2025 RNDr. Alena Kubátová, CSc.**

- **Mikroskopické houby a jejich diagnostika**
- **Plísně na potravinách, mykotoxiny, biotechnologicky významné houby**

**4. 4. 2025 MUDr. et Mgr. Vít Hubka, PhD.**

- **Lékařská mykologie - klasifikace mykóz u člověka a zvířat, detekce a identifikace houbových patogenů v klinickém materiálu, antimykotika a rezistence**
- **Lékařská mykologie - původci povrchových infekcí, oportunní infekce, podkožní a endemické mykózy**

**11. 4. 2025 RNDr. Jaroslava Marková, CSc.**

- **Fytopatologicky významné houby I**
- **Fytopatologicky významné houby II**

**25. 4. 2025 Mgr. Martin Kříž**

- **Základní znaky makromycetů**
- **Obrazový přehled významných skupin a druhů makromycetů**

**16. 5. 2025 RNDr. Jan Borovička, PhD.**

- **Houby v životním prostředí I**
- **Houby v životním prostředí II**

*Organizační vedoucí kurzu: Karel Prášil, mail: [karel.prasil@natur.cuni.cz](mailto:karel.prasil@natur.cuni.cz)*

*Alena Kubátová, mail: [alsna.kubatova@natur.cuni.cz](mailto:alsna.kubatova@natur.cuni.cz)*

## Univerzita 3. věku - kurz Mykologie 2025

Pro úspěšné absolvování kurzu a získání certifikátu z UK je třeba

- 1) mít prezenci na alespoň pěti lekcích
- 2) úspěšně absolvovat písemnou závěrečnou zkoušku.

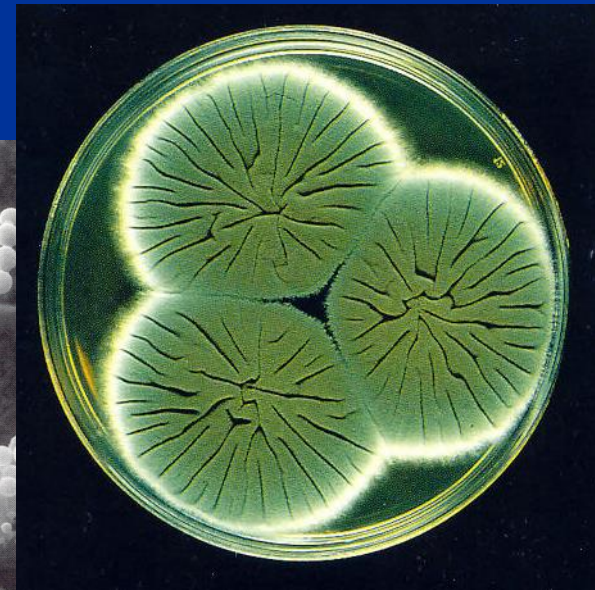
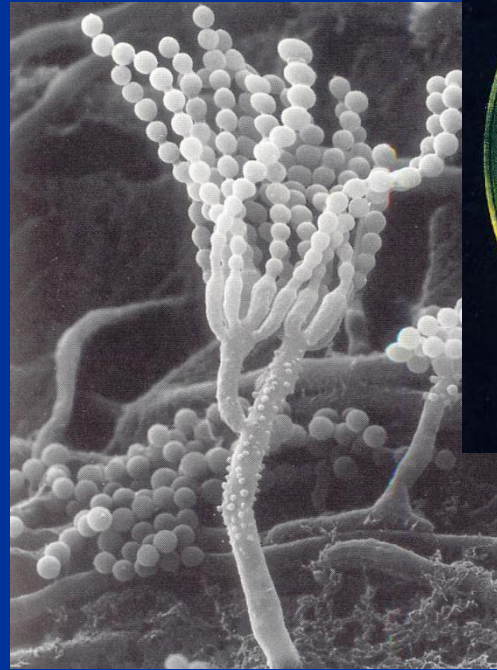
Kontakty, omluvy a pod.: [karel.prasil@natur.cuni.cz](mailto:karel.prasil@natur.cuni.cz)  
[alena.kubatova@natur.cuni.cz](mailto:alena.kubatova@natur.cuni.cz)



*Microstoma protractum* - ohnivec zimní



*Penicillium  
roqueforti*



bedlovnice zlatá  
*Phaeolepiota  
aurea*



*Amanita  
phalloides*



*Vibrisea truncata* míhavka vodní



*Sarcoscypha coccinea* - ohnivec šarlatový



*Morchella esculenta*



*Penicillium* - štětíčkovec

*Tremiscus helvelloides*  
rosolovec červený  
na dřevě jehličnanů



*Leccinum quercinum*  
křemenáč dubový



*Scleroderma citrinum*  
pestřec obecný





*Clavaria purpurea* – kyjanka purpurová

***Geastrum quadrifidum* – hvězdovka smrková**  
Poměrně hojná ve smrkových lesích, někdy i mimo les.



**Karel Kavina**  
**HOUBY**  
úvod do všeobecné mykologie

**1919**

**vydal F. Topič, Praha**



Úvod.

Obyčejně začínává každá příručka stručnou definicí předmětu, o němž pojednává. Maje však odpovědět na otázku „Co jsou houby“, jsem věru ve velkých rozpacích. Stručnou, a při tom přesnou definicí hub není tak lehké podat, aby byla v souhlase se všemi poznatky vědeckými. Každý jasně si uvědomuje, co ve všeobecném životě pod pojmem „houba“, jako příslušníka říše rostlinné, jest vyrozumíváno; nejen veliké, barvami hýřící „houby“, jež pro svoji lahodnou chuť mají nejvíce přátel mezi všemi vrstvami lidovými, nýbrž i nevzhledné „plísně“, ano i neviditelné poltívky a kvasinky, které stejně jsou člověku nesmiřitelným, strašným nepřitelem tak jako zase, byvše jim podmaněny, staly se nenahraditelným služebníkem, bez něhož těžko bylo by člověku se obejít — všechny tyto přerozmanité příslušníky říše rostlinné řadíme k houbám. Není druhé skupiny rostlin, jež by vynikala takovou rozmanitostí tvarovou i růzností svých vlastností, jako jsou právě houby; není také druhé skupiny organismů vůbec, u nichž setkávali bychom se s tak nápadnými a často paradoxními protivy ve všeobecném jejím sestavení. Zdá se, jako by právě chaos, rozmanitost a náládovost charakterisovala právě tuto skupinu rostlinnou; a přece zdánlivé tyto neshody jsou snadno pochopitelné ze způsobu života, jaký tyto rostliny vedou, a jež za často jest velmi tvrdým orlíškem celým legiím vědeckých pracovníků. Vlastnosti tyto právě podmiňují neshodu nějaké všeobecné, stručné definice, ale současně činí i tuto skupinu rostlinnou nad jiné zajímavou a ke studiu vděčnou.

Není druhé skupiny rostlin, jež by vynikala takovou rozmanitostí tvarovou i růzností svých vlastností, jako jsou právě houby; není také druhé skupiny organismů vůbec, u nichž setkávali bychom se s tak nápadnými a často paradoxními protivami ve všeobecném jejím sestavení. Zdá se, jako by právě chaos, rozmanitost a náladovost charakterisovala právě tuto skupinu rostlinnou; a přece zdánlivé tyto neshody jsou snadno pochopitelné ze způsobu života, jaký tyto rostliny vedou, a jež za často jest velmi tvrdým oříškem celým legiím vědeckých pracovníků. Vlastnosti tyto právě podmiňují nesnadnost nějaké všeobecné, stručné definice, ale současně činí i tuto skupinu rostlinnou nad jiné zajímavou a ke studiu vděčnou.

**THE MYCOTA 14**

A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems  
for Basic and Applied Research

Series Editors: Dee Carter · Anuradha Chowdhary

Joseph Heitman · Ulrich Kück

Stefanie Pöggeler  
Timothy James *Editors*

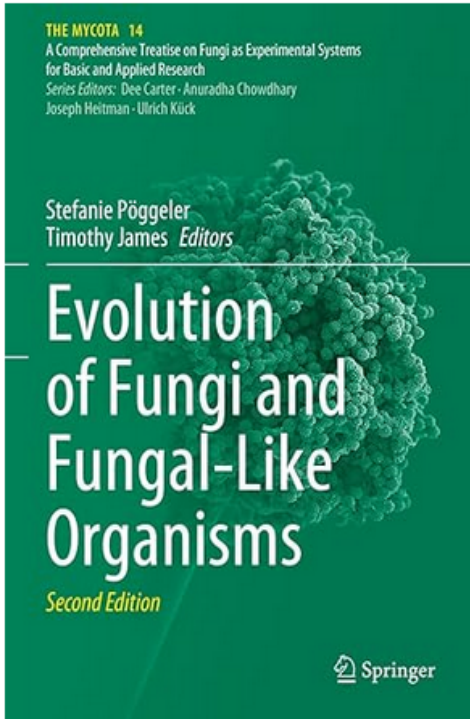


---

# Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms

*Second Edition*

 Springer



Roll over image to zoom in

Read sample

## Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms (The Mycota, 14) Second Edition

Edition 2023

by [Stefanie Pöggeler](#) (Editor), [Timothy James](#) (Editor)

[See all formats and editions](#)

Sequence analyses of numerous fungal genomes over the past two decades have provided us with extensive insights into the phylogenetic relationships of fungi and the distribution of genes and their inferred functions, across the fungal kingdom. It is now possible to answer questions about the origin of the fungal kingdom and fungal evolution with an analytical precision that was not possible before.

This fully revised and updated 2nd edition of The Mycota, Vol. 14, addresses major aspects of fungal evolution. The book is divided into four sections covering the following main topics:

- Evolutionary roots of fungi
- Evolution of pathogenic strategies
- Evolution of mutualistic interactions
- Evolution of metabolism and development in fungi

Fungi are among the oldest eukaryotic groups in the living world. The aim of this book is to better understand the history and

*evolution of fungi, as well as the characteristics that distinguish them from their sister groups, the metazoa, and other*

[Read more](#)

 [Report an issue with this product or seller](#)

ISBN-10



3031291980

ISBN-13



978-3031291982

Edition



Second Edition

Publisher



Springer

Publication date



August 12, 2023



# **1. MYKOLOGIE JAKO VĚDNÍ OBOR**

- 1.1. Tři etapy ve vývoji mykologie, základní jména české mykologie.**
- 1.2. Základní mykologická literatura - demonstrace některých starších a novějších prací.**
- 1.3. Mykologický výzkum a mykologické společnosti.**

# **2. VYMEZENÍ, POSTAVENÍ A FYLOGENEZE HUB A HOUBÁM PODOBNÝCH ORGANISMŮ**

- 2.1. Stručné vymezení hub a houbám podobných organismů.**
- 2.2. Celkové počty hub a houbám podobných organismů.**
- 2.3. Zařazení do soustavy živých organismů.**
  - 2.3.1. Starší alternativy postavení hub ve vývojových schématech.**
  - 2.3.2. Současné koncepce zařazení hub v širším pojetí do soustavy živých organismů.**
  - 2.3.3. Přímé a nepřímé důkazy o fylogenezi hub.**
  - 2.3.4. Historické stáří hub a houbám podobných organismů.**
  - 2.3.5. Současný stav názorů na fylogenezi hub v širším pojetí.**

# **3. NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ POJMY Z BIOLOGIE HUB VŘECKOVÝTRUSÝCH A STOPKOVÝTRUSÝCH**

# **1. MYKOLOGIE JAKO VĚDNÍ OBOR**

- 1. 1. Tři etapy ve vývoji mykologie, základní jména české mykologie.**
- 1. 2. Základní mykologická literatura, demonstrace některých starších a novějších prací.**
- 1. 3. Mykologický výzkum a mykologické společnosti.**



# Něco málo k historii mykologie jako vědního oboru (pár základních jmen)

Lze rozlišit zhruba 3 etapy vědeckého studia a pojmenovávání hub:

## I. ETAPA: začátky

To je 2. polovina 18. století a 1. polovina 19. století. Etapa je charakterizována malým množstvím znalostí o těchto organizmech, terminologie a systematika je v začátcích, umělé, často velmi nepřehledné systémy, založené především na vnějších habituelních makroznacích bez znalostí ontogeneze. Několik hlavních představitelů - "otců" mykologie jako vědní disciplíny:

**PERSOON** Christiaan Hendrik 1761-1836, původem holanďan z Jižní Afriky, žil a pracoval v Německu a v Paříži. První vědecky pracující mykolog, v podstatě systematik, protože v tom byl samozřejmě základ: *Observaciones mycologicae* na sklonku 18. století a *Synopsis Methodica Fungorum* 1801 - základní díla (systematické) mykologie vůbec. Prvně uvedenou práci máme zde, druhé dílo je v knihovně NM.

**FRIES** Elias Magnus 1794-1878, Švéd, pocházel ze stejného kraje jako Linné (Småland) a také se o něm mluví jako o "Linnéovi mykologie". Hlavní práce "*Systema Mycologicum*" - několika dílná práce z let 1821-23(5), máme v knihovně, v ní položeny základy systematické mykologie na vědecké úrovni (mikroskop).

**TULASNE** Louis René + Charles - francouzští bratři 1815(16)-185(84), pracovníci Pařížského přírodovědeckého muzea. Významě přispěli k rozvoji vědecké mykologie především novou myšlenkou ("objevem") pleomorfismu u hub - další důležitá úroveň poznání, hlavní dílo *Selecta fungorum Carpologia* - 3 díly - máme v knihovně jak originál, tak anglický překlad.

## II. ETAPA: období inventarizace - 2. polovina devatenáctého století

**FUCKEL** Karl Wilhelm Gottlieb Leopold 1821-76 v podstatě německý významný mykolog, hlavní práci *Symbolae Mycologicae* 1870 máme v knihovně, důležitá exsikátová sbírka *Fungi Rhenani exsiccati*.

**SACCARDO** Pier Andrea 1845-1920, profesor botaniky na universitě v Padově (Itálie). Kromě vlastní vědecké práce začal vydávat kompendijní soupis všech do té doby popsáných hub (1882), asi 36 dílů, pokračovali jeho následovníci, originální diagnózy všech dosud popsáných taxonů ve všech skupinách !!! (máme v knihovně reprint).

**RABENHORST** Gottlob Ludwig 1806-81, Drážďany, začal vydávat časopis *Hedwigia*, důležité exsikátové sbírky *Fungi europaei Exsiccati* a především kompendijní dílo *Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*.

**III. ETAPA** - se traduje zhruba od doby zahrnout do studia celou biologii studovaných organismů, tedy podrobné studium ŽC, kultivace, fyziologie a biochemie atd.

Zhruba od konce minulého století.

**BREFELD** Oskar Julius 1839-12925. Zásluhy na poli kultivace, studia ontogenese a studia celého ŽC hub.

Höhnel, Thiessen & Sydow, Petrak, Wehmeyer, Singer, Miller, Luttrell atd.

**Historické země české (základní jména):**

Corda, Opiz, Krombholz, Velenovský, Pilát, Cejp, Pouzar, Svrček, Vězda.



# Česká vědecká společnost pro mykologii

<http://www.czechmycology.org/cz/>

*Česká vědecká společnost pro mykologii z. s. (ČVSM) (dále Společnost) je dobrovolná výběrová organizace, která byla založená v roce 1946 jako Československý mykologický klub, navazující na činnost Mykologického klubu vzniklého v meziválečném období okolo prof. J. Velenovského. Působí jako vědecká společnost a je podporována Akademií věd České republiky.*



[O SPOLEČNOSTI](#) | [POBOČKY A SEKCE](#) | [VÝBOR](#) | [ČLENSTVÍ, PŘIHLÁŠKA, STANOVY](#) | [KNIHOVNA](#)



## ČVSM - o společnosti



Česká vědecká společnost pro mykologii z. s. (ČVSM) (dále Společnost) je dobrovolná výběrová organizace, která byla založená v roce 1946 jako Československý mykologický klub, navazující na činnost Mykologického klubu vzniklého v meziválečném období okolo prof. J. Velenovského. Působí jako vědecká společnost a je podporována Akademií věd České republiky.

V současné době je ve společnosti organizováno okolo 230 amatérských i profesionálních mykologů hlavně z České republiky, ale i ze zahraničí. **Členem se může stát** zájemce o mykologii jehož doporučí dva současní členové a bude schválen výborem společnosti. ([zde možno stáhnout přihlášku](#))

Společnost od roku 1947 vydává odborný mykologický časopis **Česká mykologie**, který byl v roce 1993 přejmenován na **Czech Mycology**. Od roku 1980 je možné si zprávy ze života Společnosti a odborné mykologické články přečíst v odborném časopise **Mykologické Listy**. Kromě těchto dvou periodik jsou publikovány nepravidelně i jiné odborné materiály.

ČVSM získává hlavně výměnou za Czech Mycology mnoho cenných odborných časopisů a dalších publikací, které jsou uloženy v **knihovně Společnosti**, která je tak jednou z nejbohatších mykologických knihoven v České republice.

V rámci Společnosti působí **tři zájmové sekce a jedna pobočka**, které organizují mykology s podobnými zájmy.

[Pobočky a sekce společnosti](#)

[Výbor společnosti](#)

[Členství, přihláška a stanovy](#)

[Knihovna společnosti](#)

[Kontakty](#)

ČVSM

AKTUALITY

ZPRÁVY

AKCE

MYKOLOGICKÉ LISTY

SBORNÍKY

ČERVENÝ SEZNAM

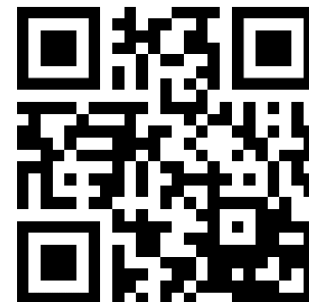
METODIKA DRUHOVÉ OCHRANY HUB

ČÍSELNÍK JMEN HUB

CZECH MYCOLOGY

KONTAKTY

HOME



## **2. VYMEZENÍ, POSTAVENÍ A FYLOGENEZE HUB A HOUBÁM PODOBNÝCH ORGANISMŮ**

- 2. 1. Stručné vymezení hub a houbám podobných organismů.**
- 2. 2. Celkové počty hub a houbám podobných organismů.**
- 2. 3. Zařazení do soustavy živých organismů.**
  - 2. 3. 1. Starší alternativy postavení hub ve vývojových schématech.**
  - 2. 3. 2. Současné koncepce zařazení hub v širším pojetí do soustavy živých organismů.**
  - 2. 3. 3. Přímé a nepřímé důkazy o fylogenezi hub.**
  - 2. 3. 4. Historické stáří hub a houbám podobných organismů.**
  - 2. 3. 5. Současný stav názorů na fylogenesi hub v širším pojetí.**

**CHROMISTA**

co dnes studuje  
(nebo dříve studovala)  
mykologie

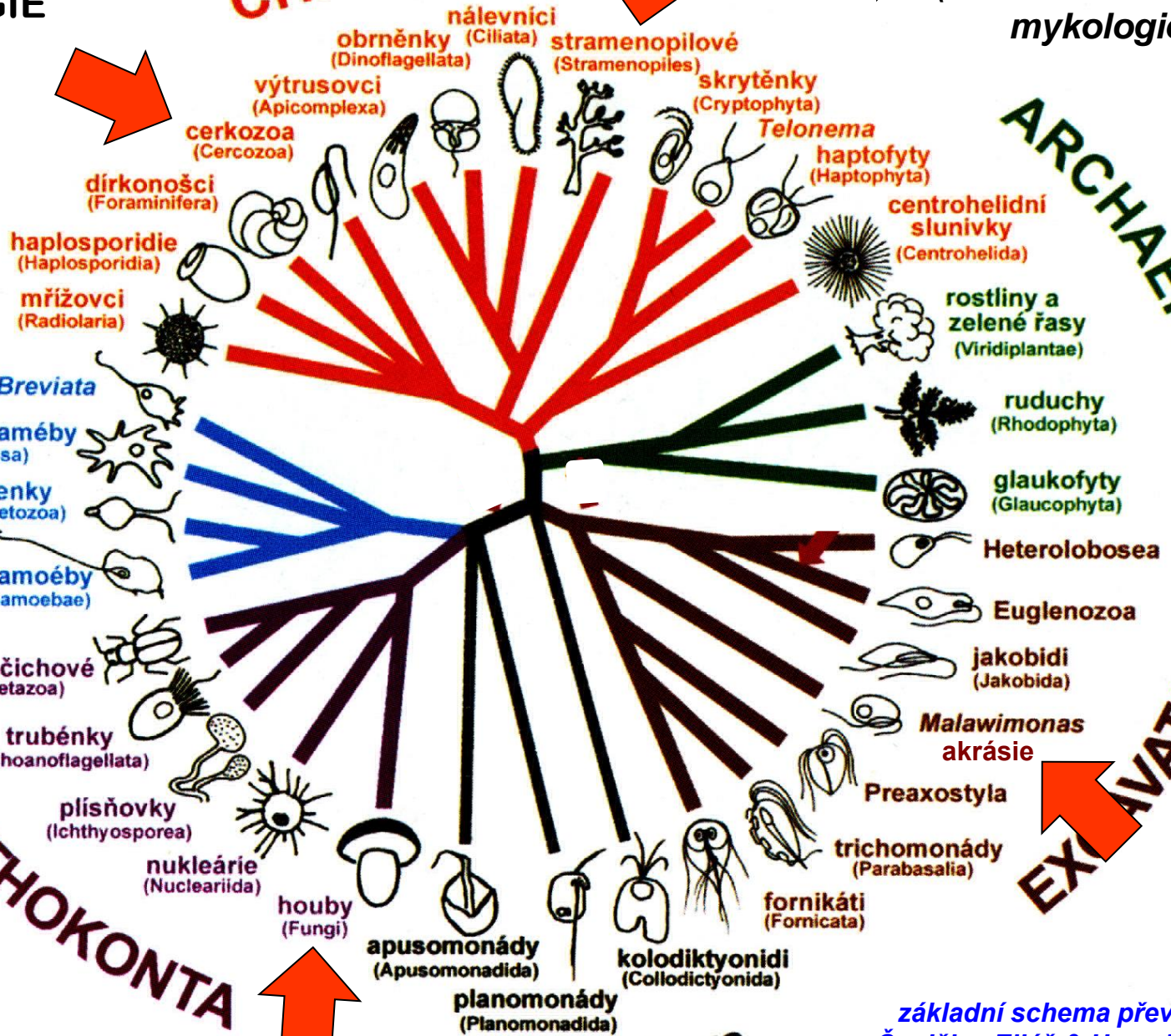
**AMOEBOZOA**

**ARCHAEPLASTIDA**

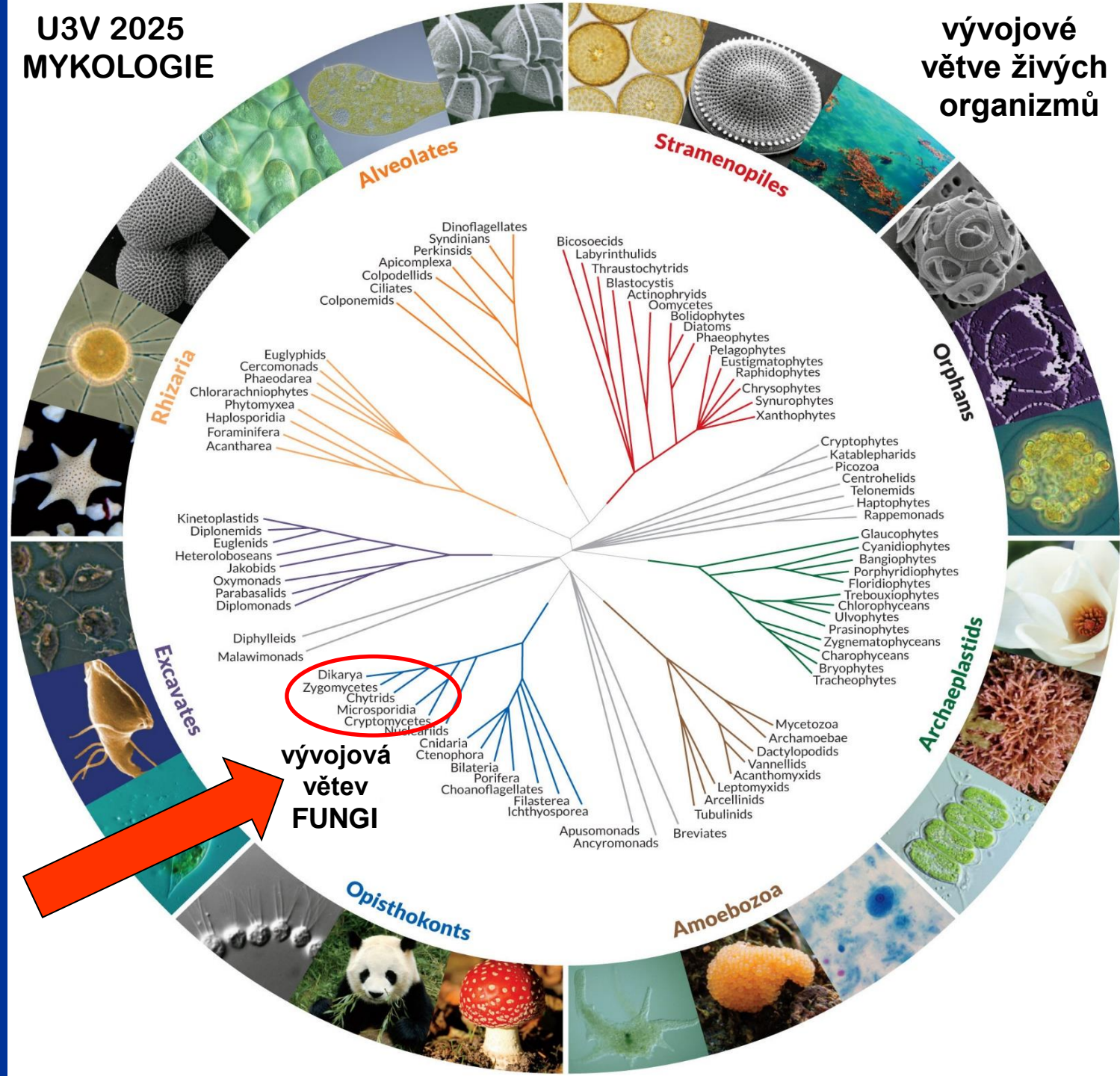
**OPISTHOKONTA**

**EXCAVATA**

**INCERTAE SEDIS**



základní schema převzato z  
Čepička, Eliáš & Hampl (2010)  
Vesmír 7-8/2010

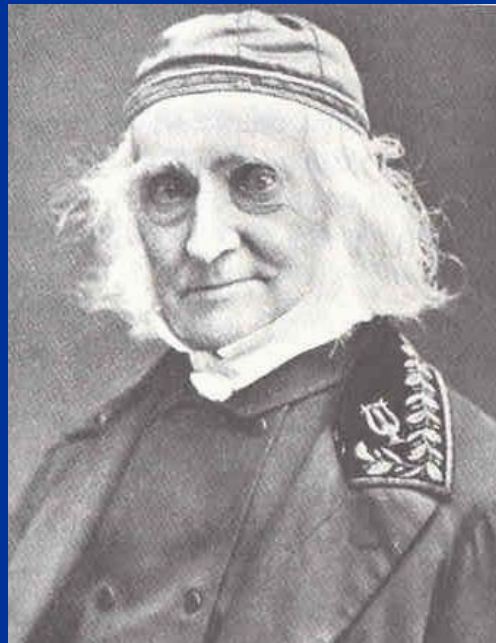




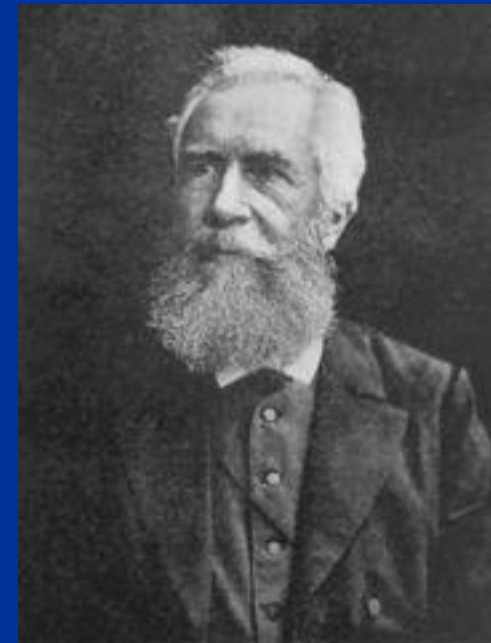
# Nejdříve malé ohlédnutí do minulosti: co si houbách mysleli naši pradědečci?



**C. Linné  
(1707-1778)**

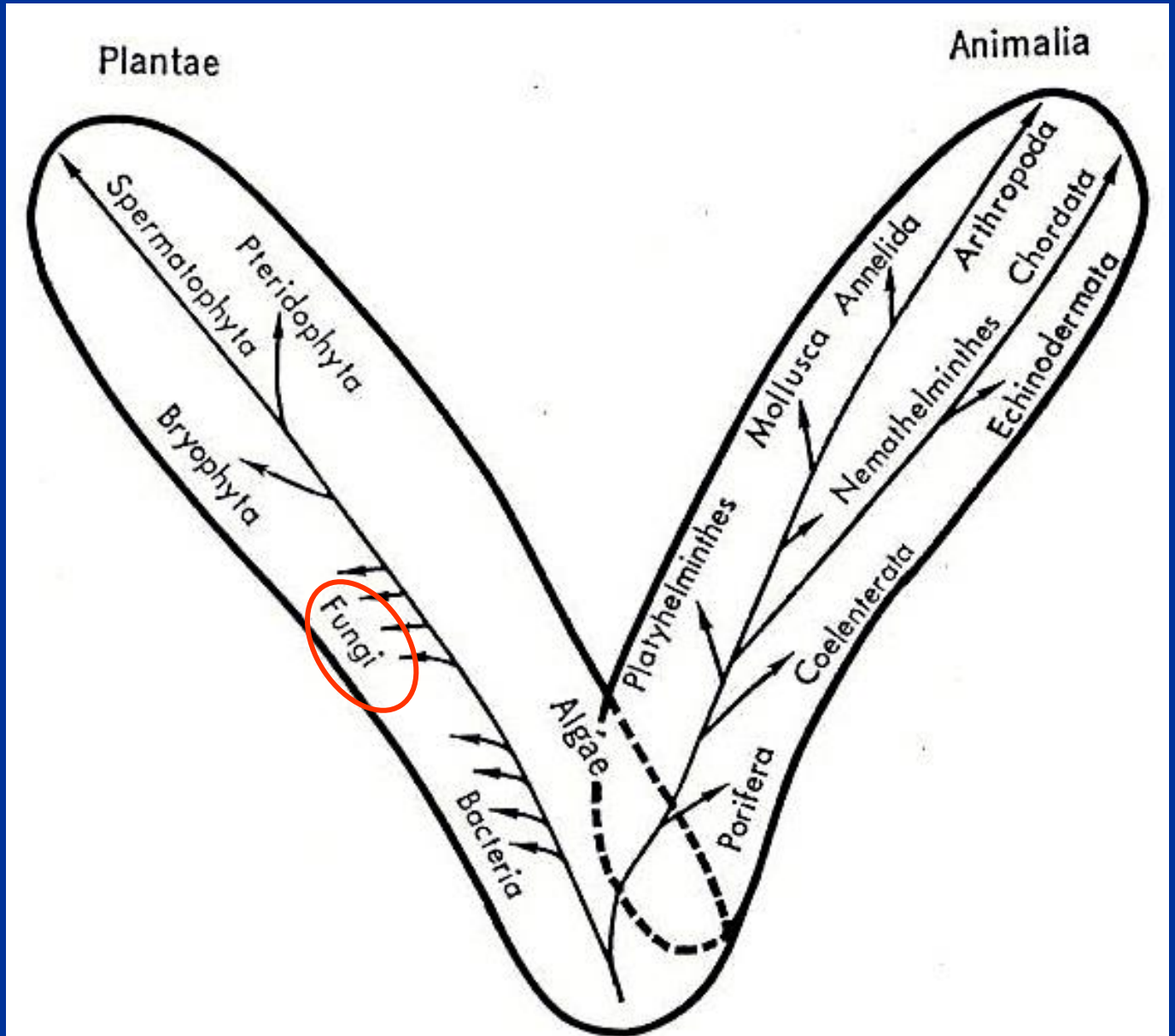


**E. M. Fries  
(1794 – 1878)**



**E. H. Haeckel  
(1834 – 1919)**

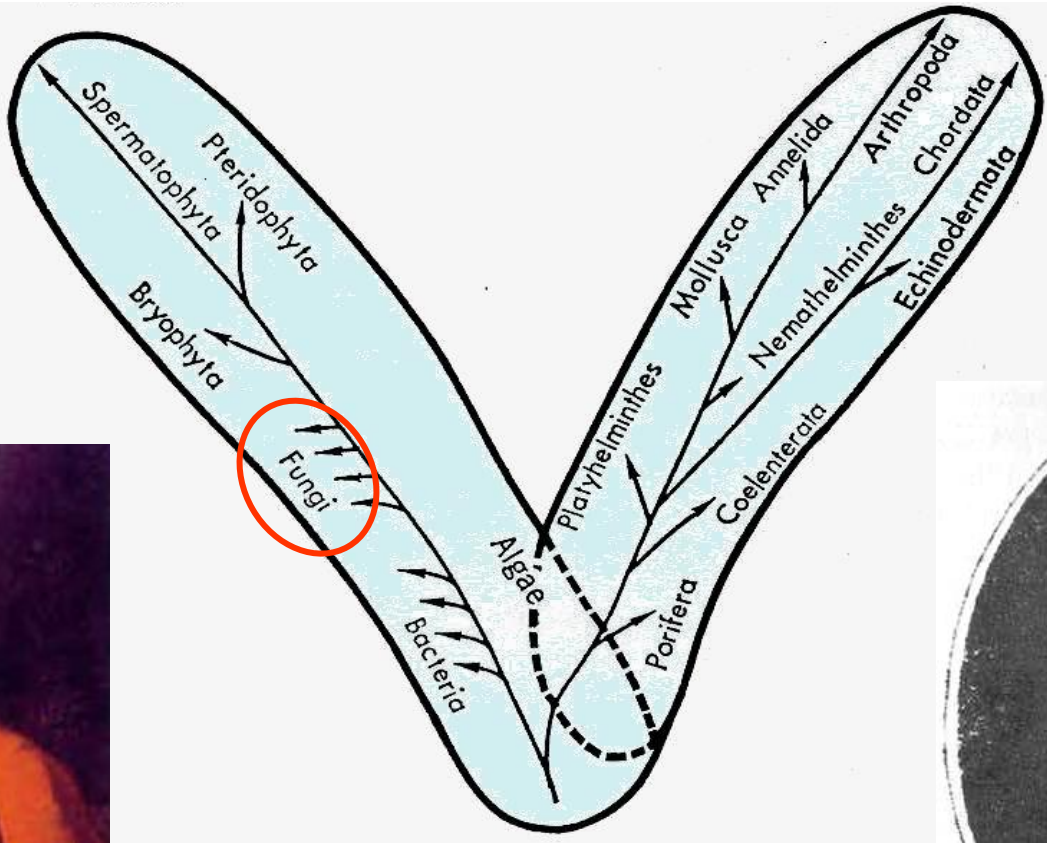
# Příklad staršího, velmi zjednodušeného vývojového schématu z Linného období (polovina 18. století).



# Příklad staršího, velmi zjednodušeného vývojového schématu z Linného a Persoonova období (druhá polovina 18. století).

Plantae (ut Vegetabilia)

Animalia

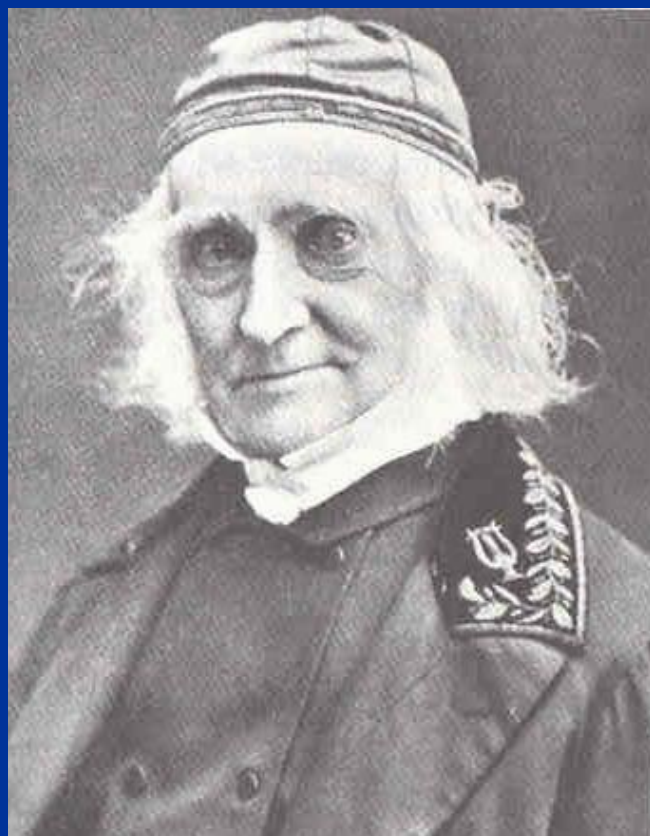


Carl von Linné (1707-1778)

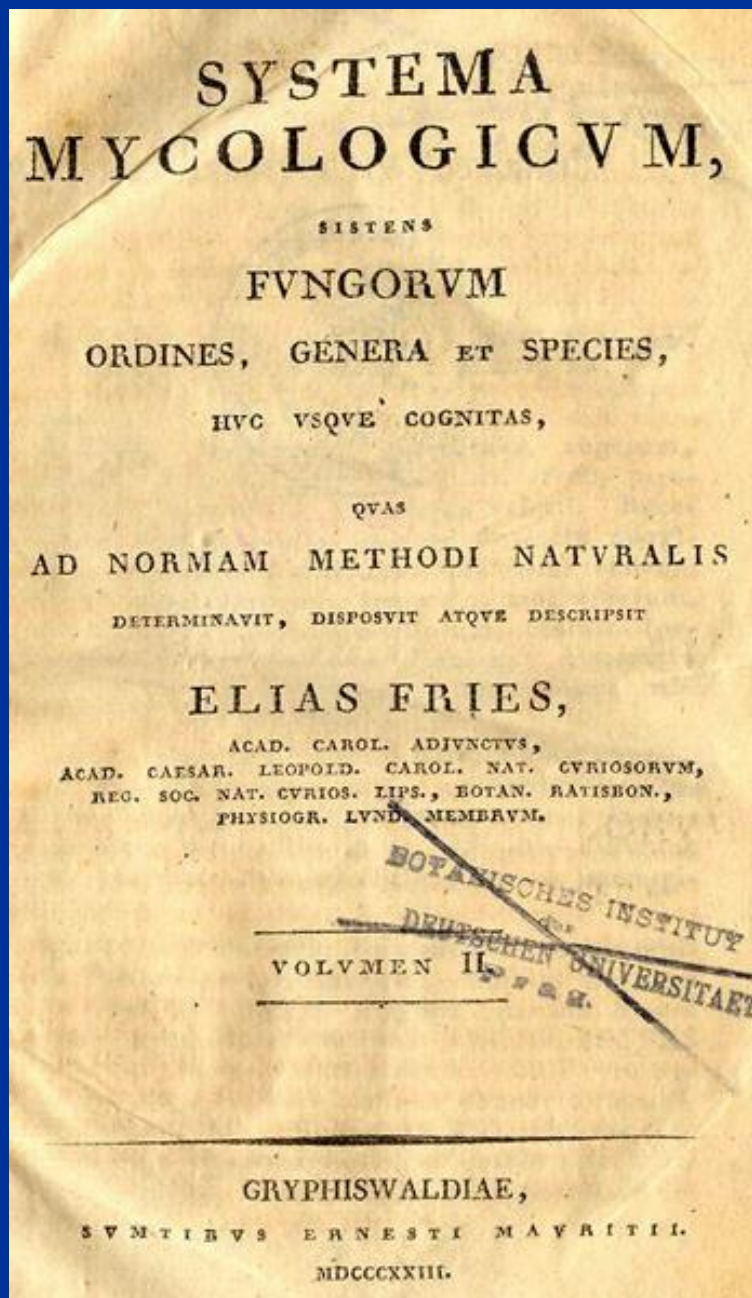


Christian Hendrik Persoon (1761-1836)





**Elias Magnus Fries  
(1794 – 1878)  
nazývaný též  
„Linnaeus  
mykologie“**



**V 18. století tedy byly rozlišovány dvě nejvyšší systematické jednotky (říše), a to rostliny a živočichové.**

**Ve století 19. byly vytyčeny hned 3 další vysoké skupiny, které měly pokrýt primitivní, nejjednodušší nebo jednobuněčné organizmy, které na základě postupujících poznatků již nebylo vhodné řadit mezi rostliny nebo živočichy:**  
**Protozoa, Protoctista a Protista.**

**18. století dvě „linnéovské“ říše: Vegetabilia a Animalia**

**19. století - nově ustavené říše pro velkou skupinu nejmenších a primitivních organismů:**

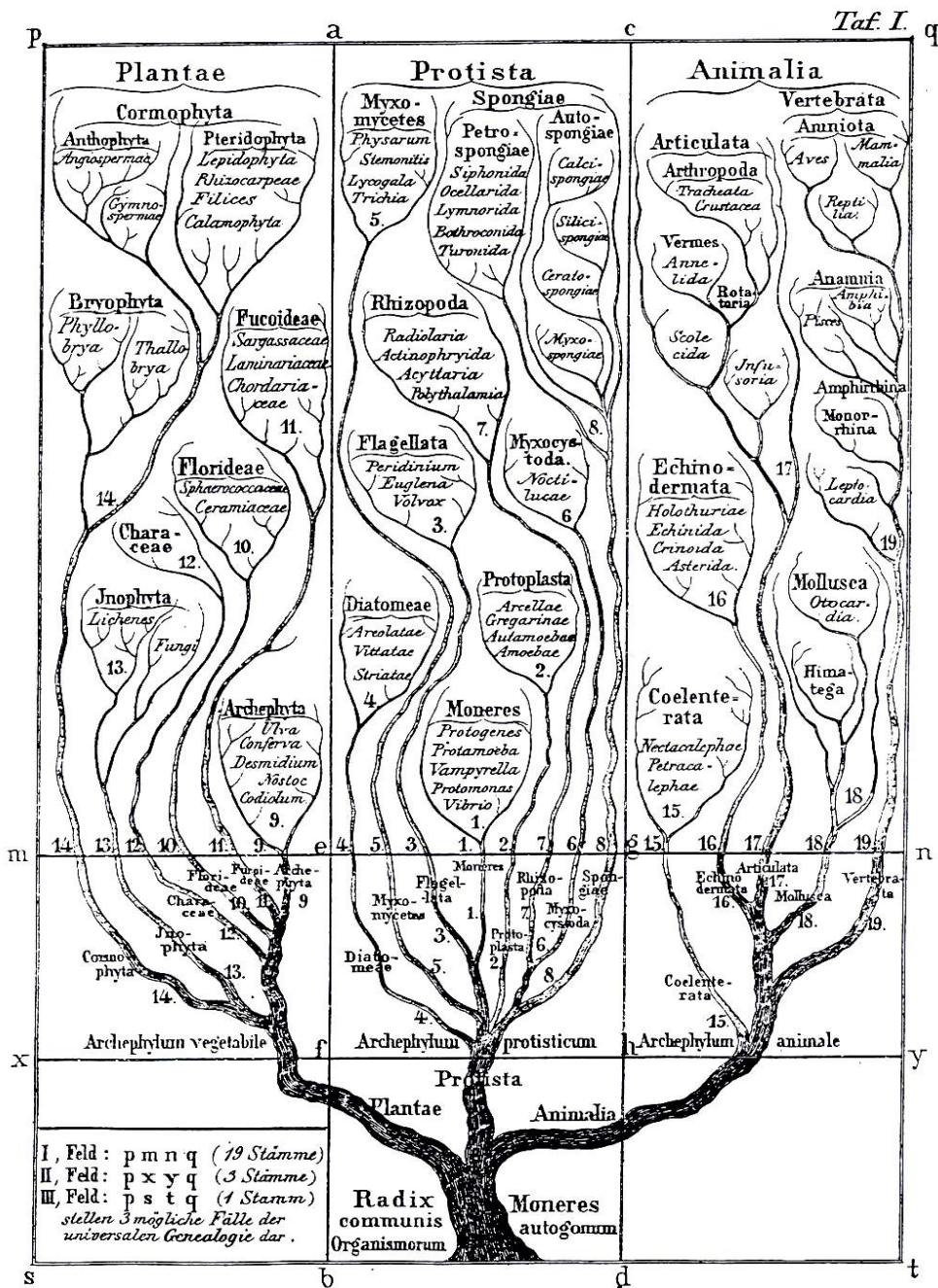
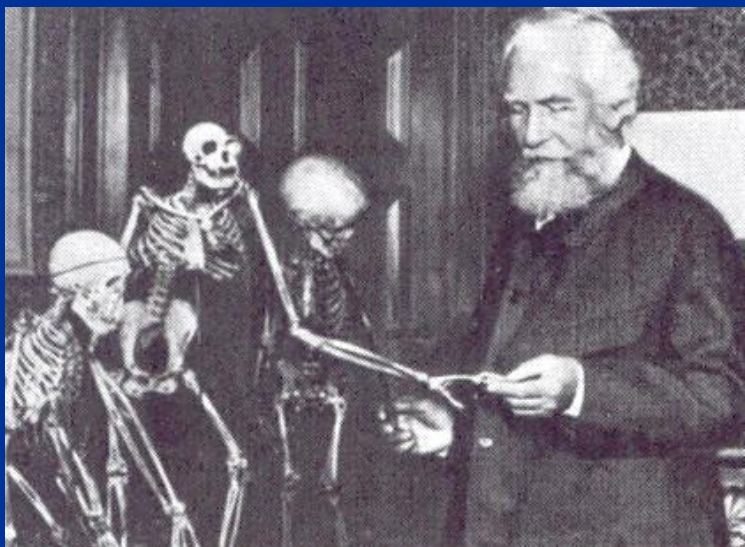
**Protozoa Goldfuss (1818) pro nejjednodušší „prvotní“ živočichy.**

**Protocista J. Hogg (1861) pro jedno- i vícebuněčné organizmy, které nelze zařadit ani mezi rostliny, ani mezi živočichy.**

**Protista E. H. Haeckel (1866) pro jednobuněčné organizmy, stojící mezi rostlinami a živočichy.**

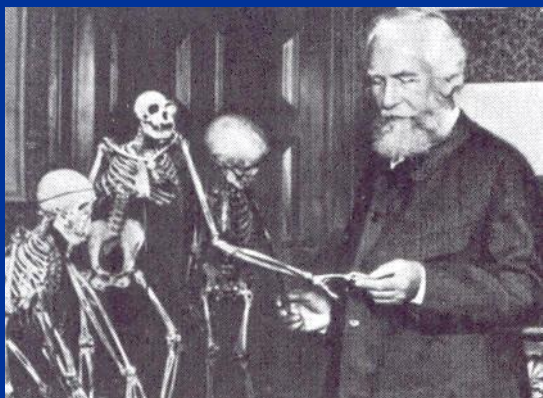
**Důvody, proč tyto říše neodpovídají současným poznatkům o fylogenezi.**

# Ernst Haeckel 1866



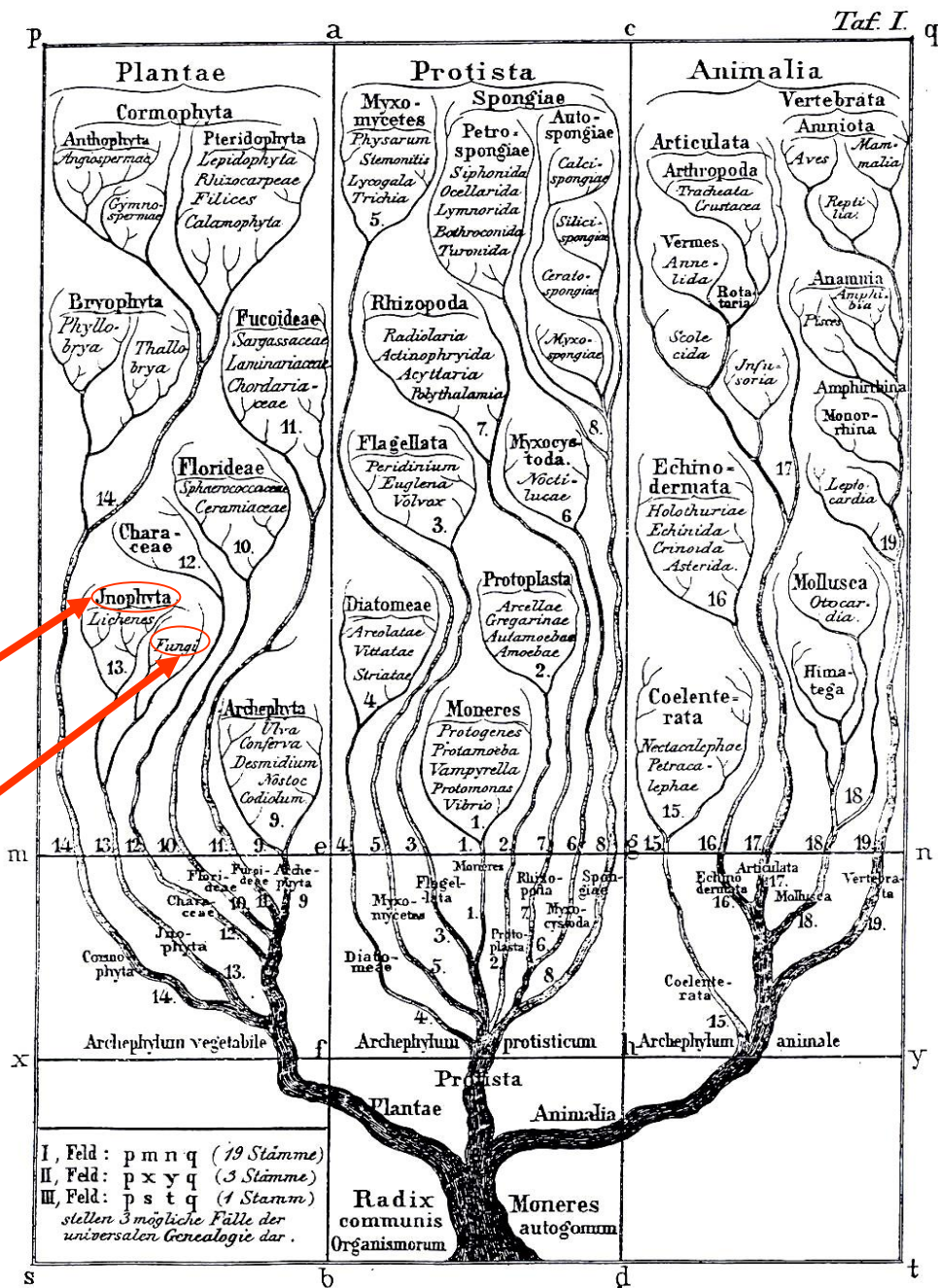
Fylogenetický strom Ernsta Haeckela z roku 1866

# Ernst Haeckel 1866



**INOPHYTA**

**FUNGI**

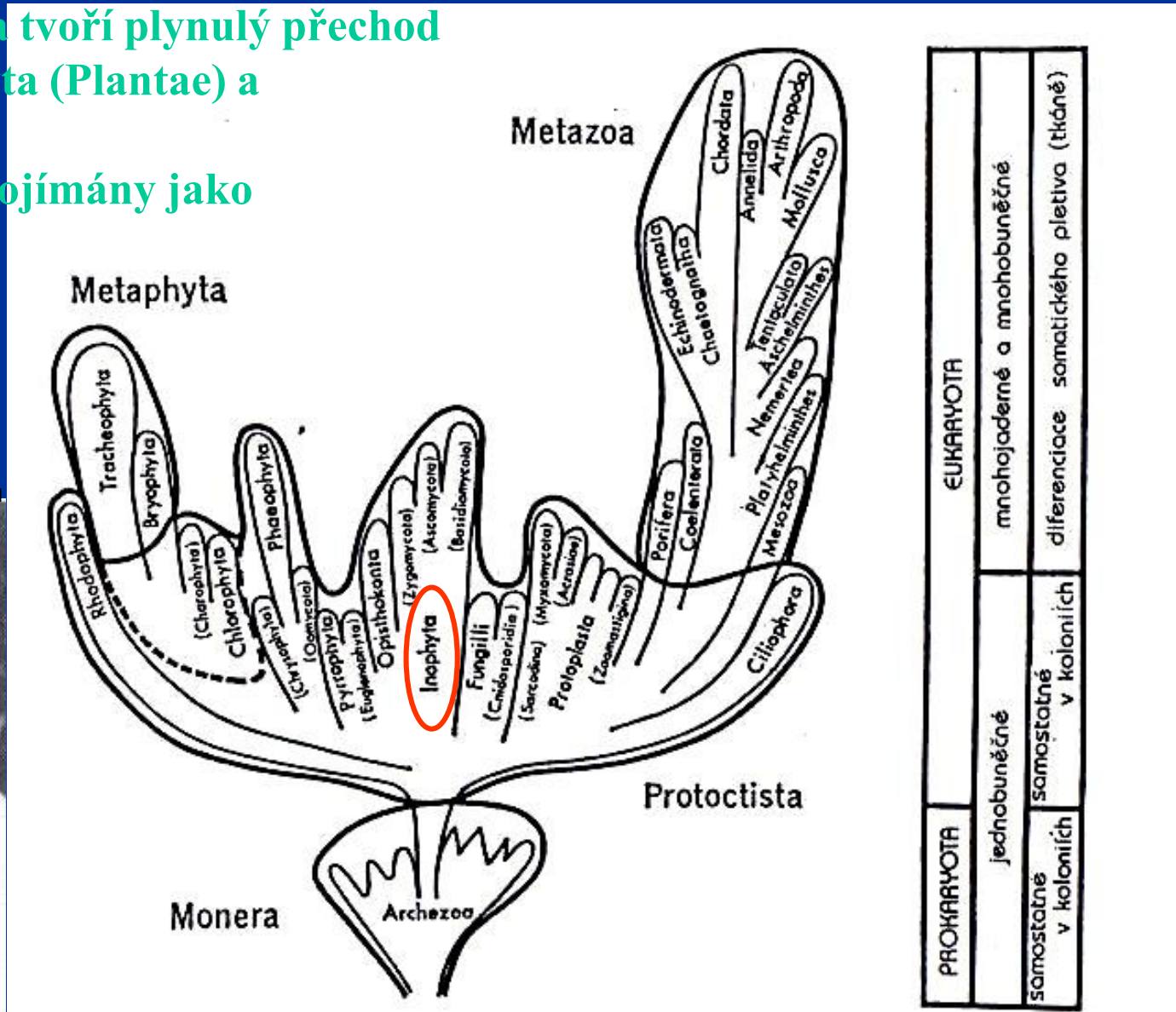
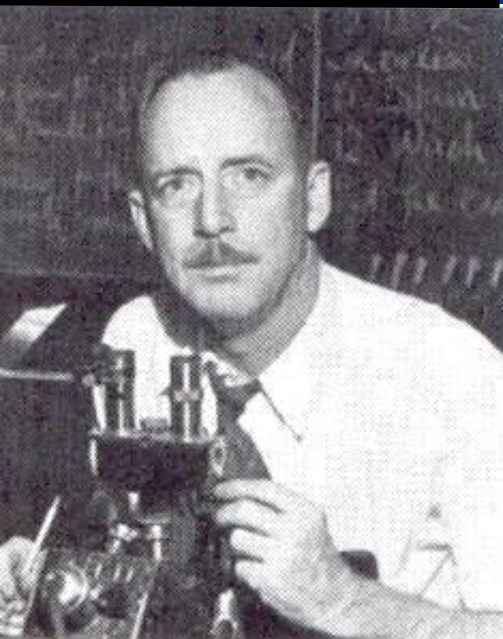


Fylogenetický strom Ernsta Haeckela z roku 1866



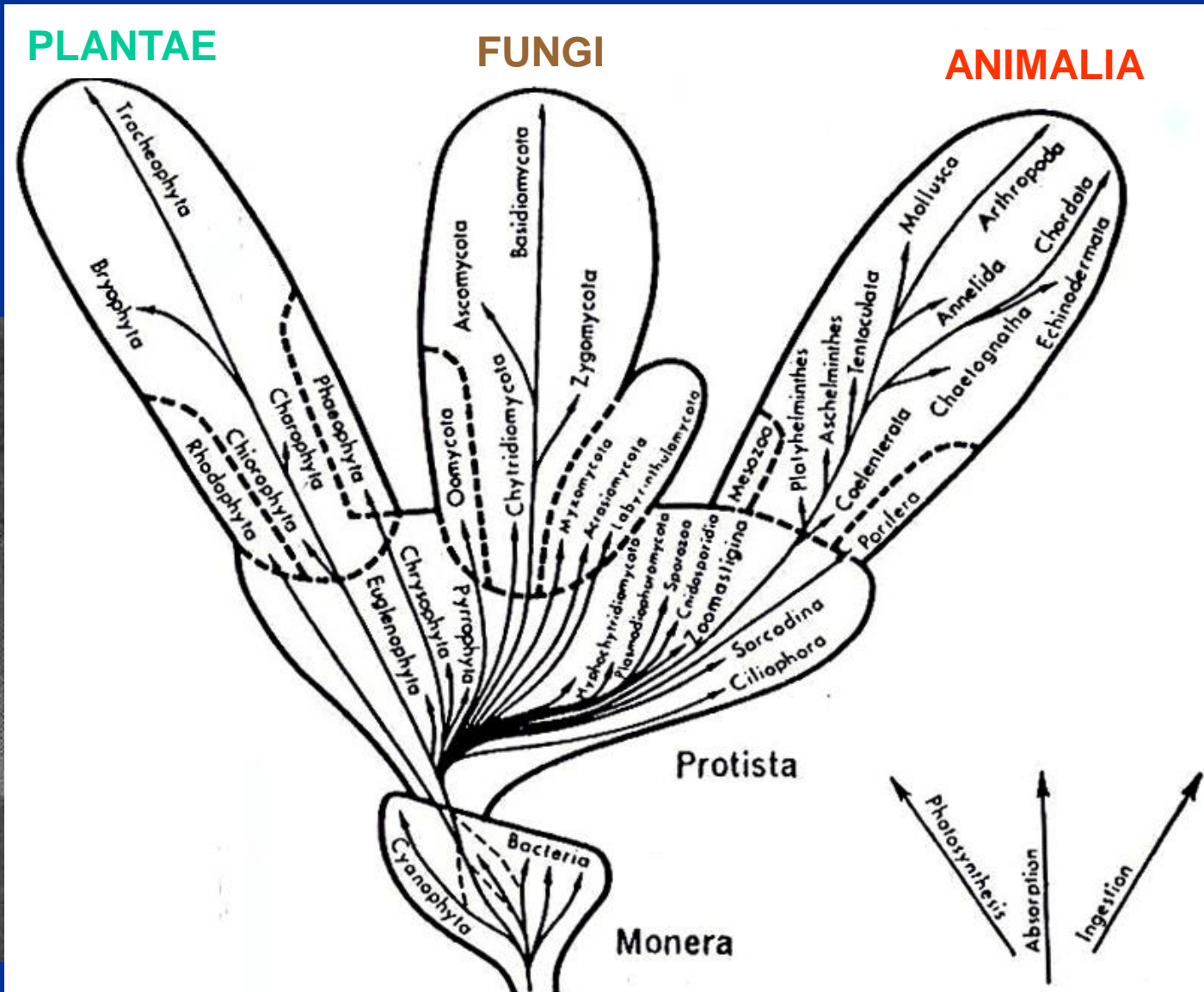
# Schéma 4 říší živých organismů podle Copelenda (40. a 50. léta minulého století).

Houby jako Inophyta tvoří plynulý přechod mezi říšemi Metaphyta (Plantae) a Metazoa (Animalia). Houby ještě nejsou pojímány jako samostatná říše.

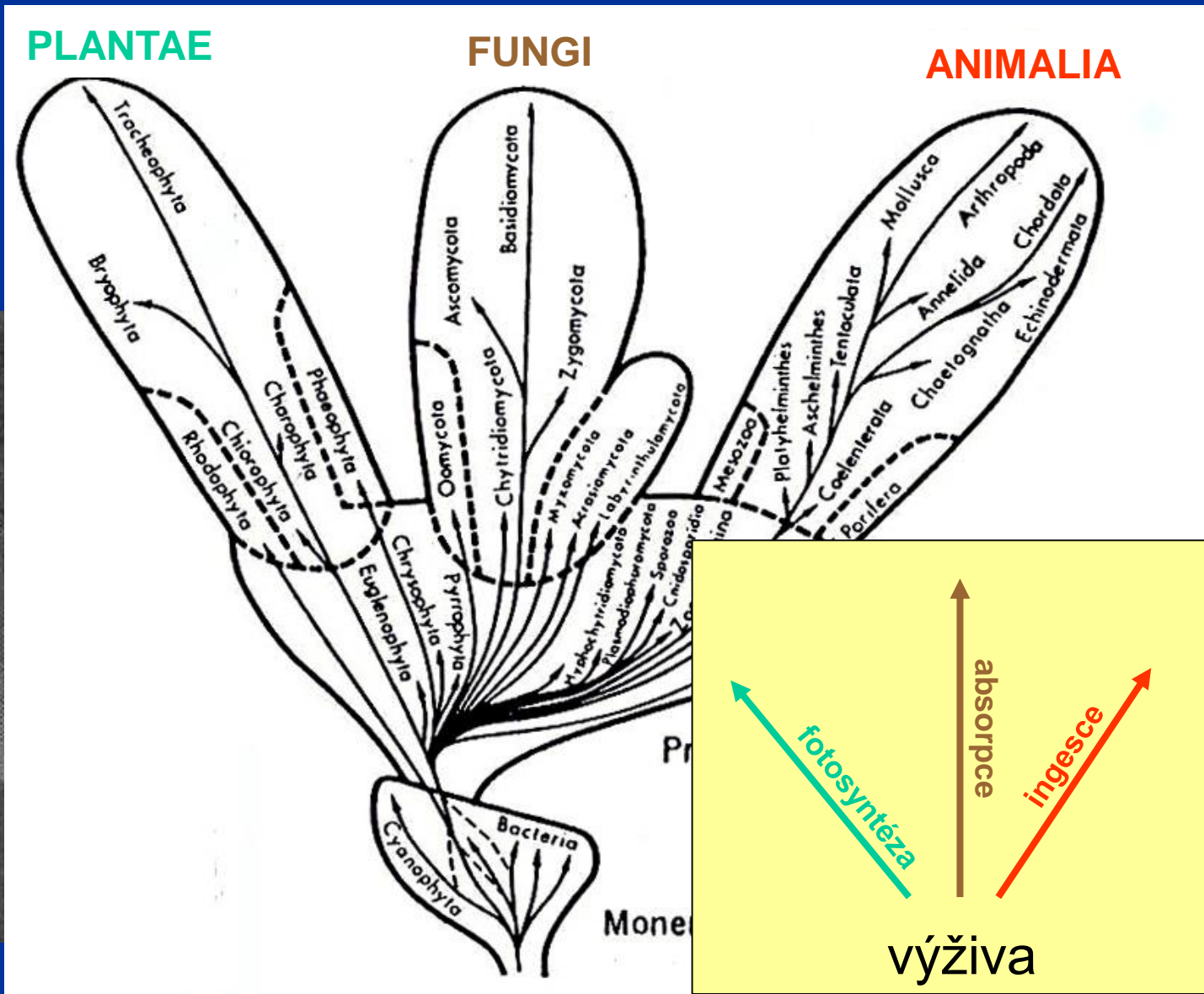


PROKARYOTA	EUKARYOTA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>jednobuněčné</li> <li>samostatně v koloniích</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mnohobuněčné</li> <li>samostatně v koloniích</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>diferenciace somatického pletiva (tkáně)</li> </ul>

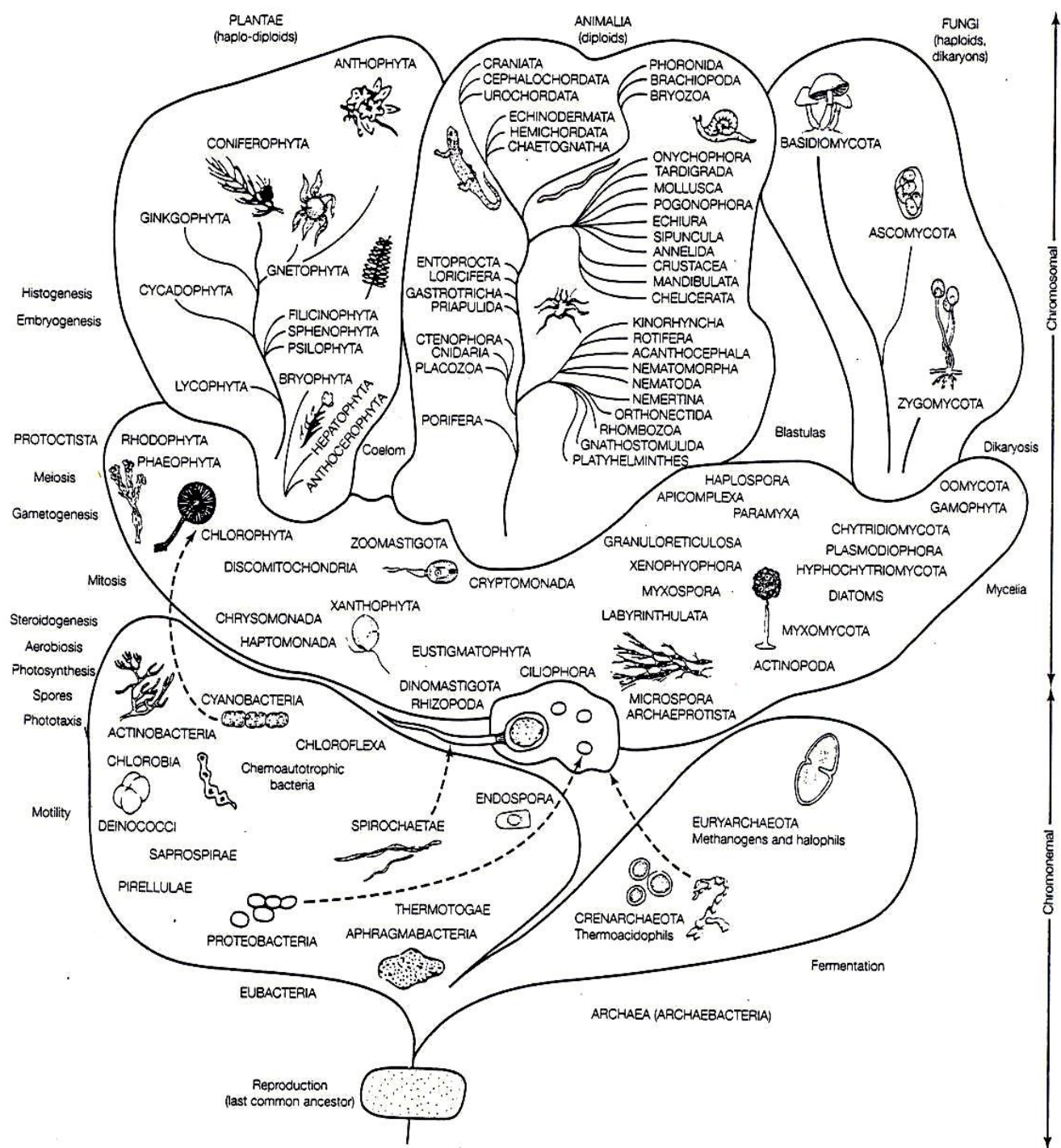
**System pětí říší podle Whittakera (1969).  
 Nové rysy: zdůraznění významu trofie  
 a houby s.l. poprvé jako samostatná říše.**



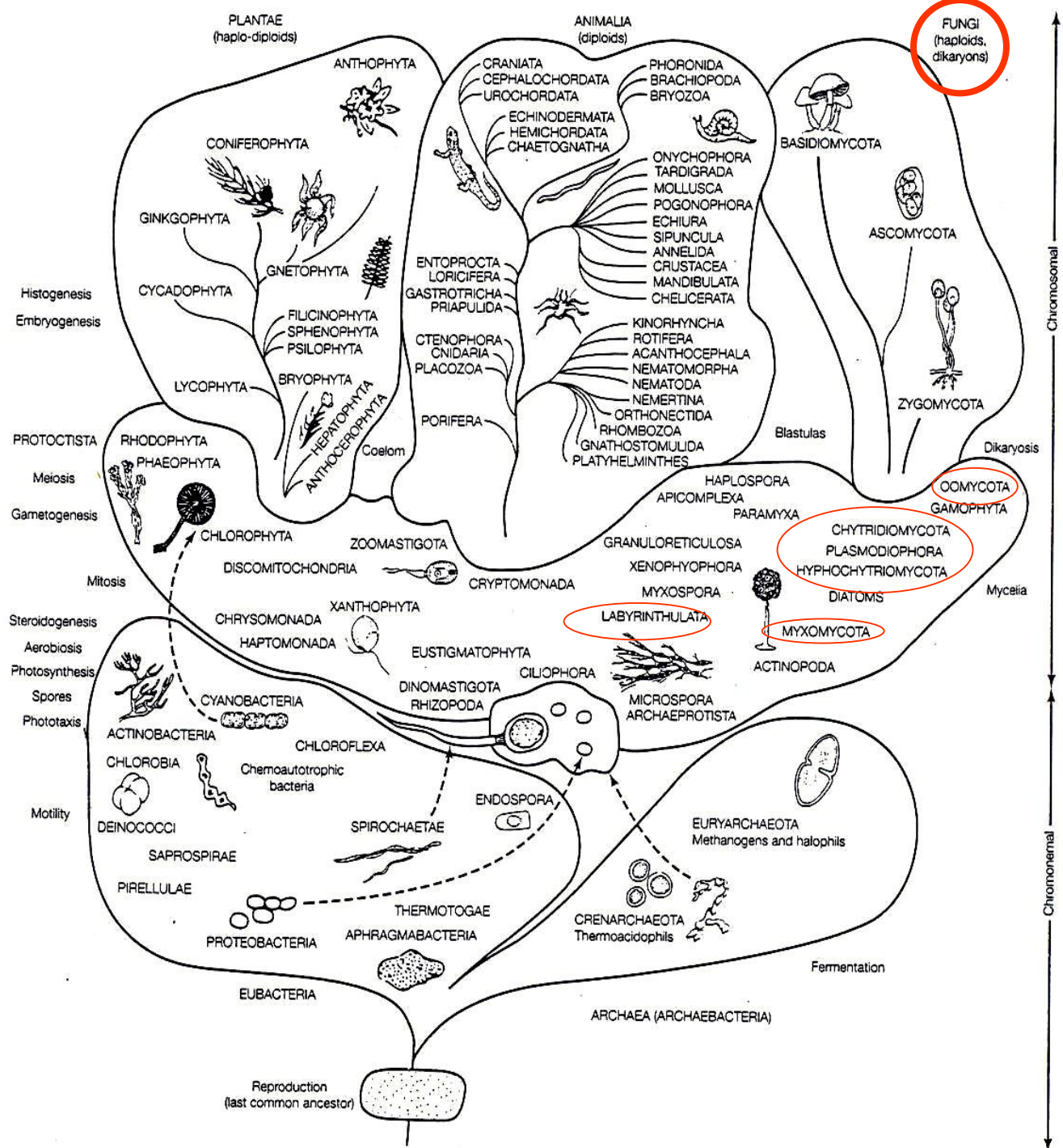
# System pětí říší podle Whittakera (1969). Nové rysy: zdůraznění významu trofie a houby s.l. poprvé jako samostatná říše.



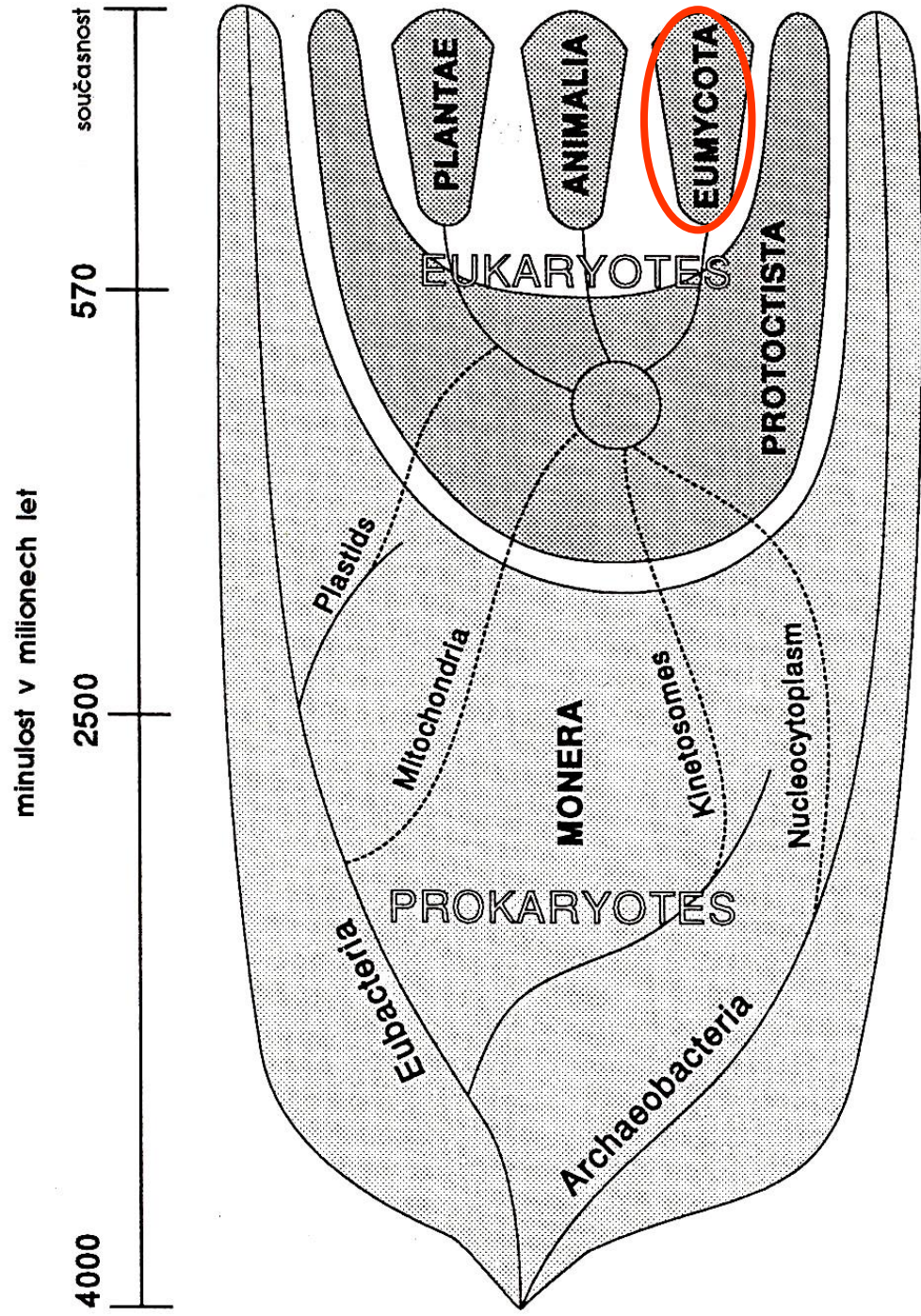
**Whittakerovo schéma pěti říší upravené Margulisovou (1998) a zohledňující symbiotickou teorii původu eukaryotických vzněk.**



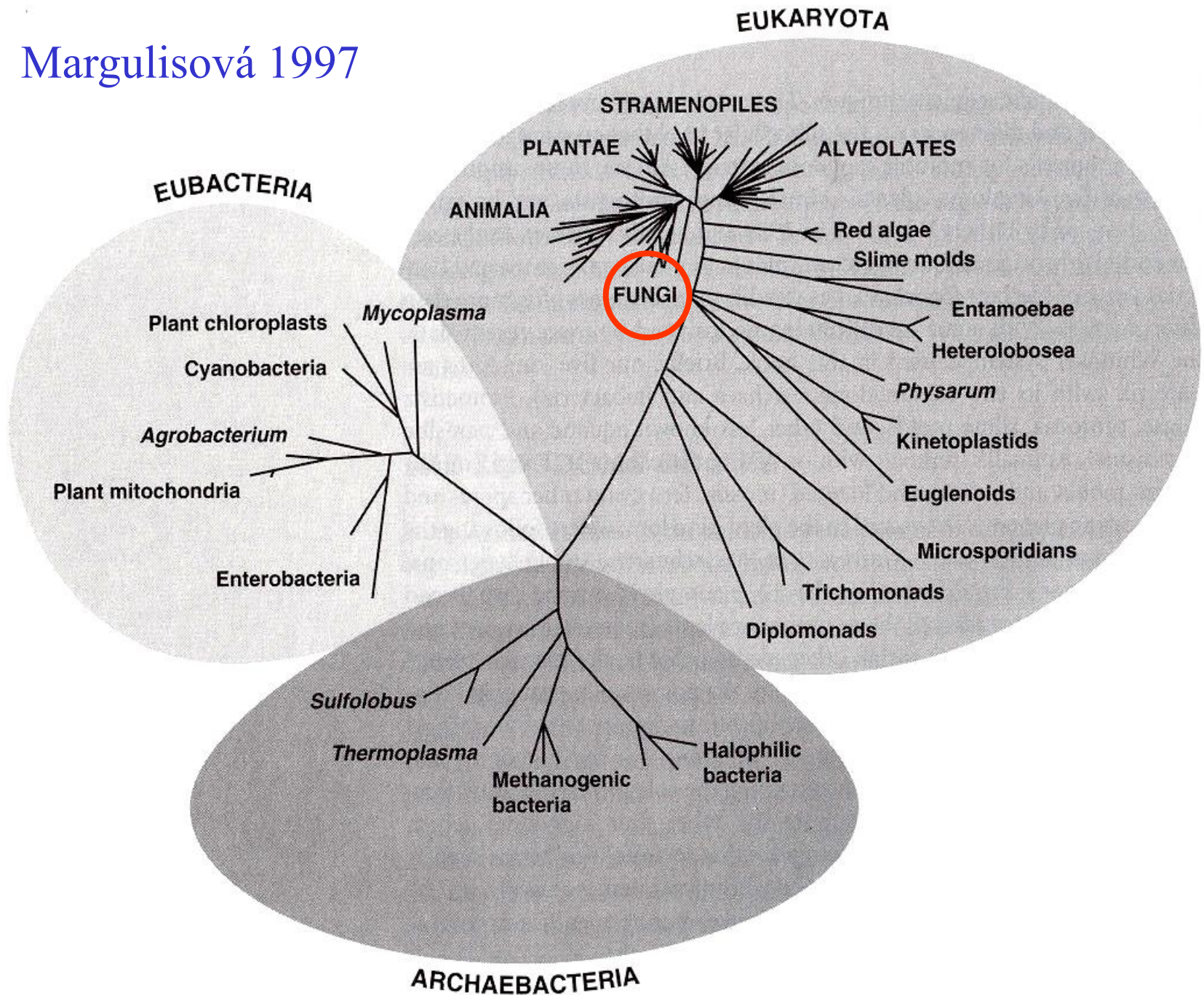
**Whittakerovo schéma pěti říší upravené Margulisovou (1998) a zohledňující symbiotickou teorii původu eukaryotických vzněk.**



# Kendrickova modifikace vývojového schématu 1992



# Margulisová 1997



**Co studuje mykologie:**

**organizmy, tradičně označované jako „houby“ tvoří ze systematického hlediska heterogenní skupinu**

**mykologie studuje dva okruhy organizmů:**

**jednak vlastní houby (zástupce opisthokontní říše Fungi),  
jednak organizmy houbám v některých znacích  
podobné, ale vývojově dosti vzdálené, což v nedávné  
minulosti vyjadřovalo jejich zařazení do polyfyletických  
říší Protozoa, Protocista a Chromista,  
a dnes je označujeme jako**

**Chromistan fungal analogues = „chromistální analogové hub“  
(houbám podobné organizmy z vývojové větve Chromista)**

**Amoebozoan fungal analogues = „amoebozoální analogové hub“  
(houbám podobné organizmy z vývojové větve Amoebozoa)**



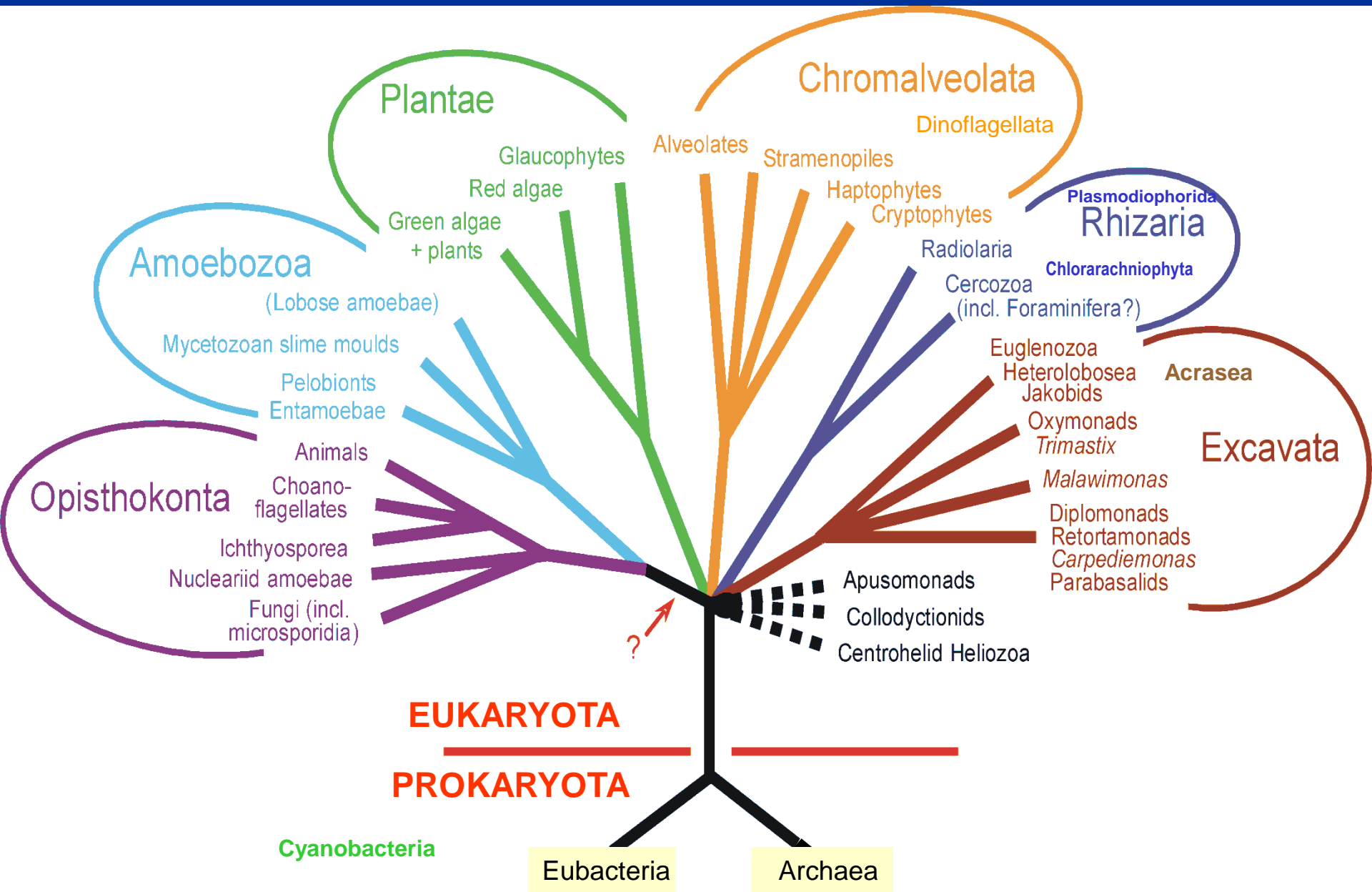
Poznámka ke správnému chápání (a označení) těch skupin organismů, které tradičně studuje mykologie, ale houby (rozuměj **opisthokontní houby** z říše Fungi) to nejsou:

**ANALOGIE** – shodnost některých vlastností mezi netotožnými objekty, v biologii funkční a tvarová shoda orgánů (organismů), které se ale vývojově liší, tedy mají jinou fylogenezi, ale vypadají stejně nebo podobně (známý příklad: křídla ptáků, hmyzu a savců).

**Chromistan fungal analogues** = „chromistální analogové hub“  
(houbám podobné organizmy z vývojové větve Chromista, dnes označovaných jako vývojoné větve SAR)

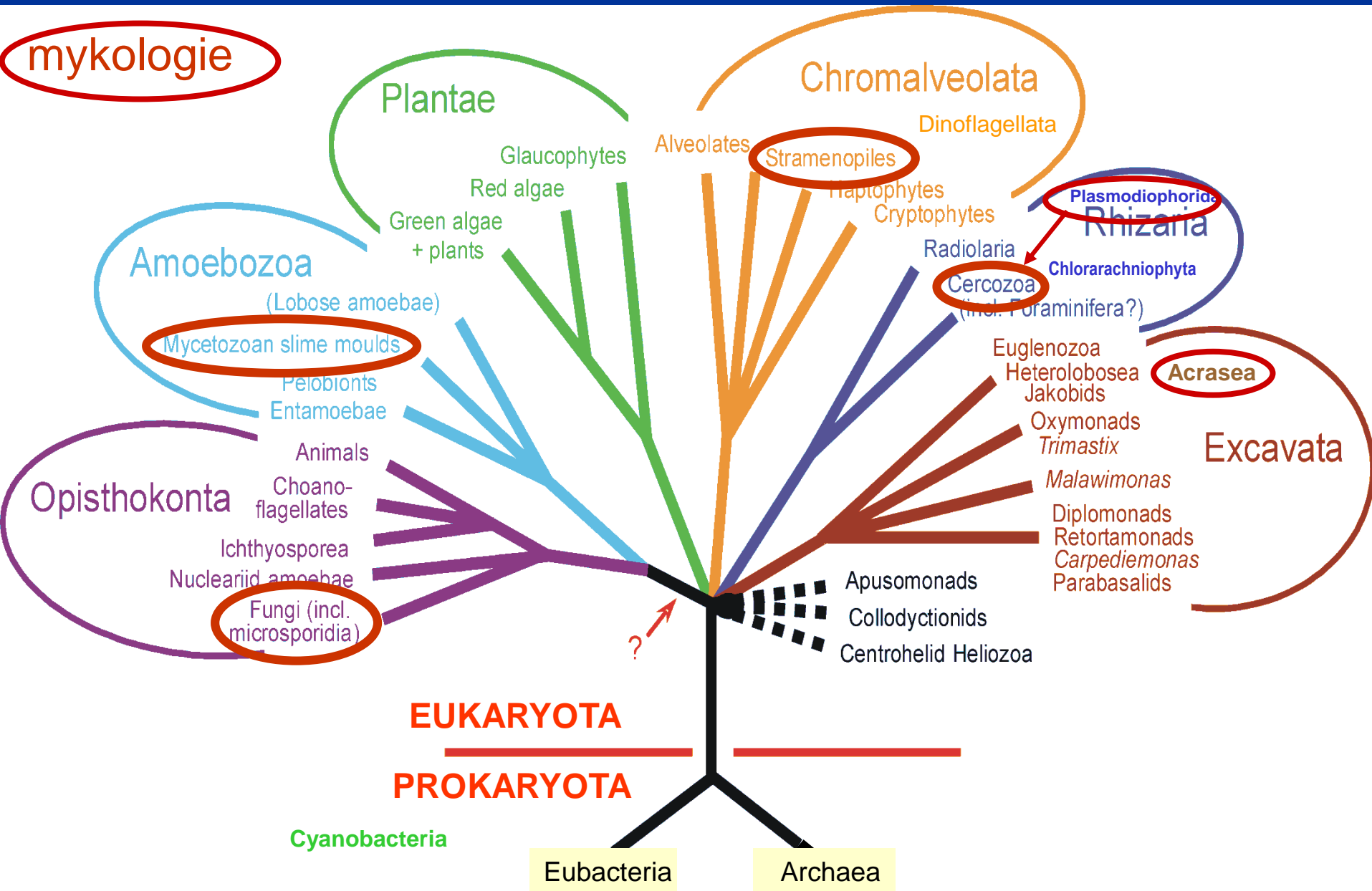
**Amoebozoan fungal analogues** = „amoebozoální analogové hub“  
(houbám podobné organizmy z vývojové větve Amoebozoa)





Alternativní systém skupin („říší“) dle Simpsona & Rogera (2004).

# Jaké organizmy studuje mykologie?



Alternativní systém skupin („říší“) dle Simpsona & Rogera (2004).

**Problematika říší živých organismů a systematické příslušnosti „houbám podobných organismů“. Protista, Protoctista, Protozoa a Chromista jsou bezesporu **umělé konglomeráty**, jejichž zástupci budou postupně členěni do přirozenějších skupin. Alternativní systém eukaryot?**

**Skupiny typu**

**Excavata** (předmětem studia mykologie jsou zde akrasie),

**Amoebozoa** (mykologie studuje sem náležející hlenky),

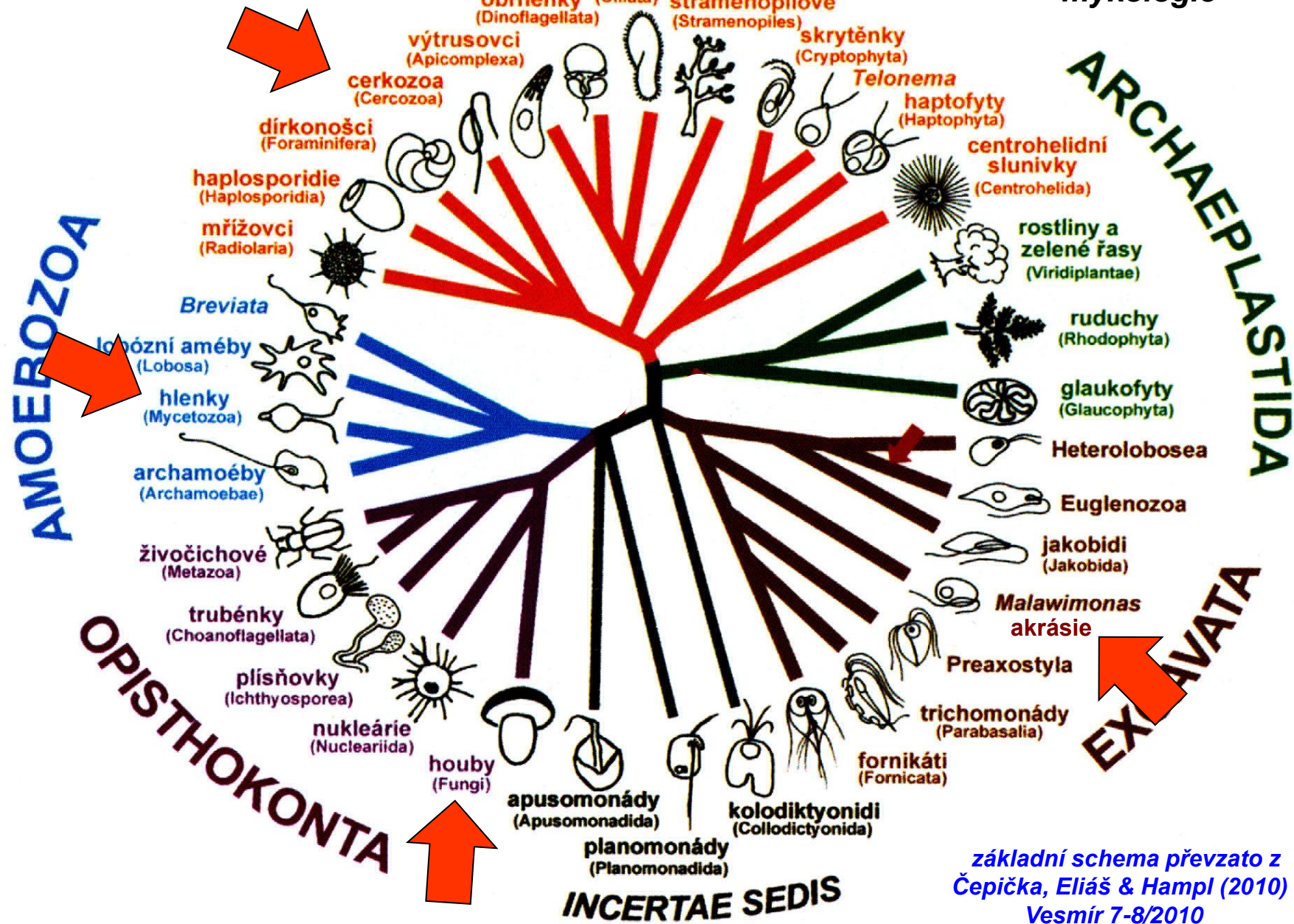
**Rhizaria** (sem náleží plasmodiofory neboli nádorovky),

**Chromalveolata** (do této skupiny náleží i labyrintuly, oomycety a hyfochytrie, které studuje mykologie) a

**Opisthokonta**, kam náležejí mimo jiné i živočichové (říše Animalia, Metazoa) a houby (říše Fungi).

# CHROMISTA

co dnes studuje  
(nebo dříve studovala)  
mykologie



# bližší vysvětlení najdete v časopise Vesmír 2010/7-8

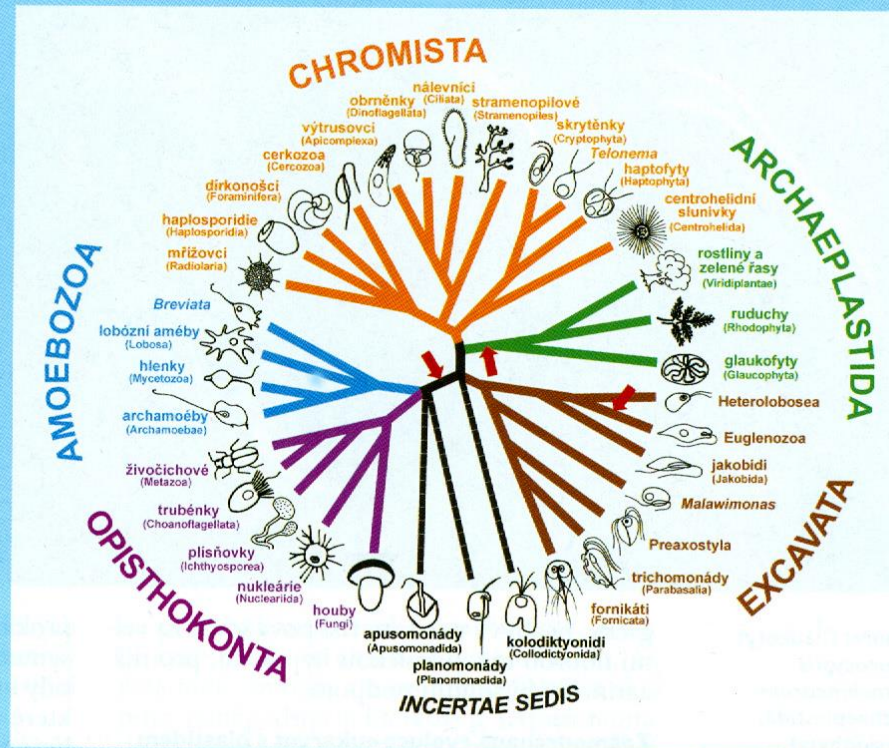
## Pět říší eukaryot

**OPISTHOKONTA** – dvě mnohobuněčné skupiny (živočichové a houby) a několik málo známých jednobuněčných skupin (trubénky, plísňovky a nukleárie). Monofylie je dobře podpořena molekulárně. Společným znakem, který dal skupině název, je přítomnost jednoho tlačného bičíku (např. spermie živočichů, spory chytridií). Řada opisthokont, především naprostá většina hub, však bičík druhotně postrádá.

**AMOEOZOZA** – amébovité organismy s bičíkem i bez něj. Patří sem např. lobózní améby (*Amoeba*, *Acanthamoeba* ad.), archaméby (*Mastigamoeba*, *Entamoeba* ad.) a hlenky (*Dictyostelium*, *Physarum* ad.). Monofylie je dobře podpořena molekulární fylogenetikou, ale společné znaky celé skupiny bude potřeba teprve definovat.

**EXCAVATA** – většinu zástupců tvoří jednobuněční bičíkovci. Původním znakem je přítomnost břišní rýhy (cytostomu), kterou prochází bičík, a dále cytoskeletální útvary související s břišní rýhou. Tyto znaky však nejsou přítomny u všech dnešních zástupců (předpokládají se druhotně ztráty a modifikace). Patří sem skupiny Euglenozoa (trypanosomy, krásnoočka ad.), Heterolobosea (*Naegleria*, *Percolomonas*, *Acrasis* ad.), Jakobida (*Jakoba*, *Reclinomonas* ad.), Metamonada (diplomonády, trichomonády, retortamonády, *Trimastix* ad.) a izolovaný rod *Malawimonas*.

**ARCHAEPLASTIDA** – eukaryoti s primárním plastidem (zelené řasy a rostliny,



ruduchy a glaukofyty). Často se v literatuře používá pro tuto skupinu název Plantae, s nímž ovšem během historie byla spojena celá řada odlišných významů. Monofylie archeplastidů zůstává sporná.

**CHROMISTA** – toto jméno je od počátku spojeno s představou společného původu tří eukaryotických linií se sekundárním plastidem – skrytěk (Cryptophyta), haptofytů (Haptophyta) a stramenopilů (Stramenopiles – hnědé řasy, oomycety, labyrintuly ad.). Později se ukázalo, že chromistům je nějak příbuzná skupina Alveolata (obrněnky, výtrusovci, nálevníci) a celému komplexu se začalo říkat Chromalveolata. Dnes je díky fylogenomice zřejmé, že pokud vůbec existuje monofyletická skupina obsahující

všechny tyto organismy, musí být její pojetí podstatně širší a musí zahrnovat např. i velkou skupinu Rhizaria (dirkonošci, mřížovci, chlorarachnidi, cerkomonády, haplosporidie ad.), dříve považovanou za nezávislou „říši“. Chromista v širším pojetí by pak zahrnovala většinu druhů protist. Hypotetický společný předek chromist obsahoval endosymbiotickou ruduchu, jež se v podobě sekundárního plastidu dochovala u mnoha současných chromistních linií. Monofylie chromist je ovšem stále nejistá a s tím je spojena také otázka, zda nepředstavují jen nepřímo příbuzné skupiny, které si předávaly plastidy cestou terciárních či dokonce kvartérních endosymbióz.

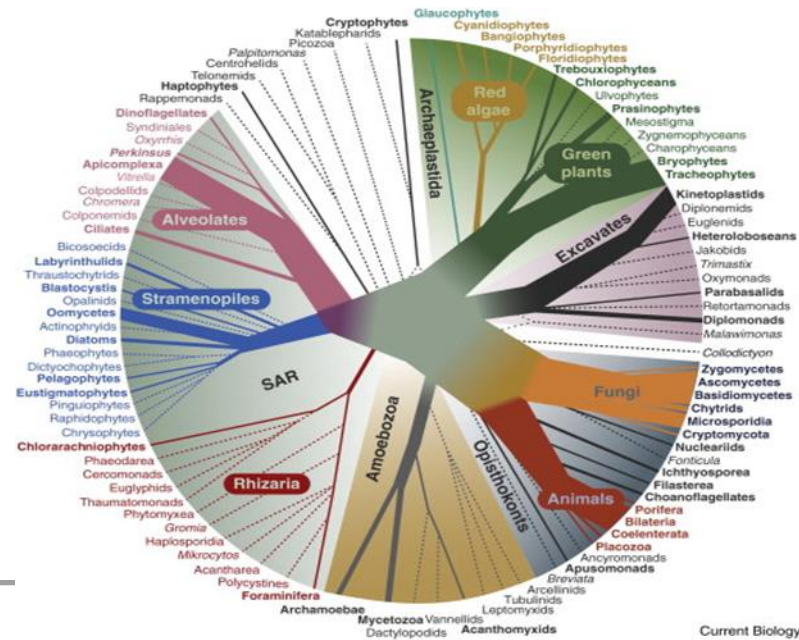
# Rhizaria

- [Fabien Burki](#) ,
- [Patrick J. Keeling](#)

Show more

DOI: 10.1016/j.cub.2013.12.025

[Get rights and content](#)

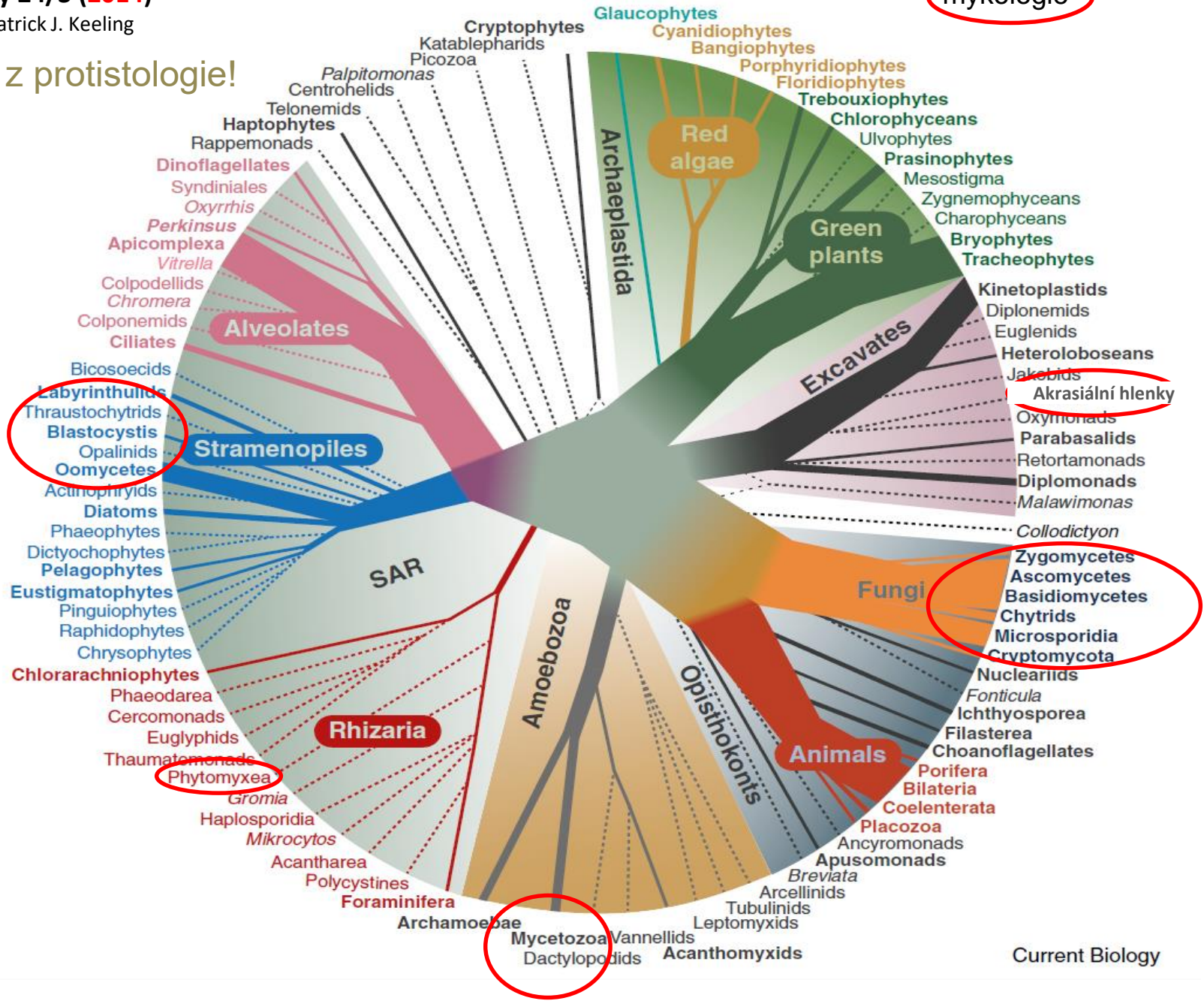


## Summary

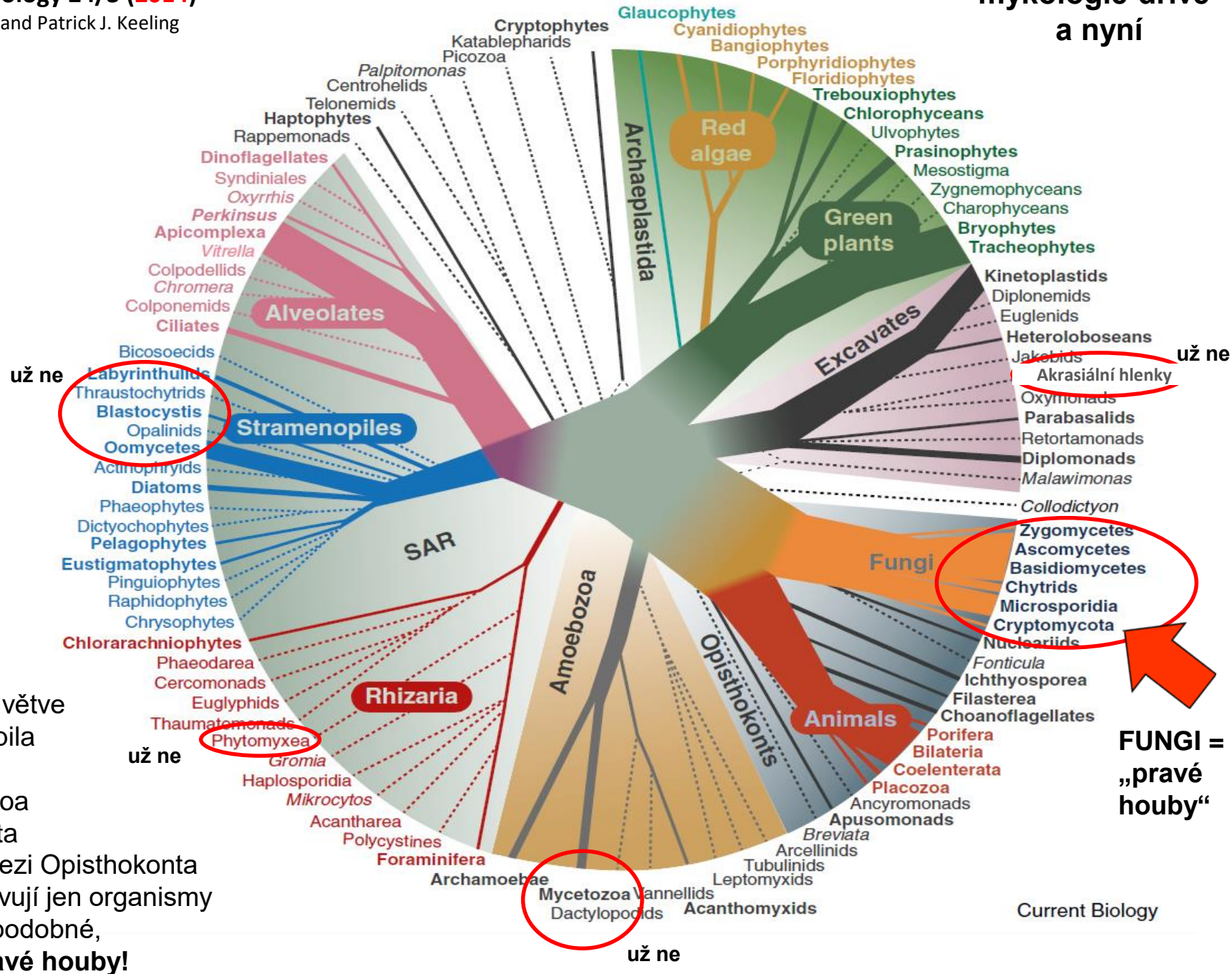
Have you ever stumbled across Ernst Haeckel’s stunning 19th century art prints representing complex symmetrical forms that look like snowflakes, armored knights, or even futuristic space stations? Or maybe walking down an indo-pacific beach, you have taken a closer look at the warm sand only to realize that the ‘sand’ is really countless, minute earthly stars? Chances are you did not realize it, but in both cases you were looking at the skeletons of single-celled organisms belonging to Rhizaria, a large group, or ‘supergroup’, of eukaryotes. Various kinds of rhizarians have long been known to biologists, as evidenced by the fame and frequency with which Haeckel’s illustrations have been reproduced, but the idea that these organisms are all related to one another emerged only recently. And this means that Rhizaria, as a whole, is one of the most poorly understood supergroups of eukaryotes.

mykologie

Jen ukázka z protistologie!





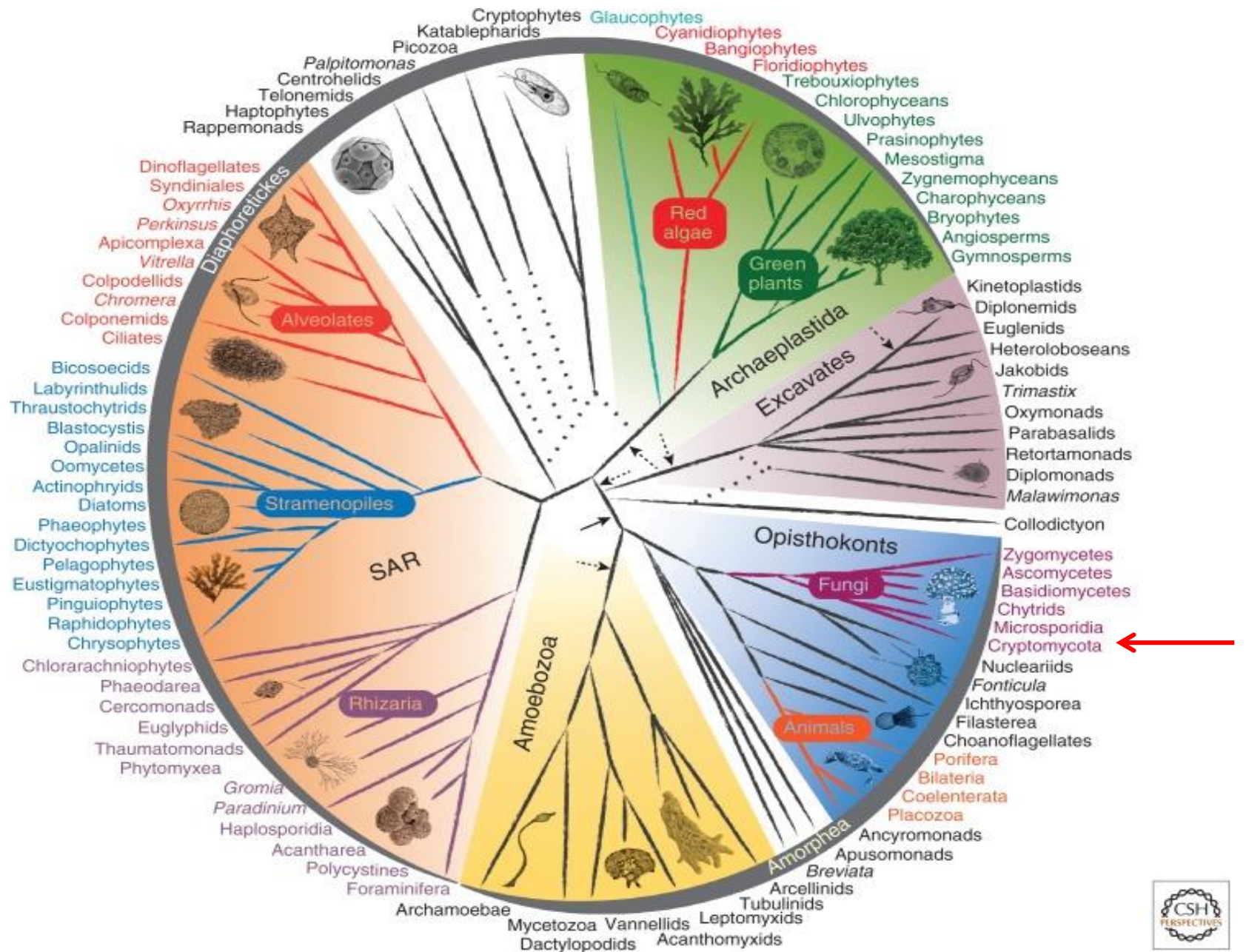


už ne

už ne

Vývojové větve  
 Straminopila  
 Rhizaria  
 Amoebozoa  
 a Excavata  
 nepatří mezi Opisthokonta  
 a představují jen organismy  
 houbám podobné,  
**nikoli pravé houby!**

**FUNGI =**  
 „pravé houby“



Burki F. 2014. The Eukaryotic Tree of Life from a Global Phylogenomic Perspective.



**Důležitá poznámka:**

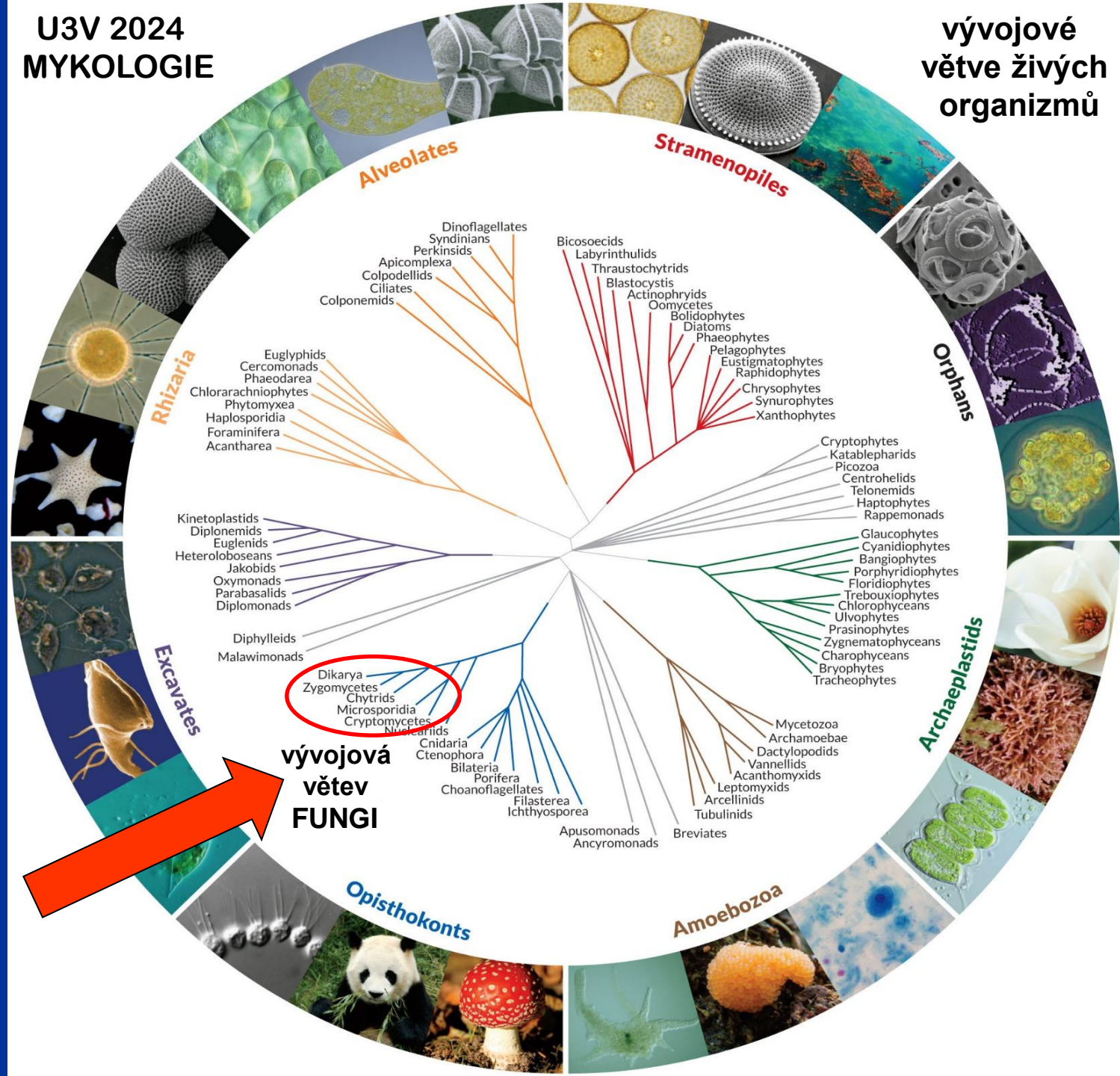
**Hierarchický nebo vývojový princip uspořádání?**

**Původní říše typu Protozoa (prvoci),  
Fungi (houby), Protista atd. představovaly  
heterogenní, polyfyletický konglomerát,  
který postupně s rozvojem našich znalostí,  
je rozčleněn na přirozenější (fylogenetické)  
skupiny – vývojové větve.**

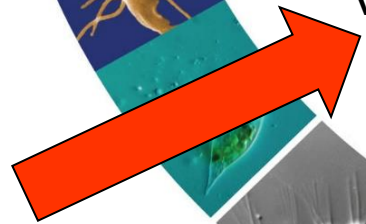
**V současné době jsou předmětem studia**

**VÝVOJOVÉ VĚTVĚ**

**znázorňované nejčastěji jako „fylogenetické stromečky“.**



vývojová  
větev  
FUNGI



## CHROMISTA – CAVALIER-SMITH 1981:

Několik kmenů, převážně 1 buněčné, vláknité či koloniální organizmy, fototrofické i heterotrofní (předpokládá se sekundární ztráta FS schopnosti).

BS převážně celulózní či z jiných polysacharidů.  
**HETEROTROFNÍ** organizmy sem kladené C-S dříve označoval jako PSEUDOFUNGI což je z nomenklatorického pohledu nepřijatelné.

Chromista obsahují řasové organizmy i organizmy houbám podobné, které zřejmě mají společný původ, pro které hovoří některé fyziologické znaky (syntéza lysinu přes kyselinu diaminopimelovou (DAP) , zatímco u hub jde přes kyselinu aminoacidipovou. Další rozdíly jsou v mitochondriích (trubicovité přepážky), bičíky s mastigonematy a další.

Již mnoho let to neplatí,  
**ALE byl to krok správným směrem!**

**FUNGI** Linnaeus 1753 (skupina), FRIES 1821.

Jednobuněčné i vícebuněčné, často vláknité (myceliální) organizmy, buněčnou stěnu tvoří chitin a  $\beta$ -polyglukany. Výživa absorpční/osmotrofická, tedy heterotrofní a to nikoli fagotrofní. Zásobní látkou je (podobně jako u živočichů) glykogen. Některé znaky na úrovni ultrastruktury (mitochondrie s plochými přepážkami) a biosyntézy (syntéza lyzinu cestou AAA) jsou také blíže živočichům než rostlinám.

**Bičíky** pouze u oddělení **Chytridiomycota**, hladké, bez mastigonemat. Životní cyklus převážně haploidní nebo dikaryotický, vzácně i diploidní.

Náplň této skupiny doznala v posledních desetiletích velkých změn, především převedením některých zástupců, které tradičně studuje mykologie, nejdříve do říší Protozoa a Chromista, postupně do reálných **vývojových větví**.

## FUNGI Linnaeus 1753, FRIES 1821

Jednobuněčné i vícebuněčné, často vláknité organizmy s BS – chitin a  $\beta$  glukan, výživa absorptivní/osmotrofická, tedy heterotrofní a to nikoli fagotrofní.

Bičíky pouze u oddělení Chytridiomycota a Cryptomycota. Mitochondrie s plochými přepážkami. Co sem náleží:

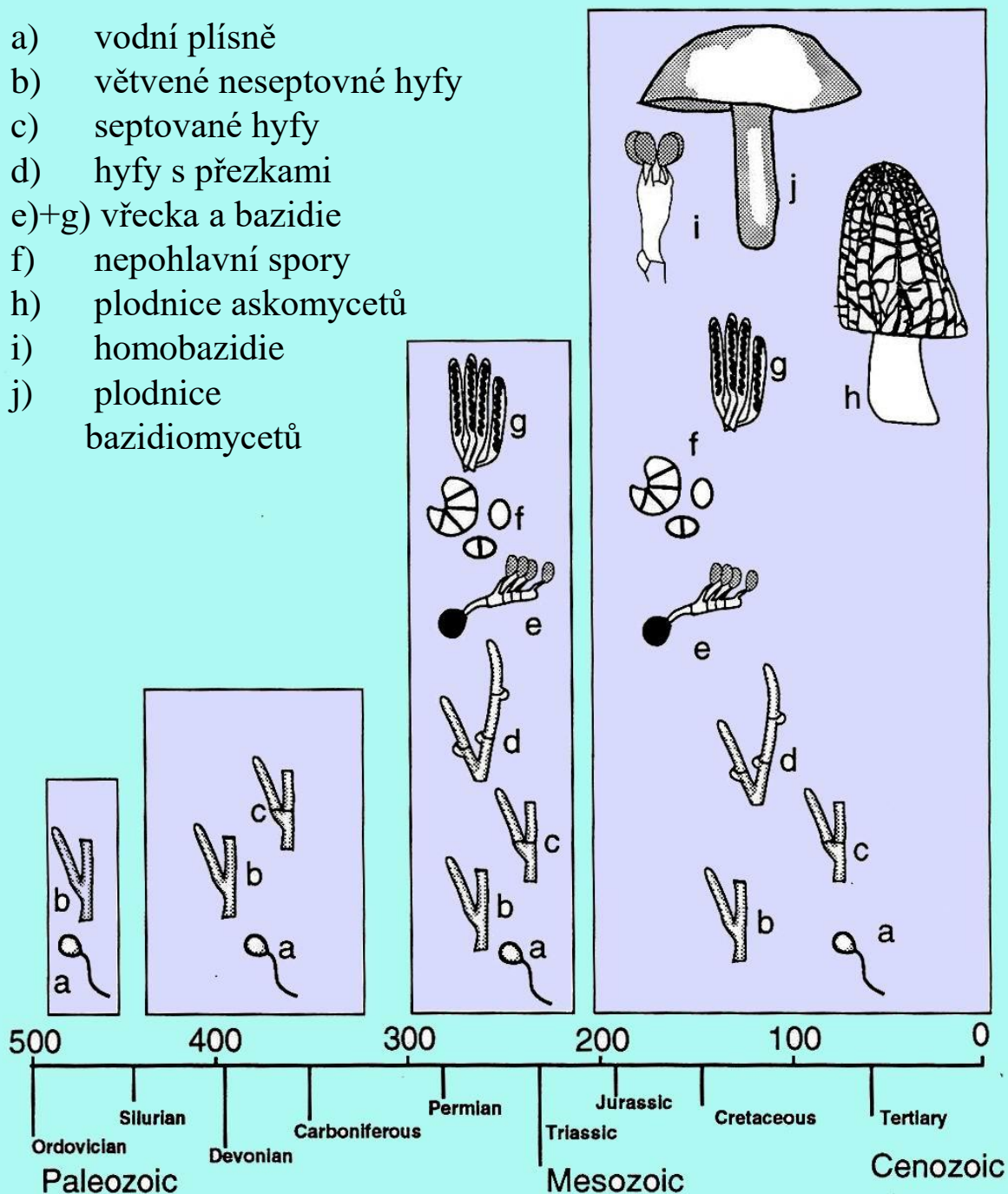
Nejdůležitější vývojové větve opisthokontních hub:

CRYPTOMYCOTA  
CHYTRIDIOMYCOTA s.l.  
MICROSPORIDIOMYCOTA  
ZYGOMYCOTA  
ASCOMYCOTA  
BASIDIOMYCOTA

# A nyní něco o možném datování vzniku a vývoji hub.

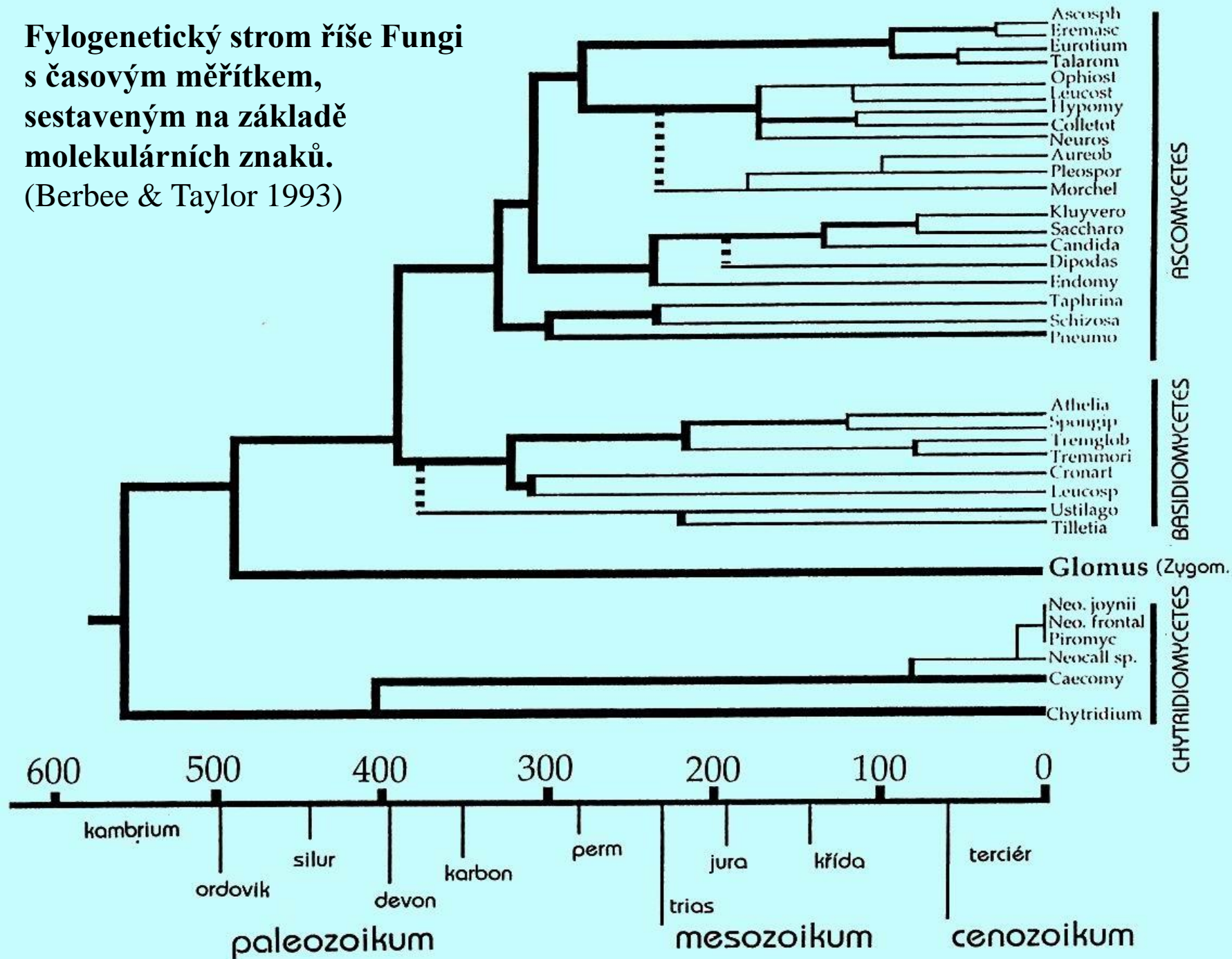
Schematické  
znázornění  
nejdůležitějších  
momentů ve  
vývoji hub.

- a) vodní plísně
- b) větvené neseptovné hyfy
- c) septované hyfy
- d) hyfy s přezkami
- e)+g) vřečka a bazidie
- f) nepohlavní spory
- h) plodnice askomycetů
- i) homobazidie
- j) plodnice bazidiomycetů





**Fylogenetický strom říše Fungi  
s časovým měřítkem,  
sestaveným na základě  
molekulárních znaků.  
(Berbee & Taylor 1993)**



## GEOLOGICKÉ ÉRY

4 700 - 4 000 mil. let	PŘEDGEOLOGICKÉ OBDOBÍ	
4 000 - 2 500 mil. let	PRAHORY	Prekambrium
2 500 - 590 mil.let	STAROHORY	
590 - 250 mil. let	PRVOHORY	Kambrium
		Ordovik
		Silur
		Devon
		Karbon
250 - 66 mil. let	DRUHOHORY	Perm
		Trias
		Jura
66 - 1,7 mil. let	TŘETIHORY	Křída
		Paleogén
1,7 mil. let - dnešek	ČTVRTOHORY	Neogén
		Pleistocén
		Holocén

Terestrická fosilní houba  
rodu *Prototaxites*  
cca silur-devon  
(430-360 mil. let),  
možnost řasových  
symbiontů?



**A nyní něco o tom, jak se vyvíjely  
představy o původu hub  
a houbám podobných organizmů.**

# Historické stáří hub a houbám podobných organizmů:

Přímé a nepřímé důkazy o fylogenezi této skupiny:

Paleontologické doklady – ojedinělé, důvody.

Nepřímé důkazy: ontogeneze, biochemie, ultrastruktura, znaky na molekulární úrovni.

Starší vývojové teorie a současný stav názorů na tuto problematiku.

Základní megaevoluční posun, významný pro vznik vlastních hub (říše Fungi) a houbových organizmů z říše Chromista.

**Obecně:**

## **starší fylogenetické spekulace o původu hub:**

- a) Odvození z řas: polyfyletické i monofyletické teorie v devatenáctém století, názor, že houby se vyvinuly z řas, nebo jako paralelní heterotrofní větve ze společného předka s řasami.  
Počátky těchto úvah u Brauna (1847), Pringsheima (1858), až po Chadefauda (1960)**
- b) Odvození z protozoí: opět polyfyletické i monofyletické teorie, první s touto myšlenkou přišel asi Gobi (1884), názor zastávali ještě Moreau (1954) a Ingold (1959).**

# Obecně:

## na čem stavět fylogenetické hypotézy, teorie, a úvahy?

- a) **Přímé důkazy: paleontologické doklady – fosilie.**  
Známe fosilní houby? Známe, ale je jich málo, jsou ojedinělé a neumožňují jasnou interpretaci (tedy soudy o konvergenci, divergenci atd.).  
Důvod: houby jsou obtížně fosilizovatelné organizmy.
- b) **Nepřímé důkazy: ontogeneze jako výpověď o fylogenezi.**  
Pozor: u hub je nutno vegetativní znaky považovat za značně proměnlivé! Tvorba nebo ztráta tvorby plodnic u bazidiomycetů, opakovaný vznik ostiola u askomycetů.  
Konzervativní znaky: generativní.  
Méně konzervativní znaky: vegetativní.  
Nejproměnlivější znak: výživa
- c) **Důkazy metodami molekulární biologie.**

# Stručný nástin fylogeneze hub a houbám podobných organizmů

Poznání vzniku a historického vývoje (fylogeneze) hub a houbám podobných organizmů představuje problém, který je dosud velice otevřený. Ještě v nedávné minulosti byly jen velmi omezené možnosti metodického přístupu k této otázce. **Fosilní nálezy hub se dochovaly jen minimálně.** Srovnávací morfologie a studium ontogeneze má (bez dostatečné podpory v paleontologických dokladech) do značné míry také jen omezenou výpovědní hodnotu. I když tyto metody byly později doplněny biochemickými a ultrastrukturálními přístupy, teprve analýza výsledků na molekulární úrovni studia umožnila posunout řešení problému.

Úvahy o fylogenezi hub v minulosti vždy končily konstatováním, že se jedná o **polyfyletickou skupinu\***; skutečné příčiny tohoto polyfyletizmu dlouho nalezeny nebyly. To souviselo s celkovým stavem biologického poznání: houby byly zprvu klasifikovány spolu s rostlinami do jediné říše **Plantae**. Teprve v polovině dvacátého století došlo k vyčlenění hub do samostatné (ovšem polyfyletické) říše. Teprve rozšíření počtu říší organizmů o další alternativní skupiny vysoké kategorie a zúžená interpretace vlastní říše Fungi se ukázalo jako správná cesta, což potvrdily i výsledky studia na molekulární úrovni. Je tedy zřejmé, že hledání společného předka pro heterogenní skupinu, dříve označovanou souhrnně jako „houby“, nebyl správný směr fylogenetických úvah. Postupný vývoj našeho poznání zřejmě ukáže další a z fylogenetického hlediska přirozenější skupiny, z nichž některé budou obsahovat i houbám podobné organizmy, které tradičně studovala mykologie.

V minulosti se dlouhou dobu udržoval předpoklad polyfyletického odvození hub z řasových předků. Tato hypotéza se v současnosti příliš neuplatňuje a není podporována ani závěry molekulárně-genetických studií. Výsledky těchto studií naopak podporují Atkinsonův poměrně starý názor (Atkinson 1909) o odvození hub z nefotosyntetizujících („bezbarvých“) organizmů, podstatně starších než chytridiomycety. A právě nové poznatky ukazují, že houby pravděpodobně **vznikly z předků protozoí ještě dříve, než se vydělili rostliny**

**a živočichové.** Zřejmě nejvýznamnějším vývojovým posunem při vzniku hub (v souč. pojetí říše Fungi) byl vznik **stabilní buněčné stěny** a s tím spojený nutný **přechod od fagotrofní výživy k výživě absorpční.** Zajímavé jsou v této souvislosti údaje o tom, že houby jsou vývojově zřejmě blíže živočichům než rostlinám (např. společná zásobní látka - polyglukan **glykogen**). Použití uvedené hypotézy na jednotlivé skupiny hub a houbám podobných organizmů vede k následujícím závěrům:

Studie, vycházející ze sekvenování 18S rRNA, ukazují na zřetelnou příbuznost šesti oddělení (kmenů), dnes řazených do samostatné říše Fungi. Tato oddělení (lépe **vývojové větve**) se nazývají **Chytridiomycota, Cryptomycota, Microsporidiomycota, Zygomycota, Ascomycota a Basidiomycota.** Jejich počet není finální, nové studie mohou ukázat, že i některé z těchto skupin jsou polyfyletické a objeví se další, nová vývojová větev. Na výchozí pozici chytridiomycetů pro vznik a vývoj ostatních oddělení této říše se shodují kladistické studie založené na molekulárních i nemolekulárních údajích.



Rychlost substitucí v molekulárních sekvencích byla použita i pro zpřesnění údajů o historickém datování vzniku některých skupin hub. Bylo tak zjištěno, že zygomycety a prapředkové hub vřeckovýtrusých a stopkovýtrusých se vydělili z chytridiomycetů přibližně před 550 miliony let a oddělení vřeckovýtrusých a stopkovýtrusých hub mohlo nastat přibližně před 400 miliony let. Tyto údaje s malými odchylkami potvrzují i paleontologické nálezy, podle kterých první vřeckovýtrusé houby pocházejí již ze siluru (440 milionů let) a stopkovýtrusé houby pak z devonu (380 milionů let). Některé fosilní doklady také svědčí o tom, že houby byly asociovány již s prvními suchozemskými rostlinami.

\* **Polyfyletická skupina** (taxon) „vznikla“ více než z jednoho předka, obsahuje jedince navzájem si podobné, ale vývojově (fylogeneticky) spolu nesouvisející (konvergence). Polyfyletické skupiny (taxony) „vznikly“ na základě nedostatečných znalostí o konkrétních organech, které polyfyletické skupiny obsahují. **Konvergence** je v evoluční biologii takový typ evoluce, při němž se nepříbuzné taxony vyvíjejí pod podobnými selekčními tlaky (například v podobném prostředí či v důsledku podobného stylu života) a na základě toho vypadají podobně.

??

Vědní obor **mykologie** studuje systematiku, ekologii a historický vývoj vlastních hub (opisthokontní vývojová větev Fungi) a houbám podobných heterotrofních zástupců z vývojových větví Excavata, Rhozaria, Straminopila a Amoebozoa.

**Houby** v širokém smyslu slova (houby s.l.), tedy zástupci z opisthokontní říše Fungi a houbám podobné organizmy z uvedených vývojových větví tvoří heterogenní polyfyletickou skupinu s heterotrofní (holozoickou nebo osmotrofní) výživou. Produktem metabolismu vlastních hub je polysacharid glykogen, což spolu s dalšími znaky na biochemické (syntéza lyzinu) a ultrastrukturální (lyzozomy) úrovni přibližuje vlastní houby (tj. zástupce opisthokontní vývojové větve Fungi) spíše k živočichům (říše Animalia) než k rostlinám (říše Plantae), se kterými byly v minulosti tradičně spojovány.

# ŘÍŠE FUNGI – PRAVÉ HOUBY

FUNGI Linnaeus 1753/FRIES 1821.



Samostatná skupina, v nejstarších dobách vedená v říši Plantae, od 60. let minulého století jako samostatná říše, postavená na principu specifického způsobu výživy.

Dnes na základě molekulárních znaků a přítomnosti zadního tlačného bičíku (pouze u jediné skupiny – chytridií) jsou pravé houby (říše Fungi) kladeny spolu se živočichy (Animalia) a dalšími skupinami do nadřazené jednotky - vývojové větve Opisthokonta.

Základní vývojové trendy: ztráta pohyblivých buněk, výrazná dikaryofáze, stoupající význam nepohlavního rozmnožování.

# ŘÍŠE FUNGI – PRAVÉ HOUBY

FUNGI Linnaeus 1753/FRIES 1821.



Jednobuněčné i vícebuněčné, často vláknité (myceliální) organizmy, buněčnou stěnu tvoří chitin a  $\beta$ -polyglukany. Výživa absorpční/osmotrofní, tedy heterotrofní ale nikoli fagotrofní. Zásobní látkou je (podobně jako u živočichů) glykogen. Některé znaky na úrovni ultrastruktury (mitochondrie s plochými přepážkami) a biosyntézy (syntéza lyzinu cestou AAA) jsou také blíže živočichům než rostlinám.

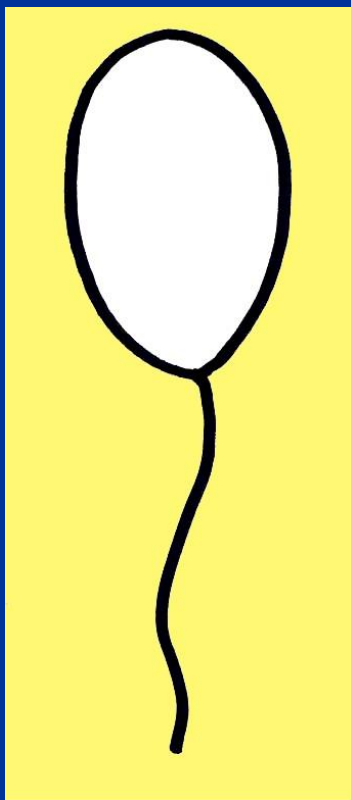
Bičíky pouze u oddělení Chytridiomycota, bičíky jsou opisthokontního typu – zadní (tlačné) hladké, bez mastigonemat. Životní cyklus převážně haploidní nebo dikaryotický, vzácně i diploidní.

Jestě malé odbočení: bičíky, tedy bičíkaté formy:

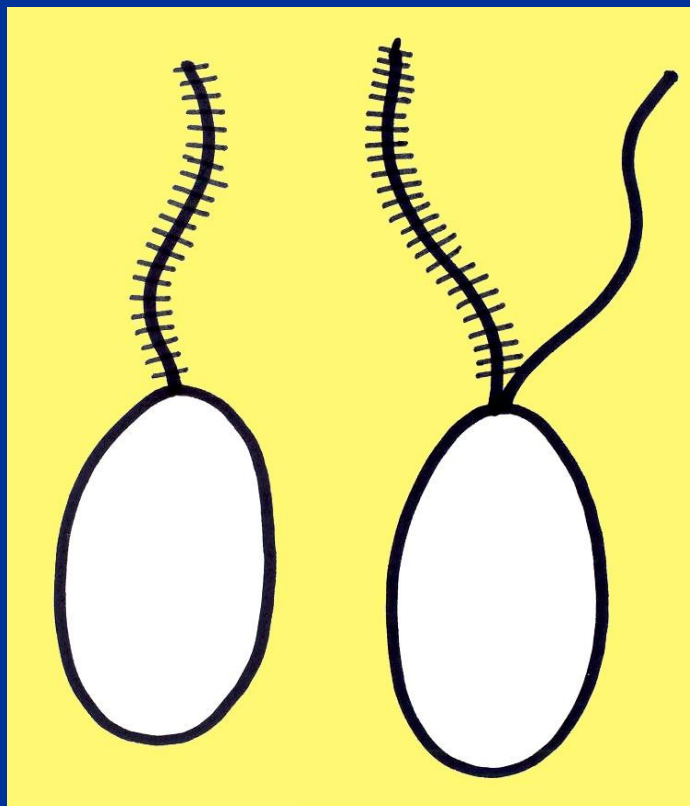
terminologie bičíkatých stadií  
(myxomonády, flageláti, zoospory, ciliátní buňky apod.):

**dle uložení bičíků a směru pohybu:**

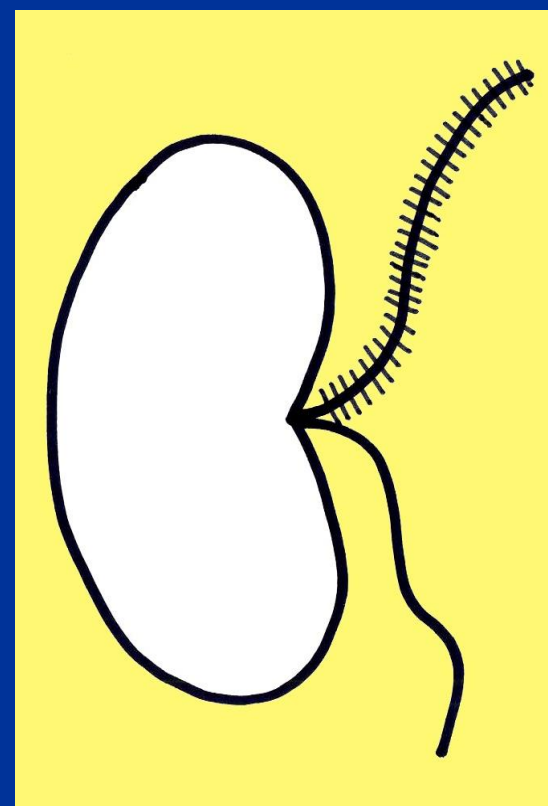
směr pohybu



opisthokontní  
(bičík vzadu)



akrokontní  
bičík vpředu



pleurokontní  
(bičíky po straně)

# FUNGI Linnaeus 1753/FRIES 1821.



**Původ:** dříve jako polyfyletická skupina (houby s.l.). Vydělení z předků protozoí, vznik stabilní buněčné stěny a s tím spojený přechod od výživy fagotrofní k výživě absorpční. Molekulární údaje podporují zřetelnou příbuznost pěti oddělení, dnes kladených do samostatné říše Fungi.

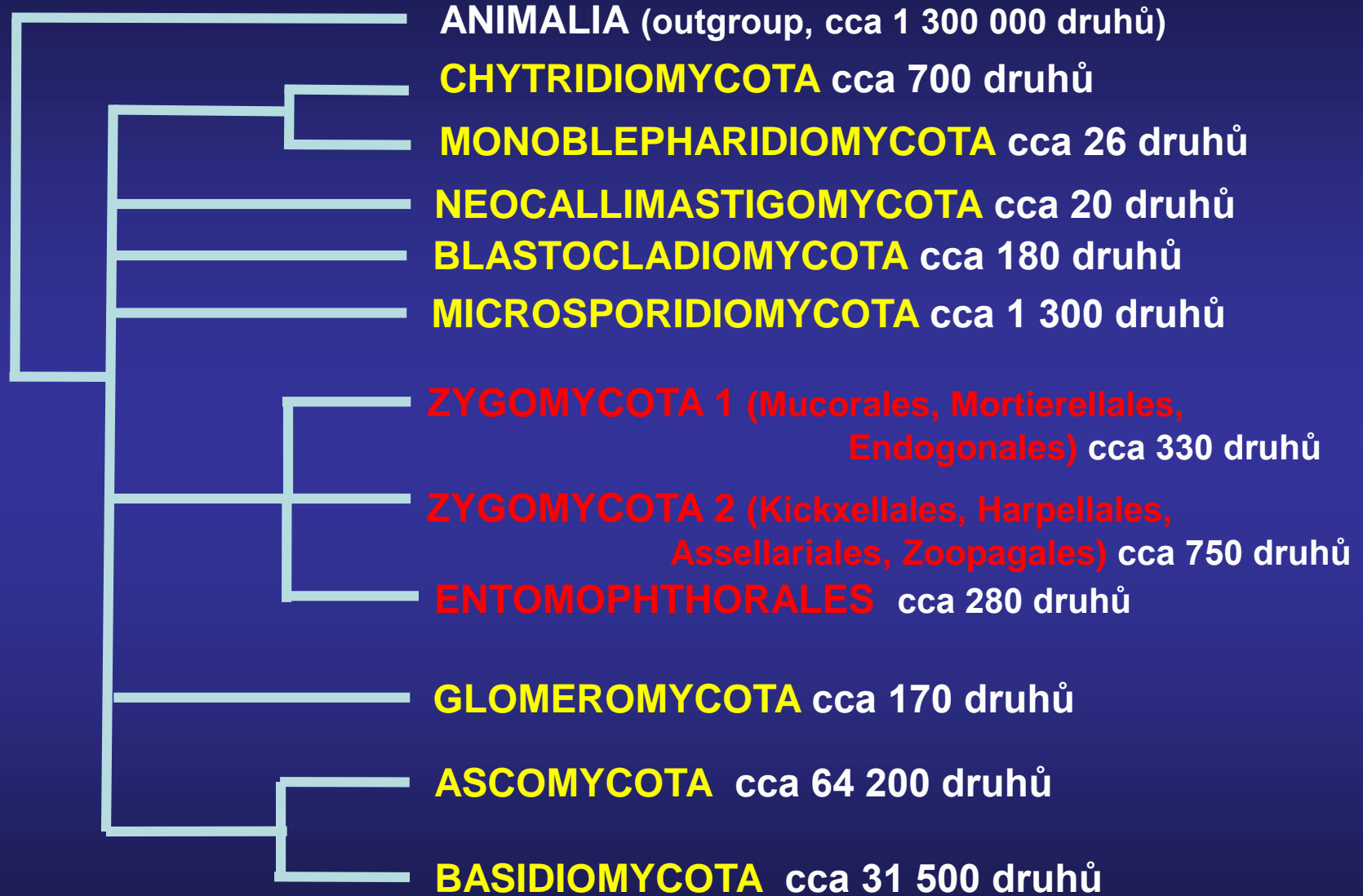
Pokročilejší skupiny se vydělili z předků Chytridomycot před cca 550 miliony let a k oddělení hub vřeckovýtrosých a stopkovýtrosých mohlo dojít přibližně před 450 miliony let. Nejstarší prokazatelné fosilní doklady z území Švédska pocházejí z pozdního siluru (paleozikum cca 420 milionů let), tedy společně s prvním hmyzem a Rhyniophyty.

Počty popsaných druhů  
hub  
a houbám podobných  
organizmů z Dictionary of  
Fungi 2001.

Počty dosud popsaných  
druhů  
a odhady počtu reálně  
existujících druhů  
v přírodě.

	gen.	spp.	gen.	spp.
<b>PROTOZOA</b>				
Acrasiomycota			6	12
Myxomycota			80	879
<i>Dictyosteliomycetes</i>	4	46		
<i>Myxomycetes</i>	62	798		
<i>Protosteliomycetes</i>	14	35		
Plasmodiophoromycota			15	47
			<hr/> 162	<hr/> 960
<b>CHROMISTA</b>				
Hyphochytriomycota			6	23
Labyrinthulomycota			13	48
Oomycota			92	808
			<hr/> 117	<hr/> 889
<b>FUNGI</b>				
Ascomycota			3409	32739
<i>Ascomycetes</i>	3328	32325		
<i>Neolectomycetes</i>	1	3		
<i>Pneumocystidomycetes</i>	1	1		
<i>Saccharomycetes</i>	71	290		
<i>Schizosaccharomycetes</i>	2	5		
<i>Taphrinomycetes</i>	6	115		
Basidiomycota			1353	29914
<i>Basidiomycetes</i>	1037	20391		
<i>Urediniomycetes</i>	195	8057		
<i>Ustilaginomycetes</i>	119	1464		
Chytridiomycota			123	914
Zygomycota			181	1090
<i>Trichomycetes</i>	55	218		
<i>Zygomycetes</i>	124	870		
Mitosporic fungi *			2887	15945
			<hr/> 80060	<hr/>
TOTAL				80060

# ŘÍŠE FUNGI – fylogenetické členění a přibližné počty popsáných druhů





# AMERICAN JOURNAL OF BOTANY 98 (3): 426-438, 2011

## The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species?

Meredith Blackwell

*Department of Biological Sciences; Louisiana State University; Baton Rouge, Louisiana 70803 USA*

Received for publication 10 August 2010.

Accepted for publication 19 January 2011.

### Abstract

- *Premise of the study:* Fungi are major decomposers in certain ecosystems and essential associates of many organisms. They provide enzymes and drugs and serve as experimental organisms. In 1991, a landmark paper **estimated that there are 1.5 million fungi on the Earth**. Because only 70000 fungi had been described at that time, the estimate has been the impetus to search for previously unknown fungi. Fungal habitats include soil, water, and organisms that may harbor large numbers of understudied fungi, estimated to outnumber plants by at least 6 to 1. More recent estimates based on high-throughput sequencing methods suggest that as many as 5.1 million fungal species exist.
- *Methods:* Technological advances make it possible to apply molecular methods to develop a stable classification and to discover and identify fungal taxa.
- *Key results:* Molecular methods have dramatically increased our knowledge of Fungi in less than 20 years, revealing a monophyletic kingdom and increased diversity among early-diverging lineages. Mycologists are making significant advances in species discovery, but many fungi remain to be discovered.

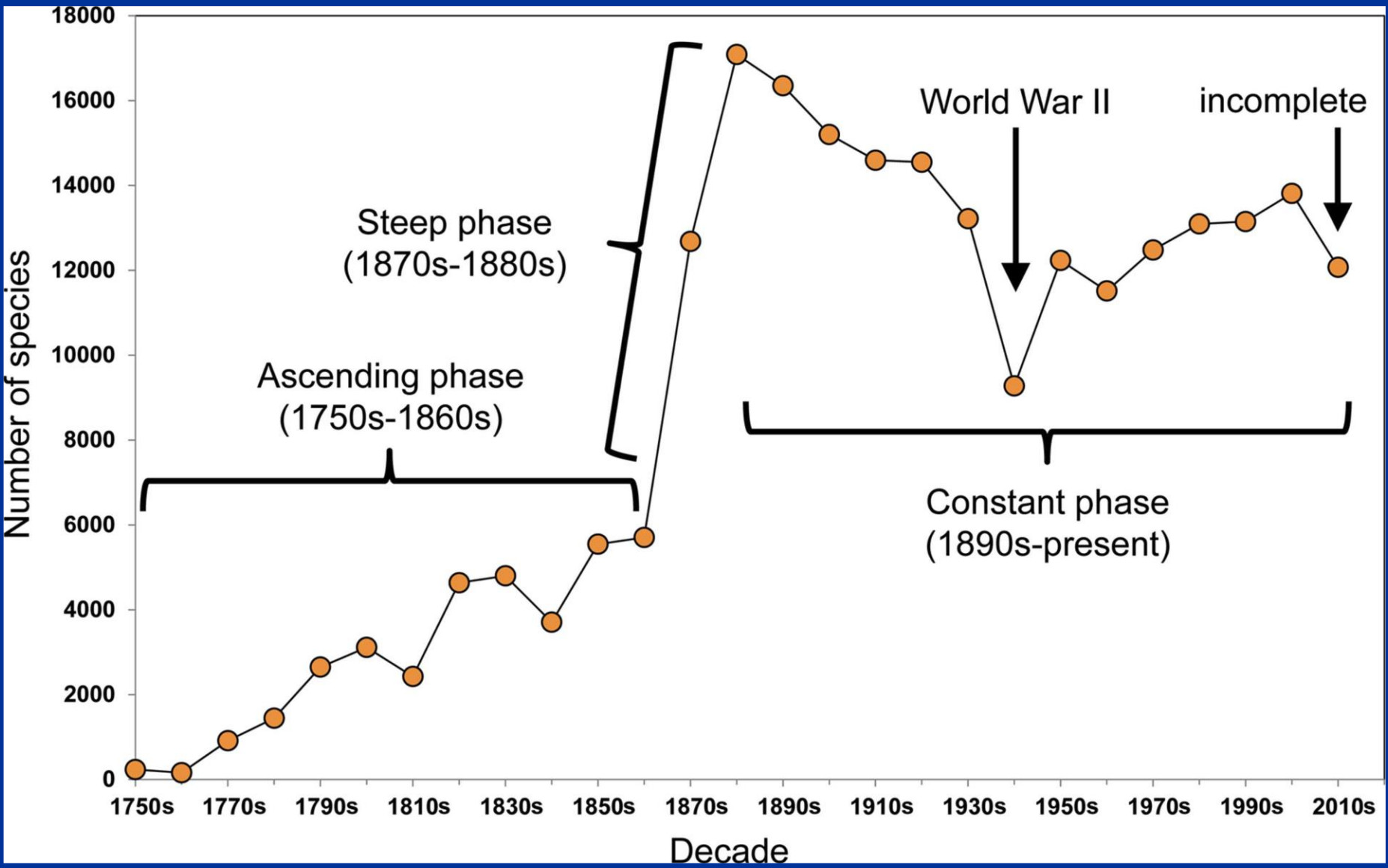
# Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species.

[Hawksworth DL](#)<sup>1</sup>, [Lücking R](#)<sup>2</sup>.

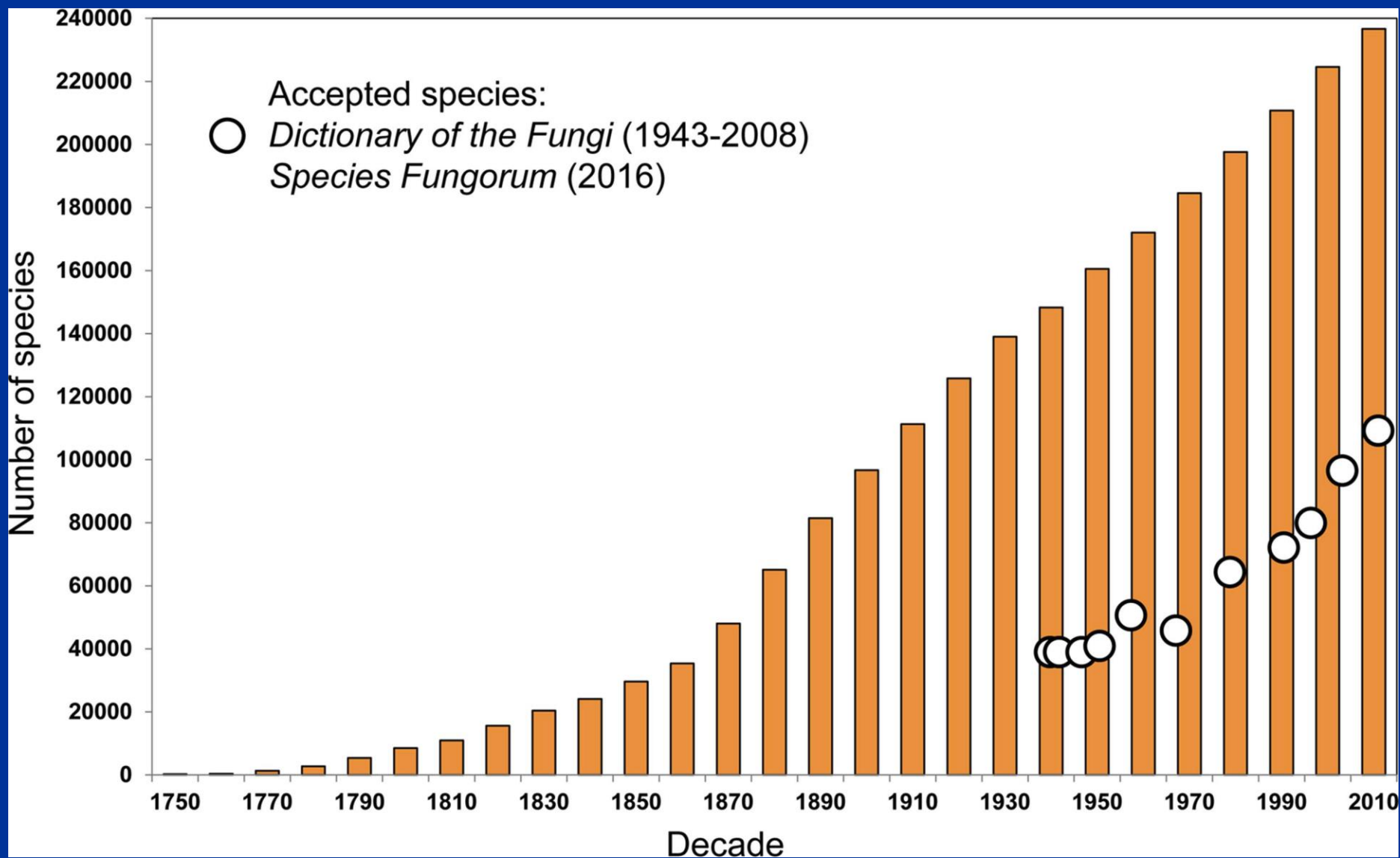
[Microbiol Spectr.](#) 2017 Jul;5(4). doi: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016

## Abstract

The question of how many species of *Fungi* there are has occasioned much speculation, with figures mostly posited from around half a million to 10 million, and in one extreme case even a sizable portion of the spectacular number of 1 trillion. Here we examine new evidence from various sources to derive an updated estimate of global fungal diversity. The rates and patterns in the description of new species from the 1750s show no sign of approaching an asymptote and even accelerated in the 2010s after the advent of molecular approaches to species delimitation. Species recognition studies of (semi-)cryptic species hidden in morpho-species complexes suggest a weighted average ratio of about an order of magnitude for the number of species recognized after and before such studies. New evidence also comes from extrapolations of plant:fungus ratios, with information now being generated from environmental sequence studies, including comparisons of molecular and fieldwork data from the same sites. We further draw attention to undescribed species awaiting discovery in biodiversity hot spots in the tropics, little-explored habitats (such as lichen-inhabiting fungi), and material in collections awaiting study. We conclude that the commonly cited estimate of 1.5 million species is conservative and that the actual range is properly estimated at 2.2 to 3.8 million. With 120,000 currently accepted species, it appears that at best just 8%, and in the worst case scenario just 3%, are named so far. Improved estimates hinge particularly on reliable statistical and phylogenetic approaches to analyze the rapidly increasing amount of environmental sequence data.



Počty nově popsanych hub (resp. nových jmen hub, tedy včetně synonym) z let 1750 -2010.



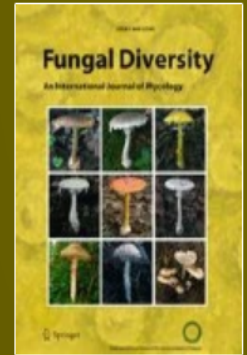
Růst počtu druhových jmen hub od r. 1750 ve srovnání s počty platně přijatých druhů v Dictionary of Fungi.

# Aktuální příklady současného hledání „počtu hub“.

[Home](#) > [Fungal Diversity](#) > Article

## The numbers of fungi: contributions from traditional taxonomic studies and challenges of metabarcoding

2023



[Fungal Diversity](#)

[Open access](#) | [Published: 28 April 2022](#)

Volume 114, pages 327–386, (2022) [Cite this article](#)

**There is somewhere between 2 - 11 million estimated species, but the number of formally described taxa is around 150,000, a tiny fraction of the total.**

# The numbers of fungi: contributions from traditional taxonomic studies and challenges of metabarcoding

Chayanard Phukhamsakda<sup>1,2</sup> · Rolf Henrik Nilsson<sup>3,4</sup> · Chitrabhanu S. Bhunjun<sup>5,6</sup> · Antonio Roberto Gomes de Farias<sup>5</sup> · Ya-Ru Sun<sup>5,6,7</sup> · Subodini N. Wijesinghe<sup>5,6</sup> · Mubashar Raza<sup>8</sup> · Dan-Feng Bao<sup>5,9,10</sup> · Li Lu<sup>5,11,12</sup> · Saowaluck Tibpromma<sup>11,12</sup> · Wei Dong<sup>13</sup> · Danushka S. Tennakoon<sup>5,6,14</sup> · Xing-Guo Tian<sup>5,6,11,12,15,16</sup> · Yin-Ru Xiong<sup>5,13</sup> · Samantha C. Karunarathna<sup>11,12</sup> · Lei Cai<sup>8</sup> · Zong-Long Luo<sup>9</sup> · Yong Wang<sup>7</sup> · Ishara S. Manawasinghe<sup>13</sup> · Erio Camporesi<sup>17,18,19</sup> · Paul M. Kirk<sup>20</sup> · Itthayakorn Promputtha<sup>21,22,23</sup> · Chang-Hsin Kuo<sup>14</sup> · Hong-Yan Su<sup>9</sup> · Mingkwan Doilom<sup>13</sup> · Yu Li<sup>1,2</sup> · Yong-Ping Fu<sup>1,2</sup> · Kevin D. Hyde<sup>1,2,5,13</sup>

## Abstract

The global diversity of fungi has been estimated using several different approaches. **There is somewhere between 2–11 million estimated species, but the number of formally described taxa is around 150,000, a tiny fraction of the total.**

In this paper, we examine 12 ascomycete genera as case studies to establish trends in fungal species descriptions, and introduce new species in each genus. To highlight the importance of traditional morpho-molecular methods in publishing new species, we introduce novel taxa in 12 genera that are considered to have low species discovery. We discuss whether the species are likely to be rare or due to a lack of extensive sampling and classification. The genera are *Apiospora*, *Bambusicola*, *Beltrania*, *Capronia*, *Distoseptispora*, *Endocalyx*, *Neocatenulostroma*, *Neodeightonia*, *Paraconiothyrium*, *Peroneutypa*, *Phaeoacremonium* and *Vanakripa*. We discuss host-specificity in selected genera and compare the number of species epithets in each genus with the number of ITS (barcode) sequences deposited in GenBank and UNITE. We furthermore discuss the relationship between the divergence times of these genera with those of their hosts. We hypothesize whether there might be more species in these genera and discuss hosts and habitats that should be investigated for novel species discovery.

**THE MYCOTA 14**

A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems  
for Basic and Applied Research

Series Editors: Dee Carter · Anuradha Chowdhary

Joseph Heitman · Ulrich Kück

Stefanie Pöggeler  
Timothy James *Editors*



---

# Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms

*Second Edition*

 Springer



Roll over image to zoom in

Read sample

# Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms (The Mycota, 14) Second Edition

Edition 2023

by [Stefanie Pöggeler](#) (Editor), [Timothy James](#) (Editor)

2023

[See all formats and editions](#)

Sequence analyses of numerous fungal genomes over the past two decades have provided us with extensive insights into the phylogenetic relationships of fungi and the distribution of genes and their inferred functions, across the fungal kingdom. It is now possible to answer questions about the origin of the fungal kingdom and fungal evolution with an analytical precision that was not possible before.

This fully revised and updated 2nd edition of The Mycota, Vol. 14, addresses major aspects of fungal evolution. The book is divided into four sections covering the following main topics:

- Evolutionary roots of fungi
- Evolution of pathogenic strategies
- Evolution of mutualistic interactions
- Evolution of metabolism and development in fungi

Fungi are among the oldest eukaryotic groups in the living world. The aim of this book is to better understand the history and

*evolution of fungi, as well as the characteristics that distinguish them from their sister groups, the metazoa, and other*

[Read more](#)

 [Report an issue with this product or seller](#)

ISBN-10



3031291980

ISBN-13



978-3031291982

Edition

#

Second Edition

Publisher



Springer

Publication date



August 12, 2023





# Global Fungal Diversity Estimated from High-Throughput Sequencing

*Globální rozmanitost hub odhadovaná na základě vysoce výkonného sekvenování.*

Petr Baldrian, Petr Kohout & Tomáš Větrovský

Part of the book series (MYCOTA, volume 14), pages 227-238.

## Abstract

Fungi are key players in vital ecosystem services, spanning carbon cycling, decomposition, and varied plant symbioses. Due to their cryptic lifestyle, it was difficult to assess their diversity until the advent of methods of high-throughput sequencing. Based on the papers utilizing high-throughput sequencing approaches to study fungi in natural habitats using the nuclear ribosomal internal transcribed spacer 2 (ITS2) contained in the public open database GlobalFungi (<https://globalfungi.com>), **the current estimate of global fungal diversity is 6.3 million species**, considering 97% sequence similarity as a species-level threshold. Of the observed fungi, most belong to Ascomycota and Basidiomycota: 57% and 37% of taxa, respectively.

A ještě jeden aktuální přístup k hodnocení globálního rozsahu studia hub a houbám podobných organizmů a tím i jejich počtů (2023):



**Mycosphere 14(1): 1960–2012 (2023)    [www.mycosphere.org](http://www.mycosphere.org)    ISSN 2077 7019**

**Article**

**Doi 10.5943/mycosphere/14/1/23**

**Global consortium for the classification of fungi and fungus-like taxa**



Mycosphere 14(1): 1960–2012 (2023) www.mycosphere.org ISSN 2077 7019

## Article

Doi 10.5943/mycosphere/14/1/23

### Global consortium for the classification of fungi and fungus-like taxa

#### celkem 553 autorů

**Abstract:** The Global Consortium for the Classification of Fungi and fungus-like taxa is an international initiative of more than 550 mycologists to develop an electronic structure for the classification of these organisms. The members of the Consortium originate from 55 countries/regions worldwide, from a wide range of disciplines, and include senior, mid-career and early-career mycologists and plant pathologists. The Consortium will publish a biannual update of the Outline of Fungi and funguslike taxa, to act as an international scheme for other scientists. Notes on all newly published taxa at or above the level of species will be prepared and published online on the Outline of Fungi website (<https://www.outlineoffungi.org/>), and these will be finally published in the biannual edition of the Outline of Fungi and fungus-like taxa. Comments on recent important taxonomic opinions on controversial topics will be included in the biannual outline. For example, ‘to promote a more stable taxonomy in *Fusarium* given the divergences over its generic delimitation’, or ‘are there too many genera in the Boletales?’ and even more importantly, ‘what should be done with the tremendously diverse ‘dark fungal taxa?’ There are undeniable differences in mycologists’ perceptions and opinions regarding species classification as well as the establishment of new species. Given the pluralistic nature of fungal taxonomy and its implications for species concepts and the nature of species, this consortium aims to provide a platform to better refine and stabilize fungal classification, taking into consideration views from different parties. In the future, a confidential voting system will be set up to gauge the opinions of all mycologists in the Consortium on important topics. The results of such surveys will be presented to the International Commission on the Taxonomy of Fungi (ICTF) and the Nomenclature Committee for Fungi (NCF) with opinions and percentages of votes for and against. Criticisms based on scientific evidence with regards to nomenclature, classifications, and taxonomic concepts will be welcomed, and any recommendations on specific taxonomic issues will also be encouraged; however, we will encourage professionally and ethically responsible criticisms of others’ work. This biannual ongoing project will provide an outlet for advances in various topics of fungal classification, nomenclature, and taxonomic concepts and lead to a community-agreed classification scheme for the fungi and fungus-like taxa. Interested parties should contact the lead author if they would like to be involved in future outlines.

# **FUNGI Linnaeus 1753/FRIES 1821.**



**A nesmíme zapomenout na symbiózy hub:**

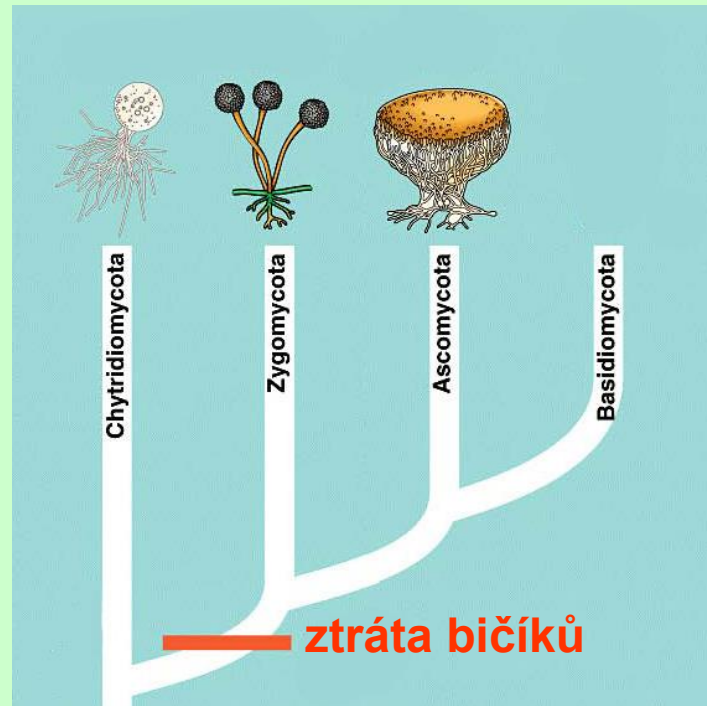
**Základní typy symbióz, do kterých houby vstupují:**

- lichenizmus (převážně houby vřeckovýtrusné)**
- mykorhiza (převážně houby stopkovýtrusné)**
- endofytizmus (převážně houby vřeckovýtrusné)**

# 1. MYKOLOGIE JAKO VĚDNÍ OBOR

## 2. VYMEZENÍ, POSTAVENÍ A FYLOGENEZE HUB A HOUBÁM PODOBNÝCH ORGANIZMŮ

### 3. NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ POJMY Z BIOLOGIE HUB VŘECKOVÝTRUSÝCH (ASCOMYCOTA) A STOPKOVÝTRUSÝCH (BASIDIOMYCOTA)



# zjednodušené znázornění vývojových větví říše Fungi



Chytridiomycota



Zygomycota



Ascomycota



Basidiomycota

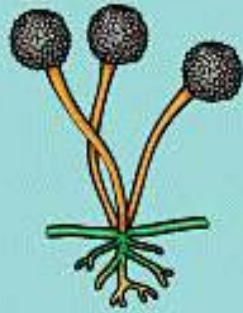
**FUNGI**

**ztráta bičičků**

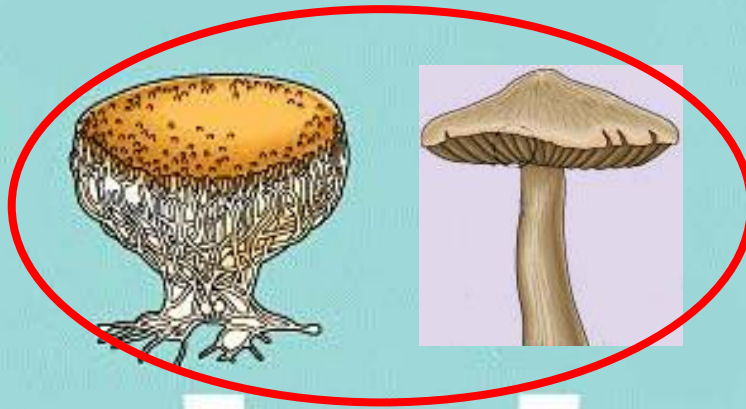
# zjednodušené znázornění vývojových větví říše Fungi



Chytridiomycota



Zygomycota



Ascomycota

Basidiomycota

**FUNGI**

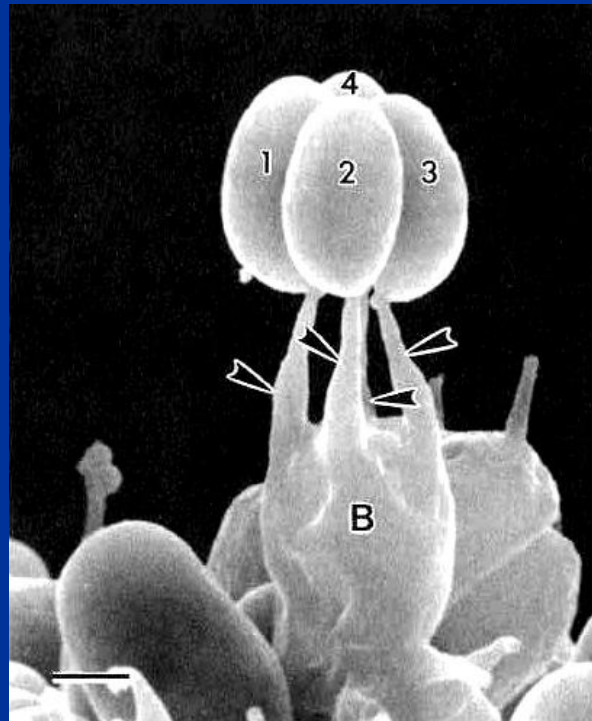
**ztráta bičků**

# ASCOMYCOTA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

- Největší skupina říše Fungi (kolem 8 000 rodů a 85 000 druhů). Velká morfologická i ekologická rozmanitost a s tím rozsáhlá terminologie. Nyní jen několik základních skutečností:
- Do této skupiny náleží většina **lichenizovaných hub** – lišejníků.
- Společným znakem je **vřecko** (latinsky ascus), meiosporangium s tvorbou endospor, označovaných jako askopory.



vřecko



basidie

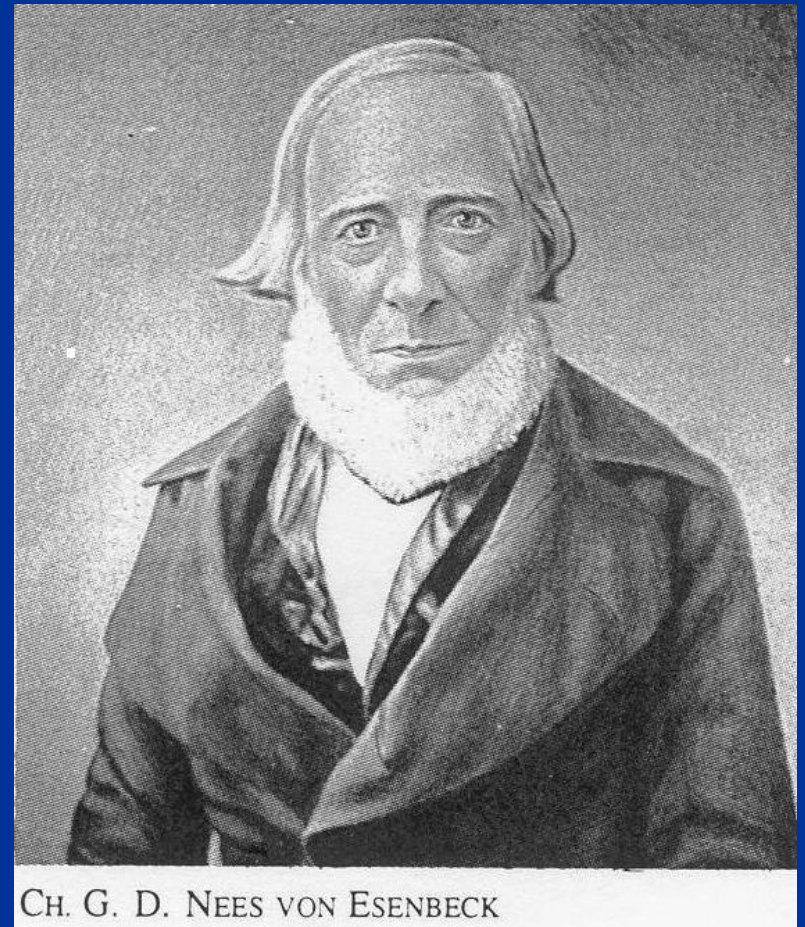
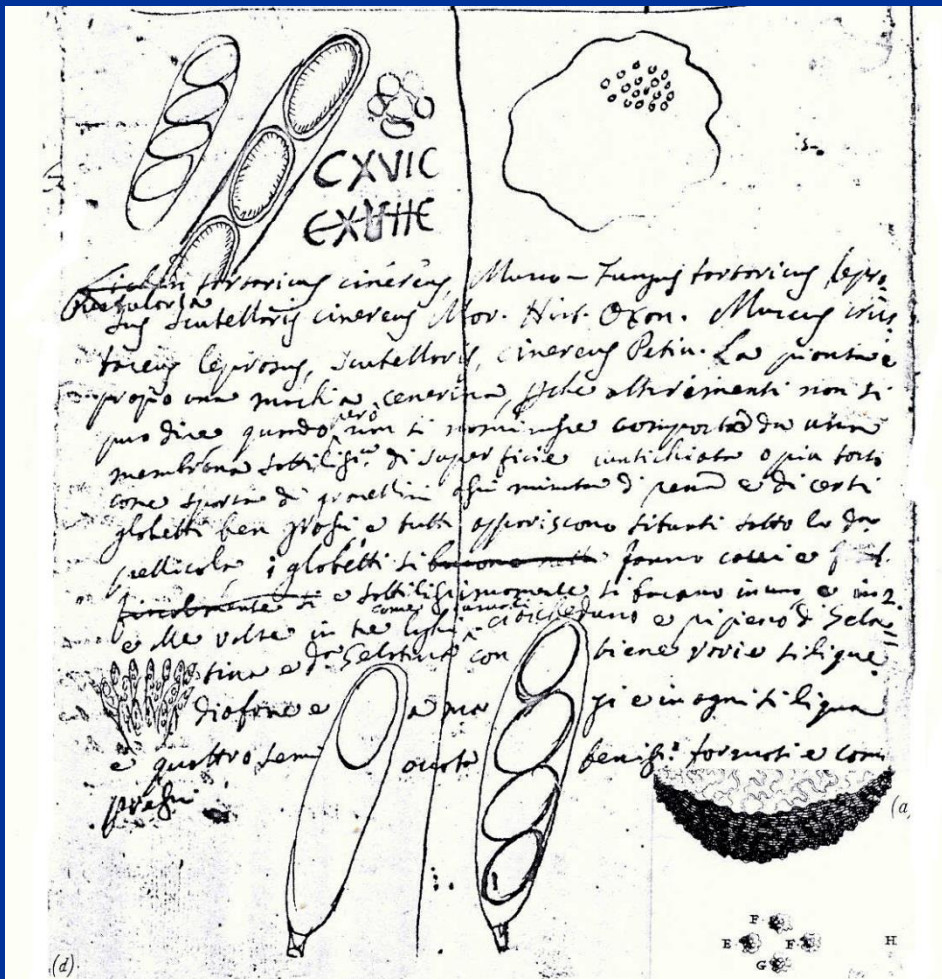




## vřecko s askosporami

spory se vytvářejí  
uvnitř vřecka,  
tedy jsou to  
**ENDOSPORY**

# P.A. Micheli 1729 jedno z prvních vyobrazení vřecka.



Termin **ascus** (pl. **asci**)  
„System der Pilze“ 1817.  
(řecky: askós – váček z kozí kůže)

*Xylaria polymorpha* v přírodě.



*Xylaria polymorpha* v kultuře.

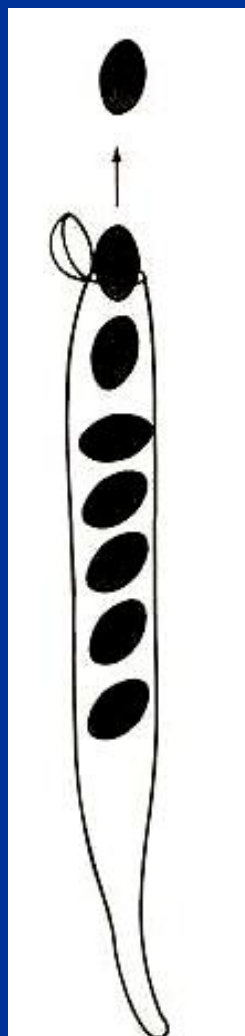


# PEZIZOMYCOTINA

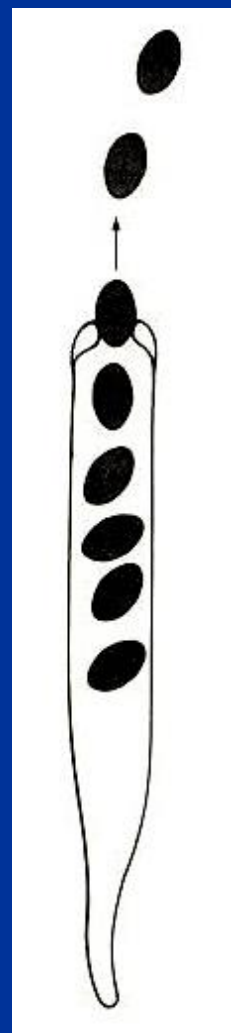
## základní typy vřecek



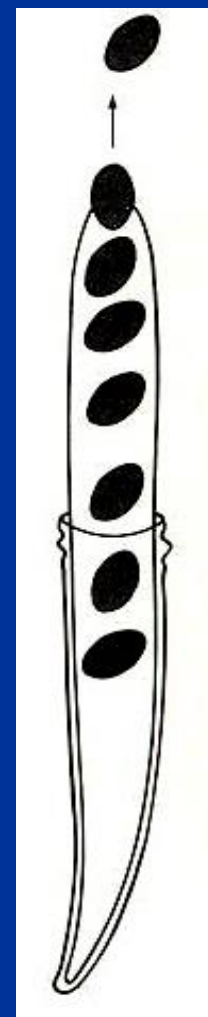
**funkčně  
prototunikátní**



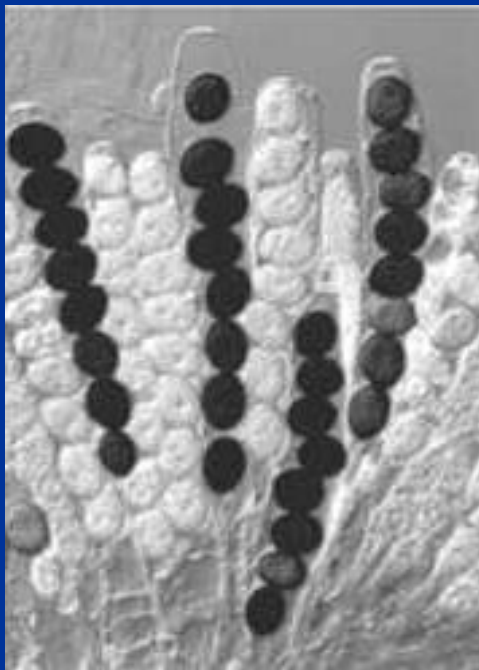
**operkulátní  
funkčně  
unitunikátní**



**inoperkulátní  
funkčně  
unitunikátní**



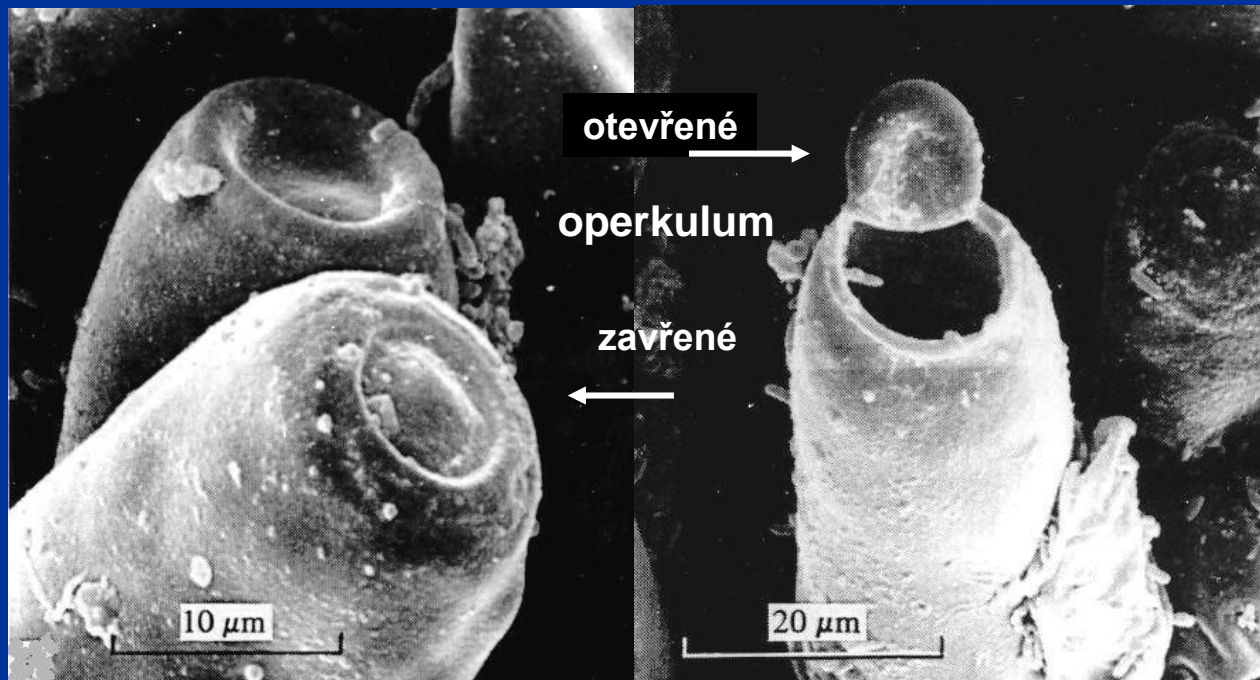
**funkčně  
bitunikátní**



**inoperkulární  
vřecka**



**operkulární vřecka**



# ASCOMYCOTA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

- Největší skupina říše Fungi (kolem 8 000 rodů a 85 000 druhů). Velká morfologická i ekologická rozmanitost a s tím rozsáhlá terminologie. Nyní jen několik základních skutečností:
- Do této skupiny náleží většina **lichenizovaných hub** – lišejníků.



# ASCOMYCOTA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

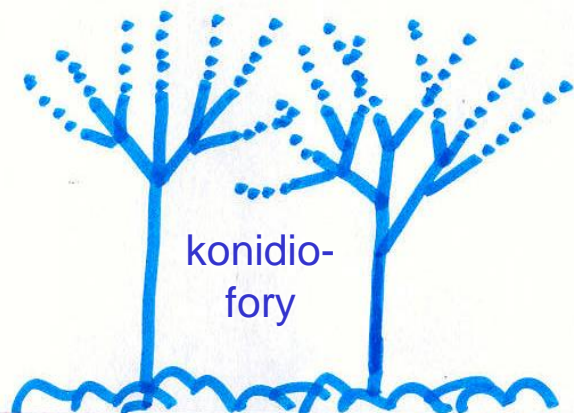
- Největší skupina říše Fungi (kolem 8 000 rodů a 85 000 druhů). Velká morfologická i ekologická rozmanitost a s tím rozsáhlá terminologie. Nyní jen několik základních skutečností:
- Do této skupiny náleží většina **lichenizovaných hub** – lišejníků.
- Společným znakem je **vřecko** (latinsky ascus), meiosporangium s tvorbou endospor, označovaných jako askopory.
- Charakteristická je pro velkou část zástupců této skupiny přítomnost **dikaryofáze** ve formě askogenních hyf.



# ASCOMYCOTA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

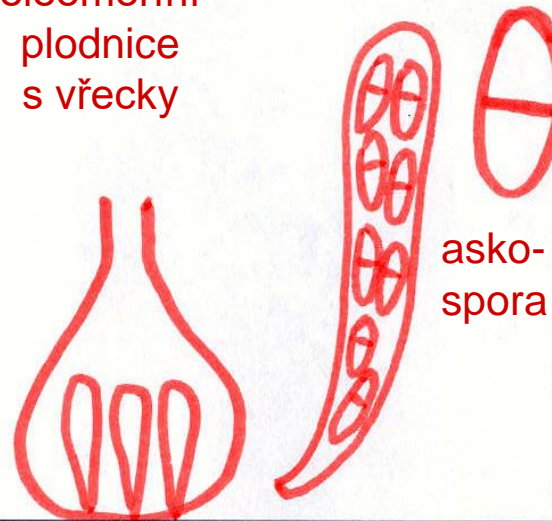
- Největší skupina říše Fungi (kolem 8 000 rodů a 85 000 druhů). Velká morfologická i ekologická rozmanitost a s tím rozsáhlá terminologie. Nyní jen několik základních skutečností:
- Do této skupiny náleží většina **lichenizovaných hub** – lišejníků.
- Společným znakem je **vřecko** (latinsky ascus), meiosporangium s tvorbou endospor, označovaných jako askopory.
- Charakteristická je pro velkou část zástupců této skupiny přítomnost **dikaryofáze** ve formě askogenních hyf.
- Nepohlavní část životního cyklu = **anamorfa**, pohlavní část životního cyklu = **teleomorfa**, organizmus jako celek = **holomorfa**. Morfologické, časové a lokální rozrůznění anamorfy a teleomorfy: důvody a důsledky. Systematické zařazení založeno na teleomorfě, pojmenování holomorfy podle jména teleomorfy. Pleomorfická holomorfa, meiotická holomorfa a mitotická holomorfa. Synanamorfy. Deuteromycety.

nepohlavní  
rozmnožovací  
částice - konidie

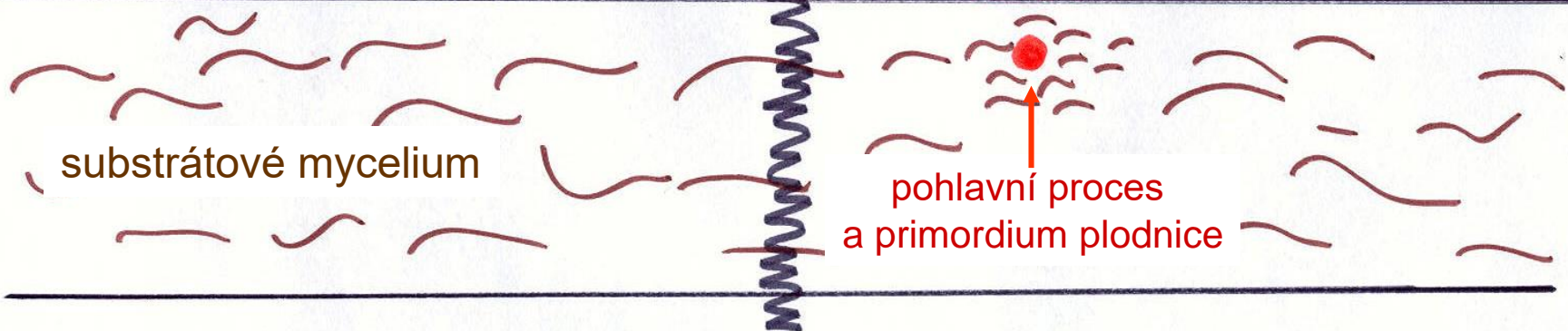


teleomorfní  
plodnice  
s vřečky

vřecko



asko-  
spora

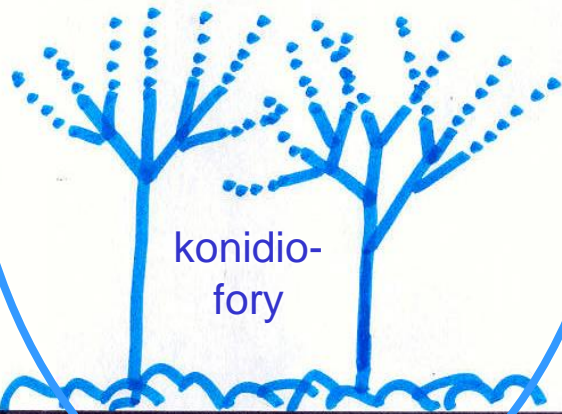


pohlavní proces  
a primordium plodnice

lokální a časové oddálení

## ANAMORFA

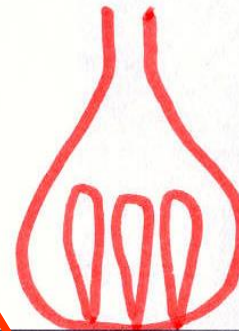
nepohlavní  
rozmnožovací  
částice - konidie



## TELEOMORFA

teleomorfní  
plodnice  
s vřečky

vřecko



pohlavní proces  
a primordium plodnice

substrátové mycelium

lokální a časové oddálení

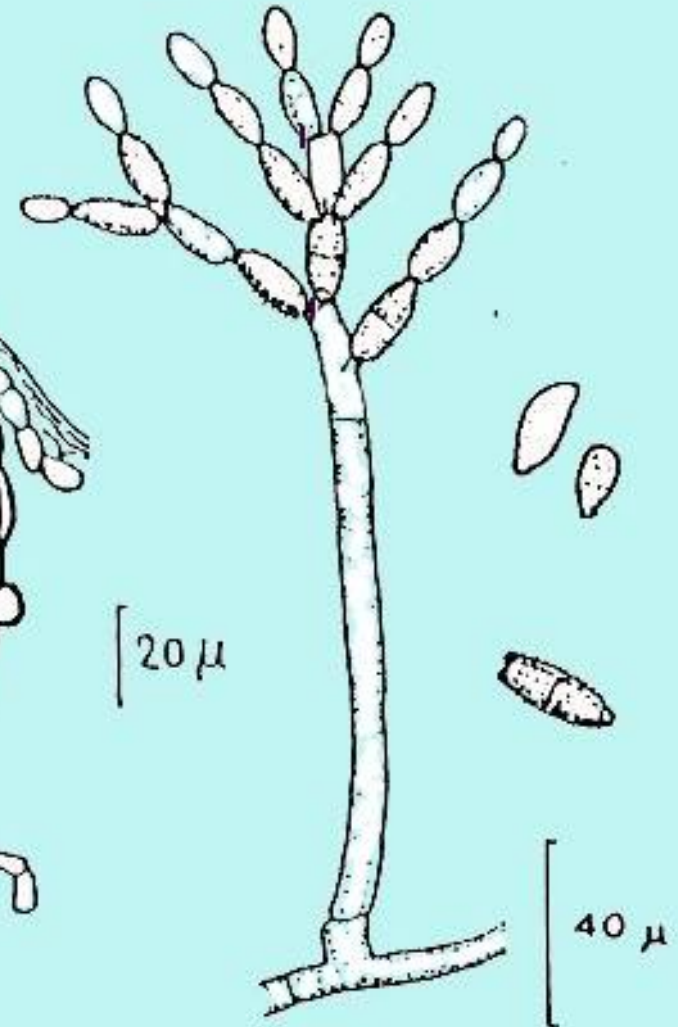
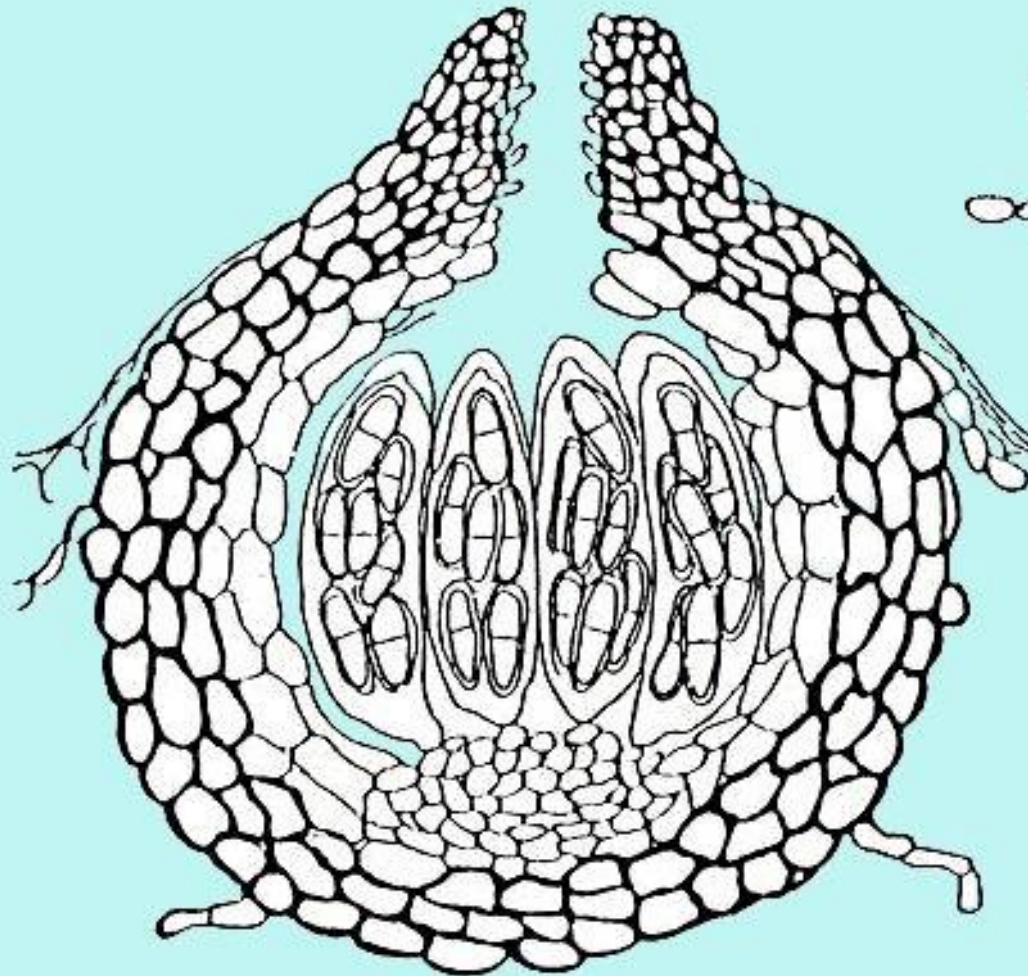
celý organizmus = HOLOMORFA

## TELEOMORFA

*Mycosphaerella tassiana*

## ANAMORFA

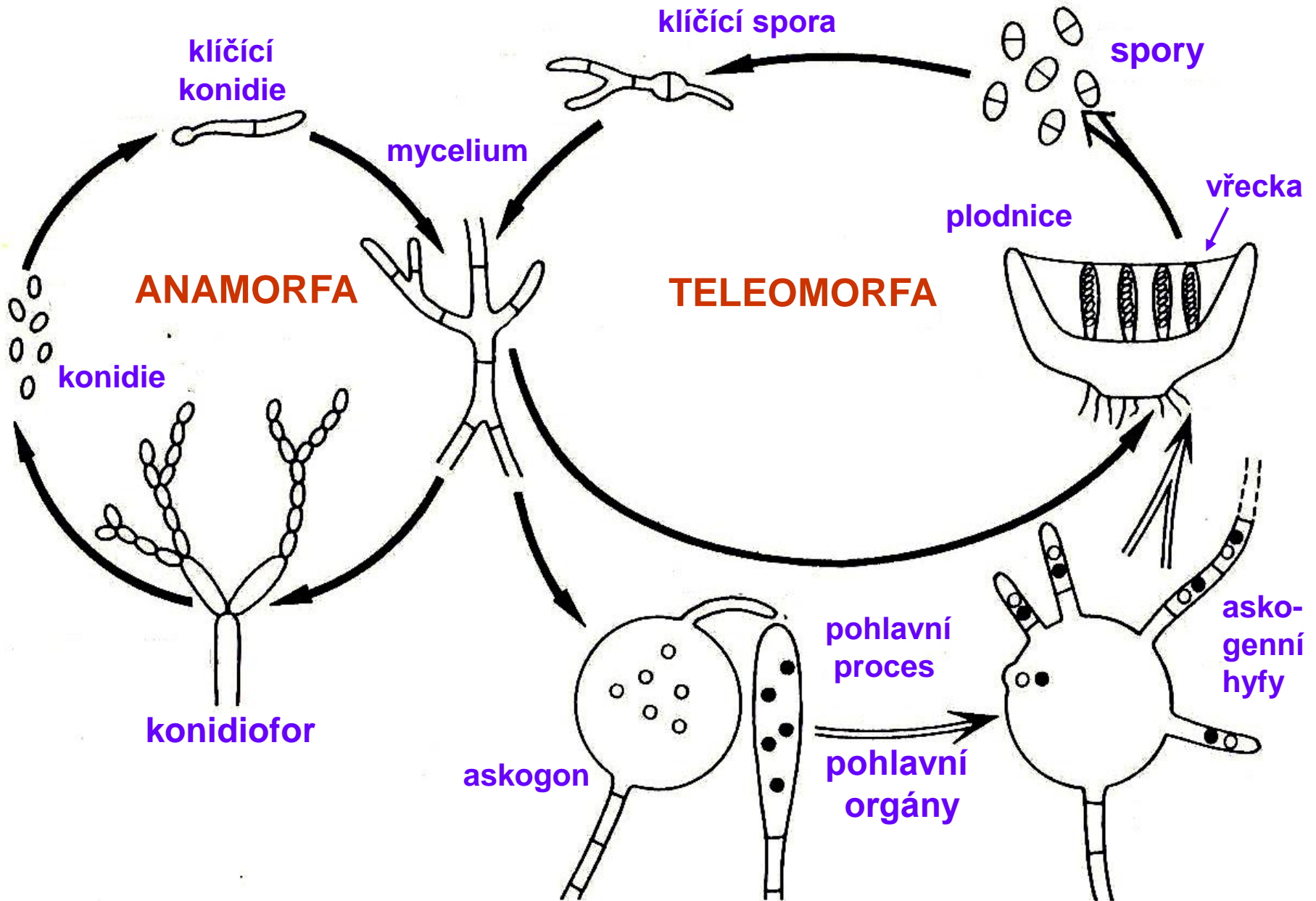
*Cladosporium herbarum*



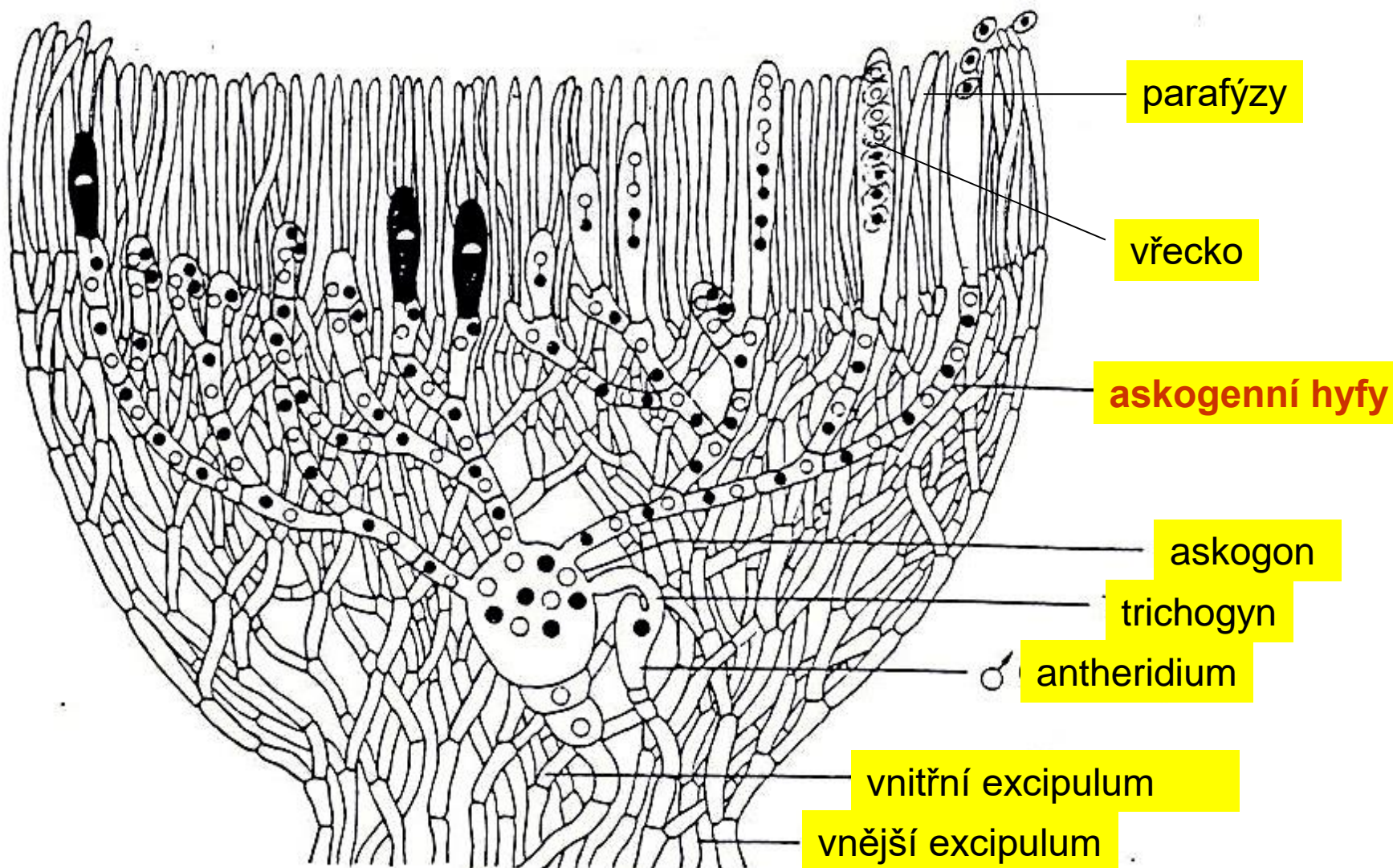
20 μ

40 μ

# životní cyklus vřeckovýtrusé houby



# schematický průřez apotheciem





**Sarcoscyphaceae**

***Sarcoscypha austriaca***





**Pezizaceae – *Peziza succosa***





*Melastiza chateri*

**Pyronemataceae – *Melastiza chateri***



*Morchella esculenta*

Múrgola

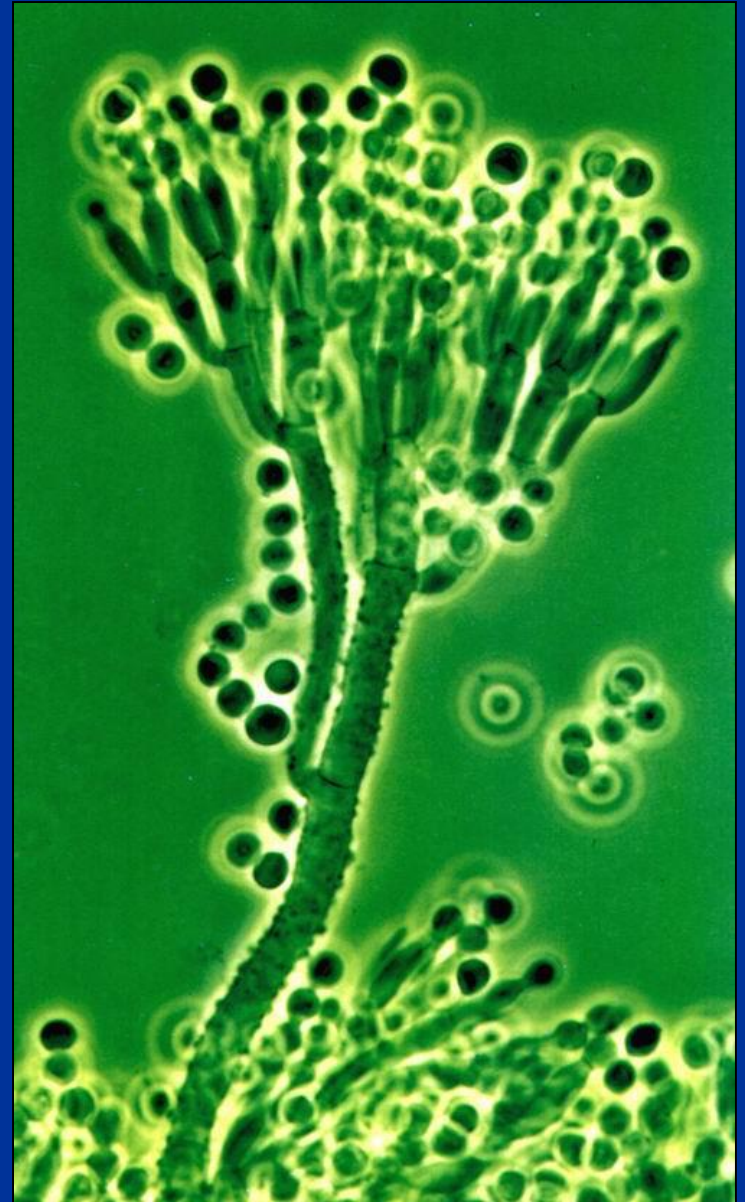
**Morchellaceae – *Morchella esculenta* (smrž obecný)  
na jaře v zahradách a hájích, jedlý, chutný**

# *Penicillium roqueforti*

konidiofor



kolonie na agarovém médiu



*Penicillium roqueforti*  
*Penicillium camemberti*

**Využití:**  
výroba sýrů  
typu Niva,  
Hermelín

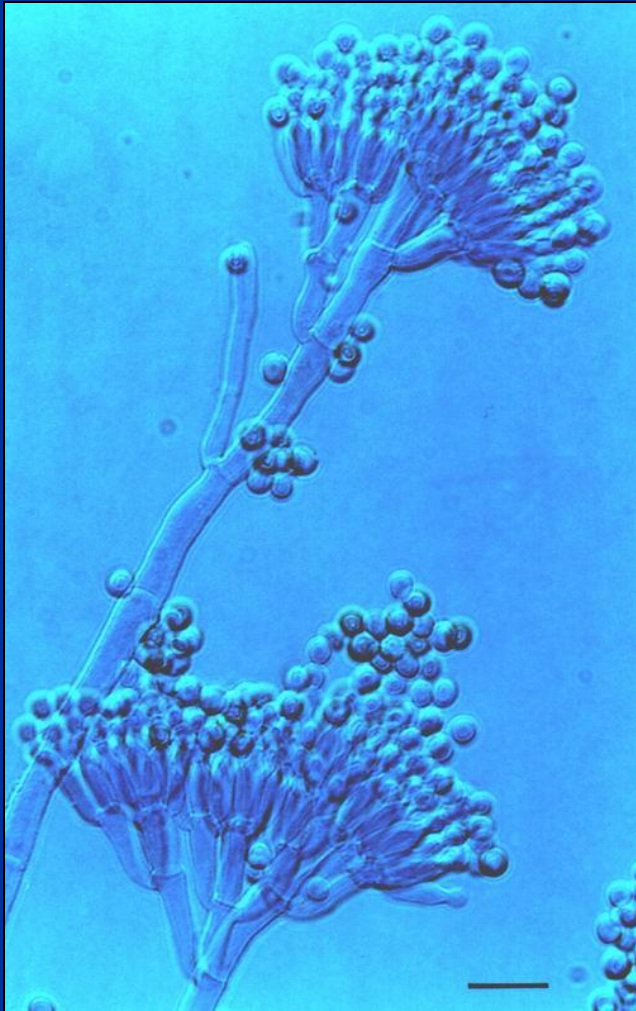


# *Penicillium chrysogenum*

## Výskyt:

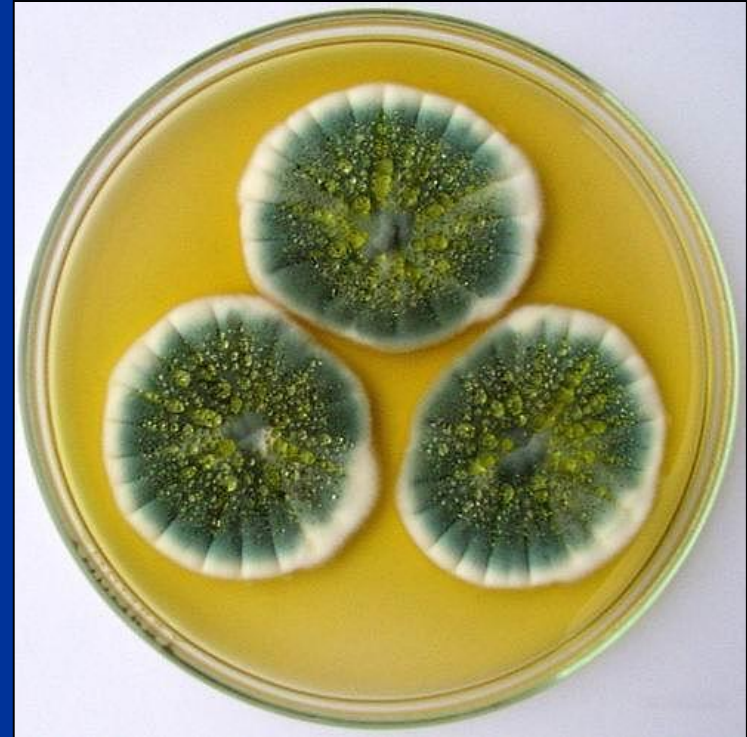
ovzduší, potraviny, zaplísňené byty.

**Využití:** produkce antibiotika penicilínu.



← konidiofory

kolonie  
na agarovém  
médiu →



*Microstoma protracta*  
ohnivec zimní



*Morchella elatioides*  
Smrž vysoký

*Saccharomyces cerevisiae*  
kvasinka pivní



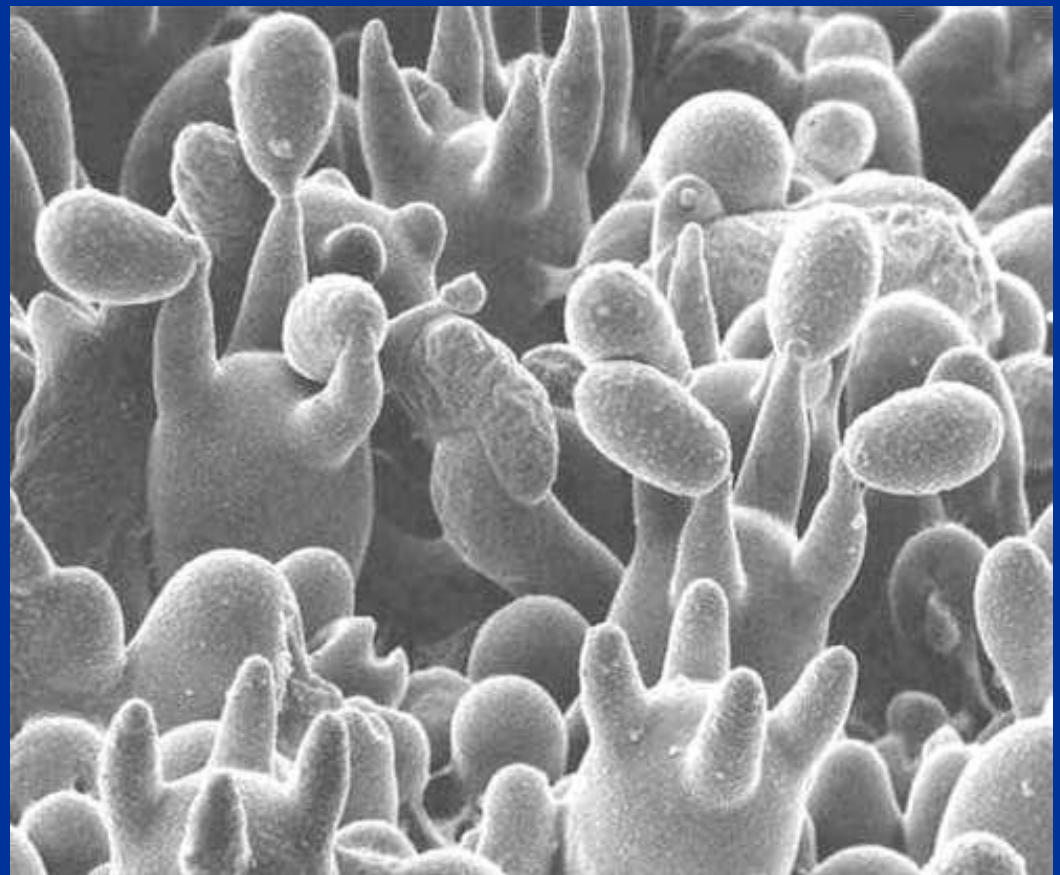
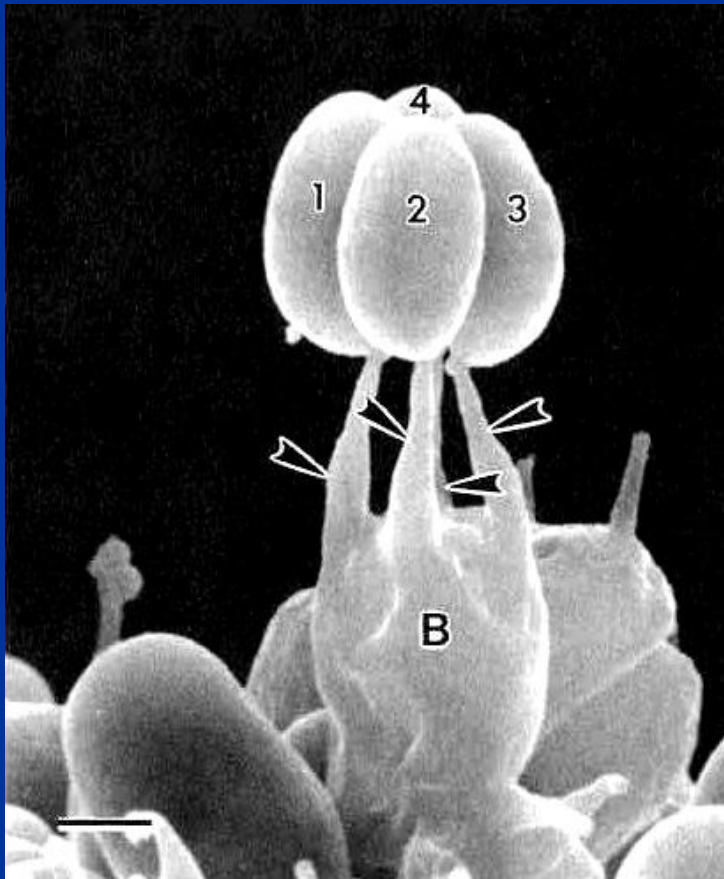


**BASIDIOMYCOTA – HOUBY STOKOVÝTRUSNÉ**



# BASIDIOMYCOTA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

- Velká, morfologicky i ekologicky značně diverzifikovaná skupina, zřejmě paralelní vývoj s oddělením Ascomycota. Základní společný znak: **bazidie** jako meiosporangium, vznik meiospor (bazidiospor) na stopečkách vně bazidie (**exospory**).



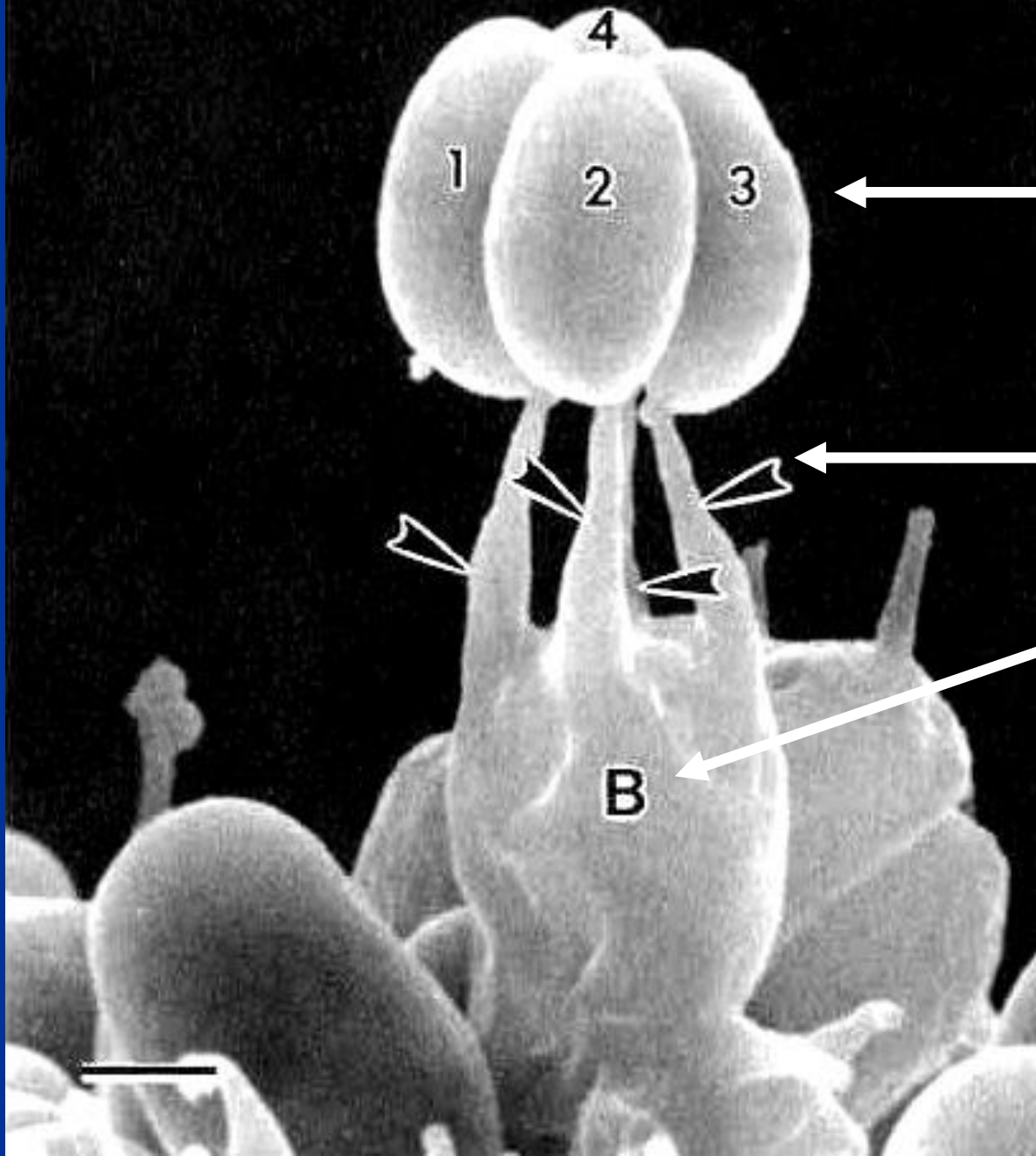
# bazidie

← bazidiospory

← sterigmata

← bazidie

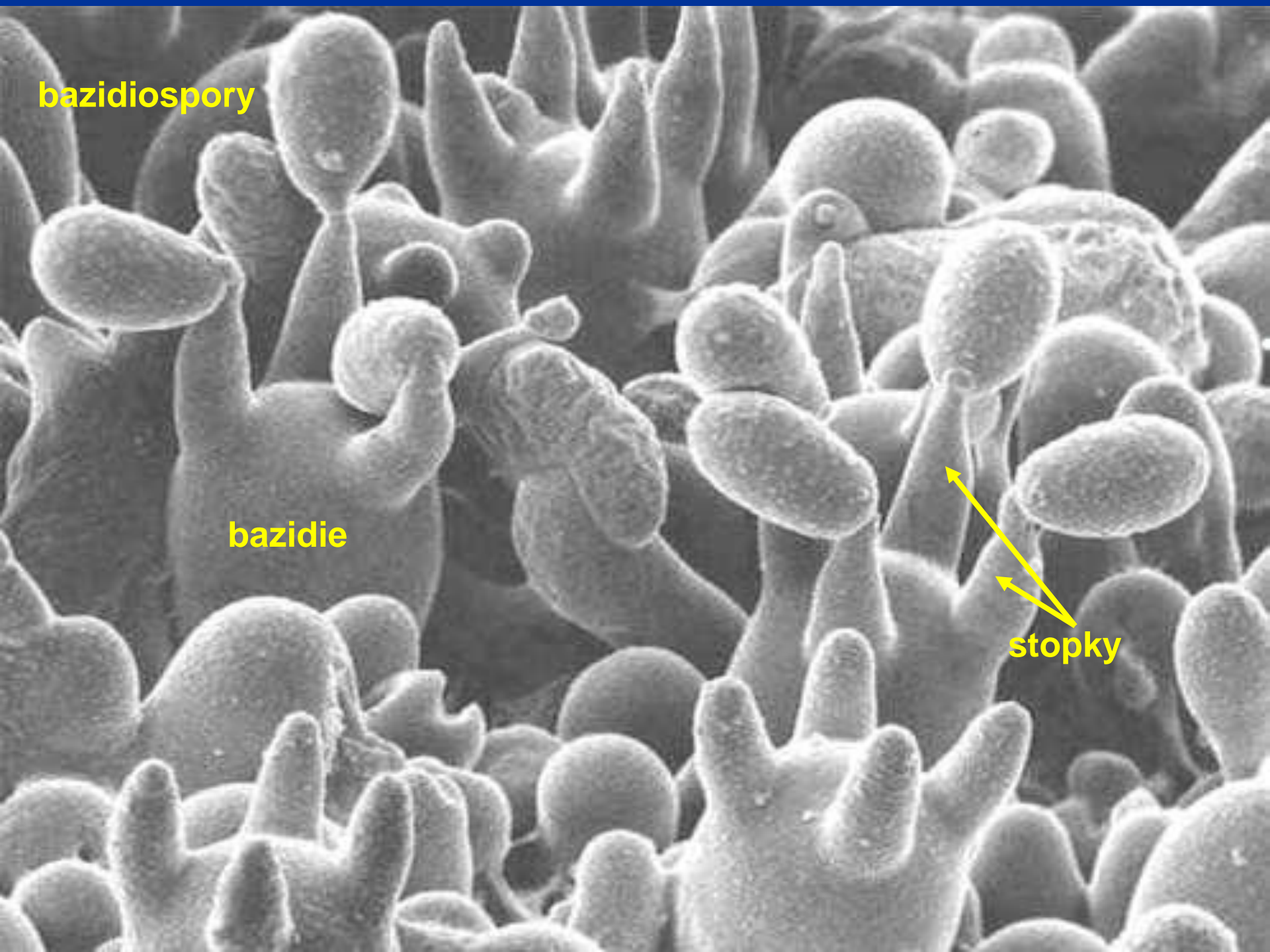
bazidiospory se tvoří mimo mateřskou buňku a jsou to EXOSPORY



**bazidiospory**

**bazidie**

**stopky**

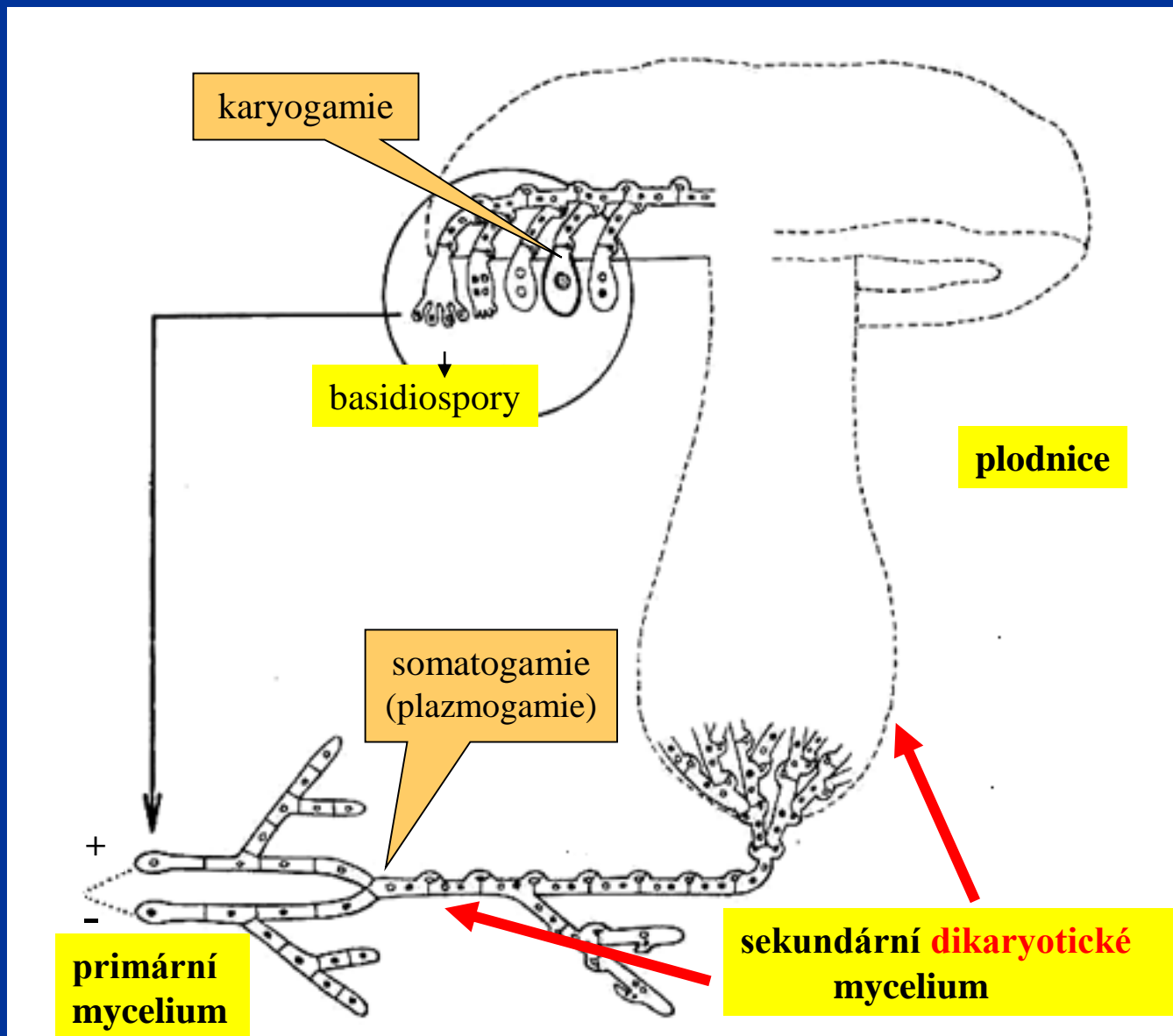


# BASIDIOMYCOTA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

- Velká, morfologicky i ekologicky značně diverzifikovaná skupina, zřejmě paralelní vývoj s oddělením Ascomycota. Základní společný znak: **bazidie** jako meiosporangium, vznik meiospor (bazidiospor) na stopečkách vně bazidie (exospory).
- Další společné znaky: vegetativní stélka myceliální, septa s **dolipóry** a parentozómem (pozor, s výjimkou některých řádů jako Uredinales nebo Ustilaginales, naopak o podobných strukturách se hovoří u několika zástupců oddělení Zygomycota), BS chitinózní, ultrastrukturálně několikavrstevná. **Primární mycelium** jednojaderné, **sekundární mycelium** dikaryotické, distribuce jader pomocí konjugované mitózy s tvorbou přezek (pozor, Uredinales, ale i někteří zástupci dalších skupin přezky netvoří).

# BASIDIOMYCETES

## životní cyklus a fáze pohlavního procesu

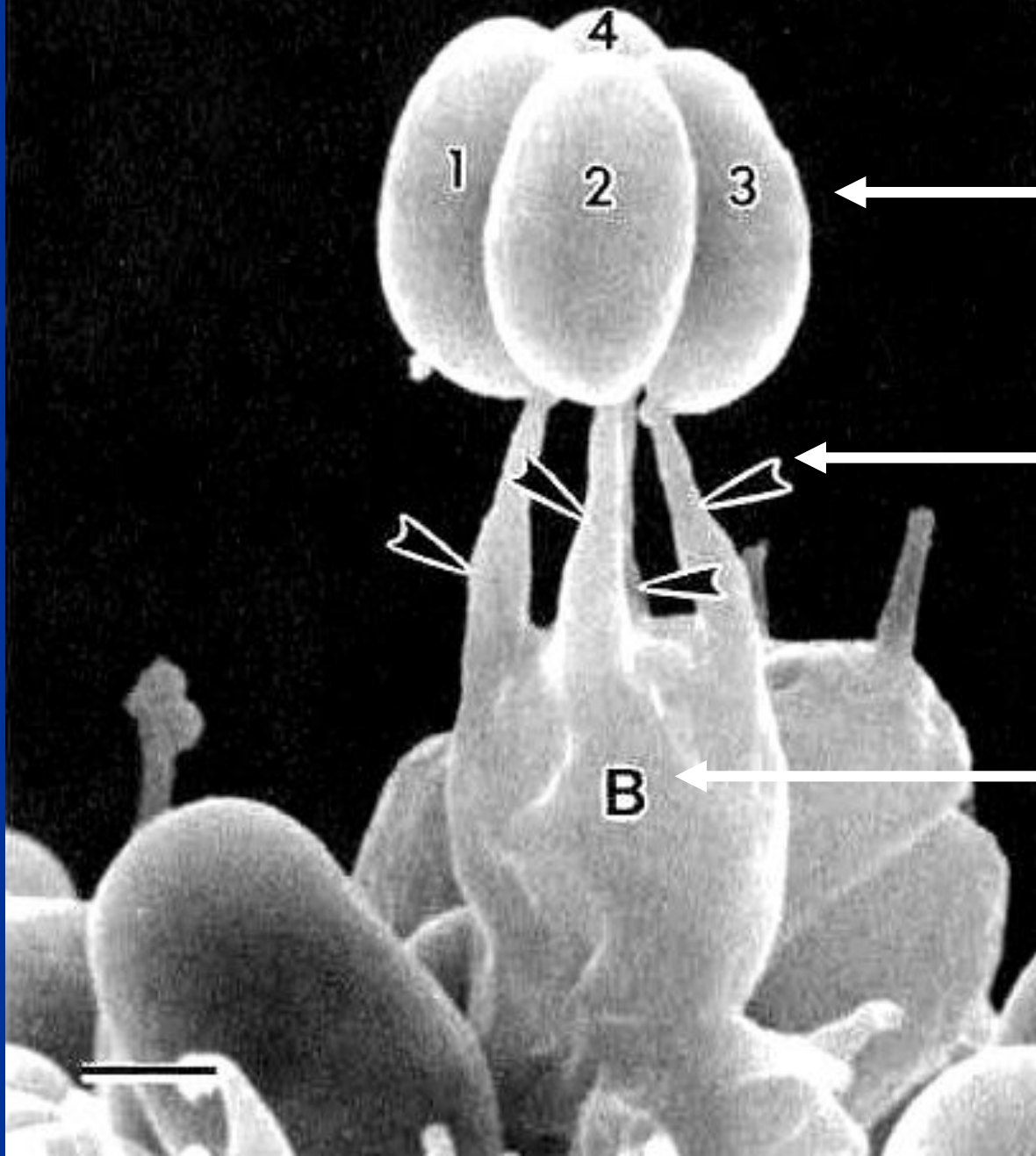


**bazidie**

**bazidiospory**

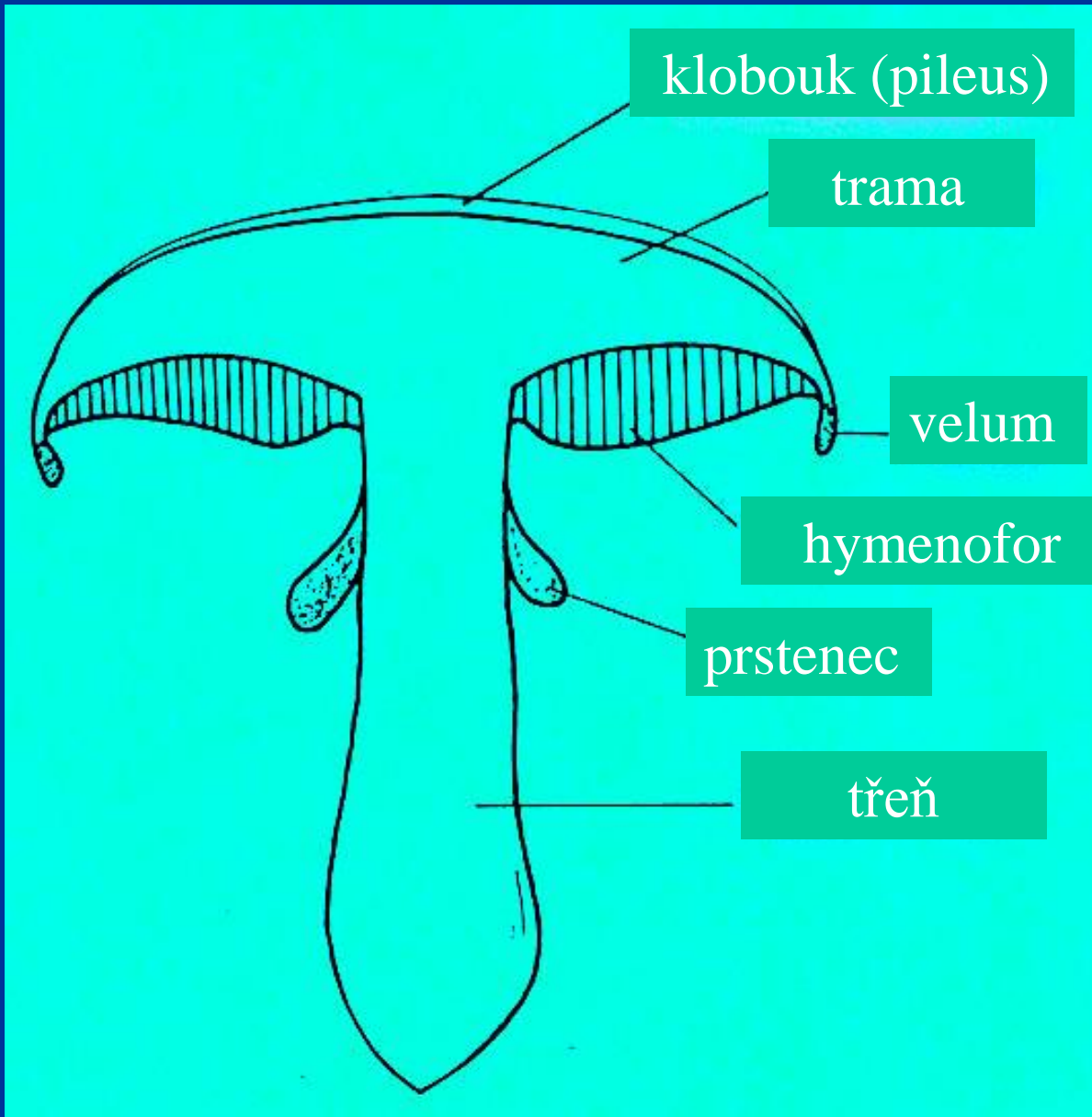
**sterigmata**

**bazidie**





# Basidiomycetes – pilothecium plodnice diferenciovaná na třeň a klobouk





povrch klobouku  
hladký, paprscitě  
žíhaný

lupeny bílé  
až bělavé

prsten bílý,  
blanitý

třeň  
přítiskle  
příčně  
žíhaný

plodnice  
v mládí  
obalena  
bílou  
plachetkou

báze třeň  
hlízovitě rozšířená,  
s blanitou pochvou

## *Amanita phalloides* muchomůrka zelená

### *Amanita phalloides* var. *alba*



***Amanita phalloides***  
**muchomůrka zelená**



***Amanita phalloides* - muchomůrka zelená**



*Amanita muscaria* – muchomůrka červená



# *Amanita regalis* – muchomůrka královská

vzácná, v podhorských smrčínách



**Tremiscus helvelloides – rosolovec červený na dřevě jehličnanů**



# Calocera viscosa – krásnorůžek lepkavý





## **Laetiporus sulphureus sírovec žlutooranžový**

Relativně hojný na položivých i odumřelých listnáčích, mladé plodnice jsou jedlé.



***Sparassis crispa***  
**kotrč kadeřavý**

Parazituje na bázi  
nebo na kořenech  
živých borovic



ale vyskytuje  
se i na starých  
mrtvých borových  
pařezech.

***Cantharellus cibarius* – liška obecná**





*Clavulinopsis  
helvola*

kyjovečka  
hnědavá

*Clavaria purpurea*  
kyjanka purpurová



**Mutinus  
ravenellii**

**psivka  
Ravenelova**

vzácněji ve  
vlhkých  
smíšených  
lesích



***Clavariadelphus ligula* – kyj jazýčkovitý**



## *Clavariadelphus truncatus* – kyj ut'atý



Poměrně vzácný v jehličnatých lesích na vápencových půdách.

# Všechny houbičky a houbám podobné organizmy

Vám děkují za pozornost!



*Microstoma protracta* – ohnivec zimí

*Phaeolepiota aurea* – bedlovnice zlatá



Příště nashledanou!

