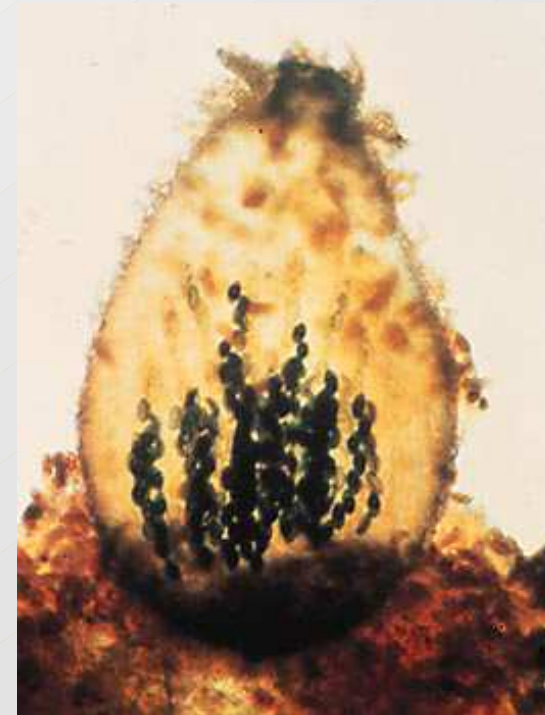


## Mikroskopické houby (Bi6620)

### *Ascomycota*

#### *část 1*

- systém
- teleomorfa



# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

- ☒ klasifikace jednotlivých zástupců této velké skupiny byla založena na kombinaci typu plodnice a typu vřecka
- ☒ v současné době se oddělení *Ascomycota* člení na základě molekulárních a ultrastrukturálních znaků na **3 pododdělení** a celkem **15 tříd**
- ☒ do budoucna můžeme očekávat ještě další změny v systému

#### The ranking of fungi: a tribute to David L. Hawksworth on his 70th birthday

Kevin D. Hyde<sup>1,5</sup> · Sajeewa S. N. Maharachchikumbura<sup>6</sup> · Sinang Hongsanan<sup>5</sup> · Milan C. Samarakoon<sup>5,10</sup> · Robert Lücking<sup>7</sup> · Dhandevi Pem<sup>5</sup> · Dulanjalee Harishchandra<sup>5,11</sup> · Rajesh Jeewon<sup>8</sup> · Rui-Lin Zhao<sup>2,3</sup> · Jian-Chu Xu<sup>1</sup> · Jian-Kui Liu<sup>9</sup> · Abdullah M. Al-Sadi<sup>6</sup> · Ali H. Bahkali<sup>4</sup> · Abdallah M. Elgorban<sup>4</sup>

Received: 24 April 2017 / Accepted: 17 May 2017 / Published online: 15 June 2017  
© School of Science 2017

**Abstract** The history of assigning ranks to fungi, as well as the relative importance of using divergence time estimates is reviewed. The paper pays tribute to the major mycological players, and especially to David Hawksworth on his 70th birthday and his contribution to fungal ranking in *Systema Ascomycetum* from 1982 to 1998. Following the conclusion of the latter series, the ranking continued with the *Outlines of Ascomycota* in 2007 and 2010 and more recently with specific classes in 'Towards an outline of

many lineages. The classification arrangements however, are still subjective and dependent on the taxa analysed, resulting in different taxonomic interpretations and schemes, particularly when it comes to ranking. Thus, what have been considered as genera by some, have been introduced as families by others. More recently, estimation of divergence times using molecular clock methods have been used as objective evidence for higher ranking of taxa. A divergence period (i.e. 200–300 MYA) can be used as a

# Opisthokonta

## Fungi

Oddělení: *Ascomycota*

– houby vřeckaté

Pododdělení: *Taphrinomycotina*

(nižší vřeckaté houby)

Třída: *Pneumocystidomycetes*

Třída: *Taphrinomycetes*

Třída: *Schizosaccharomycetes*

Pododdělení: *Saccharomycotina*

– kvasinky

Pododdělení: *Pezizomycotina*

(vlastní vřeckaté houby)

Třída: *Eurotiomycetes*

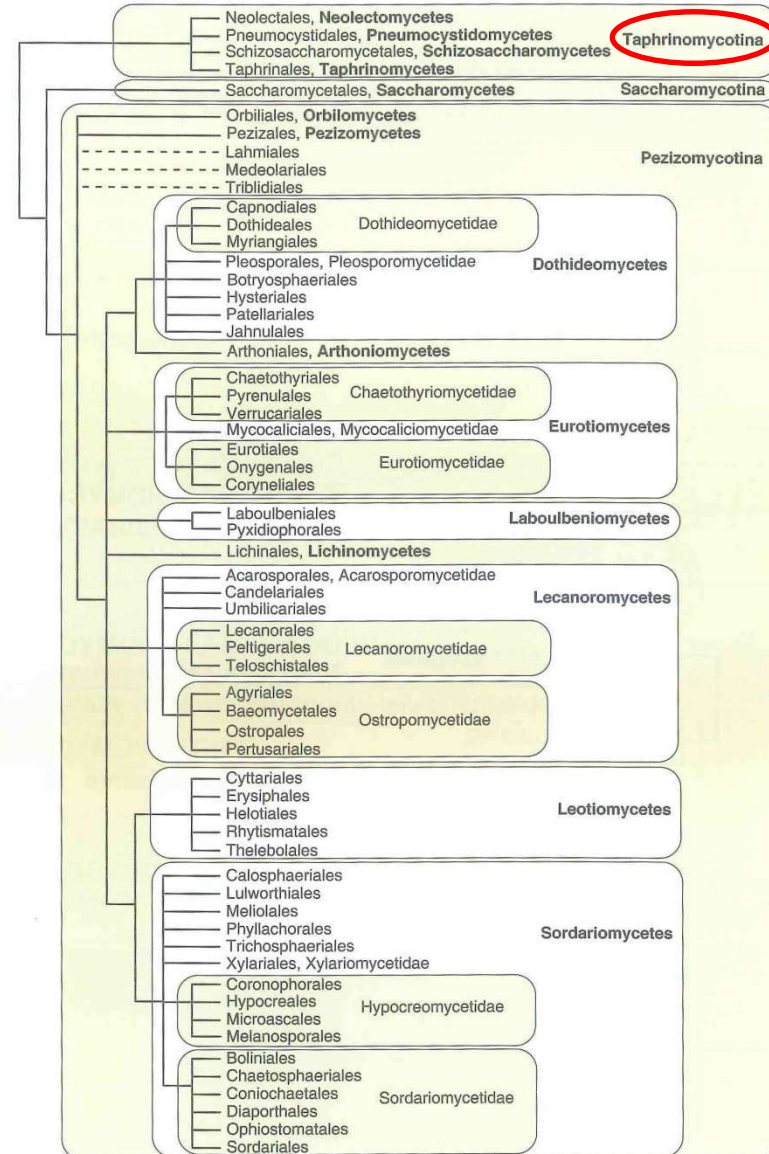
Třída: *Pezizomycetes*

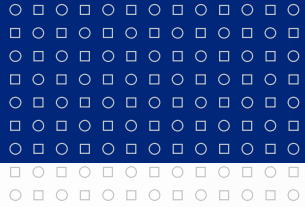
Třída: *Leotiomycetes*

Třída: *Sordariomycetes*

Třída: *Dothideomycetes*

výběr probíraných tříd





# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Taphrinomycotina*

- ❑ skupina „bazálních askomycetů“, definovaná na molekulární úrovni
- ❑ morfologicky a ekologicky nesourodá skupina, jejíž zástupci byli v minulosti řazeni do skupin *Protozoa*, *Peronosporomycetes* (pod starším názvem *Oomycetes*), *Basidiomycetes* a *Endomycetes*

### **Základní rozdíly od oddělení *Pezizomycotina***

1. primitivní vřecka s jednoduchou stěnou bez složitějšího otevíracího aparátu
2. dikaryofáze chybí nebo má jinou podobu než u oddělení *Pezizomycotina*
3. absence plodnic



# Opisthokonta

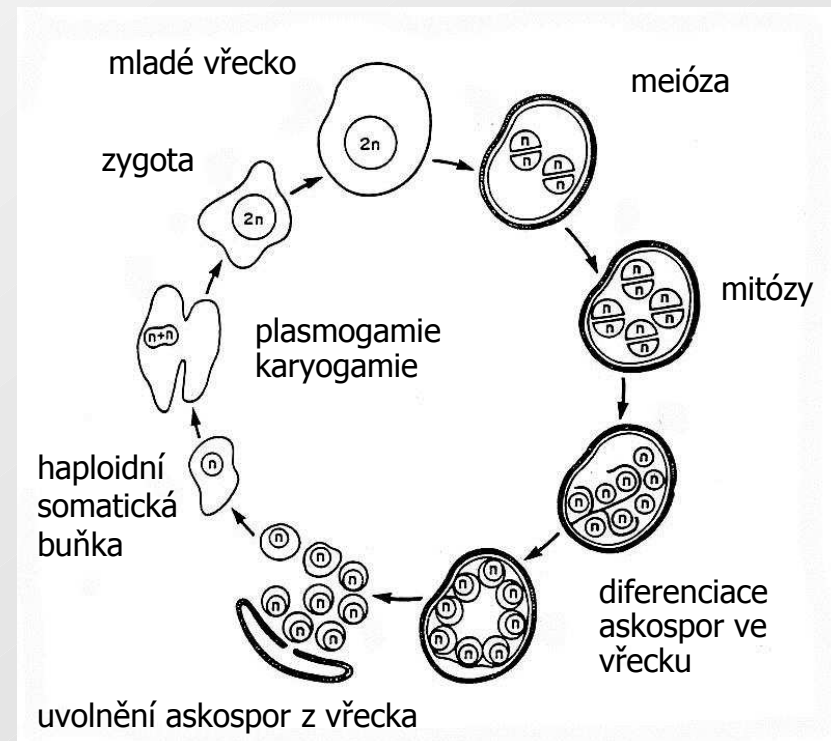
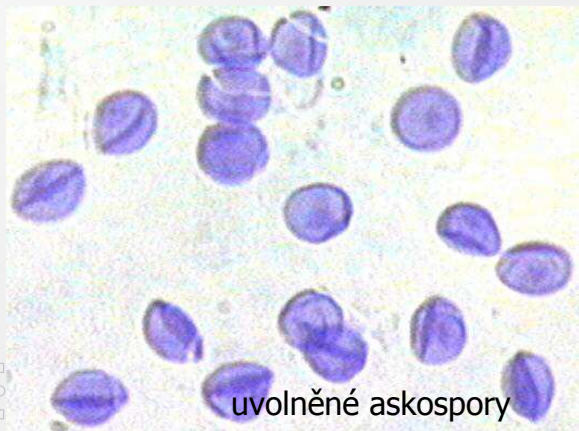
## Fungi

### Ascomycota

#### Taphrinomycotina

#### *Pneumocystidomycetes*

- ☒ jediný rod *Pneumocystis*, v minulosti považovaný za prvoka (Protozoa)
- ☒ stélka nemyceliální
- ☒ parazit plicního epitelu savců včetně člověka v případě silného oslabení
- ☒ onemocnění se nazývá pneumocystóza





## Rod *Pneumocystis*

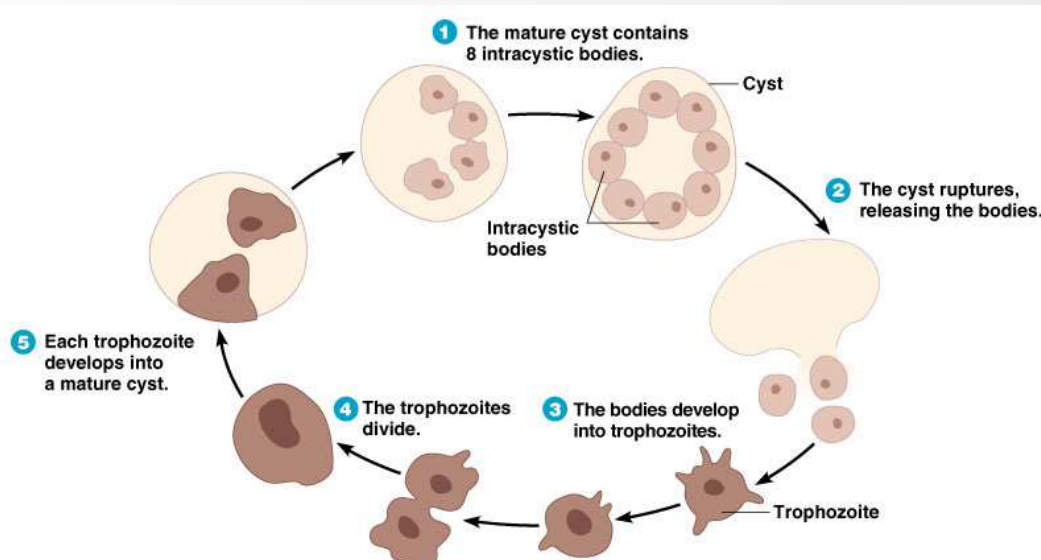
Fungi, Ascomycota, Taphrinomycotina, Pneumocystidomycetes, Pneumocystidomycetidae, Pneumocystidales, Pneumocystidaceae

- ❏ poprvé pozorován v plicích morčat infikovaných *Trypanosoma cruzi*, byl považován za vývojové stádium trypanosomy
- ❏ cysty obsahují tělíška podobná askosporám
- ❏ v roce 1999 byly lidské kmeny *Pneumocystis carinii* (název stále platí pro kmeny zvířecího původu) přejmenovány na ***Pneumocystis jirovecii***
- ❏ způsobuje pneumocystovou pneumonii dříve považovanou za nemoc nedonošených dětí a podvyživených kojenců
- ❏ ve zdravé dospělé populaci se onemocnění nevyskytuje, setkáváme se s ním u imunokompromitovaných pacientů, je nejčastější komplikací u nemocných AIDS, nebezpečná je rovněž pro pacienty po chemoterapii

## *Pneumocystis jirovecii*

Fungi, Ascomycota, Taphrinomycotina, Pneumocystidomycetes, Pneumocystidomycetidae, Pneumocystidales, Pneumocystidaceae

- ☒ trofozoiti – amébovitý tvar s tubulárními výběžky na povrchu, výběžky se zanořují do pneumocytů v alveolech, množí se příčným dělením až zaplní celou dutinu alveolu
- ☒ cysty – elipsoidní až kulovité (zralé obsahují 8 intracystických tělísek)
- ☒ precysty – stádium, kdy ještě není tenká vrstva trofozoita přetvořena na tlustou stěnu cysty



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

# Opisthokonta

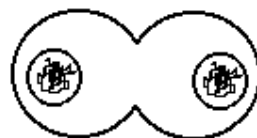
## *Fungi*

### *Ascomycota*

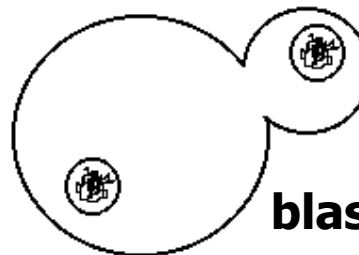
#### *Taphrinomycotina*

#### *Schizosaccharomycetes*

- rod *Schizosaccharomyces*
- zástupci se morfologicky podobají pravým kvasinkám, ale znaky na molekulární a biochemické úrovni oba rody výrazně odlišují
- nejčastější typ nepohlavního rozmnožování je schizotomický rozpad na 4-8 dceřiných buněk
- vegetativní stélka jednobuněčná, ale může být i vláknitá
- životní cyklus haploidní
- druh *Schizosaccharomyces pombe* se využívá ke zkvašování semen prosa při přípravě tzv. „afrického piva pombe“ a odkyselení vín, neboť využívá přítomnou kyselinu jablečnou



**schizotomie**



**blastogeneze**



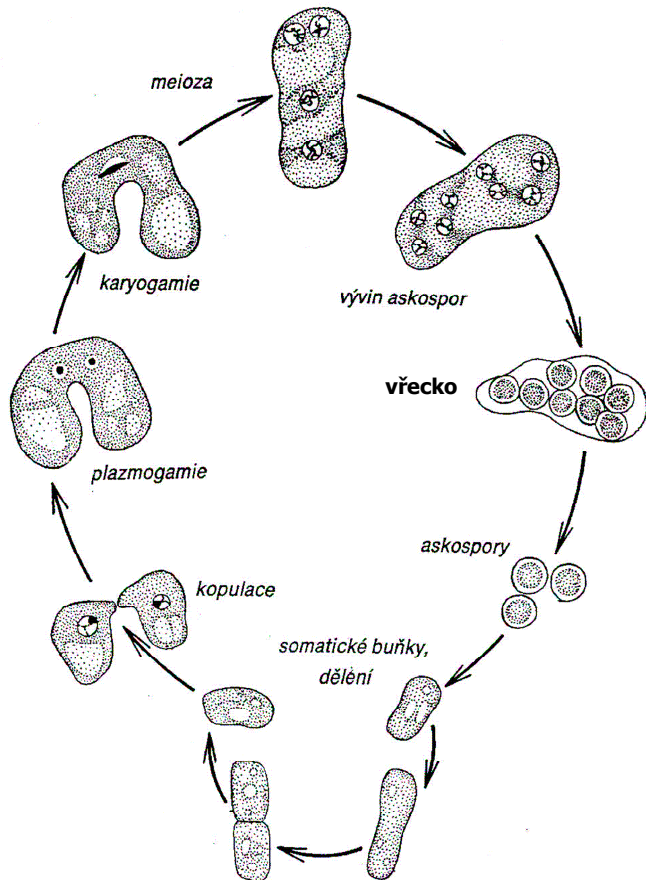
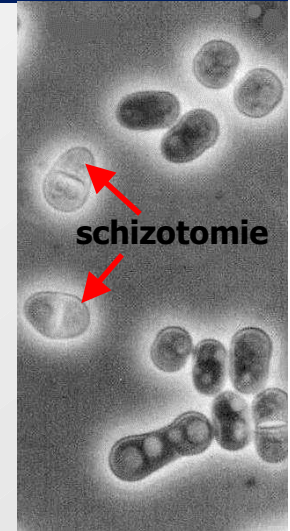
# Opisthokonta

## Fungi

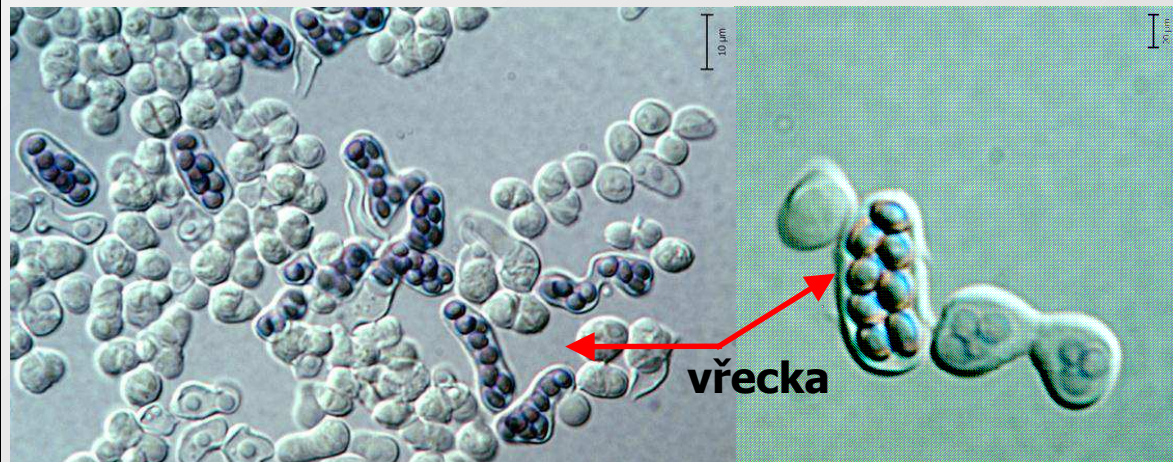
### Ascomycota

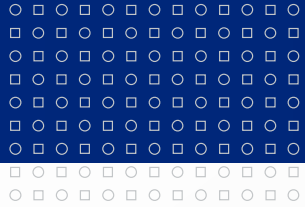
#### Taphrinomycotina

#### Schizosaccharomycetes



- ☒ druh *Schizosaccharomyces octosporus* nacházíme na sladkých plodech typu vinných hroznů, fíku a datlí
- ☒ vřečka s 8 askosporami





# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Taphrinomycotina*

#### *Taphrinomycetes*

- ☒ skupina obsahuje dva biotrofně parazitické řády, které se ale morfologií a biologií značně liší
- ☒ molekulární znaky však tyto řády řadí do společné třídy
- ☒ ***Protomycetales***
- ☒ ***Taphrinales***



# Opisthokonta

## *Fungi*

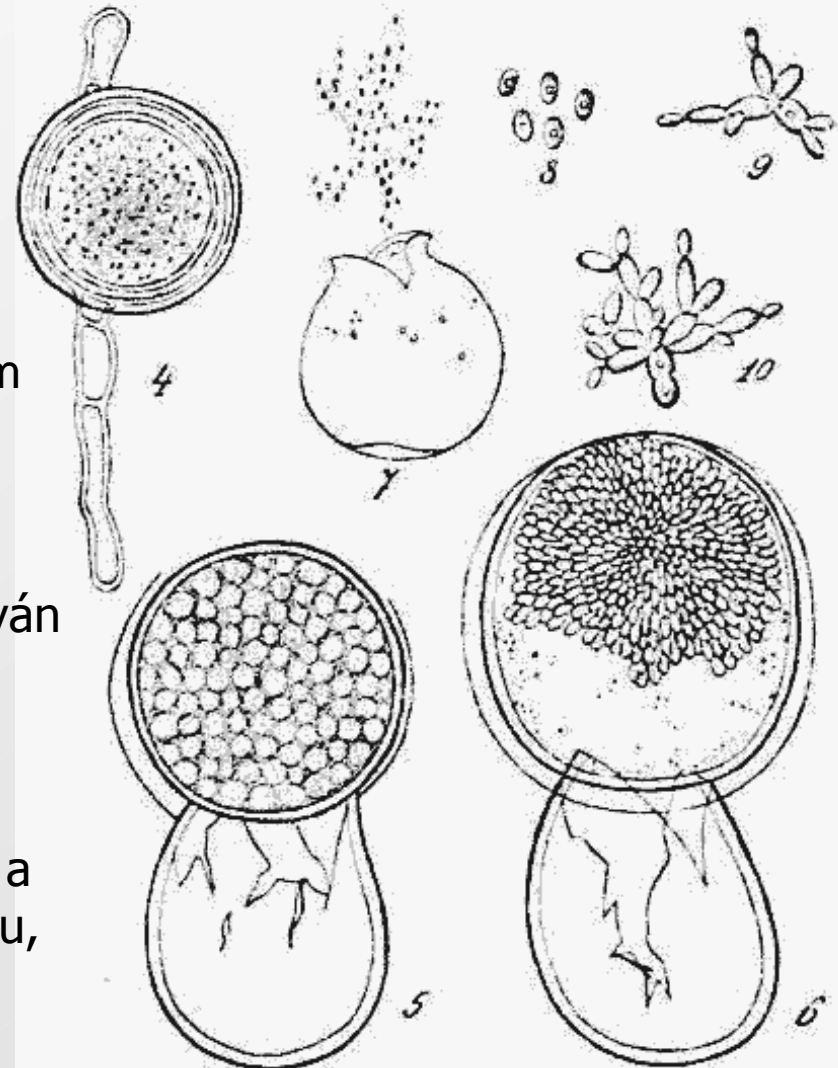
### *Ascomycota*

#### *Taphrinomycotina*

#### *Taphrinomycetes*

### *Protomycetales*

- parazité cévnatých rostlin s intercelulárním, septovaným, **diploidním myceli**em schopným pučení
- na myceliu se tvoří tlustostěnné askogenní buňky, které po přezimování vytvoří **mnohojaderný měchýřek**, který je považován za primitivní vřecko
- po karyogamii dvojic jader dojde k meiozi a vzniká velký počet haploidních askospor
- askospory po vyklíčení obvykle ihned kopulují a dávají vznik diploidnímu vegetativnímu myceliu, schopnému infikovat hostitele





# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Taphrinomycotina*

#### *Taphrinomycetes*

### *Protomycesetales*

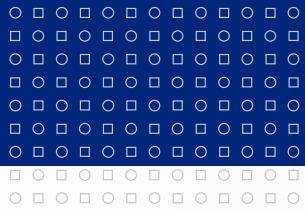
- ☒ způsobují barevné skvrny a měchýřkovité hypertrofie
- ☒ nejznámějším druhem je *Protomyces macrosporus* vytvářející výrůstky na řapících a žilnatině listů bršlice



<http://www.bladmineerders.nl/gallen/fungi/protomyces/macrosporus/macrosporus.htm>

<http://www.discoverlife.org/20/q?search=Protomyces+macrosporus>





# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Taphrinomycotina*

#### *Taphrinomycetes*

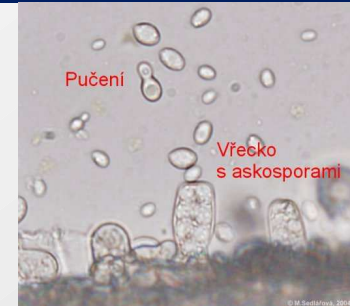
### *Taphrinales*

- ☒ parazitické septované, **dikaryotické mycelium** vznikající somatogamickou kopulací blastokonidií
- ☒ saprofytickou fází tvoří **haploidní kvasinkovité buňky** množící se pučením nebo pučivé pseudomycelium
- ☒ netvoří se askogenní hyfy
- ☒ karyogamie probíhá v zygotě z níž se vyvine **vřecko obvykle s 8 askosporami**, často se však askospory množí pučením za vzniku většího počtu askospor
- ☒ vřecka jsou uspořádána na povrchu hostitele, **plodnice se netvoří**
- ☒ životní cyklus haplodikaryotický
- ☒ jediný rod ***Taphrina***, anamorfa *Lalaria*, cca 90 -100 druhů
- ☒ specifictí parazité rostlin způsobující hypertrofii a hyperplazii

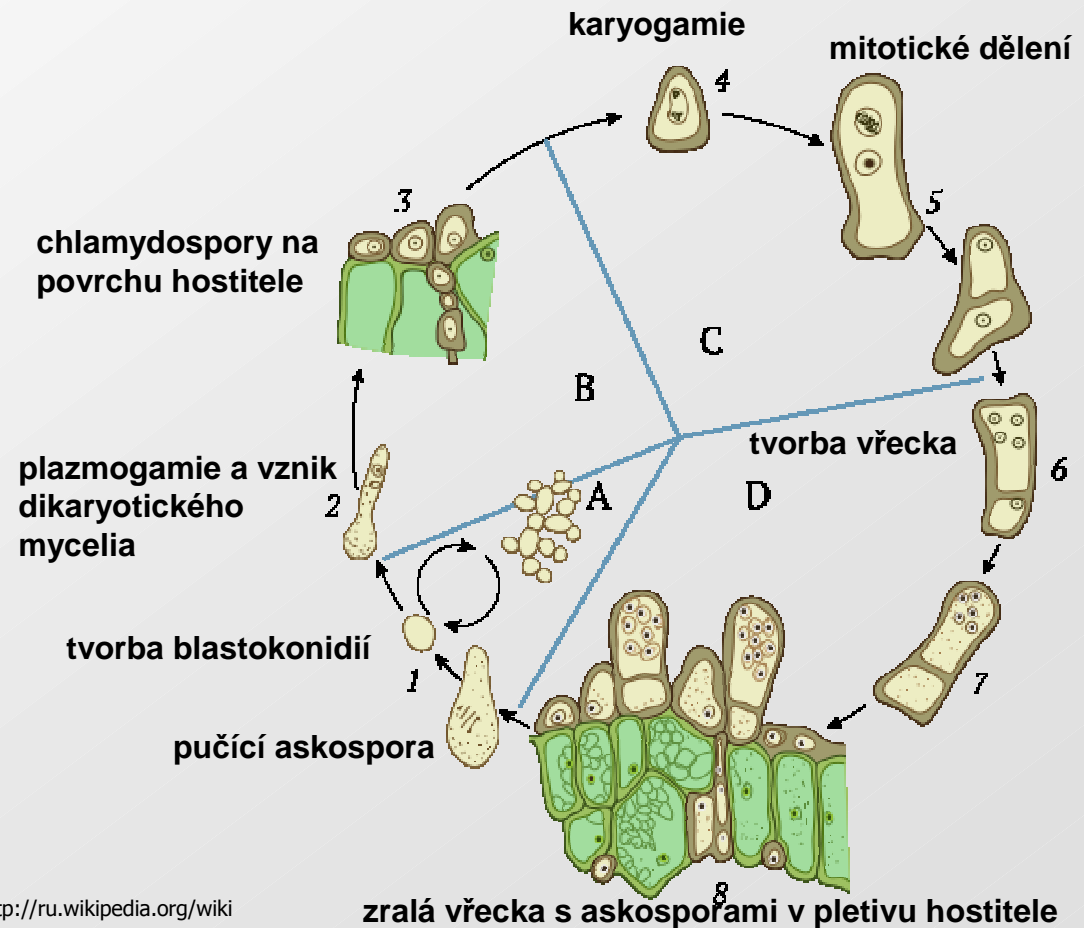


*Ascomycota*  
*Taphrinomycotina*  
*Taphrinomycetes*

***Taphrina deformans* – životní cyklus haplo-dikaryotický**



- ❑ **haploidní saprofytická fáze** – blastokonidie
- ❑ kopulace blastokonidií nebo párování jader v pseudomyceliu
- ❑ **dikaryotické parazitické mycelium**
- ❑ chlamydospory na povrchu hostitele
- ❑ karyogamie => zygota => rozdělení na dvě buňky
- ❑ bazální buňka degeneruje, z terminální buňky se vyvine vřečko
- ❑ spory se uvolňují pod tlakem štěrbinou



*Ascomycota*  
*Taphrinomycotina*  
*Taphrinomycetes*

*Taphrina deformans*

☒ původce kadeřavosti listů



<http://old.botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=Taphrina%20deformans>

<http://www.associationmycologiquetoulouse.ups-tlse.fr/spip.php?article25>

*Ascomycota*  
*Taphrinomycotina*  
*Taphrinomycetes*

*Taphrina pruni*

☒ původce puchrovitosti švestek





# Opisthokonta

## Fungi

Oddělení: *Ascomycota*

– houby vřeckaté

Pododdělení: *Taphrinomycotina*

(nižší vřeckaté houby)

Třída: *Pneumocystidomycetes*

Třída: *Taphrinomycetes*

Třída: *Schizosaccharomycetes*

Pododdělení: *Saccharomycotina*

– kvasinky

Pododdělení: *Pezizomycotina*

(vlastní vřeckaté houby)

Třída: *Eurotiomycetes*

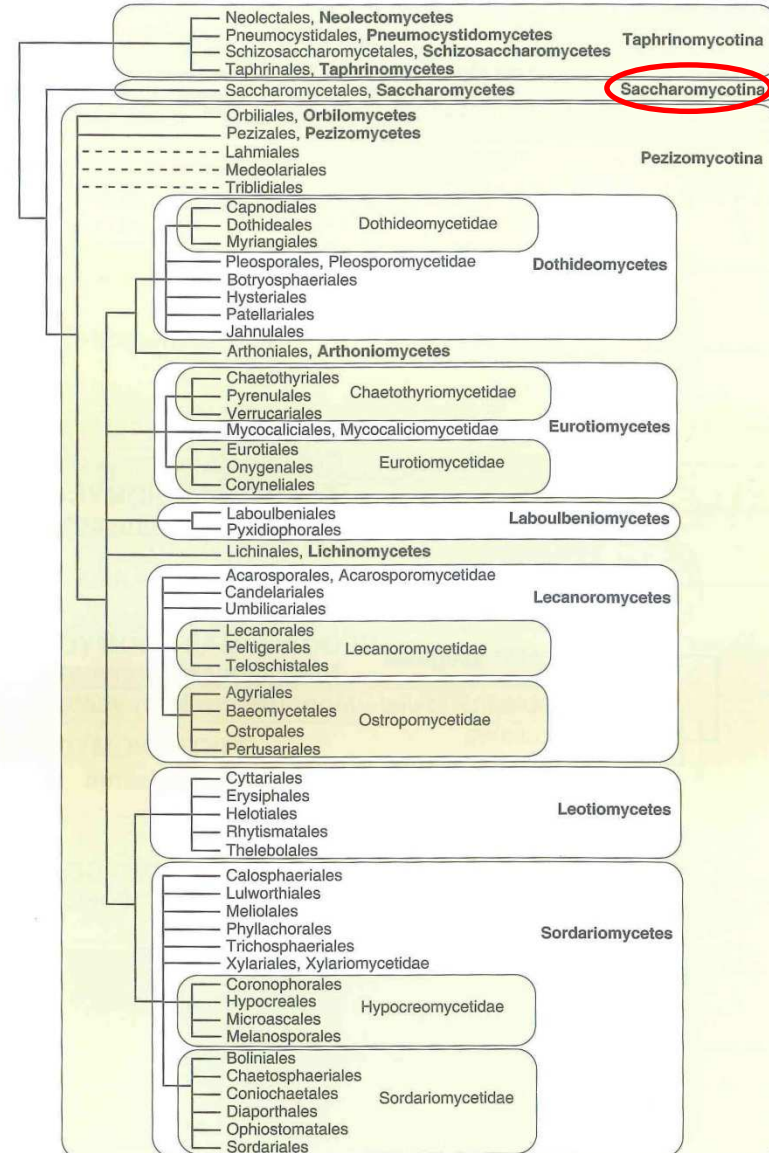
Třída: *Pezizomycetes*

Třída: *Leotiomycetes*

Třída: *Sordariomycetes*

Třída: *Dothideomycetes*

výběr probíraných tříd



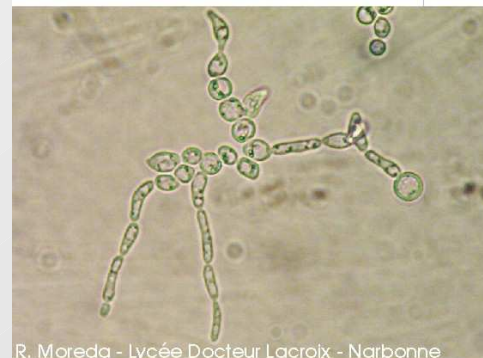
# Opisthokonta

## *Fungi*

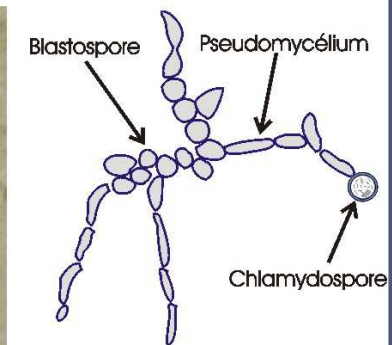
### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

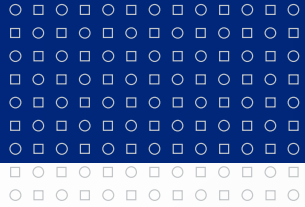
- ☒ jediná třída s jediným řádem *Saccharomycetales* (syn. *Endomycetales*)
- ☒ vegetativní stélka je nejčastěji ve formě jednotlivých **pučivých buněk - blastokonidií**, některé druhy vytvářejí tzv. **pučivé pseudomycelium** a **chlamydospory**, vzácně se vyskytuje i hyfální **přehrádkované mycelium**
- ☒ buněčná stěna je (ultrastrukturálně) **jednovrstevná** na rozdíl od skupiny *Pezizomycotina*, kde je dvouvrstevná
- ☒ je tvořena polysacharidy typu  $\beta$ -glukan a  $\beta$ -manan



R. Moreda - Lycée Docteur Lacroix - Narbonne



*Candida albicans* x400  
Observation milieu RAT.



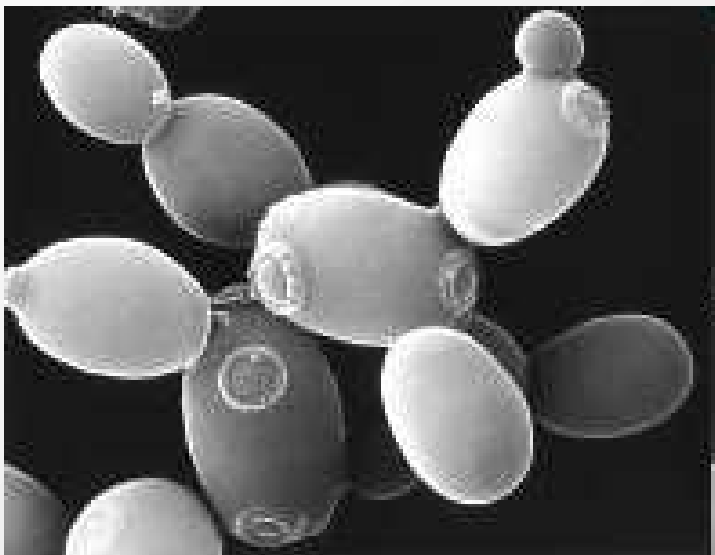
# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

- ☒ **nepohlavní rozmnožování** představuje
  - pučení za vzniku **blastokonidií** (holoblastická konidiogeneze), po odpadnutí dceřinných blastokonidií zůstávají na povrchu mateřské buňky zřetelné jizvy
  - prosté dělení buněk
  - u vláknitých typů tvorba **arthrokonidií** (holoarthrická konidiogeneze)



# Opisthokonta

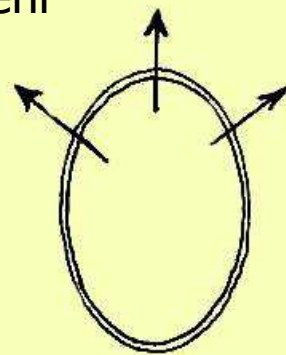
## *Fungi*

### *Ascomycota*

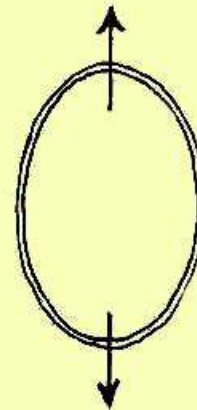
#### *Saccharomycotina*

## Nepohlavní rozmnožování

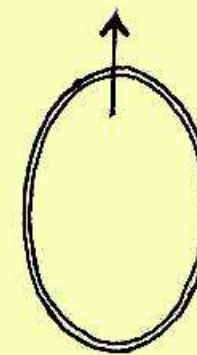
- základní typy pučení



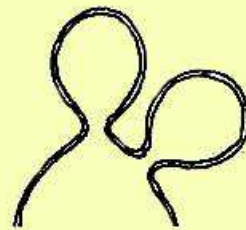
multilaterální



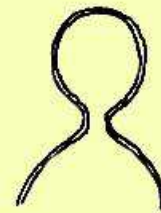
bipolární



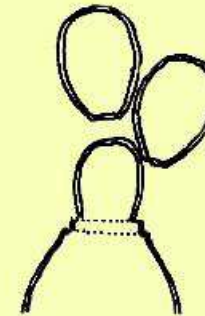
unipolární



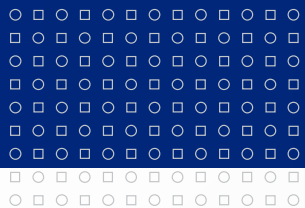
holoblastická



enteroblastická perkurentní







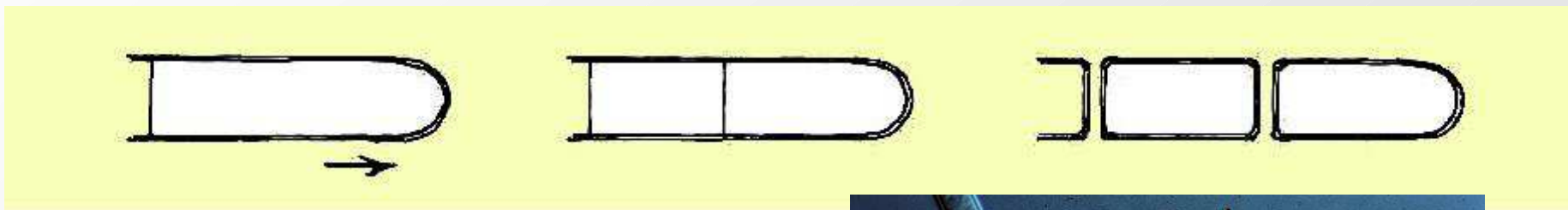
# Opisthokonta

*Fungi*

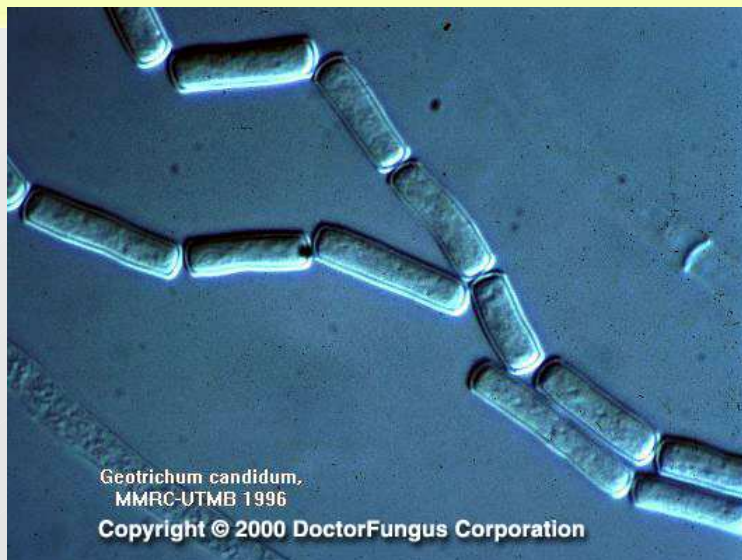
*Ascomycota*

*Saccharomycotina*

## Nepohlavní rozmnožování



tvorba arthrokonidií



*Geotrichum candidum*,  
MMRC-UTMB 1996  
Copyright © 2000 DoctorFungus Corporation



# Opisthokonta

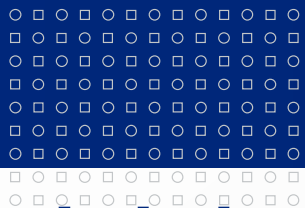
## *Fungi*

### *Ascomycota*

### *Saccharomycotina*

## Pohlavní rozmnožování

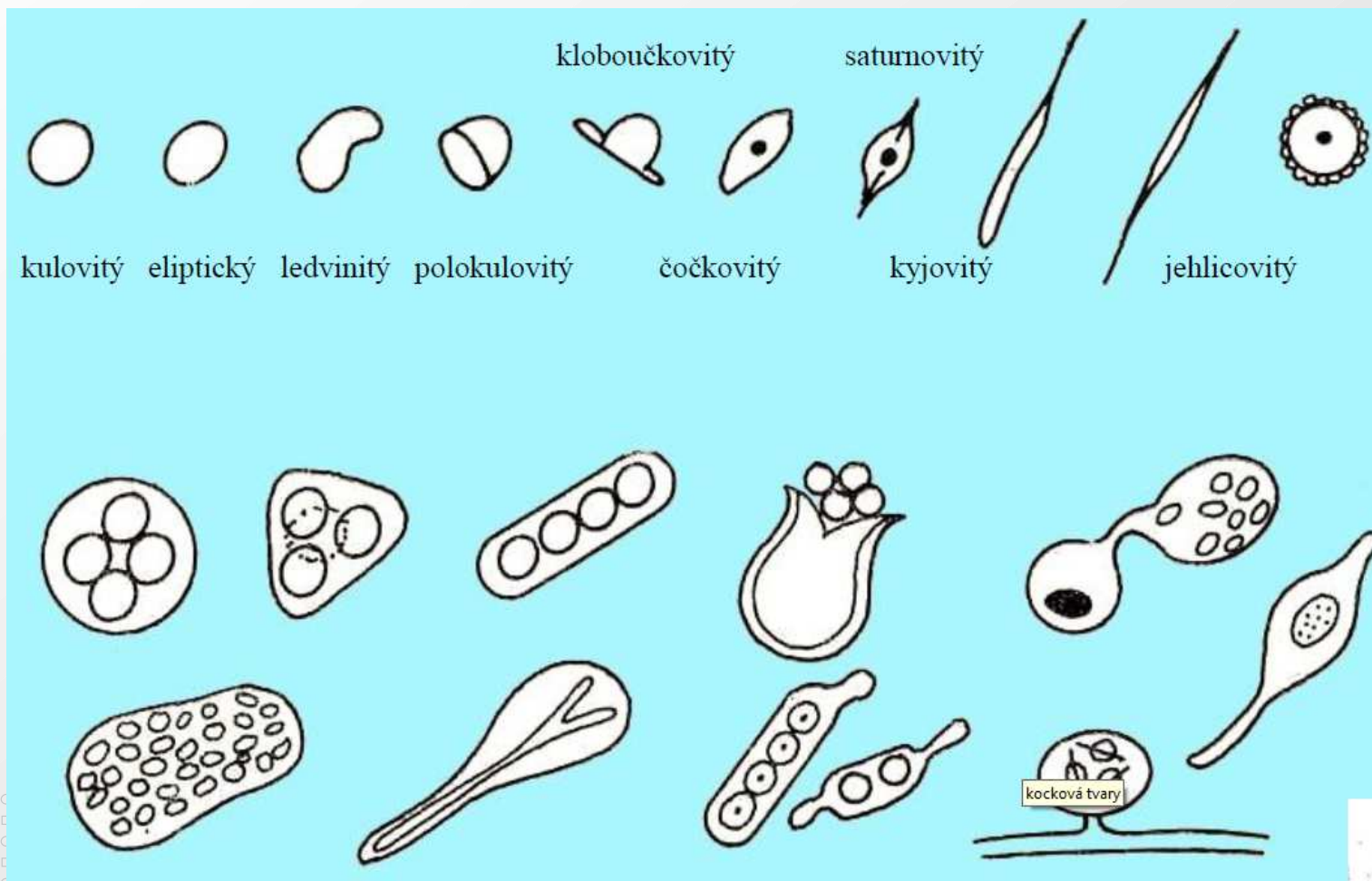
- **somatogamie** (kopulace dvou vegetativních buněk)
- u vláknitých typů kopulují nepříliš diferencovaná gametangia - **gametangiogamie**
- ☒ vzniká **diploidní zygota**
- ☒ vřecko se tvoří většinou přímo z zygoty
- ☒ životní cykly: haplobiotický, haplo-diplobiotický nebo i diplobiotický

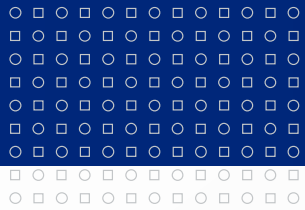


# Opisthokonta

*Fungi, Ascomycota, Saccharomycotina*

## Typy askospor a vřecek





# Opisthokonta

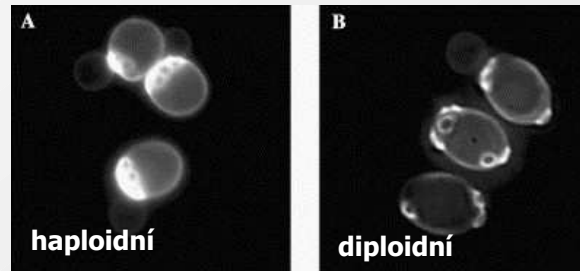
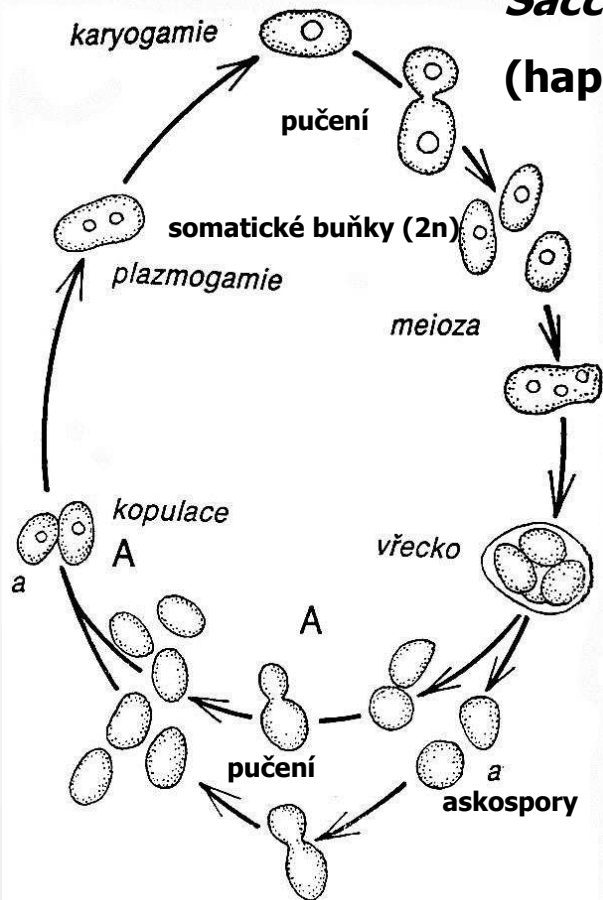
## Fungi

### Ascomycota

#### Saccharomycotina

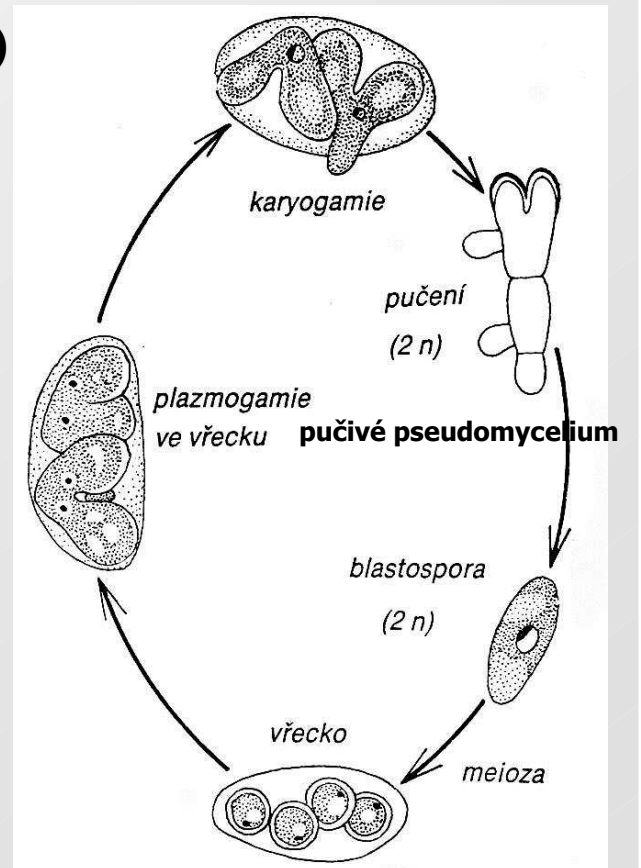
#### *Saccharomyces cerevisiae*

(haplo-diplobiotický životní cyklus)

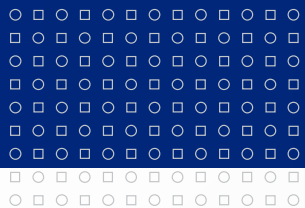


#### *Saccharomycodes ludwigii*

(diplobiotický)







# Opisthokonta

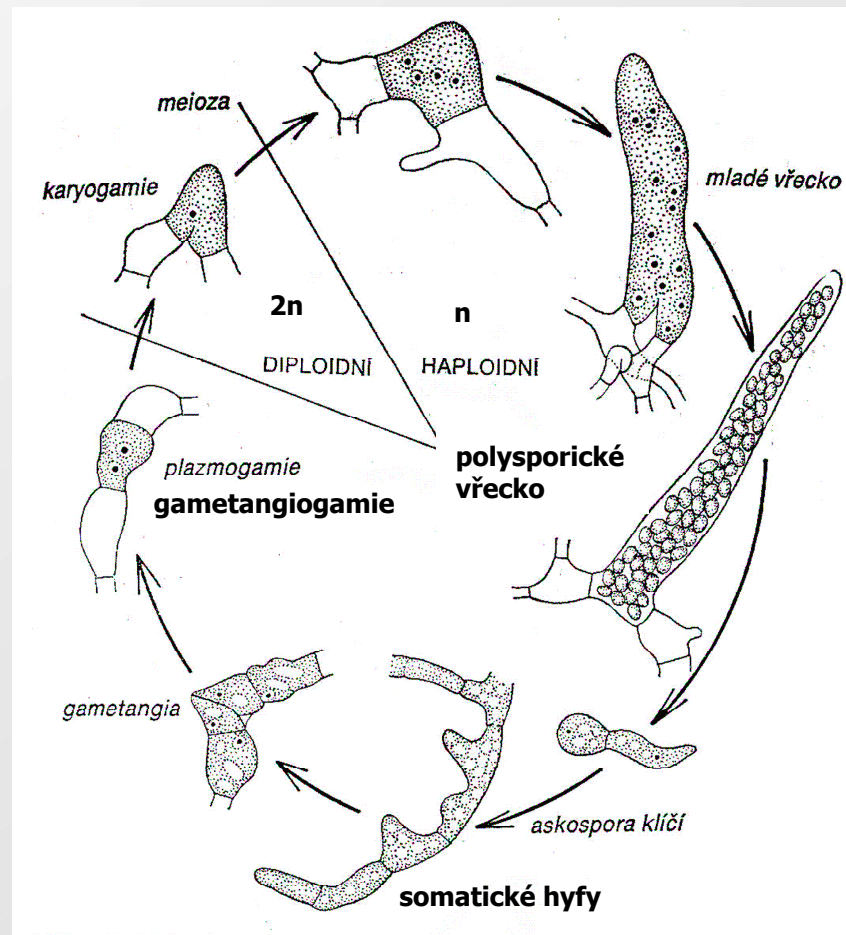
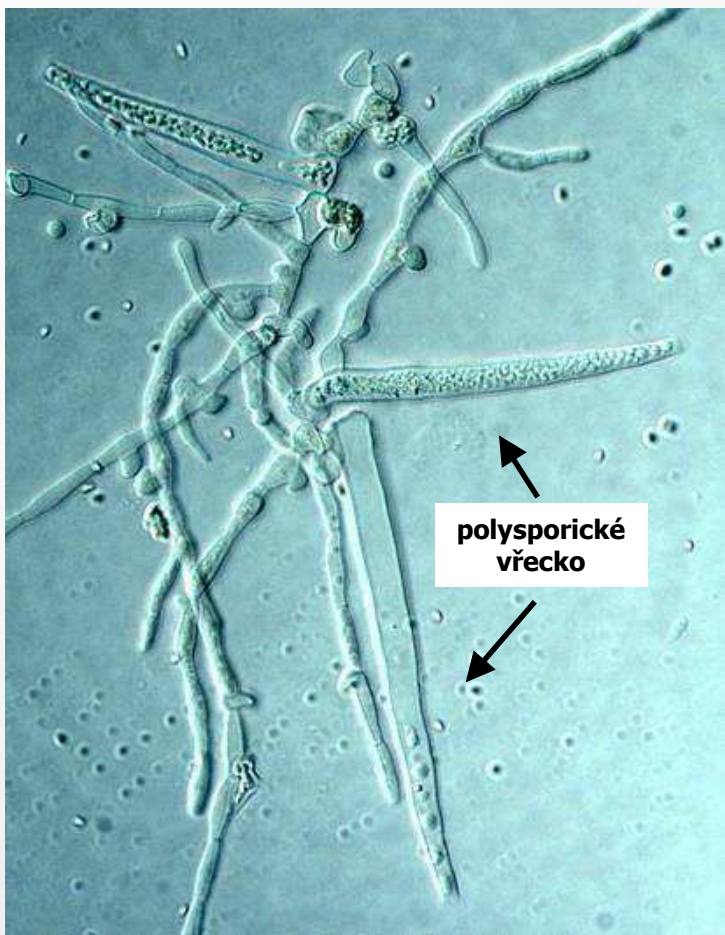
Fungi

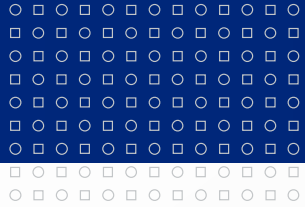
Ascomycota

Saccharomycotina

## *Dipodascus uninucleatus*

- vláknité septované mycelium
- **haplobiotický** životní cyklus
- nalezen v mízotoku dřevin





# Opisthokonta

## *Fungi*

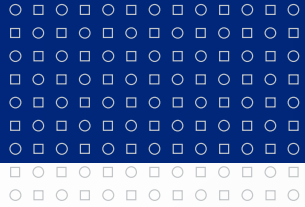
### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

- přes 88 rodů, cca 900 druhů členěných do 13 čeledí (Dictionary, 2008)
- převážně saprofyté na cukerných substrátech (plody, nektarie, mízotoky), dřevě a v půdě
- schopnost fermentace cukrů na etanol a CO<sub>2</sub> se využívá v potravinářském průmyslu (výroba piva, vína)
- schopnost syntézy řady látek využitelných ve farmaceutickém a chemickém průmyslu

<http://www.mycobank.org/defaultinfo.aspx?Page=Home>





# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

#### ***Endomyces***

- vláknité mycelium rozpadající se na válcovité arthrokonidie
- izolován z půdy, odpadních vod a mléčných produktů

#### ***Pichia***

- kontaminace kvasných procesů
- nízké kvasné schopnosti, zástupci zkvašují buď glukózu nebo žádný cukr
- asociace s některými druhy hmyzu

#### ***Saccharomycodes***

- diplobiotický životní cyklus
- izolován z mízotoku dubů

#### ***Dipodascus***

- haplobiotický životní cyklus
- nalezen v mízotoku dřevin



# Opisthokonta

## Fungi

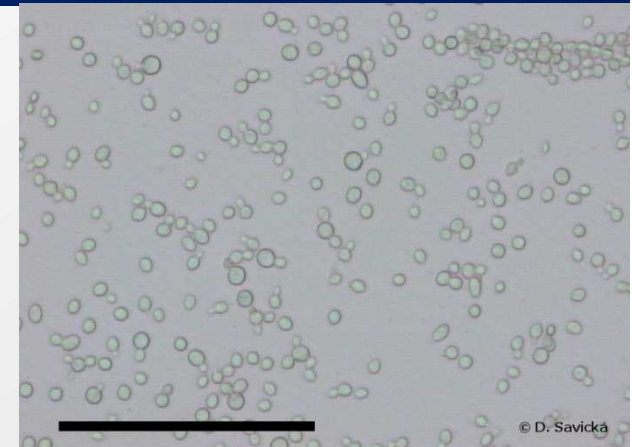
### Ascomycota

### Saccharomycotina

### *Saccharomyces*

- nejvýznamnější druh *Saccharomyces cerevisiae*
- kvasinka s haplo-diplobiotickým životním cyklem s izomorfickou rodozměnou (v kulturách se vyskytují pohromadě haploidní i diploidní buňky)
- využití jako pekařská, lihovarská, vinařská nebo spodní či svrchní pivovarská kvasinka
- **zkvašuje glukózu, sacharózu, maltózu, galaktózu a částečně nebo úplně rafinózu**
- u kmenů průmyslově využívaných se vyžaduje stálost jejich technologických vlastností
- stálé kmeny byly získány vyselektováním buněk s poškozenou sporulační schopností (meióza), která je největším zdrojem proměnlivosti

<http://www.upv.cz/cs.html>





# Opisthokonta

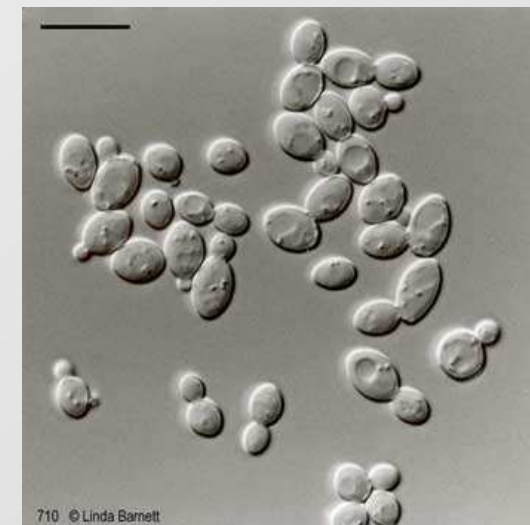
## *Fungi*

### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

### *Zygosaccharomyces*

- vegetativní fáze v haploidním stavu
- jsou osmotolerantní, **rostou dobře i v půdách obsahujících 50% glukózy**, proto bývají příčinou kažení medu nebo čokoládových bonbonů
- druhy *Zygosaccharomyces rouxii* a *Zygosaccharomyces bailii* (kontaminant ve vinařství) rostou i v prostředí obsahujícím 60% glukózy



# Opisthokonta

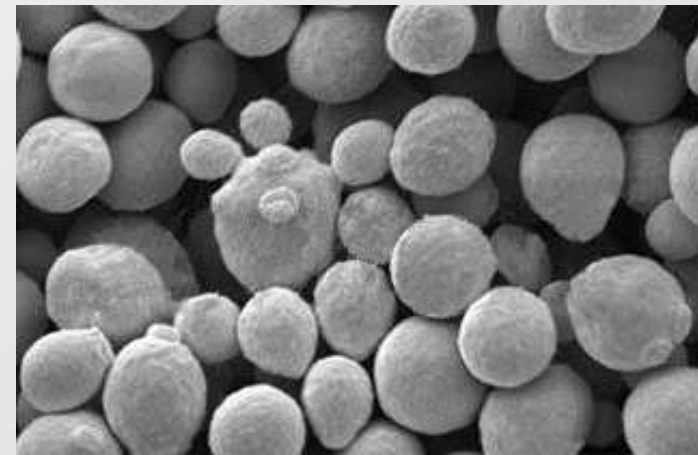
## *Fungi*

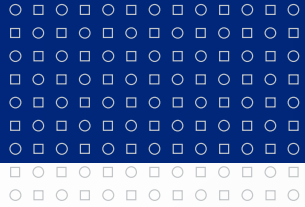
### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

### *Kluyveromyces*

- druhy *Kluyveromyces lactis* var. *lactis* a *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* **zkvašují laktózu** a využívají se při výrobě kefíru





# Opisthokonta

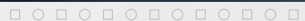
## *Fungi*

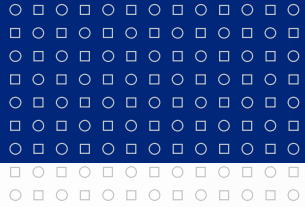
### *Ascomycota*

#### *Saccharomycotina*

### *Yarrowia*

- 8 druhů, *Yarrowia lipolytica*
- lipolytická aktivita
- degradace ropy
- k biodegradaci olejů a tuků v procesu čištění odpadních vod





# Opisthokonta

## *Fungi*

### *Ascomycota*

### *Saccharomycotina*

## Další průmyslový význam kvasinek

- autolyzáty a extrakty droždí nebo odhořčených pivovarských kvasnic se používají jako přísady do potravin a jako složka živných médií v **mikrobiologických laboratořích**
- z buněk kvasinek se izoluje řada látek používaných v **biochemických laboratořích** (enzymy, koenzymy, nukleotidy, nukleosidy apod.)
- speciální kmeny *S. cerevisiae* se používají pro **výrobu ergosterolu** (provitamin D), který po ozáření ultrafialovým světlem poskytuje vitamin D



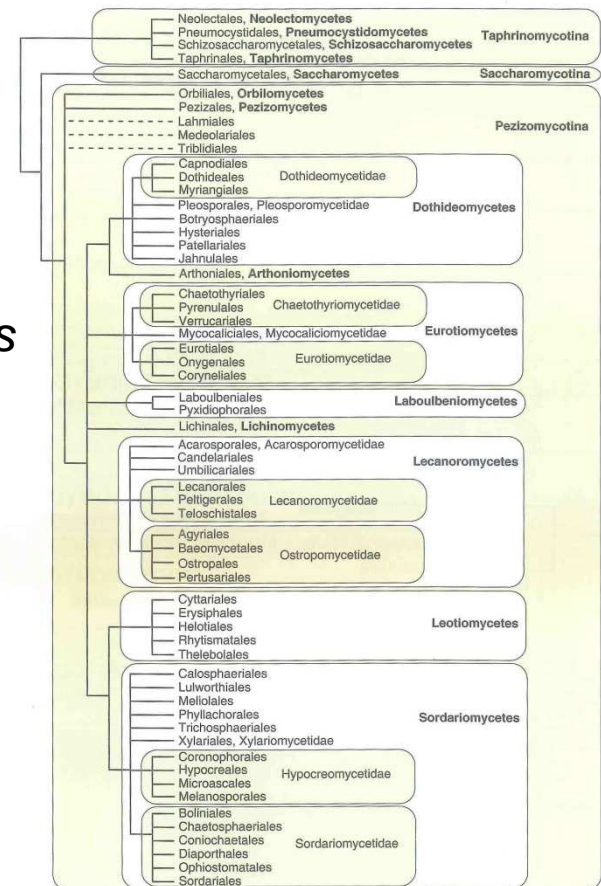


# Klinicky významné rody kvasinek

## Kvasinky oddělení *Ascomycota*

Saccharomycotina, Saccharomycetes,  
Saccharomycetidae, Saccharomycetales

- ☒ anamorfa *Candida*
- ☒ anamorfa *Geotrichum* – teleomorfa *Galactomyces*
- ☒ *Saccharomyces*



Hibbett & al. (2007)

## Rod *Candida*

*Fungi, Ascomycota, Saccharomycotina, Saccharomycetes, Saccharomycetidae, Saccharomycetales*

- ☒ je to anamorfa mnoha teleomorfních (tedy askogenních) kvasinek
- ☒ nejvýznamnější a nejčastěji nalézán v klinickém materiálu
- ☒ původcem kandidóz
  - povrchové (kožní, slizniční)
  - systémové
- ☒ **slizniční kandidózy**: kandidóza sliznice pochvy, kandidóza ústní sliznice
- ☒ **kožní kandidózy** (plenková dermatitida u kojenců, kandidózy kůže a nehtů)
- ☒ **systémové infekce** se vyskytují především u oslabených osob a u osob léčených kombinací širokospektrých antibiotik
- ☒ nejběžnější je *Candida albicans*, dále *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* a další

## *Candida albicans*

### Morfologie

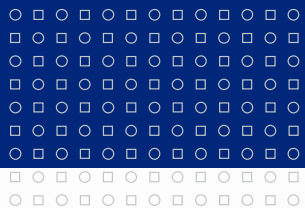
- ☒ závisí na typu substrátu
- ☒ tvoří blastokonidie, pseudomycelium, chlamydospory (rýžový nebo kukuřičný agar), zárodečné klíčky (germ tubes)



[http://www.fnplzen.cz/mykoatlas/kvasinky/c\\_albicans.html](http://www.fnplzen.cz/mykoatlas/kvasinky/c_albicans.html)

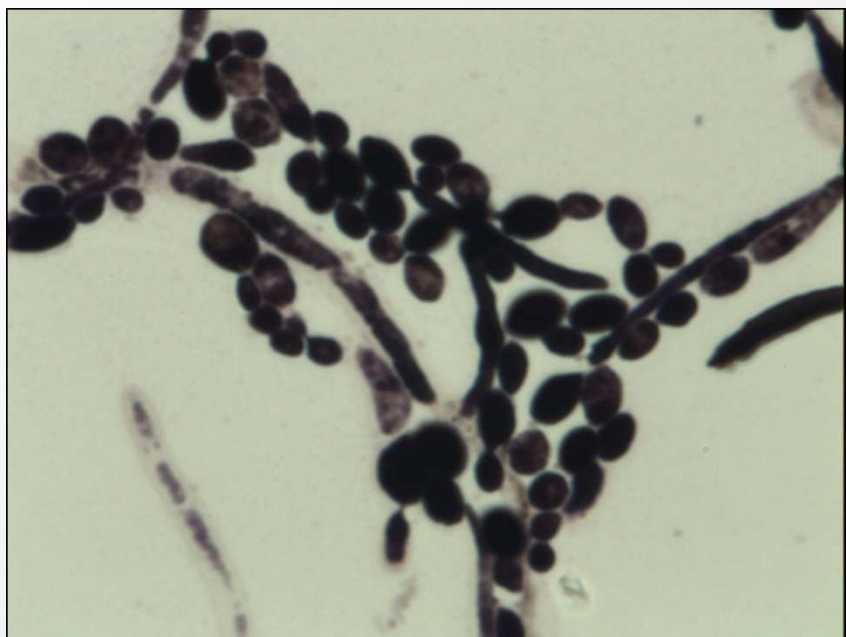


<http://thunderhouse4-yuri.blogspot.cz/2009/12/candida-albicans.html>



# *Candida albicans*

## Morfologie



CCM 8180, gramovo barvení



CCM 8226, gramovo barvení





## *Candida albicans*

### Kultivace

- na bakteriologických půdách  
např. KA vytvoří za 24 hodin  
drobné, lesklé, bílé kolonie  
(chlebová vůně)

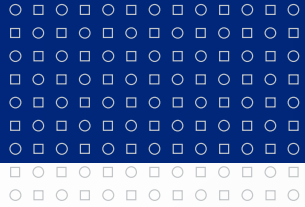


## *Candida albicans*

### Kultivace

- na Sabouraudově agaru s 4% glukózy tvoří krémové, neprůhledné, matné, vypouklé kolonie s typickou vůní





.....**PŘÍŠTĚ *Ascomycota* – teleomorfa (2. část)**

