



Basidiomycota



- Popsáno asi 30.000 druhů
- Většina zástupců jsou terestrické druhy, některé i sladkovodní a mořské
- Saprofyté, parazité a symbionti



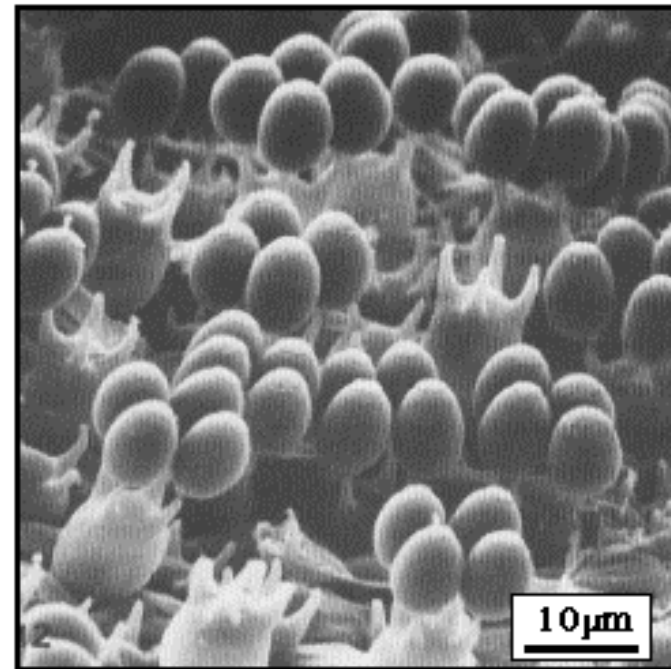
Phylum Basidiomycota

Basidiokarp – plodnice

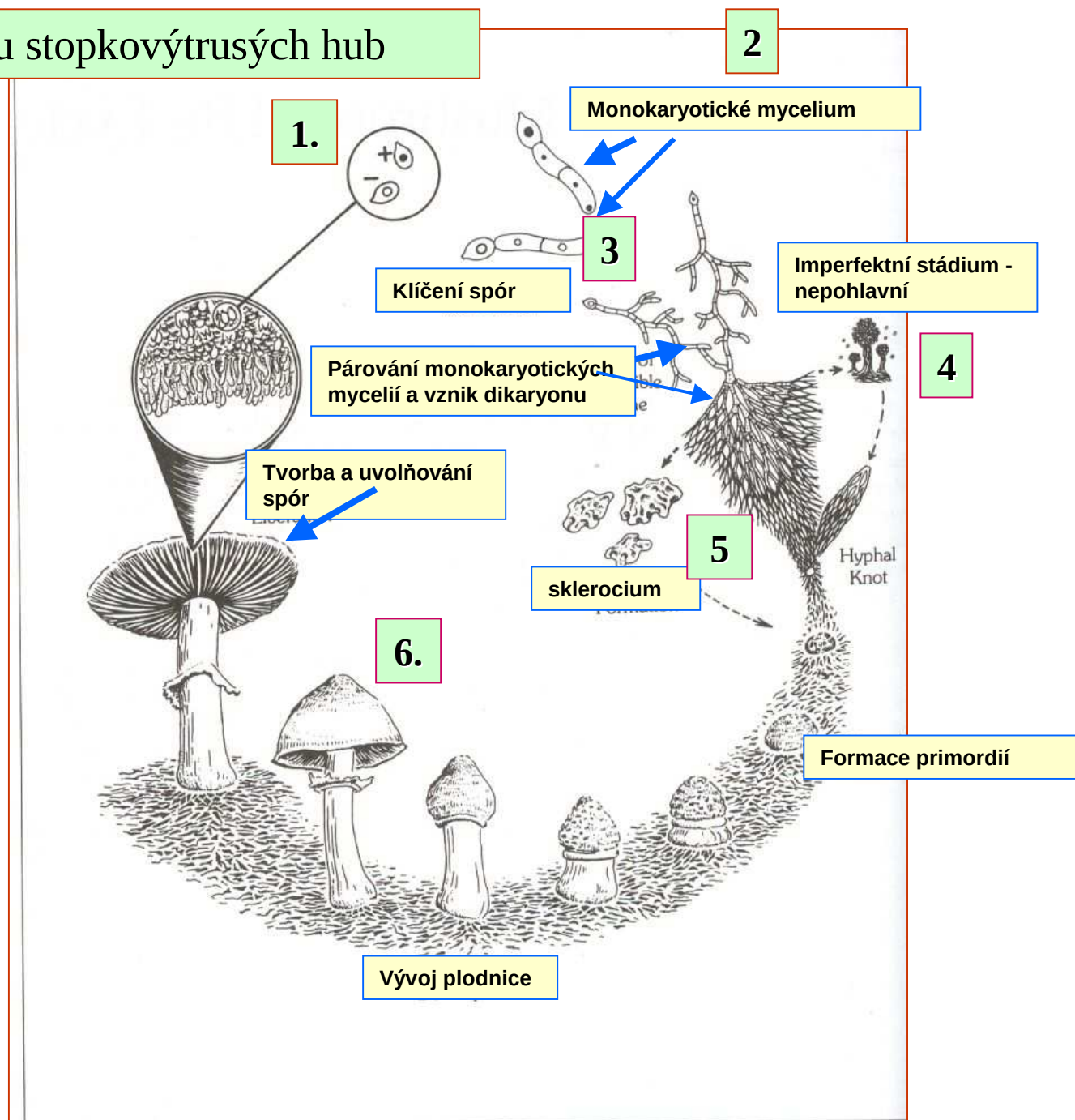
Basidium - plasmogamie, karyogamie, meioza

basidiospory (haploidní, uninukleární, binukleární)

-tvar, velikost, barva, tenko i silnostěnné, hladké nebo ornamentované



Životní cyklus u stopkovýtrusých hub

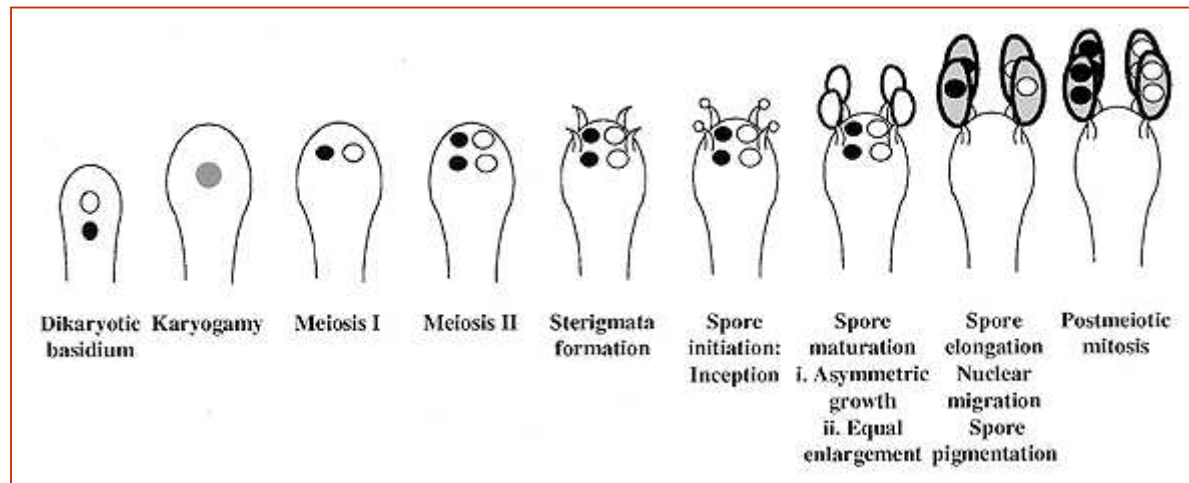
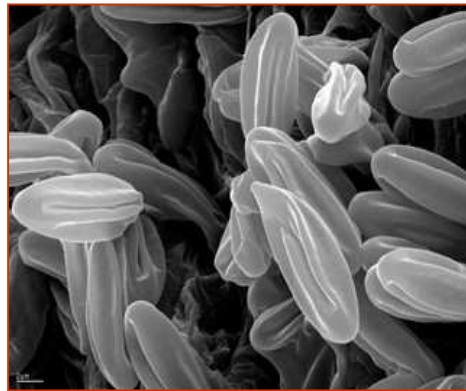
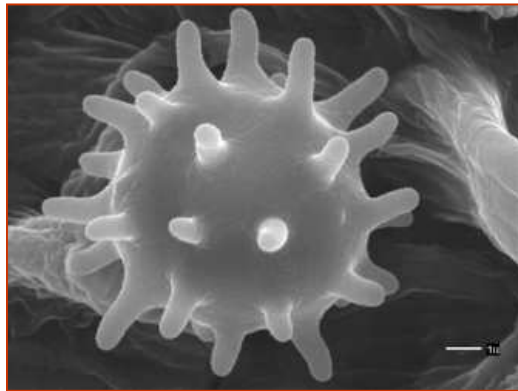


1. **Basidiospóra** je haploidní a dormantní spóra.

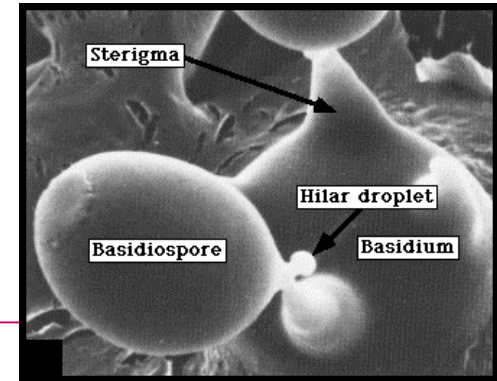
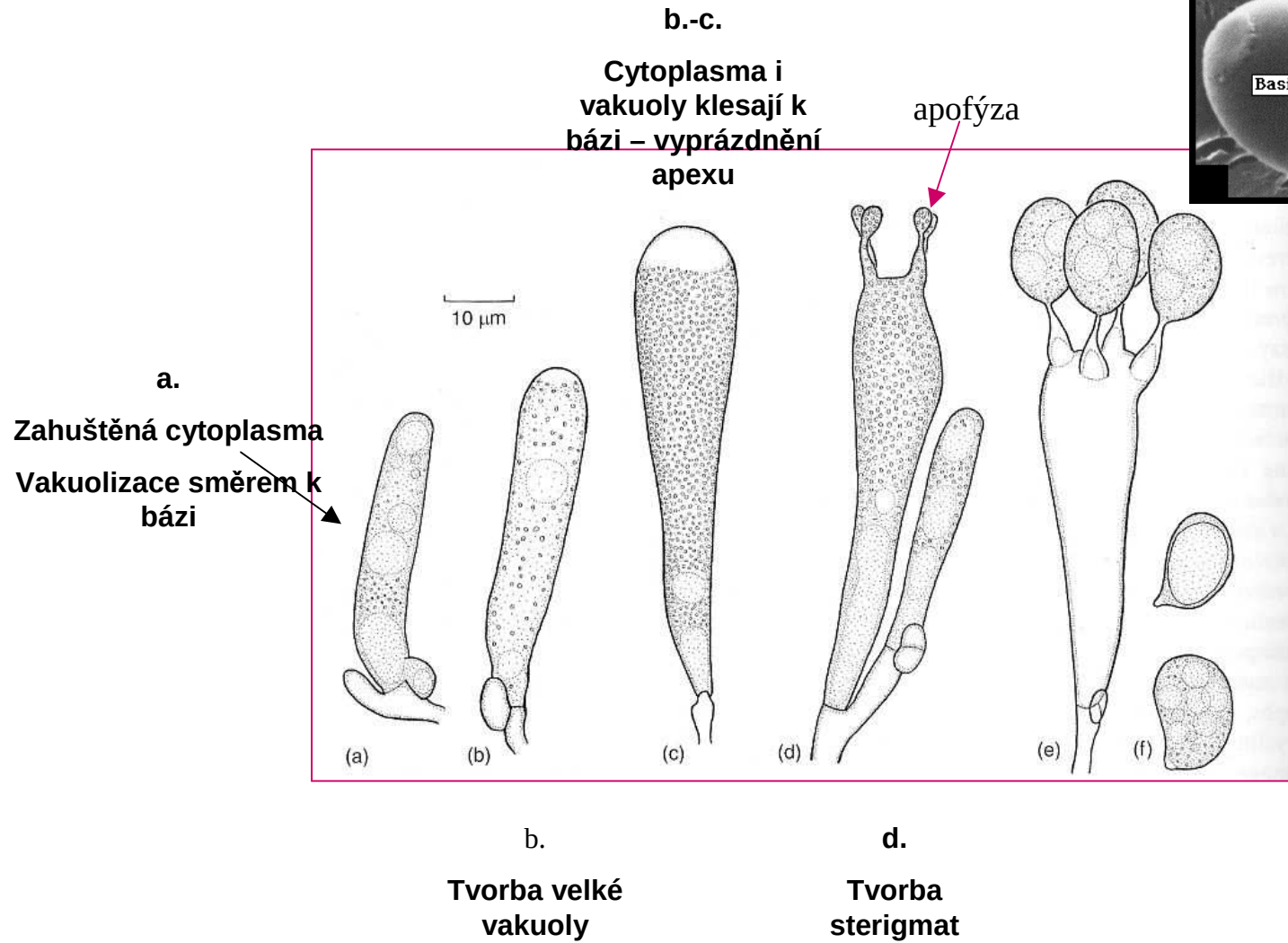
Klíčivost je ovlivněna vnějšími chemickými a/nebo fyzikálními faktory

Může klíčit přímo v tzv. klíček a následně v **primární mycelium**

Může klíčit nepřímo tím, že vytváří sekundární spóry (balistospóry, sporidie) nebo nepohlavní spóry



Vývoj basidie – cytologické aspekty



Vývoj basidie – dělení jader

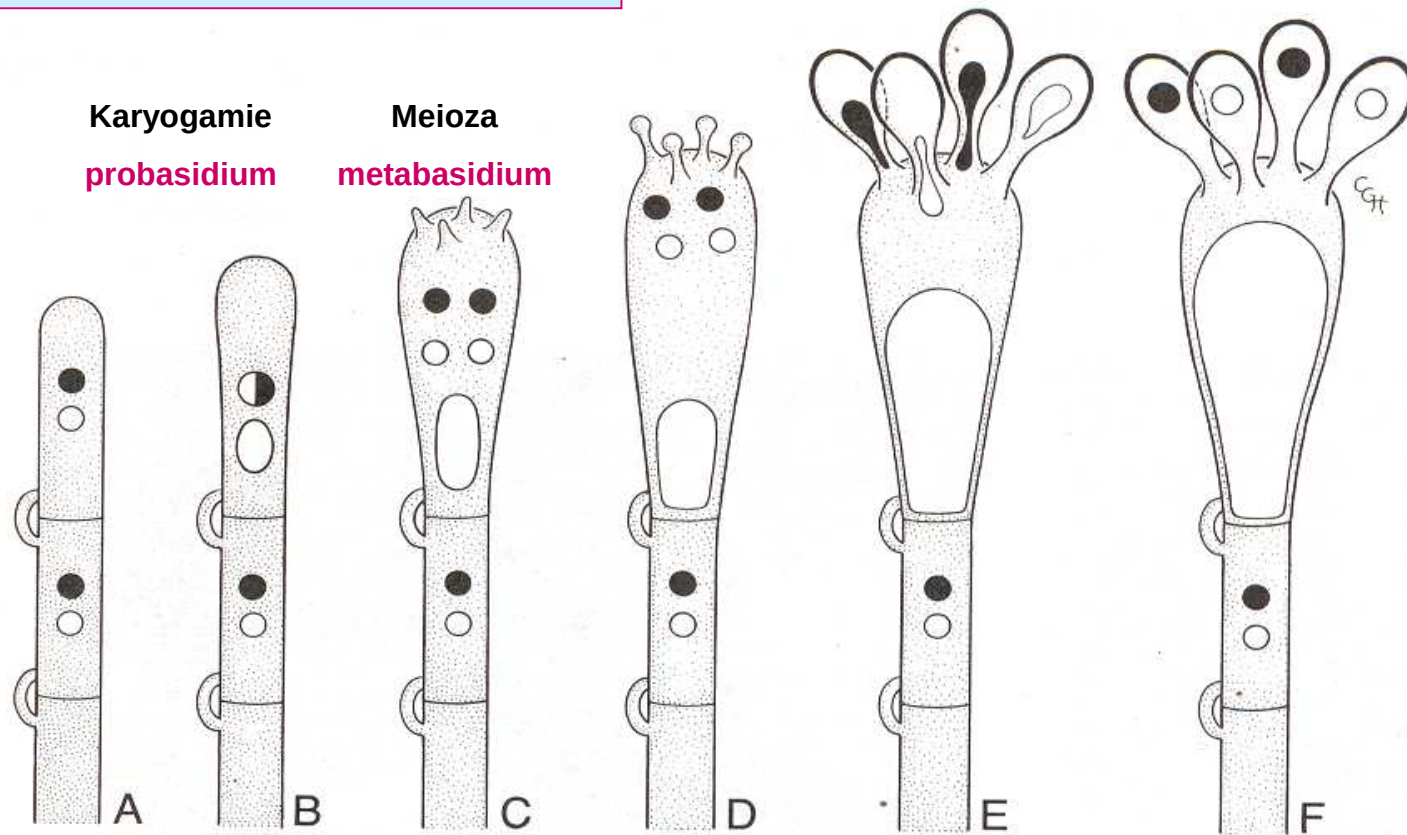


Figure 16-6 Successive stages in development of a basidium and basidiospores. (A) Binucleate hyphal tip. (B) Uninucleate, diploid basidium following karyogamy. (C) Postmeiotic basidium with four haploid nuclei. Sterigmata have begun to develop. (D) Basidiospore initials on sterigmata and nuclei preparing to migrate into the spore initials. (E) Migration of nuclei into basidiospore initials. (F) Highly vacuolate, maturing basidium bearing four young uninucleate basidiospores. (Drawing by G. H. R. H. H. H.)

U mnoha druhů -**Post - meiotická mitóza**: a. v horní části basidie – 8 jader, 4 vejdou do spór a 4 se autolyzují v basidii- *Cantharellus cibarius* (liška obecná) – **výsledné spóry jsou jednojaderné**.

b. Ve sterigmatech (*Collybia butyracea*) – 4 jádra přejdou do spór a 4 degenerují.

c. V mladých spórách, ale 4 jádra migrují zpět do basidie (degenerují) a 4 zůstávají ve spórách (*Paxillus involutus*)

Vývoj a uvolnění basidiospóry

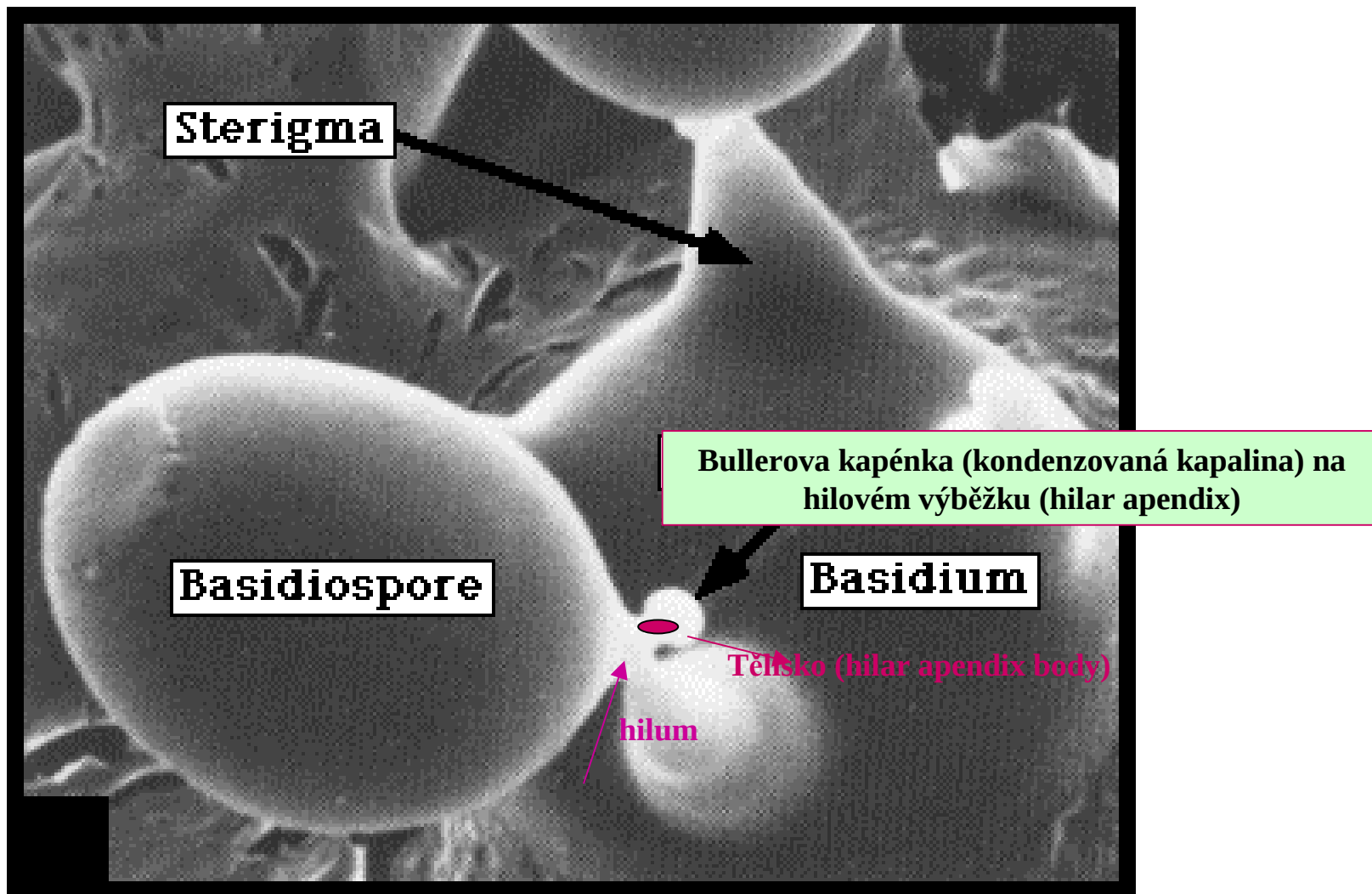
1. Rozšíření vrcholu sterigmat – vznik primordia basidiospóry (0,6-0,8 μm), třívrstevná stěna, vrcholové tělísko je znatelné.
2. Asymetrický růst, vývoj hilového tělíska je kónický (Bullerova kapénka) v těsném spojení s plasmatickou membránou spóry, zakládá se hilový výběžek. Zesílení stěny basidiospóry – šestivrstevná.
3. Rozšíření basidiospóry – sférické, od sterigmatu se odklání v úhlu 45° hilové tělísko proniká do stěny spóry, vnější stěna basidiospóry je lepivá
4. Prodlužování – spóra se prodlužuje, vzniká pórová čepička, dochází k pigmentaci stěny spóry

Oddělení basidiospóry od sterigmatu

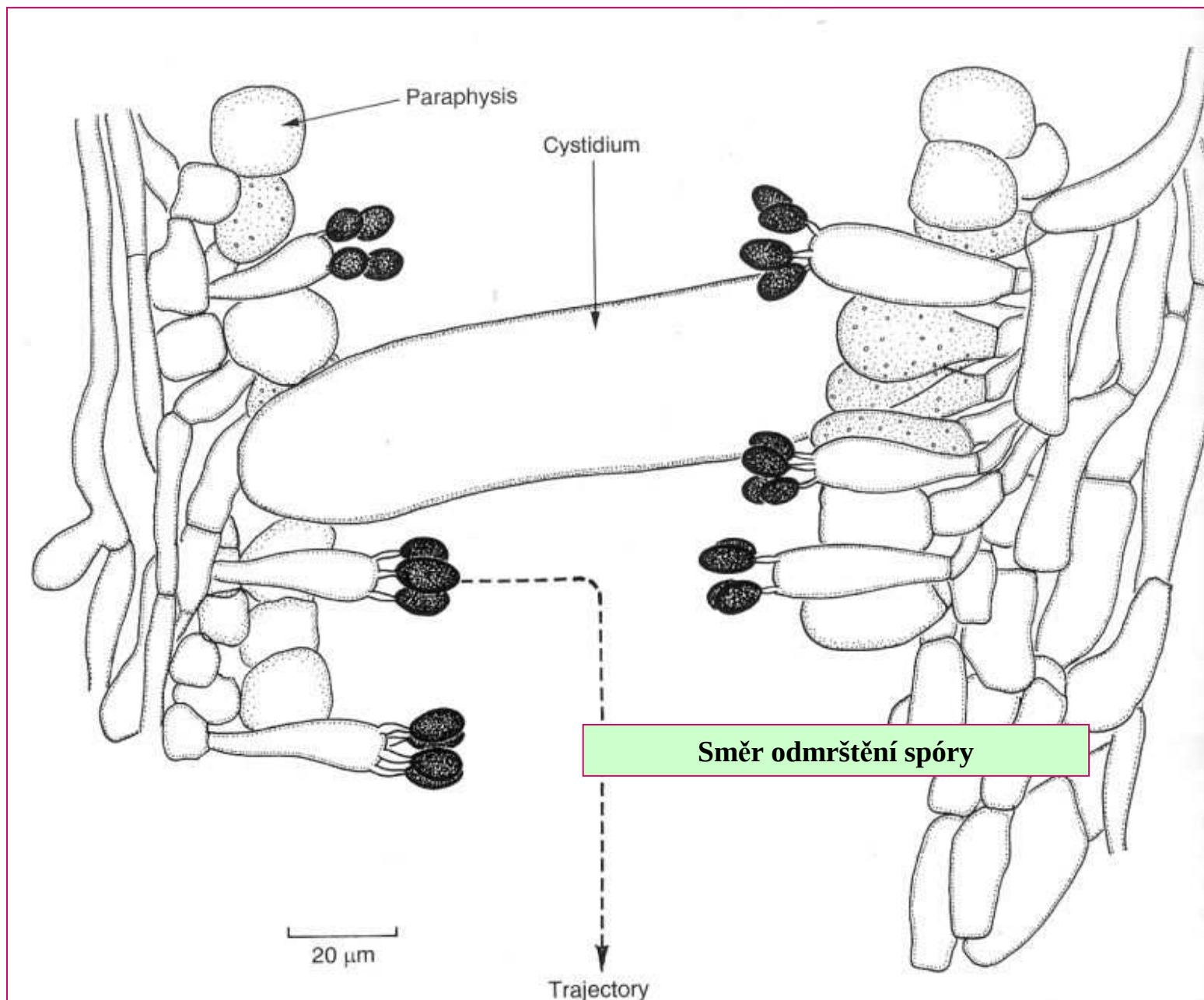
- Formace zátek – **hilarova zátka** (hilum spóry) a **zátka ve sterigmatu** (těsně pod hilem)
- Mezi oběma zátkami se formuje **septum**



- Většina basidiomykót-basidie = **balistospóry**
- Těsně před uvolněním spóry se rozpustí oddělovací vrstva (jemné kmitání spóry) na hilovém výběžku se formuje tzv. Bullerova kapénka, těsně nad ní se formuje mělká kapka na basidiospóře
- Kapky zvyšují svůj objem dokud se nespojí a pak dochází k **odmrštění spóry – trajektorie dopadu**



Basidiospóra se uvolňuje mechanickou silou – je vystřelena ze sterigmatu (jak zraje, stlačuje Bullerovu kapénku)



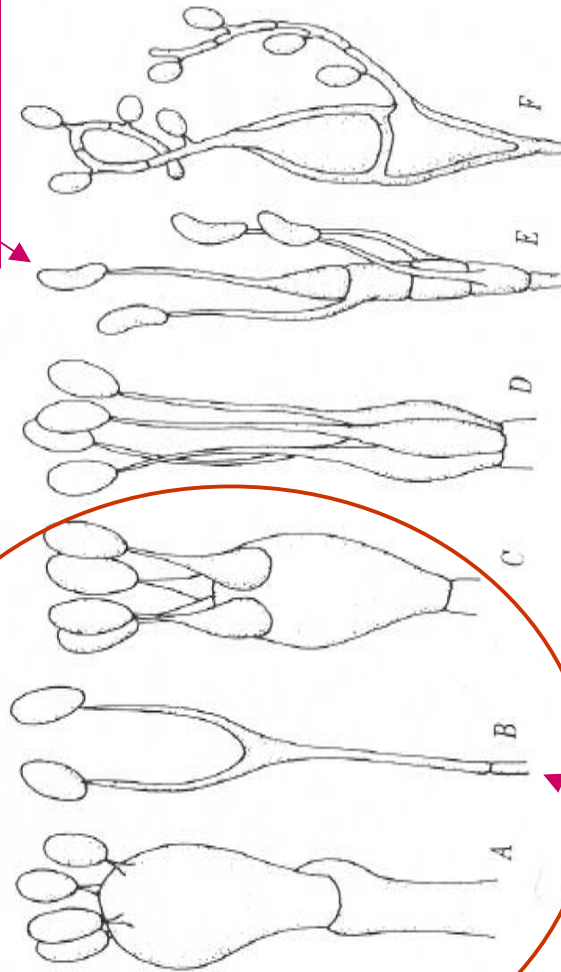


Figure 16-7 Diagrammatic representation of various types of basidia: (A) typical holobasidium; (B) tuning fork basidium of *Dacrymyces*; (C) basidium of *Tulasnella*; (D) basidium of *Puccinia*; (E) basidium of *Tremella*; (F) fragmobasidium of *Tremella*. (Drawn by R. W. Scheetz.)

fragmobasidie

holobasidie



SOMATICKÉ STRUKTURY

1/ Kvasinkovité mycelium

2.vláknité mycelium

- **primární mycelium** (vyrůstá z homokaryotické basidiospóry)
(monokaryon)



- **sekundární mycelium – dikaryon**



- **terciální mycelium – dikaryon** (sklerocia, rhizomorfy, plodnice)

2.

1/ Primární mycelium - **homokaryon**, ihned po vyklíčení basidiospóry, myceliární články jsou zpočátku:

a/ **mnohojaderné** - krátká perioda

-formace sept a rozdělené mycelia na jednobuněčné úseky

b/ **jednojaderné** primární mycelium - některé druhy- septy se formují po první divizi jader ve spóře



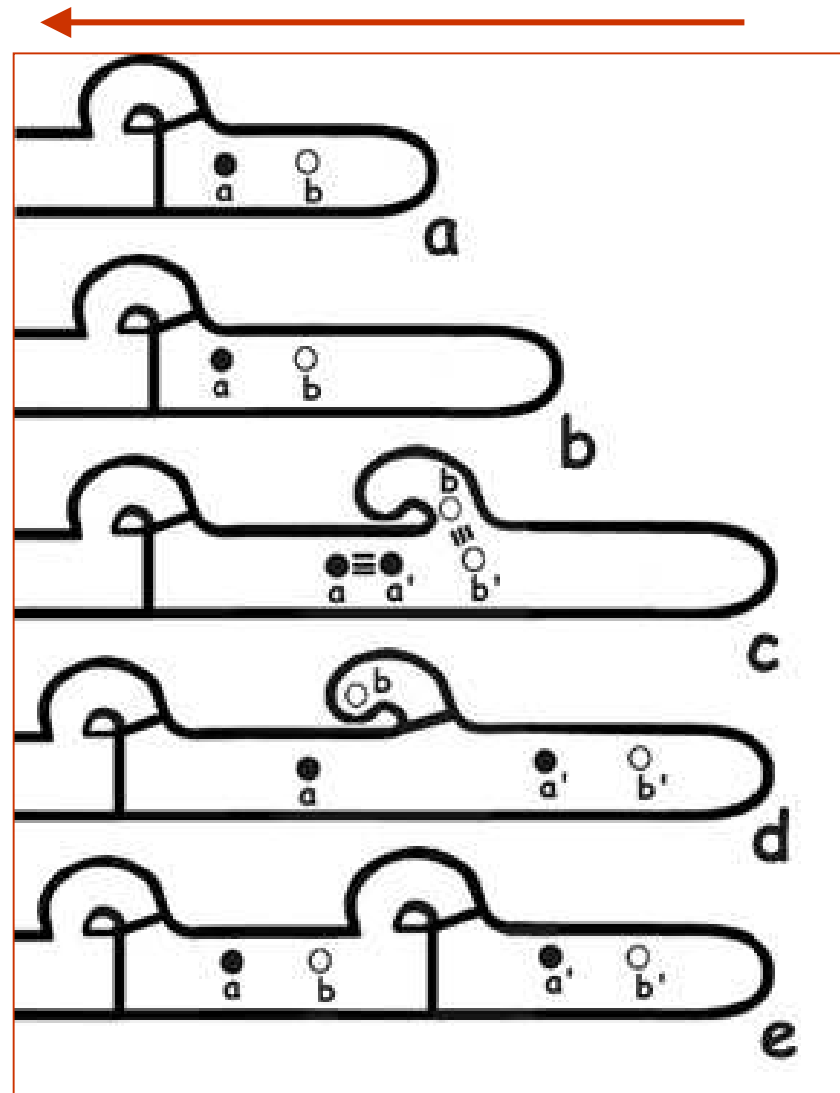
Kompatibilní monokaryotická

mycelia* fúzí (plasmogamie) vrcholky hyfy, dochází k otevření dolipóru a do cytoplasmy se dostávají jádra z druhého mycelia a dochází k **dikaryotizaci** a vzniku **sekundárního mycelia (3.)**.

Spojení hyfálním vrcholem- jádra se ve vrcholu hyfy simultáně dělí – **konjugační dělení jader**. U většiny basidiomycet je tento jev doprovázen tvorbou přezek.

Přezky se tvoří v souladu s růstem hyfy směrem dozadu. Do přezky směřuje jedno z jader a tam se mitoticky dělí stejně tak jako druhé jádro v sub-terminální pozici. V terminální buňce se se tvoří transversálně septum stejně tak jako v bázi přezky, dochází k plasmogamii a dceřinná jádra putují do terminální buňky mycelia.

Směr tvorby přezek, matečná jádra



Směr růstu hyfy, dceřinná jádra

3. Dikaryotické mycelium

- **Dikaryotické mycelium** tvoří terciální struktury jako:
 1. Myceliární kordy (dřevokazné druhy) nebo *Phallus impudicus*, *Megacollybia platyphylla*
 2. Rhizomorfy
 3. Sklerocia
 4. plodnice



2/ Sekundární mycelium-(heterokaryotické dvoujaderné)

Heterokaryon → výsledek **interakce** mezi dvěma **homothalickými** * nebo **heterothalickými**** kompatibilními primárními mycelii (spermatizace, fúze)

a/ větvení mycelia → migrace jader + konjugační dělení

sesterská jádra jsou separována ve větvi hyfy a **oddělena septou** od matečných jader - **opakované konjugace jader** - extensivní růst mycelia

b/ Divize jader v dikaryotickém myceliu → migrace dceřinných jader do primárního mycelia opačného párovacího typu - extensivní růst

mycelia (septy homokaryonu (primárního mycelia) jsou degradovány)

*pohlavní proces může proběhnout mezi dvěma mycelii aniž by byla odlišena párovacími faktory (**homothalismus**)

pohlavní proces může proběhnout mezi dvěma mycelií, která musí mít odlišné párovací faktory a být vzájemně kompatibilní (heterothalismus**)

Párovací systém - basidiomycota

1. homothalismus

- **Primární homothalismus** (každá basidiospóra produkuje primární mycelium, které se může libovolně párovat s jiným stejného druhu. Výsledkem je dikaryotické mycelium s přezkami, jádra v buňce se geneticky neliší).
- **Sekundární homothalismus** (pseudohomothalismus) – u dvousporických basidiomycet (každá spóra je jiná – heterokaryotické)

2. heterothalismus

- **Bipolární heterothalismus (25%) - unifaktoriální systém**
- (jeden párovací gen (faktor) je na dvou alelách (idiomorfách), při segregaci dvou alel při meioze je pak každé spóře předávána jedna alela, dikaryotické mycelium vzniká pouze fúzí monokaryotických mycelií nesoucích opačné párovací faktory. (*Coprinus commatus*, *Piptoporus betulinus*, většina Ustilaginales a Uredinales)
- **Tetrapolární heterothalismus - bifaktoriální systém**
- dva párovací geny (faktory) na dvou alelách v každém lokusu- pro gen A je alela A1 a A2 a pro gen B je alela B1 a B2. Fertilní dikaryotické mycelium vzniká z monokaryonů jedné plodnice pouze z 25%, kdežto mezi monokaryony ze dvou různých plodnic téměř 100%. V populacích druhů hub je přítomno velké množství alel – **mnohonásobný alelismus**, takže druhá plodnice má složení A3B3+A4B4, takže bude produkovat spóry A3B3, A4B4, A3B4 a A4B3, které budou kompatibilní s těmi A1B1, A2B2, A1B2, A2B1

Funkce lokusů A a B

- **Lokus A**

1. Párování jader dikaryonu
2. Iniciace tvorby přezek
3. Synchronizovaná divize jader
4. septace



- **Lokus B**

1. Výměna jader mezi monokaryony
2. Rozpouštění sept a migrace jader
3. Formace hyfálního vrcholu
4. Produkce feromonů

Struktura párovacích faktorů A a B

- Každý lokus obsahuje **sub-loci $A\alpha$ a $A\beta$ a $B\alpha$ a $B\beta$**
- *Schizophyllum commune* – modelový organismus: **9 $A\alpha$ + 32 $A\beta$ + 9 $B\alpha$ + 9 $B\beta$ ($A = (9 \times 32) \times B(9 \times 9) =$ přes 20 000 možných párovacích typů**
- Struktura párovacích faktorů není známá u všech druhů
- **Bulerův fenomenon (1932)**

Monokaryon jednoho druhu houby se může párovat s dikaryonem stejného druhu a může tak být konvertován do dikaryonu

1. Legitimní kombinace – monokaryon je kompatibilní s bi- ($A_1 + A_2$) $\times A_3$ nebo tetrapolárním dikaryonem ($A_1B_1 + A_2B_2$) $\times A_3B_3$
2. Hemikompatibilní kombinace ($A_1 + A_2$) $\times A_2$ nebo ($A_1B_1 + A_2B_2$) $\times A_1B_1$
3. Nelegitimní kombinace – bipolární druhy nejsou kompatibilní, tetrapolární
4. ($A_1B_1 + A_2B_2$) $\times A_1B_2$ nebo A_2B_1

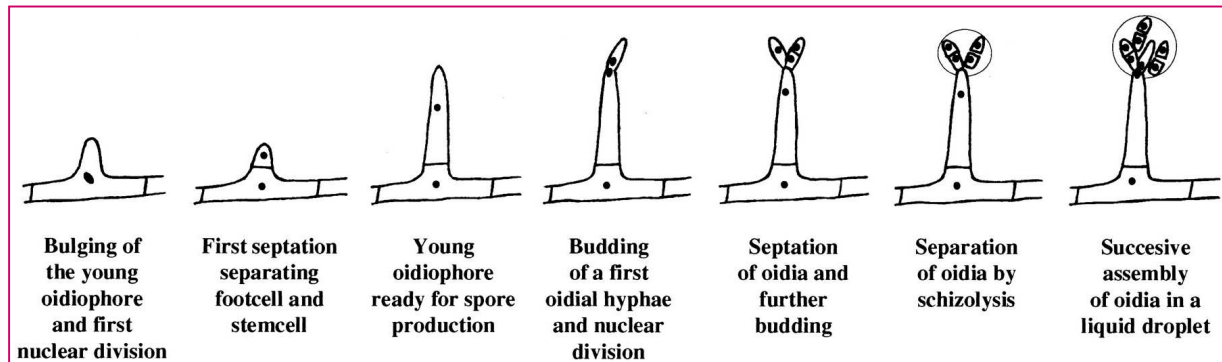
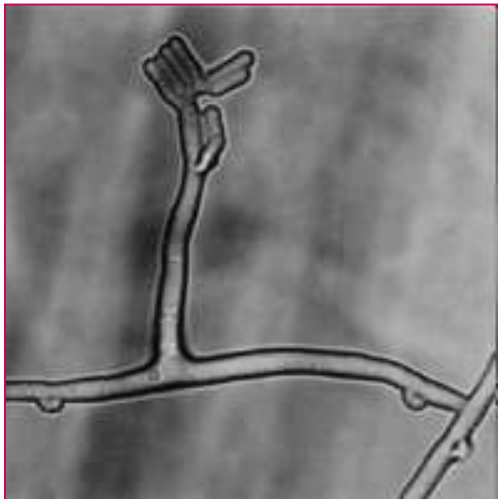
Vegetativní inkompatibilita (nesourodost)

- Fúzující mycelia jsou geneticky kompatibilní – jsou schopná párování, ale jejich cytoplasma NE – **heteroplasmon** – mycelium odumírá a tmavne.
- Mitochondriální DNA, viry a viroidy



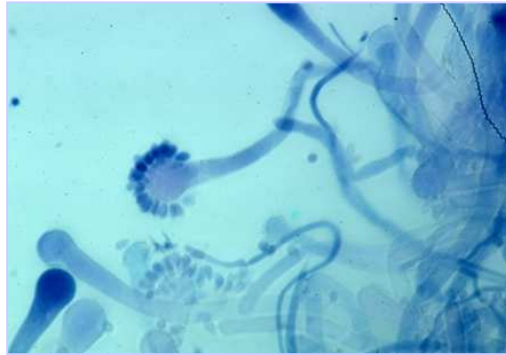
4. Nepohlavní rozmnožování

- Nepohlavní spóry – konidie (3 typy)
 1. **Oidie** (arthrokonidie) – prášné nebo lepivé př. Prašné oidie například produkují odumřelé plodnice *Flammulina velutipes* v zimním období. Oidie mohou být produkovány na mono-i dikaryotickém myceliu, ale jsou vždy monokaryotické. Oidia mají fci jako naváděcí agens produkující chemoatraktanty. Monokaryotická hyfa roste směrem k oidii a dochází k fúzi růstovým vrcholem (dikaryotizace) (podmínkou je kompatibilita mezi hyfou a oidii).



2. Blastické konidie

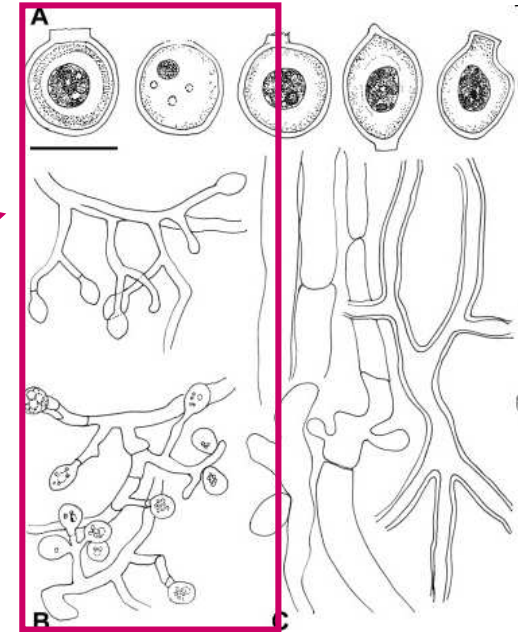
- Vznikají půčením z hyfy
- *Heterobasidion annosum*



Spiniger mienneckellus (anamorfní stádium)

3. Chlamydospóry

- Endogenně vznikající jednobuněčné silnostěnné spóry
- *Laetiporus sulphureus*



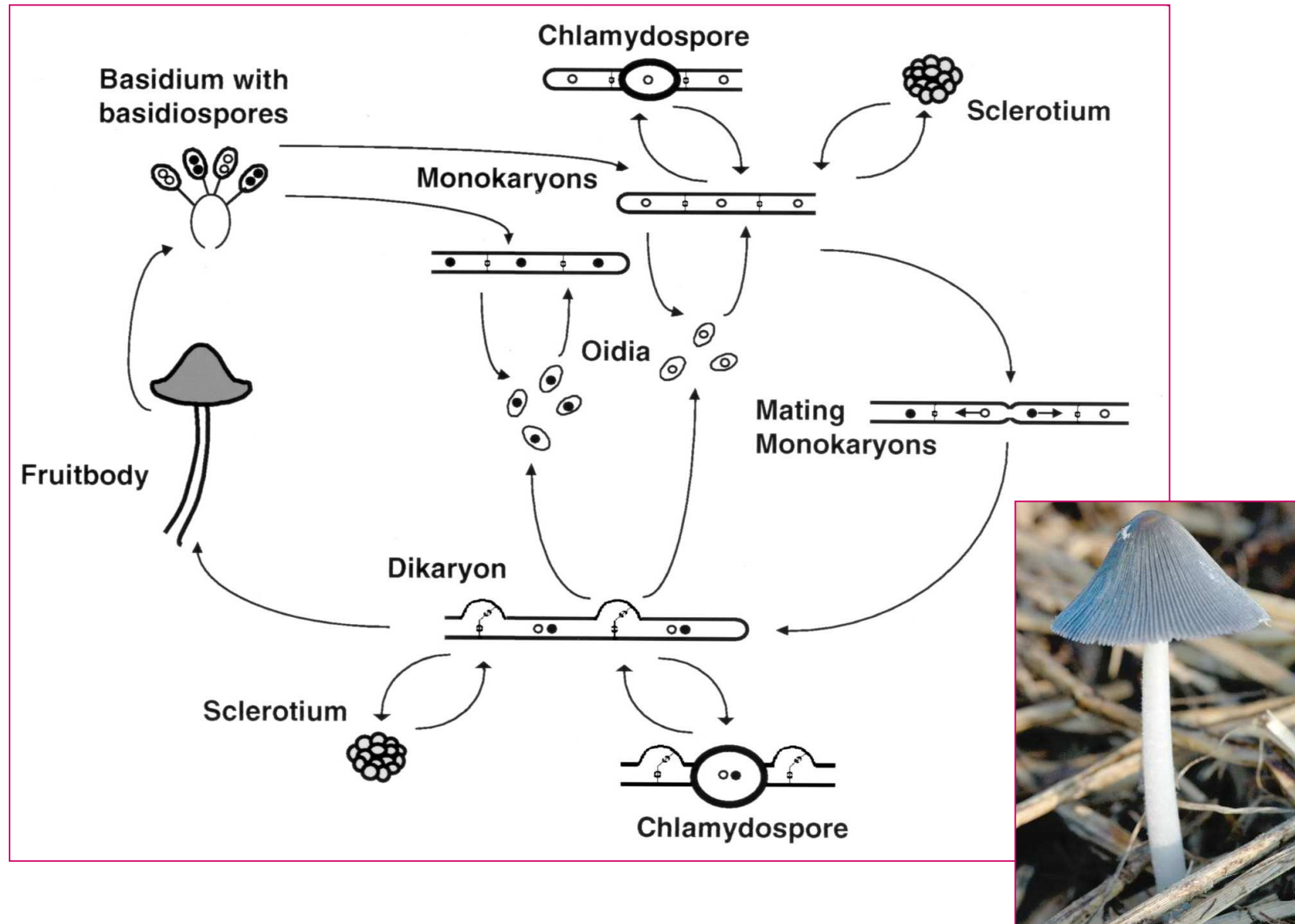
4. Hlízky

Mnohobuněčné pseudoparenchymatické propagule – tenkostěnné

Bulbillomyces farinosus (resupinátní houba)



Příklad životního cyklu *Coprinus cinnereus* podle U.Kues (2000)



PŘEZKY



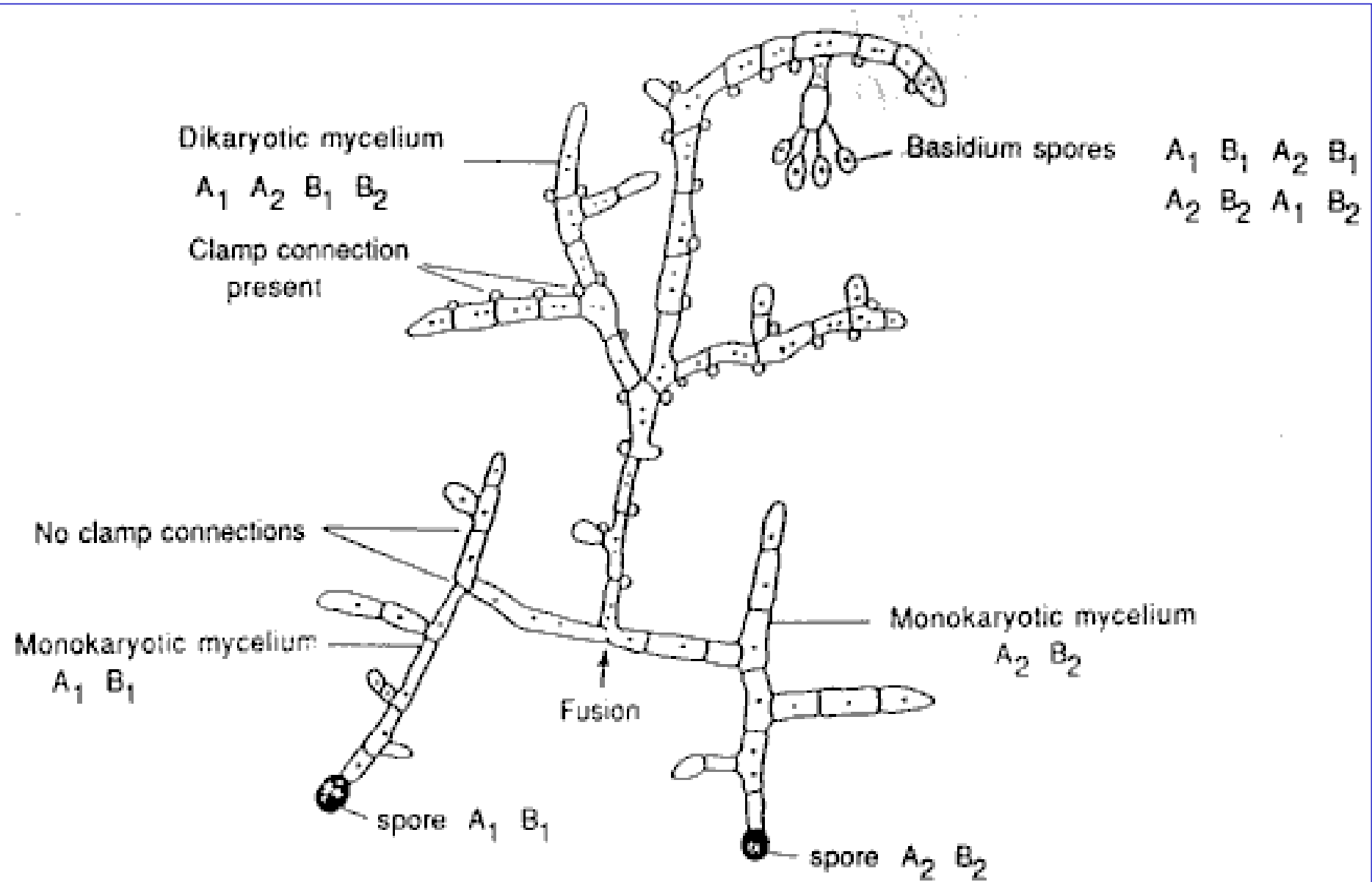


Diagram of two monokaryons fusing to give rise to basidia

Formování přezky a doliporu



3/ Terciální mycelium - organizované a speciální pletiva
podílí se na tvorbě basidiokarpu (pseudoparenchym, plektenchym)
-komplexní a kompaktní tkáň vytvořené sekundárním myceliem



Doliporus

soudečkovitě ztlustlé okraje
septálního póru, překryté
parenthosomem

Basidiokarpy (plodnice, makrokarpy, sporokarpy)

1.Hymeniální – vrstva basidií tvoří **hymenium (výtrusorodá vrstva)** na povrchu nebo části plodnice

- Agarikoidní** plodnice (lamely, lupeny) - pilothecium
- Poroidní** plodnice (póry, rourky) – pilothecium nebo krustothecium
- Hydnoidní** (ostny) – pilothecium nebo krustothecium
- Klavátní** (koraloidní plodnice, hymenium je na povrchu) holothecium
- Resupinátní** – zploštělé kortikoidní hymenium na povrchu krustothecia

Hymenium - výtrusorodá vrstva - basidie, basidioly a cystidy

- Basidie** – jednojaderné spóry
- basidioly** - útvary podobné basidiím - neprodukují spóry
- cystidy** - dobře odlišitelné od basidií, silnější a kompaktnější struktura
- regulace teploty a odparu vody a těkavých látek v hymeniu

2. geastrální - basidie jsou nejčastěji uvnitř plodnice v komůrkách **gleby** (výtrusorodá vrstva u gasteroidních forem hub)



Krustothecium

Heterobasidion annosum

Kořenovník vrstevnatý



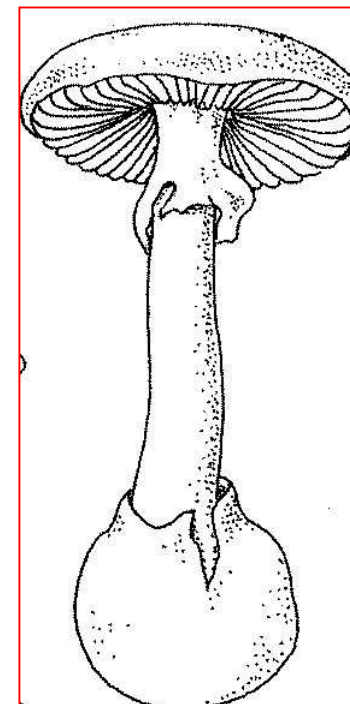
Holothecium

Clavulina rugosa

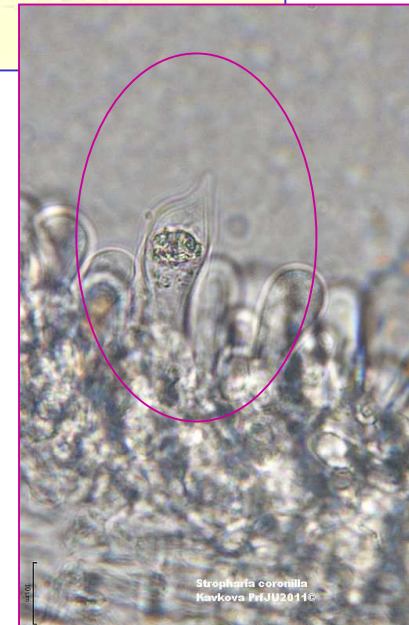
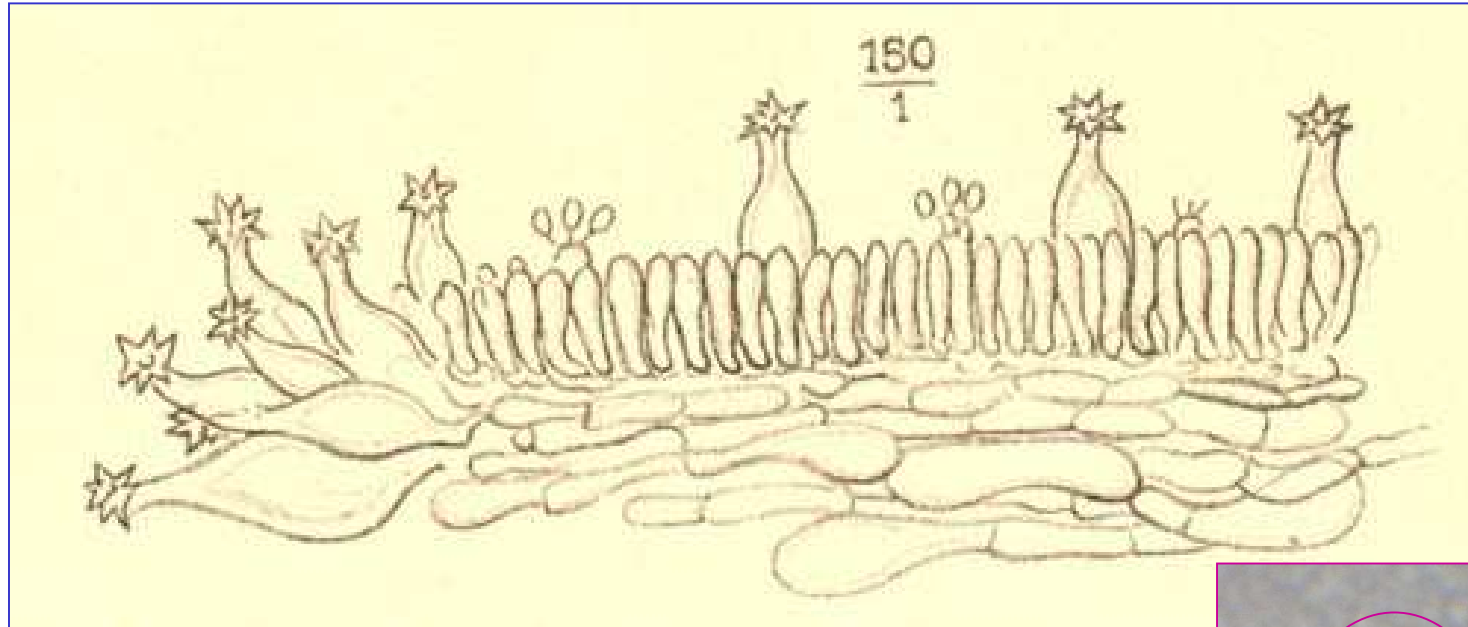
Kuřátečko svraskalé



Pilotheceum



cystidia



B
A
S
I
D
I
O
M
Y
C
O
T
A

Subph: Agaricomycotina

holobasidie



Dolipór, septum septální pór

Sacharidy v BS: Glukóza,
mannóza, xylóza

fragmobasidie

Tremellales



Dolipore, septum, septální
pór

Subph.Ustilaginomycotina

Ustilaginales

Exobasidiales

Septální pór s nezřetelnými
okraji nebo bez septální
čepičky (bez parenthozomu)

Glukóza, manóza, galaktóza

Uredinales

Septobasidiales

Sporidiales

Eocronartium

Jednoduchý pór bez víčka
(bez parenthozomu)

manóza, glukóza,
galaktóza,

fruktóza

Subph.Pucciniomycotina

SOUČASNÉ ČLENĚNÍ SYSTÉMU HUB – Basidiomycota

Matheny et al, 2006 Mycologia 98(6); Hibbett D.S. 2006 Mycologia 98(6); Hibbett et al, 2007, Mycological research (III) 509-547

Phyllum: Basidiomycota

Subphyllum: **Pucciniomycotina**

Class: **Pucciniomycetes**

Order: **Septobasidiales**

Pachnocybales

Helicobasidiales

Platyglloeales

Pucciniales

Class: Cystobasidiomycetes

Order: Cystobasidiales

Erythrobasidiales

Naohideales

Class: Agaricostilbomycetes

Order: Agaricostilbales

Spiculogloeales

Class: Microbotryomycetes

Order: Heterogastridiales

Microbotryales

Sporidiobolales

Class: Atractiellomycetes

Order: Atractiellales

Class: Classiculomycetes

Order: Classiculales

Class: Mixiomycetes

Order: Mixiales

Class: Cryptomycocolacomycets

Order: Cryptomycocolacales

Subphyllum: **Ustilaginomycotina**

Class: **Ustilaginomycets**

Order: **Urocystales**

Ustilaginales

Class: **Exobasidiomycetes**

Order: Doassansiales

Entylomatales

Exobasidiales

Georgerfisheriales

Microstromatales

Tilletiales

Malasseziales

Subphyllum: **Agaricomycotina**

Class: **Tremellomycetes**

Order: Cystofilobasidiales

Filobasidiales

Tremellales

Class: Agaricomycetes

Subclass: Agaricomycetidae

Order: Agaricales

Atheliales

Boletales

Subclass: Phallomycetidae

Order: Geastrales

Gomphales

Hysterangiales

Phallales

Cantharellales

Corticiales

Gleophyllales

Hymenochaetales

Polyporales

Russulales

Sebacinales

Thelephorales

Trechinosporales

Class: Wallemiomycetes

Order: Wallemiales

Class: Entorrhizomycetes

Order: Entorrhizales



Agaricomycotina

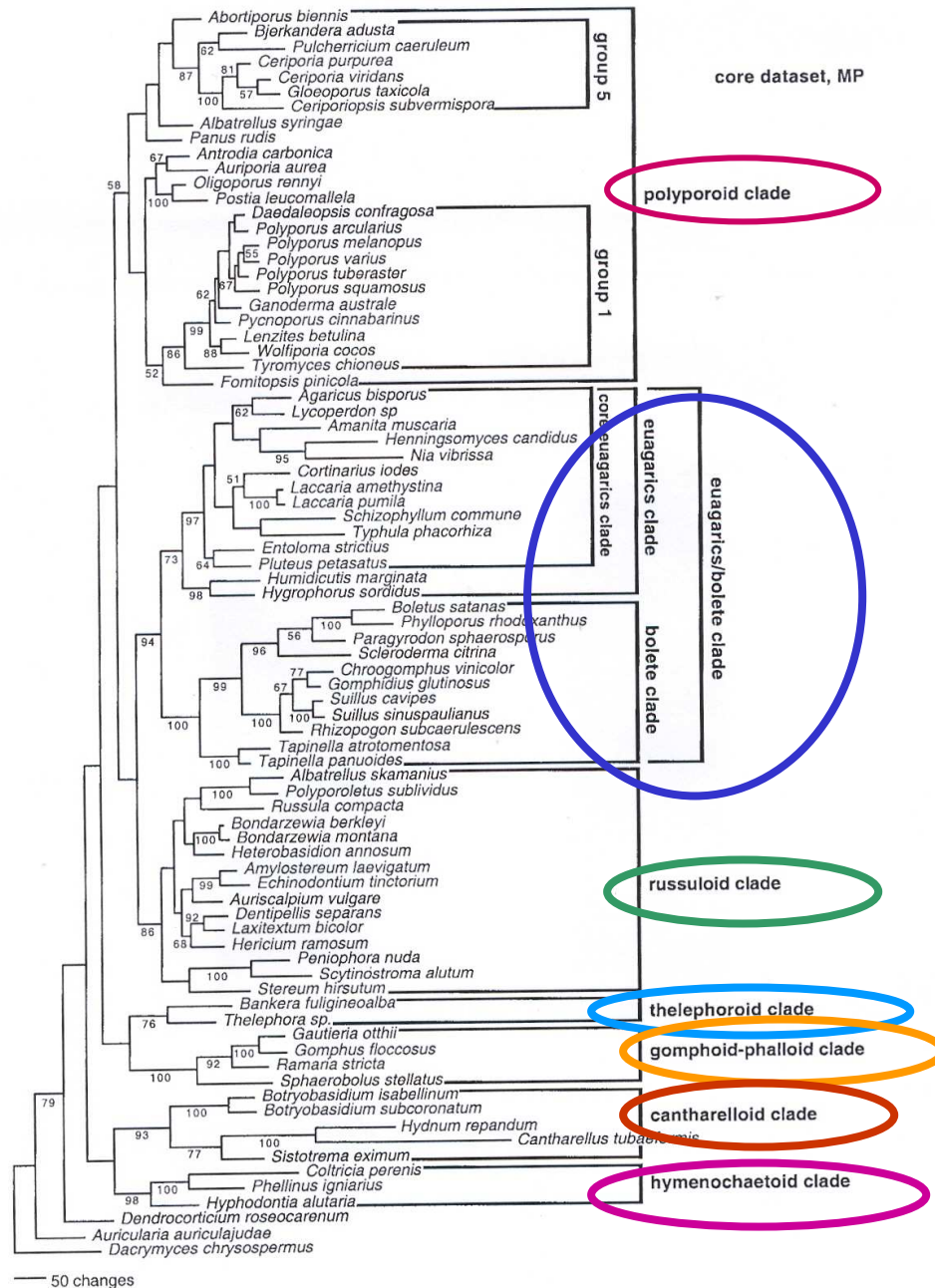


FIG. 1. Maximum-parsimony tree from analysis of the core dataset. Tree 1/1.

Zvídavá otázka: Charakterizujte typ plodnice u uvedených druhů a zařad'te do systému a do fylogenetické skupiny:

Coprinus commatus, *Stereum hirsutum*, *Boletus erythropus*, *Fomitopsis pinicola*,
Hydnum repandum, *Coltricia perrenis*, *Rhizopogon* sp., *Phellinus igniarius*, *Geastrum* sp.,
Sparassis crispa.

Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell (1996) Introductory Mycology pp 868

Webster and Weber (2005) Introductory to fungi

<http://www.mycokey.com>

<http://www.ucmp.berkeley.edu/fungi/fungisy.html>

<http://www.mykoweb.com/systematics.html>

<http://www.biolib.cz/>

Carlile M.J., Watkinson S.C., Gooday G.W. (2007) The fungi pp 588