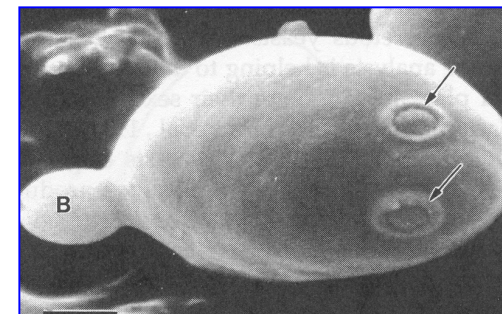




ASCOMYCOTA



Houby vřeckaté
(vřeckovýtrusé)



Lachnellula wilkoi
Kavkova BFJU®



Cudoniella clavus
Kavkova BFJU®

Morfologické charakteristiky:

1. Mycelium a somatické struktury:

- Septované - septa s jednoduchými póry + **Woroninova tělíska**, organely septálního póru
- Mycelium** – jednojaderné úseky (migrace jader –heterokaryotický efekt)
- Anastomózy** (cytoplasmatické fúze vegetativních hyf)
- Rozvětvené, a/**plektenchymatická** pletiva (apikální růst hyfy, nepohl. struktury–stromata,
b/ **prosenchymatická pletiva** a **pseudoparenchymatická** (sklerocia, pohl.struktury)
- Jednobuněčná kokální stélka + pučivé mycelium
- Dimorfické druhy
- Haustoria, apresoria, hyfopodia, smyčky s lektiny**

2. Nepohlavní rozmnožování: anamorfa: mitotická holomorfa

- Fúze
- Fragmentace mycelia
- Formace chlamydospor
- Konidiogeneze – **konidie** (konidiospory, fialospory)*

Tulasne a Tulasne (1961-1865)... **Pleomorfismus**

Holomorfa ...HO jako takový (sterilní mycelium, pohlavní (**teleomorfa**) i nepohlavní fáze (**anamorfa**))

Anamorfa... mitotická fáze, asexuální, imperfektní fáze

- pouze jedinci s asexuální formou rozmnožování

konidie (1 a více typů - synanamorfy)

anamorfa

holomorfa

teleomorfa

konidiogeneze

konidie

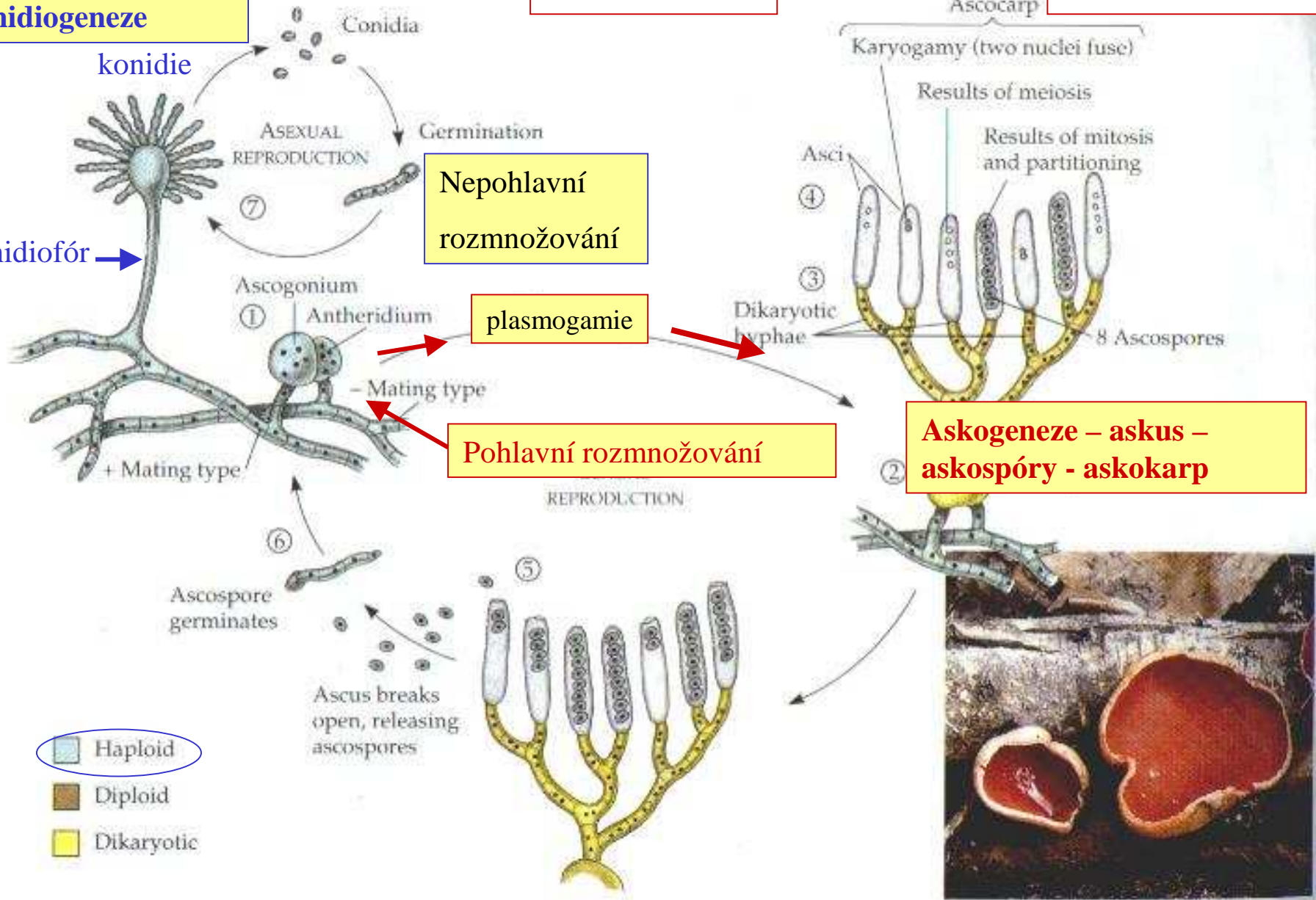
konidiofór

Nepohlavní rozmnožování

plasmogamie

Pohlavní rozmnožování

Askogeneze – askus – askospóry - askokarp



- Haploid
- Diploid
- Dikaryotic

Anamorfní stádia

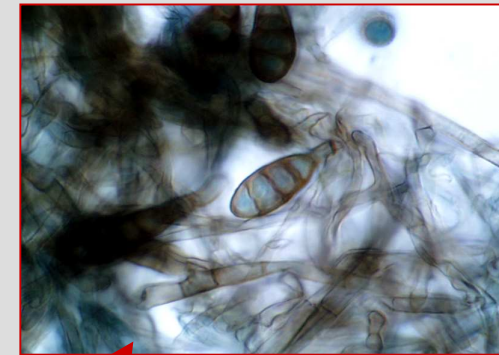
- V současné systému (viz manuál na cvičení) jsou anamorfní stádia součástí konkrétních taxonomických skupin
- v minulých letech byla anamorfní stádia a druhy tvořící pouze mycelium, členěna do umělé samostané třídy **Deuteromycetes** (Fungi Imperfecti)
- V současném systému (viz Ascomycota II) jsou i tyto anamorfní druhy již přiřazeny do systému

Podtř: Coelomycetes -konidie v pyknidách či acervulech

Podtř: Hyphomycetes – volné konidiofóry

- **Moniliózní formy** – hyfy a konidie hyalinní nebo světlé
- **Demiacenózní formy** – hyfy a konidie tmavě pigmentované
- **Stilbeacenózní formy**- produkuje **synemata**

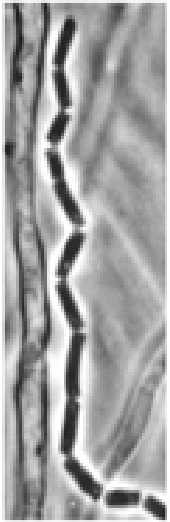
Podtř: Mycelia sterila – sterilní mycelia, neprodukují konidie



Alternaria sp.

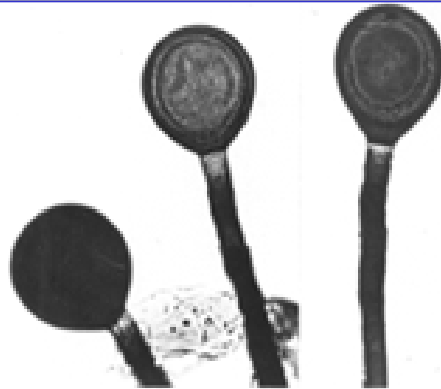
konidiogeneze

thalická



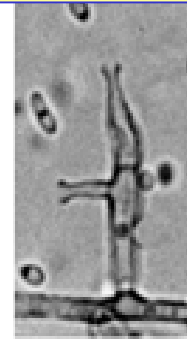
blastická

holoblastická

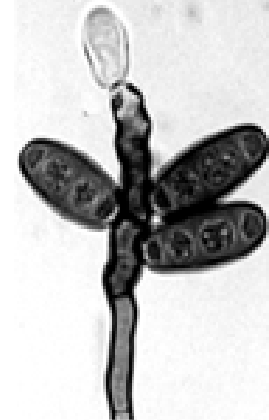


enteroblastická

fialidická



treťická



Konidiogeneze: proces ve kterém se tvoří konidie

Konidie vyrůstají z **dvouvrstevné hyfy**

Konidiogenní buňka, konidie, způsob formace konidie, ontogenetický původ, lokus, kde se konidie vyvíjí, formace konidií, morfologie, barva, tvar – to vše je jsou důležité znaky pro **determinaci nepohlavní fáze askomycet.**



1. Ontogenetický původ konidií:

1. Blastický vývoj konidie (holoblastický a enteroblastický):

konidie se formuje před tím než je oddělena septou od konidiogenní buňky (úzké hrdlo)

1.2. Thaloblastický vývoj (široké hrdlo)

1.3. Thalický vývoj konidie

konidie (terminální nebo interkalární buňka) je oddělena od konidiogenní buňky septou a pak až se formuje její tvar a obsah

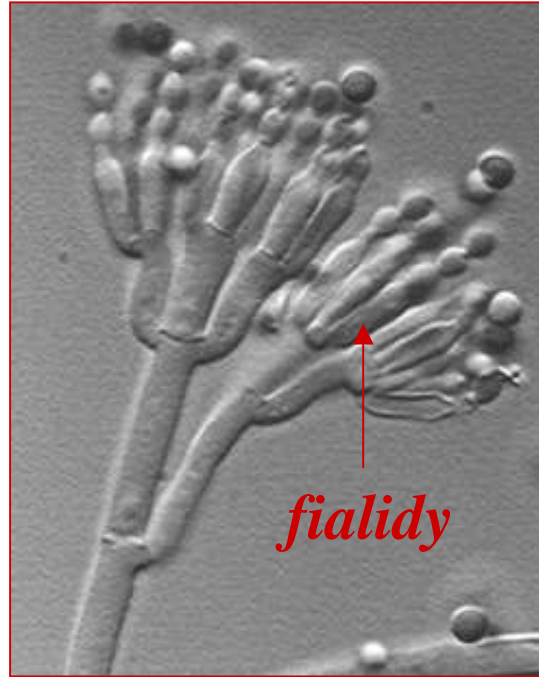
1.4. Arthrický vývoj konidie

2. Původ buněčné stěny konidie

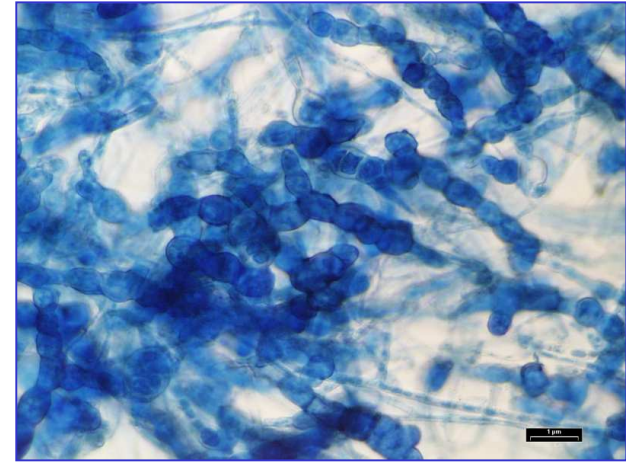
2.1.hologenní (vrstvy jsou spojené v jednu)

2.1.enterogenní konidie





Penicillium sp.



Aureobasidium pollutans (Moniliales)

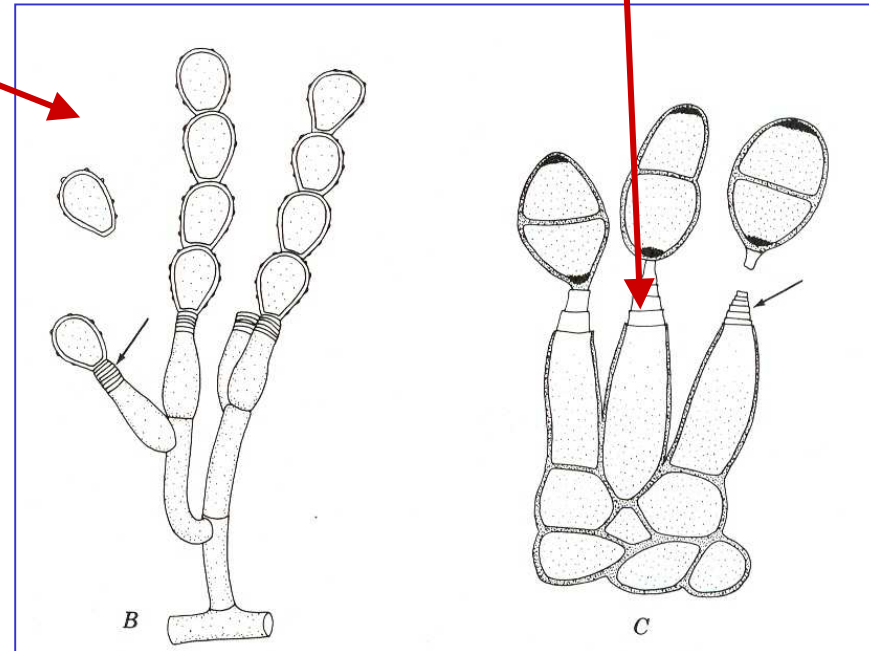
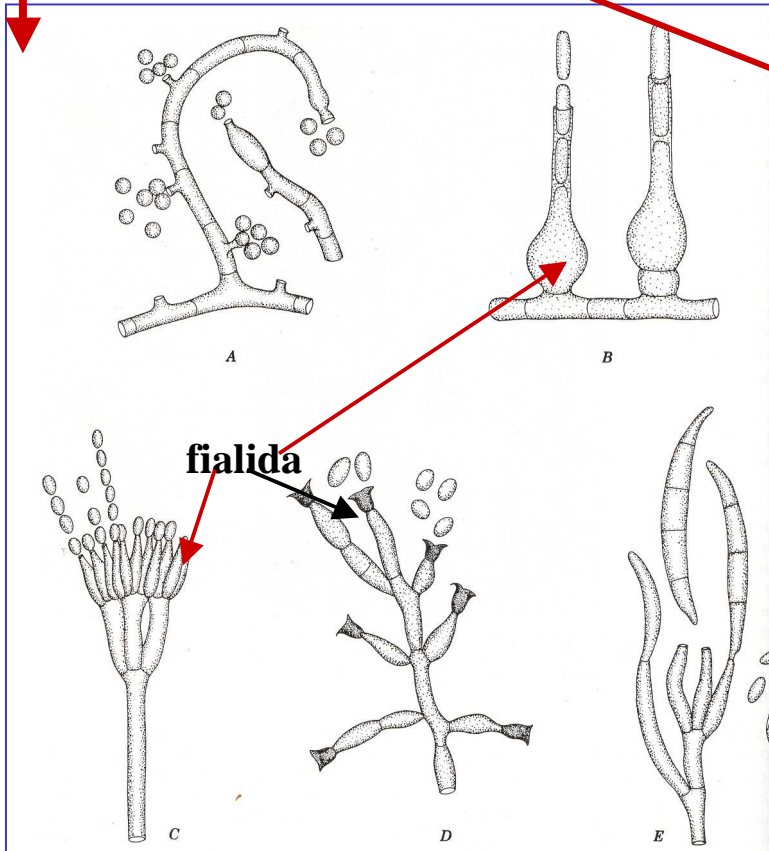


3. Konidiogenní buňka

3.1. může být morfologicky podobná somatické hyfě

3.2. **Fialidická** – lahvicovitá buňka s otevřeným hrdlem, konidie vznikají endogenně a basipetálně.

3.3. **Anelidická** – různý tvar, konidie vznikají endogenně, dochází k opakované proliferaci během produkce řetězků konidií – na hrdle vznikají límečkovité jizvy - **anelidy**



4. Místo (lokus) formace konidií

- 4.1. **Stabilní** (jedna konidiogenní buňka produkuje konidie) – konidie jsou produkovány současně nebo postupně (falešné řetízky)
- 4.2. **Postupně na nových místech s růstem hyfy**

5. Postupný vývoj a pozice konidie

- 5.1. **Progresivní**- konidie vyrůstají proliferací konidiogenní buňky
- 5.2. **retrogresivní** – konidiogenní buňka se zmenšuje s produkcí každé další konidie
- 5.3. **Sympodiální**- lokus je subapikální, konidie se vyvíjí laterálně a postupně
- 5.4. **stacionární**

6. Konidie v lokusu

- 6.1. **solitérní**
- 6.2. **katenuátní** (ve skupinách)
- 6.3. **Seriátní** (falešné řetízky) – konidie jsou vzájemně spojené střední lamelou, nebo hlavicí-
 - A. nejmladší konidie může být nahoře řetízku – **akropetální vývoj konidií**
 - B. nejmladší konidie může na bázi (u konidiogenní buňky) – **basipetální vývoj konidií**

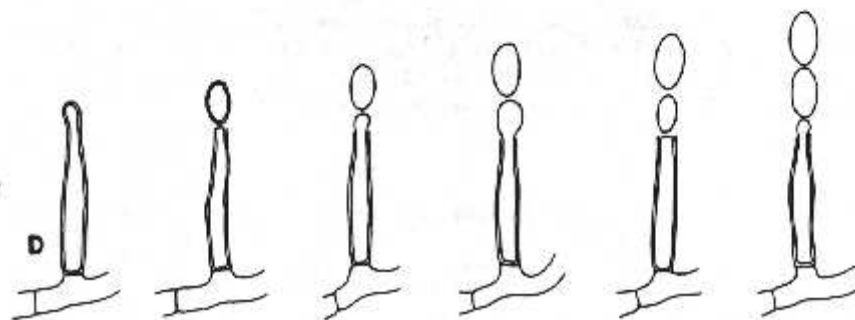
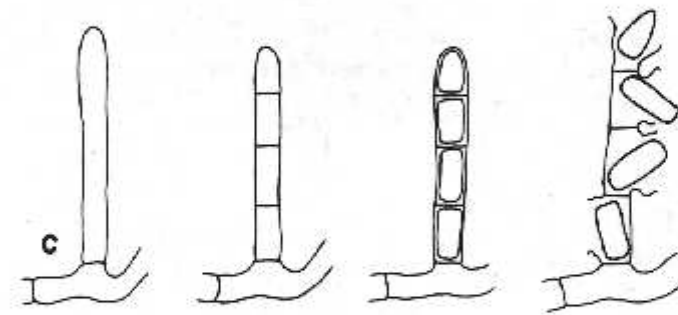
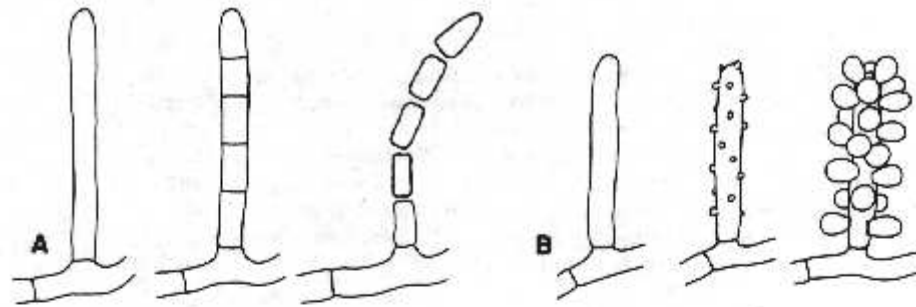
Konidiogeneze

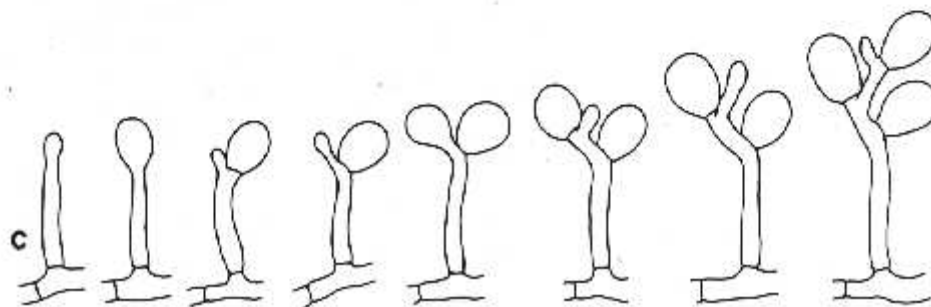
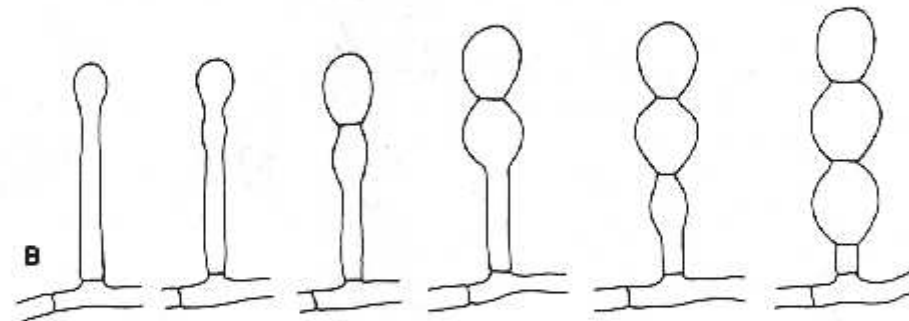
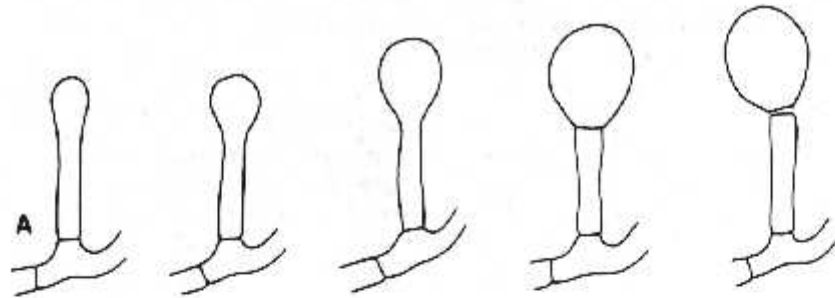
A: Holothalická: konidie jsou produkovány současně, podílí se **všechny stěny hyfy** a **nejprve se formují septy** a pak až samotné konidie

B: Holoblastická: konidie jsou produkovány současně, podílí se **všechny stěny hyfy** a **nejprve se tvoří samotná konidie** a až po té septy

C: Enterotalická: konidie jsou produkovány současně, **na tvorbě se podílí vnitřní stěna** a **nejprve se formují septy** a pak až samotné konidie

D: Enteroblastický: konidie jsou produkovány současně, **na tvorbě se podílí vnitřní stěna** a **nejprve se tvoří samotná konidie** a až po té septy





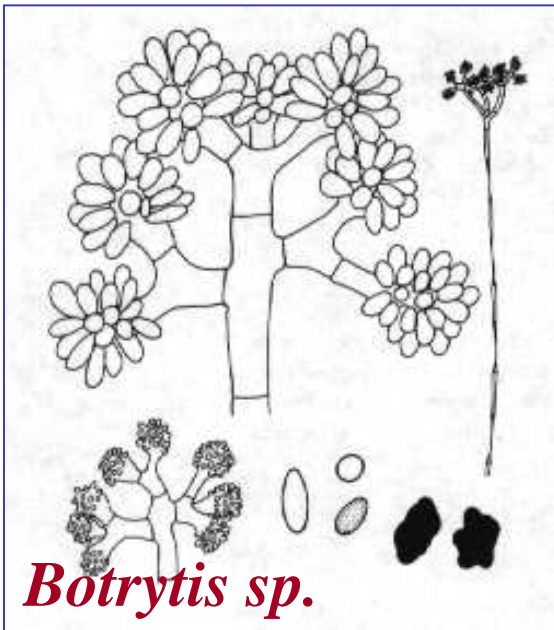
Konidiogeneze

A: holoblastická: solitérní konidie

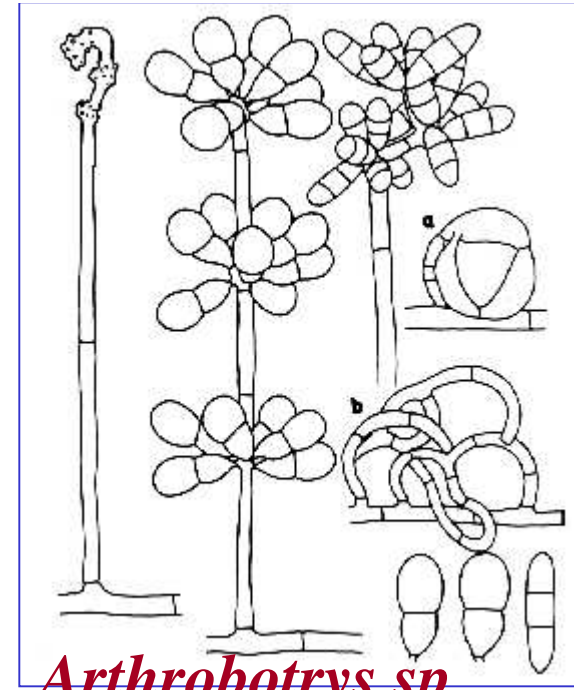
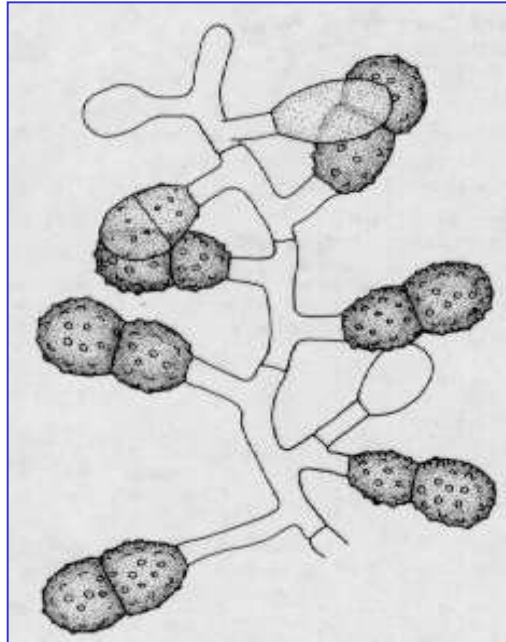
B: holoblastická: postupná tvorba konidií z retrogresivního lokusu

C: holoblastická: postupná tvorba konidií z progresivního lokusu

Holoblastický vývoj

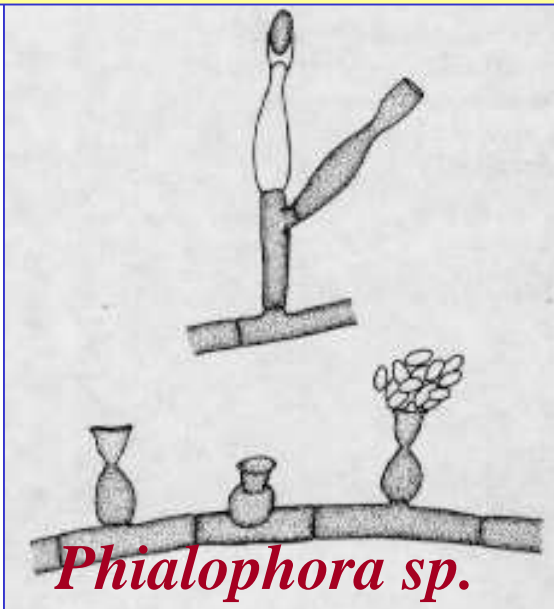


Botrytis sp.

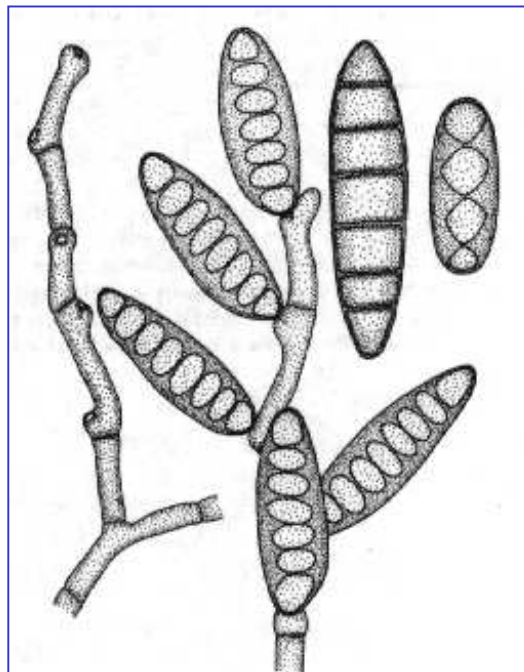


Arthrobotrys sp.

Enteroblastický vývoj



Phialophora sp.

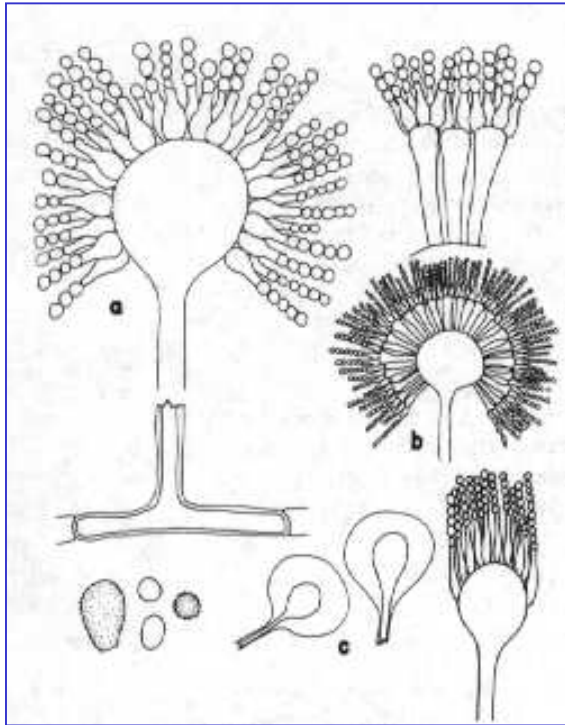


Bipolaris sp.

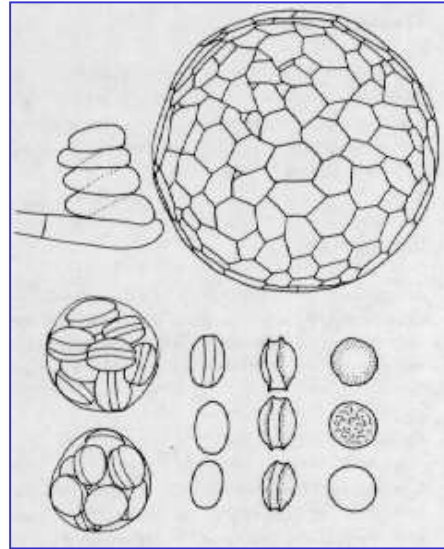


Penicillium sp.

Aspergillus sp.
(imperfektní stádium)



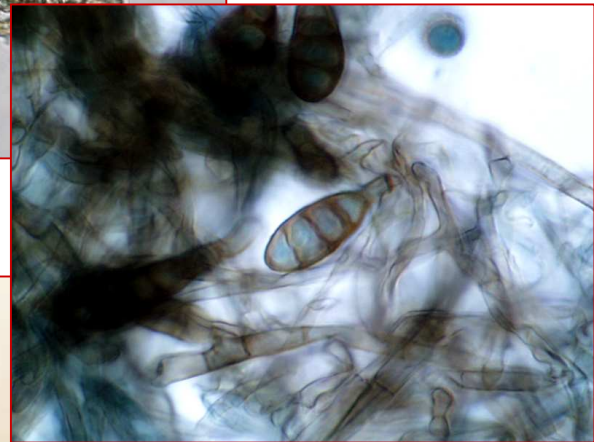
Eurotium sp.
(perfektní stádium)



Aflatoxiny (aflatoxikóza)

- Sekundární metabolity
- Karcinogenní
- (1961) *Aspergillus flavus*
(*A. nomius*, *A. niger*)
- B1, B2 – modrá florescence pod UV
- G1, G2 – žlutozelená florescence pod UV
- Heterocyklické sloučeniny





Černě: mykotoxiny, alergeny

• *Alternaria sp.*

• *Cladosporium sp.*



Botrytis cinerea - Plíseň šedá
(řád: Moniliales)





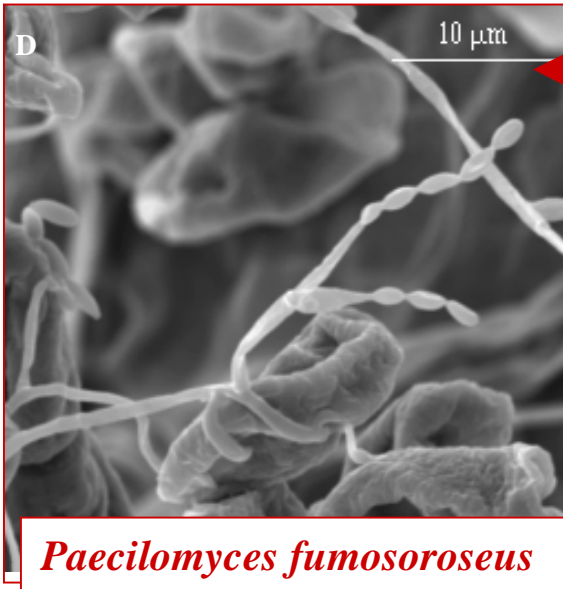
Penicillium sp.



- Penicilin – antibiotikum – *Penicillium chrysogenum* a *P. notatum* (Sir Alexander Flemming – 1929)
- *P. expansum* – patulin
- *P. roquefortii* a *P. camembertii*
- *Penicillium marneffeii* – patogenní pro imunodeficientní pacienty

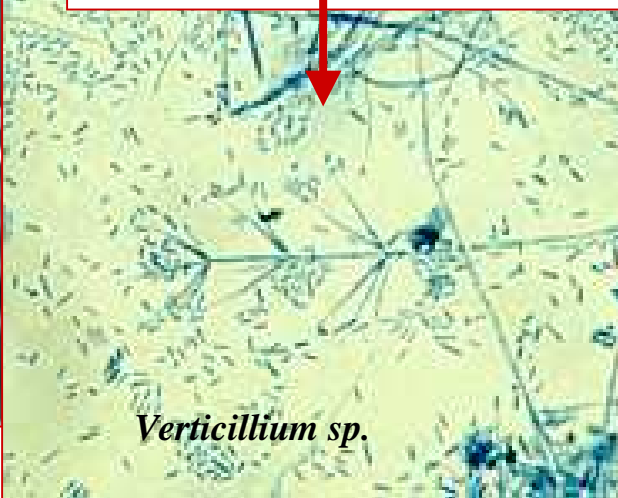


Monilia laxa
řád: *Moniliales*

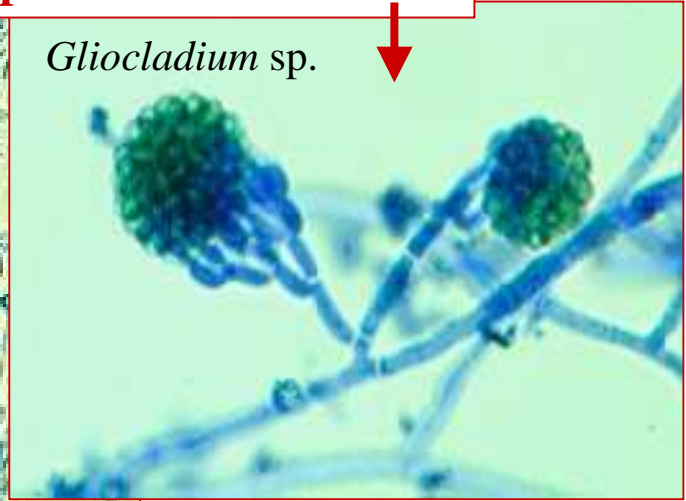


Paecilomyces fumosoroseus

Entomopatogenní a mykoparasitické vlastnosti



Verticillium sp.



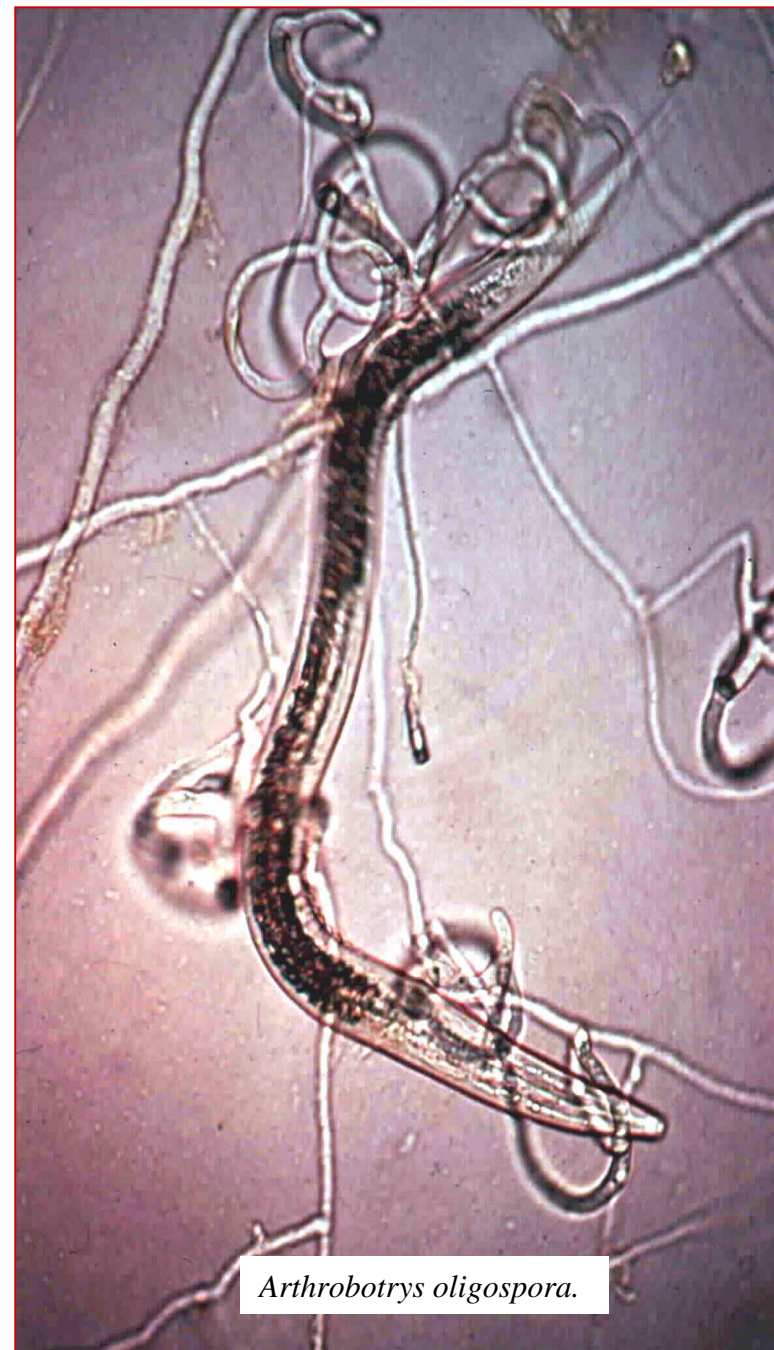
Gliocladium sp.

Dravé houby

Pasti – smyčky na háďátka



Arthrobotrys dactyloides



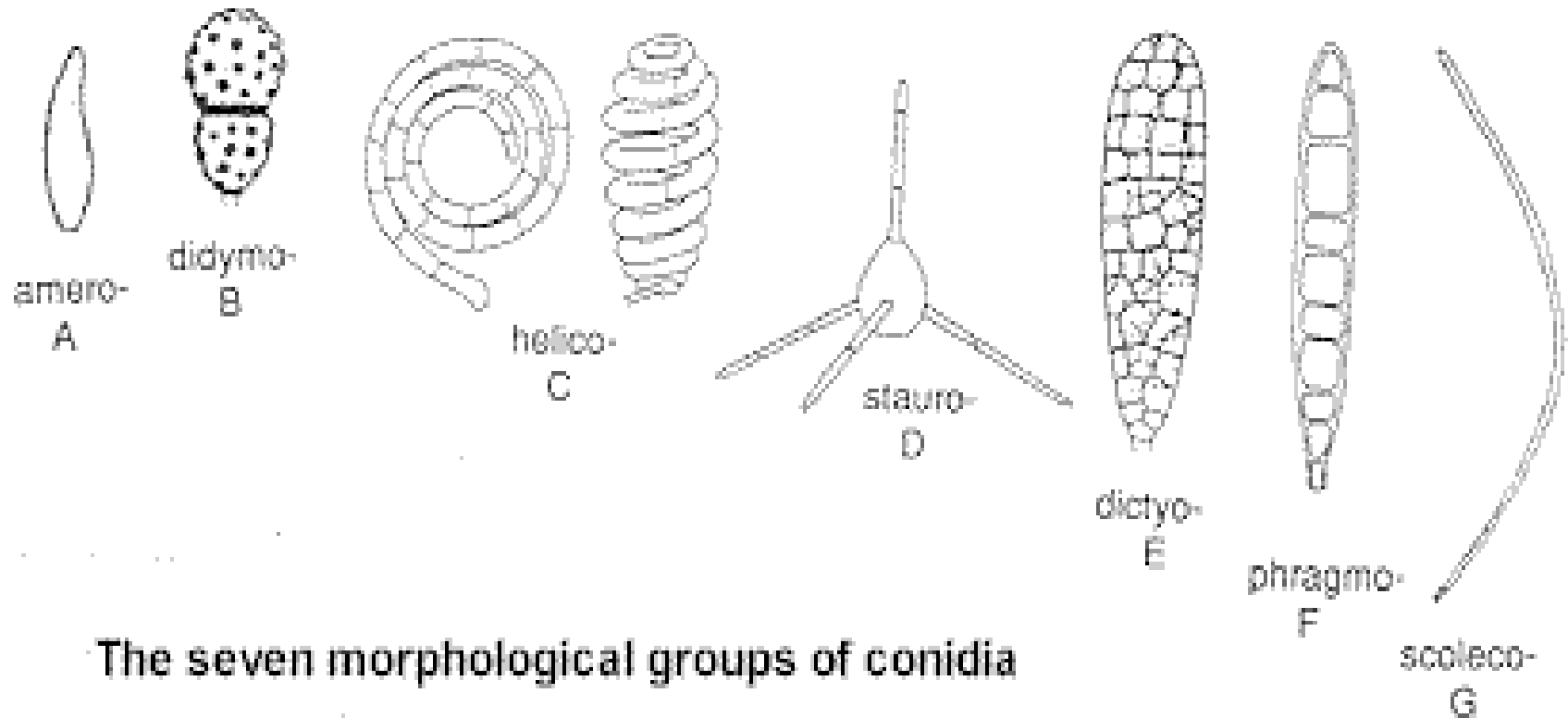
Arthrobotrys oligospora.

Determinace anamorfních stádií:

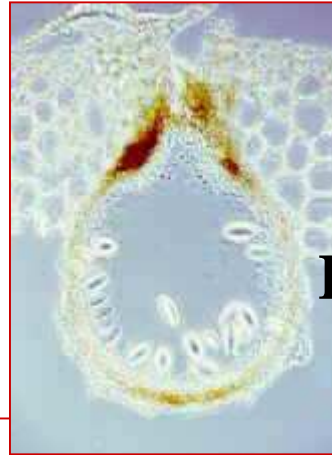
1. Tvar, velikost, septace a barva konidií,

2. Uspořádání a větvení konidiofórů – a: **konidiofory volné** (viz. Např. *Aspergillus* sp. *Penicilium notatum*); b: **konidifory uspořádané do morfologických útvarů nebo zcela chybí a konidie jsou produkovány hyfami v nepohlavních plodnicích - konidiomatech**

3. Růst, zabarvení a vývoj izolátu na selektivních médiích *in vitro*



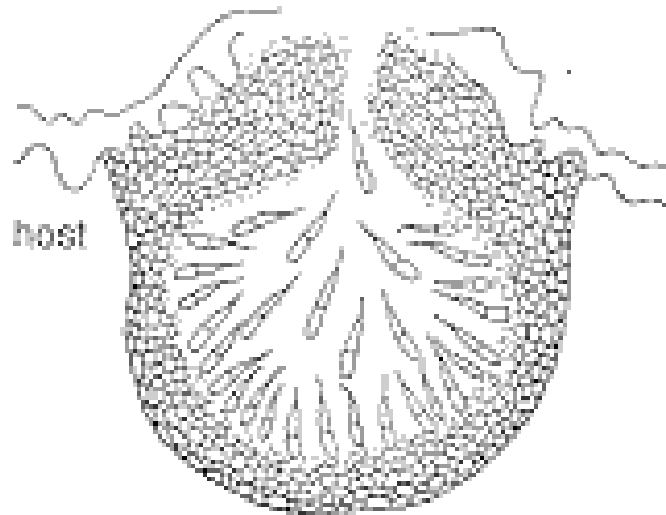
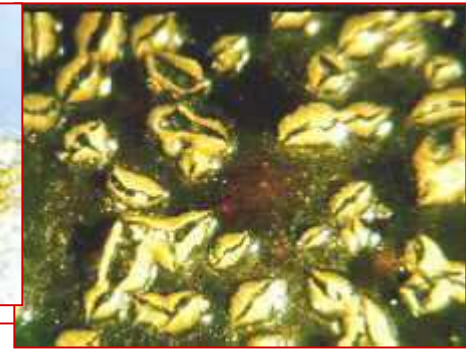
Plodnice nepohlavních stádií - uzavřená konidiomata: ACERVULUS a PYCNIDIUM



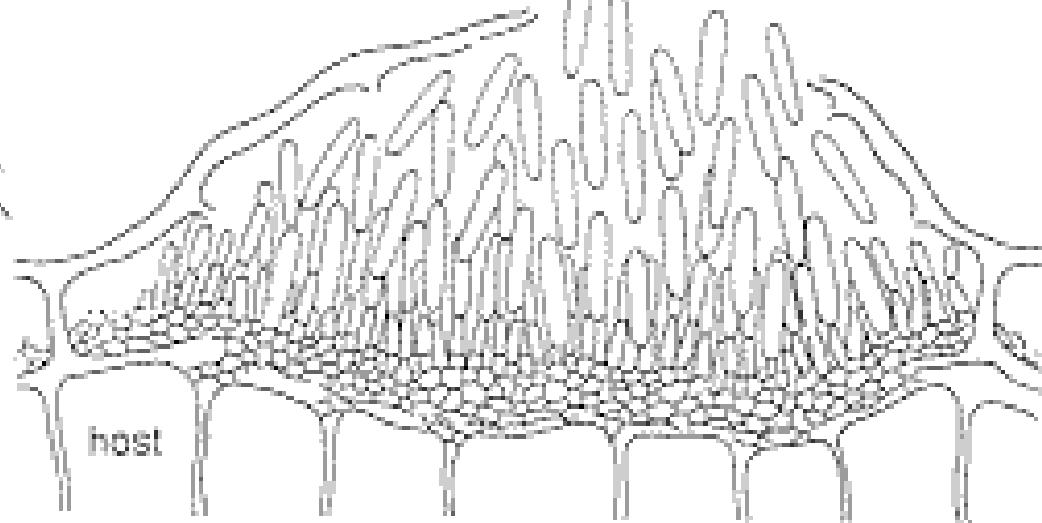
PYCNIDIUM



ACERVULUS

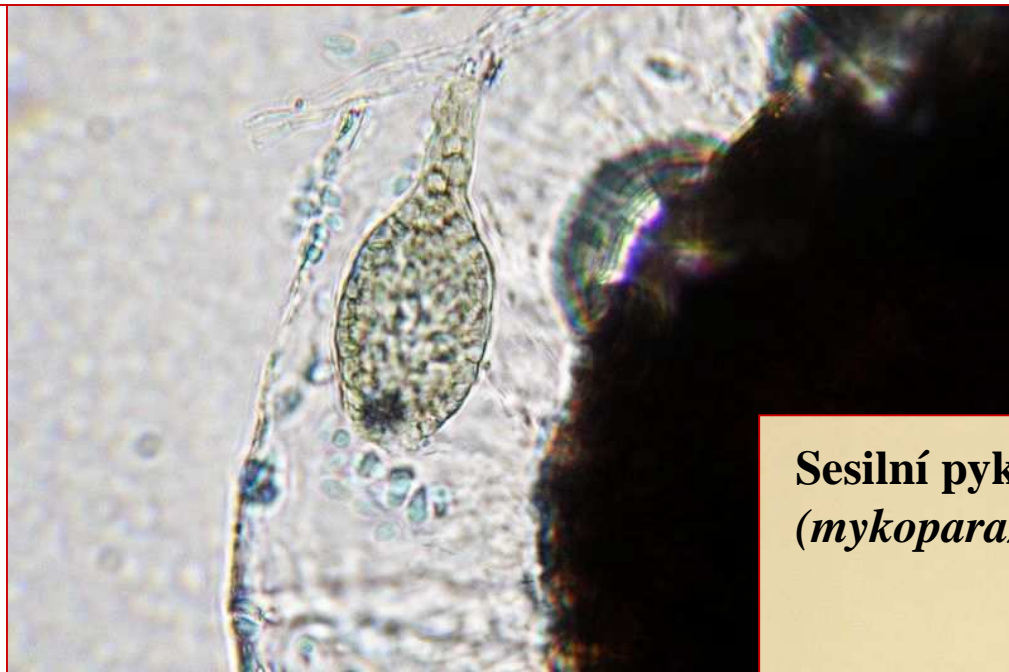


Řád: Sphaeropsidales

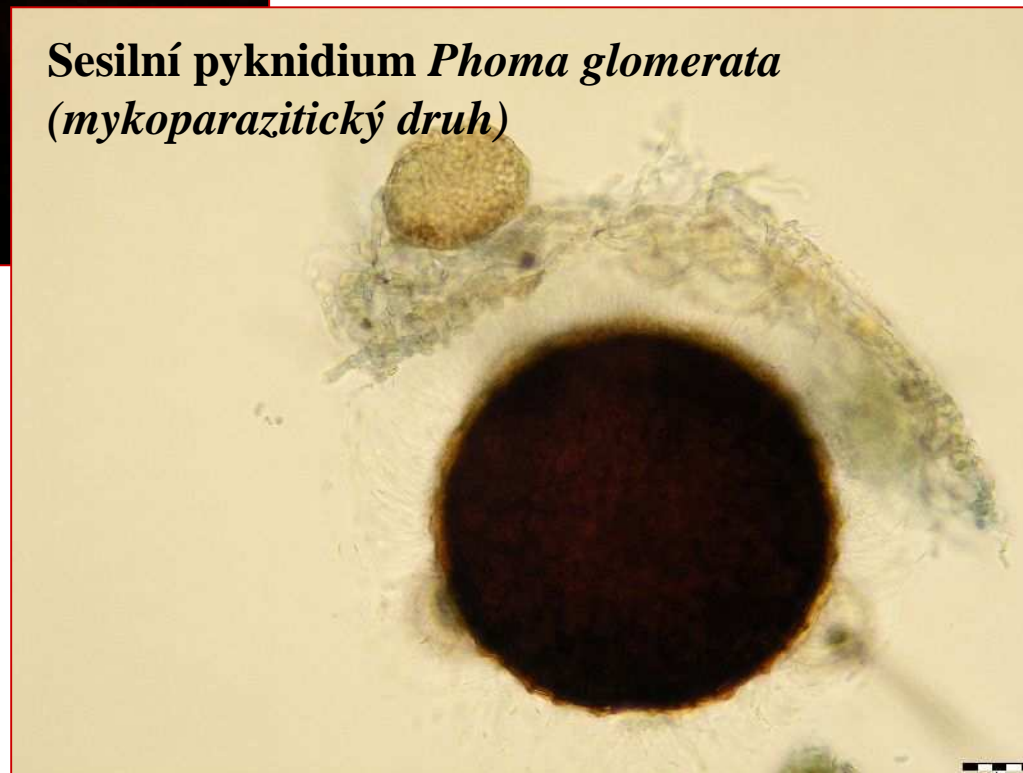


Řád: Melanconiales

Stipitátní pyknidium *Ampelomyces quisqualis*
(mykoparazitický druh)



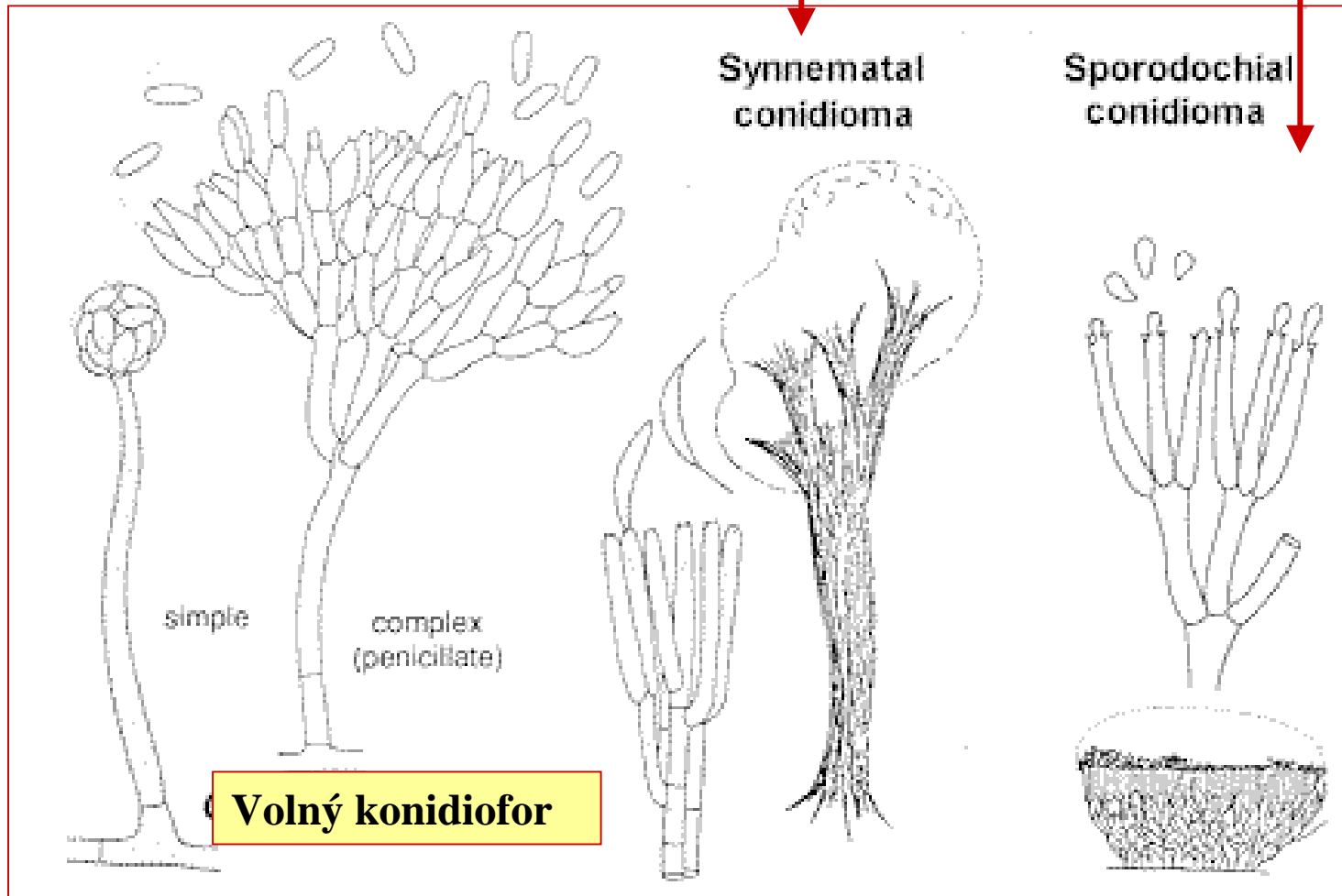
Sesilní pyknidium *Phoma glomerata*
(mykoparazitický druh)



Plodnice nepohlavních stádií - volná konidiomata:

SYNEMA

SPORODOCHIUM



Parasexuální proces u anamorfních stádií

1/ **heterokaryóze** → heterozygótní diploid (konidie)

diploidní konidie a diploidní mycelium - **diploidní homokaryon**

(homozygótně recesivní)

2/ karyogamie a dělení diploidních jader

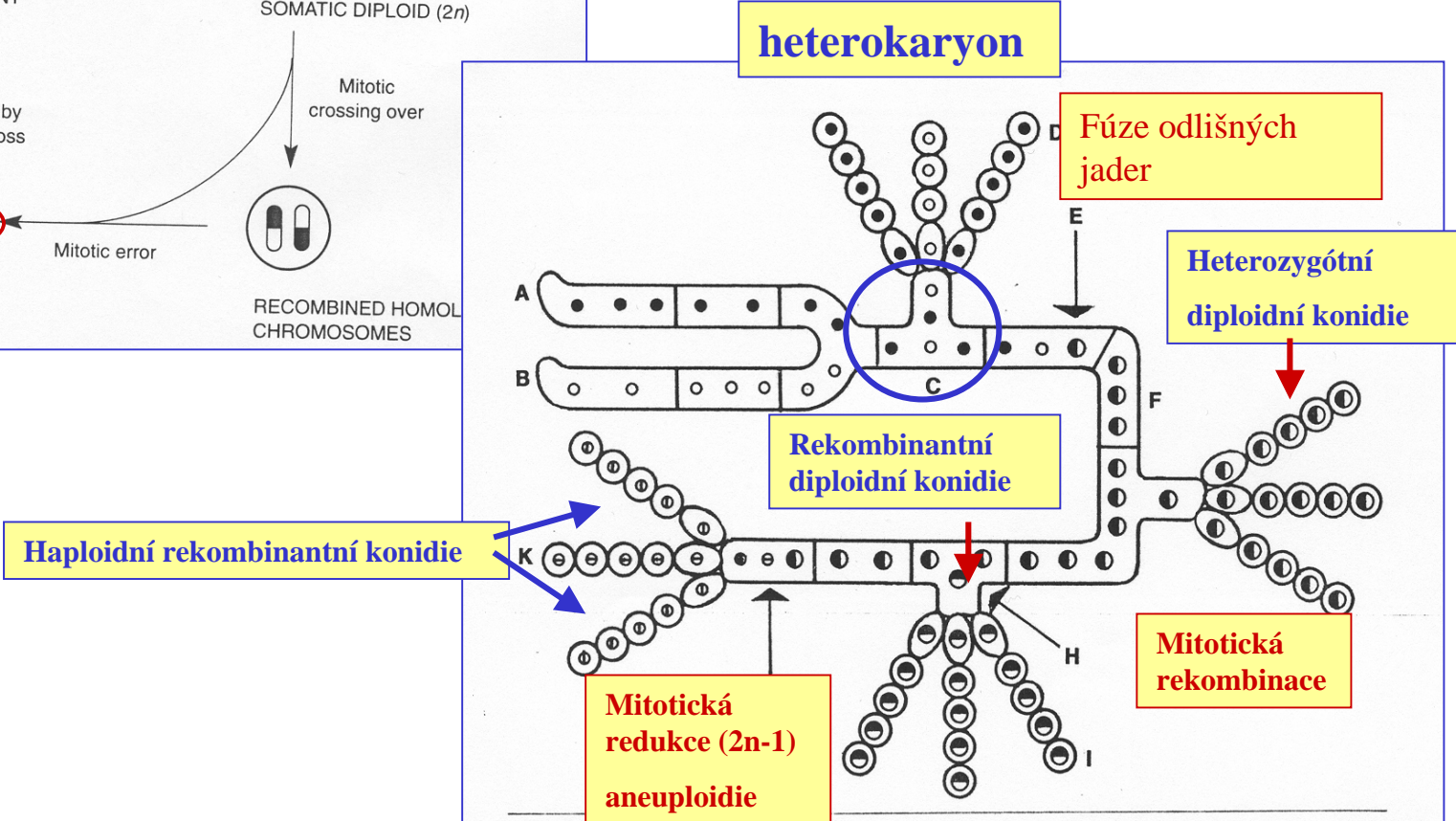
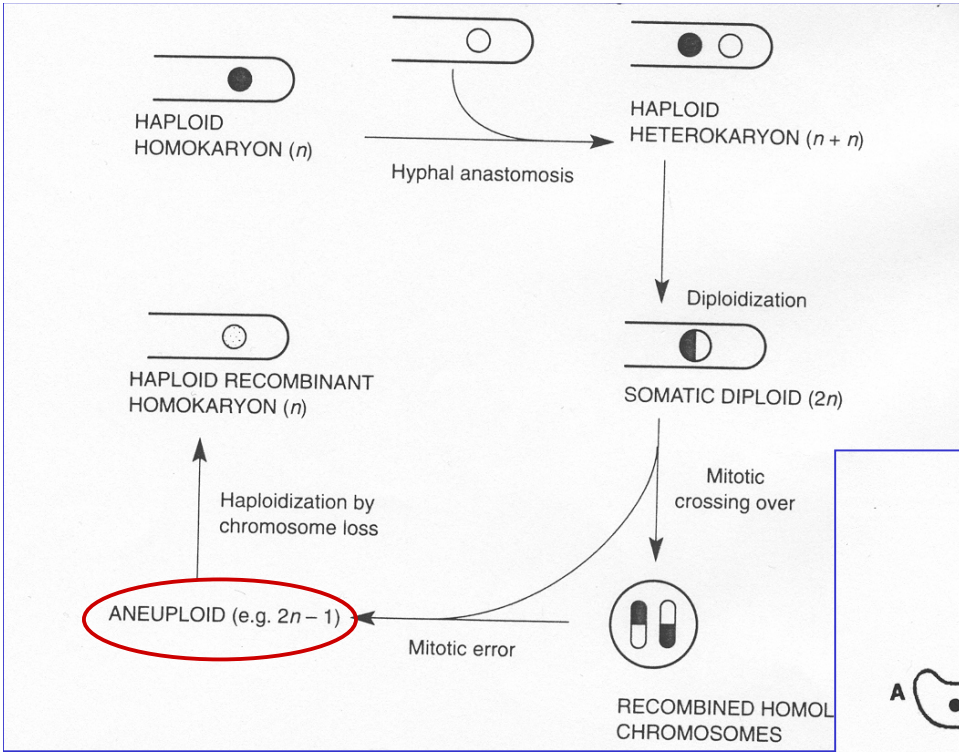
3/ **mitotický crossing-over**

4/ **haploidizace** diploidního homokaryonta bez meióze

(anafáze- mitotická non-disfunkce, chromozómy nejsou rovnoměrně rozděleny k pólům)

Genetická rekombinace u anamorfních stádií či druhů u nichž pohlavní forma života není známa nezávisí na pohlavní reprodukci (Poncorvo a Roper (1952)).

Parasexuální cyklus



82/ Parasexuální cyklus. Fúzí buněk rodičovských genotypově rozdílných kultur (A, B) vzniká heterokaryont (C); jeho konidie (D) segregují rodičovské genotypy. Fúzí genotypově rozdílných haploidních jader (E) je umožněna tvorba heterozygotních diploidních konidií (G); tato jádra (F) mohou prodělavat mitotickou rekombinací (H) za vzniku rekombinantních diploidních konidií (I) a mitotickou redukcí (J) za vzniku haploidních rekombinantních konidií (K).

Hyfální anastomózy (pozitivní autotropismus, vegetativní hyfy)

- Výsledek hyfální fúze, následuje migrace jader mezi mycelii (pokud jsou vegetativně kompatibilní)
- Askomycota, Basidiomycota
- tolerují přítomnost více odlišných jader v hyfě
- hyfální větve spojující dvě hyfy
- nelimitují pohlavní rozmnožování
- základ pro funkční třírozměrnou síť mycelia, vznik sekundárních pletiv a plodnic
- enzymatická indukce **hyfální špičkou**
- hyfální anastomózy představují risk pro genom (kontaminace defektními jádry, viry, plazmidy)

2. Pohlavní rozmnožování: Teleomorfní stádium: meiosporická fáze

Askokarp-askus-askospora

1. Gametangio-gametangiogamie: Gametangia morfologicky shodná → plasmogamie+karyogamie

Zygota vzniká přímo v asku → **GAMETANGIOGAMIE**

2. Gametangio-gametangiogamie: gametangia morfologicky odlišná—**askogonium** a **antheridium**

Askogonium + trychogyn (fertilizační trubice, kterou přechází jádro z antheridia do askogonia)

3. **gameto-gametangiogamie**: spermatizace (*Claviceps purpurea*) – spermacie (spermogonia)

4. Somatogamie – somatická hyfa a askogonium

dikaryon – typický s **konjugovanými mitózami**, pouze v plodnicích **askomatech** v podobě **askogenních hyf**

Výsledkem je diploidní zygóta → meioza → 4 haploidní jádra + mitóza →

8 jader = 8 askospor

1.

trichogyn

Trichogyne

askogonium

antheridium

Trichogyne

Antheridium

Nuclear pair (?)

gametangia

plasmogamie

Párování jader

2.

Ascogenous hypha

E.

hák

Dikaryon

F. nuc

Konjugované mitózy

2n nucleus

Formování askogenních hyf vně antheridia- dikaryon

Základ aska

H.

zygóta

3.

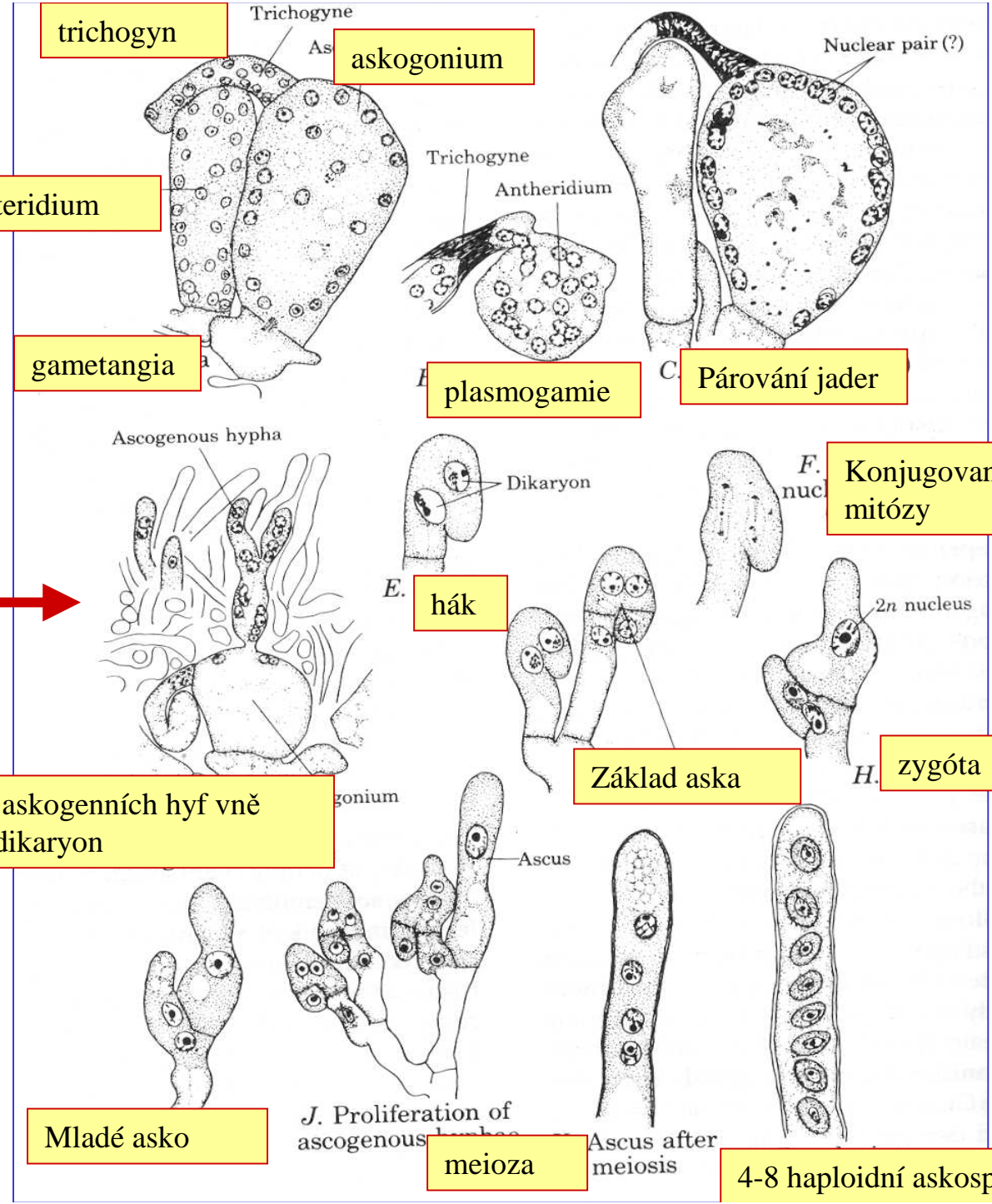
Mladé asko

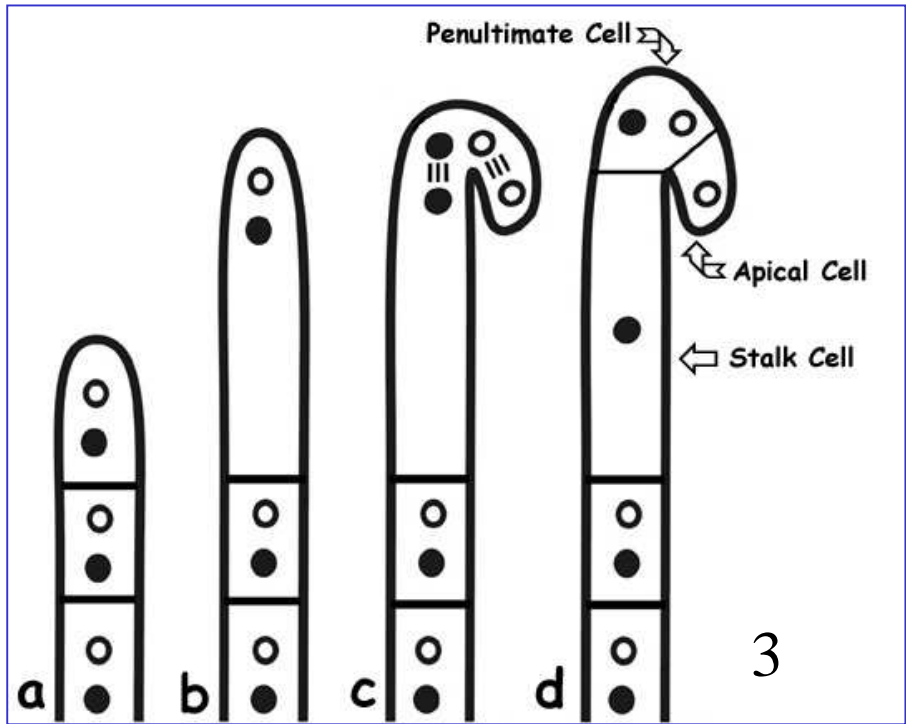
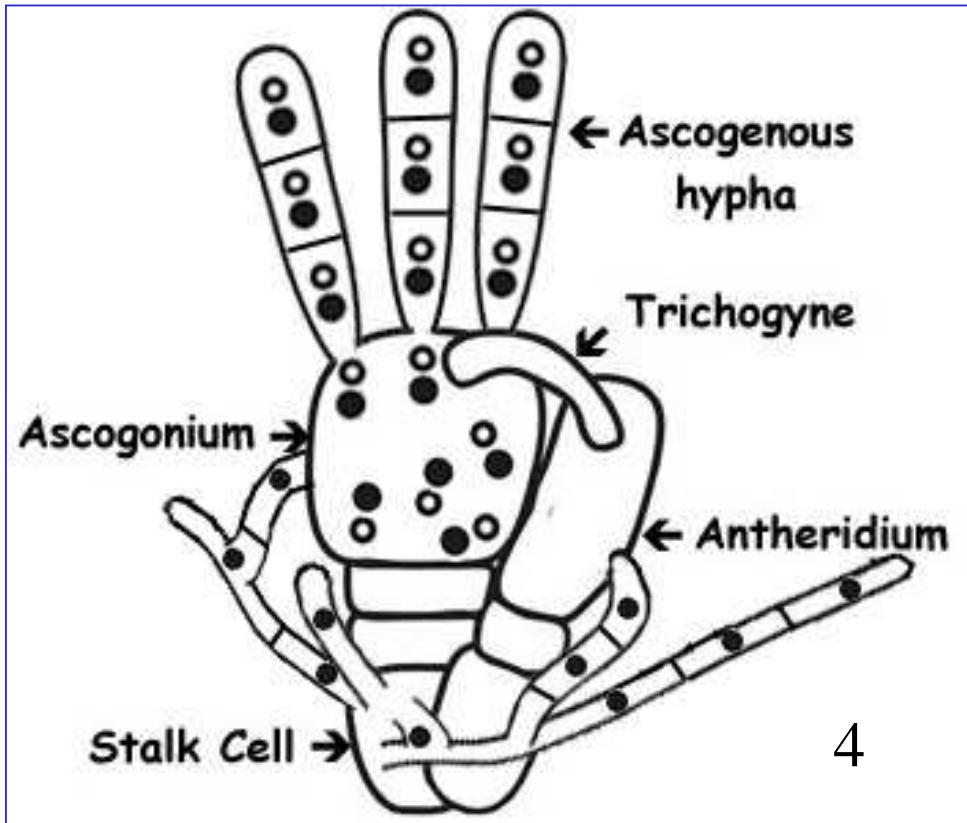
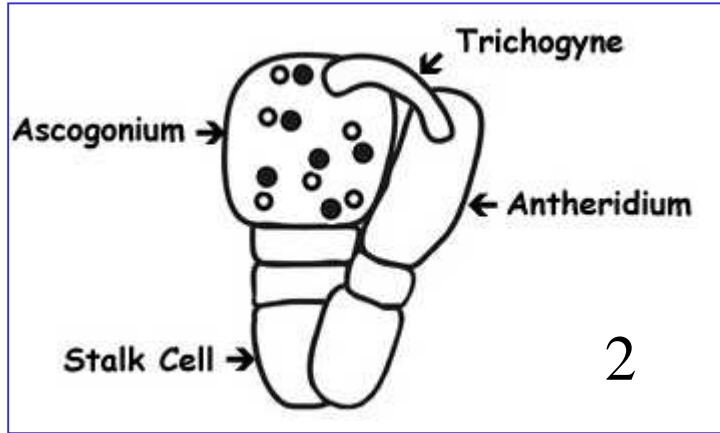
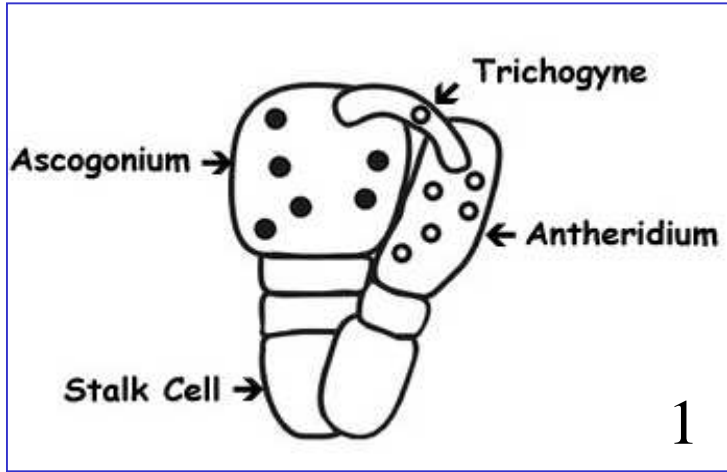
J. Proliferation of ascogenous hyphae

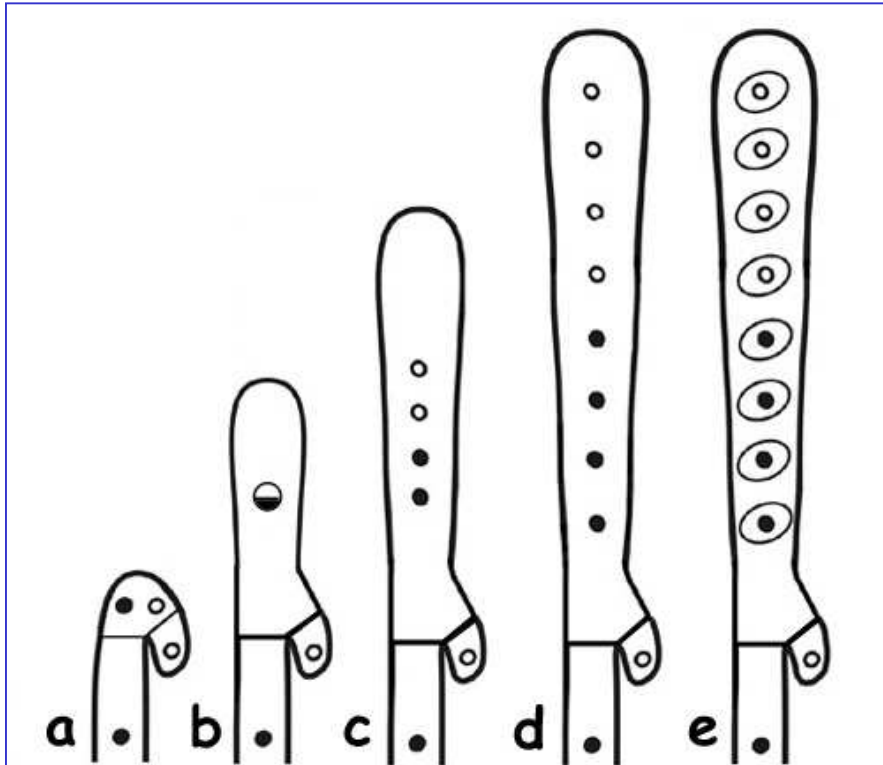
meioza

Ascus after meiosis

4-8 haploidní askospóry







ASKUS:

- Protunikátní
- Unitunikátní
- Bitunikátní

Ascosporogeneze:

1. Jádro je odděleno dvoumembranózní schránkou
2. Stěna askospory je vtačená mezi tyto dvě membrány
3. Membrány jsou derivovány askálními vesikuly a membranózním systémem v asku – EMS (enveloping membrane system)

Sexualita ASCOMYCOTA:

- **Homothalismus** (izoláty se stejným jaderným vybavením **jsou** schopné párování)

Fertilizace není limitovaná přítomností odlišného párovacího typu

Homothalická hyfa – jeden párovací druh jádra

1. **Primární homothalismus** (u hub celkově postrádajících heterothalismus)
2. **Sekundární homothalismus** (spóry mající více než jedno postmeiotické jádro a produkují heterokaryotické mycelium, ale sobě sterilní – dvoujaderné askospory- odlišná jádra)

Heterogenní inkompatibilita (somatická, vegetativní inkompatibilita)

- **Heterothalismus** (izoláty se stejným jaderným vybavením **nejsou** schopni párování)

Fertilizace je limitovaná přítomností jádra odlišného párovacího typu

Stejně izoláty jsou vzájemně sterilní a nekompatibilní

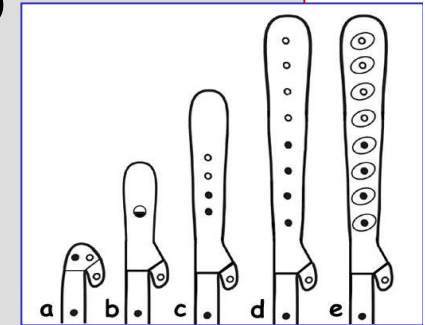
Heterothalická hyfa – dva odlišné **párovací druhy jádra**

Homogenní inkompatibilita (párovací geny) = heterogenní kompatibilita

Homo- i heterotalické druhy (**heterokaryoze** je podmínkou pro vznik diploidní hákovité buňky a následně pro vznik haploidní askospóry)

Unifaktoriální inkompatibilita -Bipolární heterotalismus

($2n$ jádra párovacích buněk, heterozygóta)



2 párovací typy - specifikované 1 genem

v 1 lokusu se dvěma rozdílnými alelami (idiomorfami) Aa (A1A2)

inbreeding potenciál (50%)...štěpný poměr 1:1, někdy (1:3, 3:5)

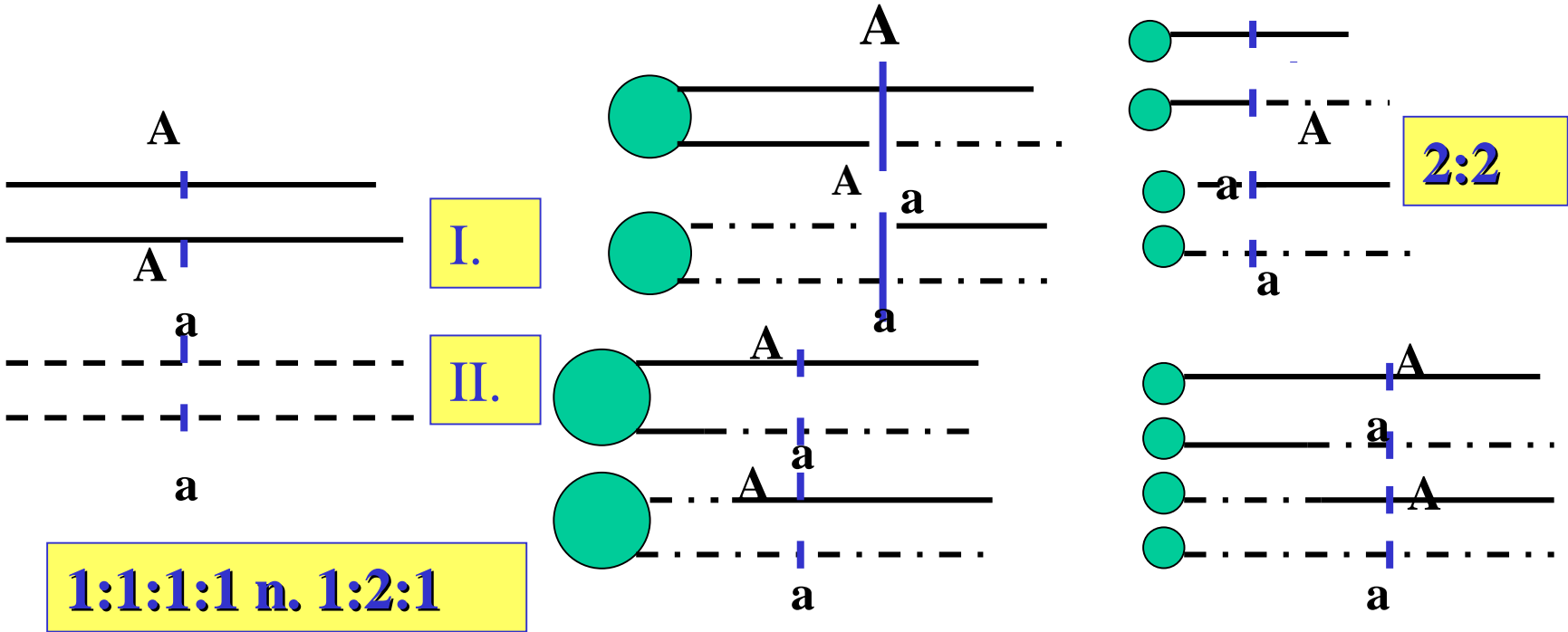
- Kauzální vztah mezi mechanismy redukčního dělení a segregací párových alel
- Uspořádané a neuspořádané **tetrády**

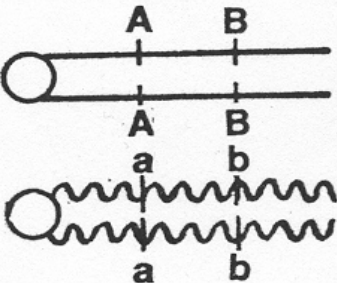
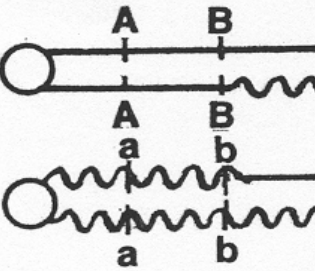
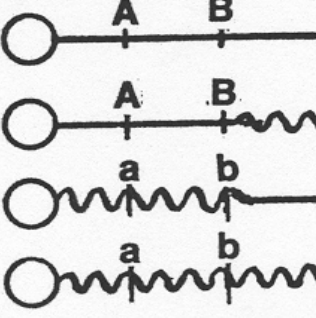
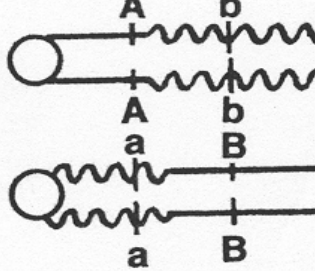
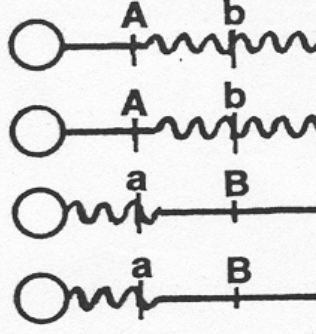
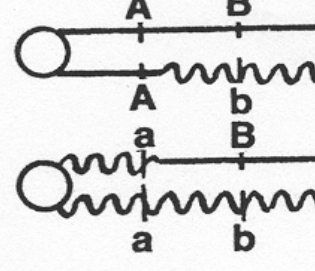
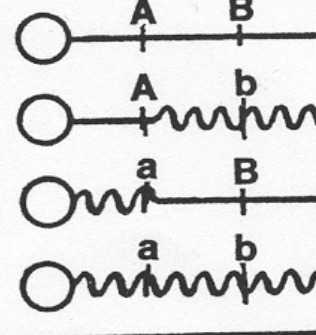
crossing-over mezi sledovaným lokusem a centromerou sledovaného chromozómu \longrightarrow **a/ nedošlo ke crossing-over ... aska vznikají v obecné podobě 2A:2a tzn. k segregaci páru alel došlo v **I. redukčním dělení****

b/došlo ke crossing - over \longrightarrow heterozygótní chromozómy + homeotypické dělení=segregace alel při **II. Redukčním dělení 1A:1a:1A:a nebo **1A:2a:1A****

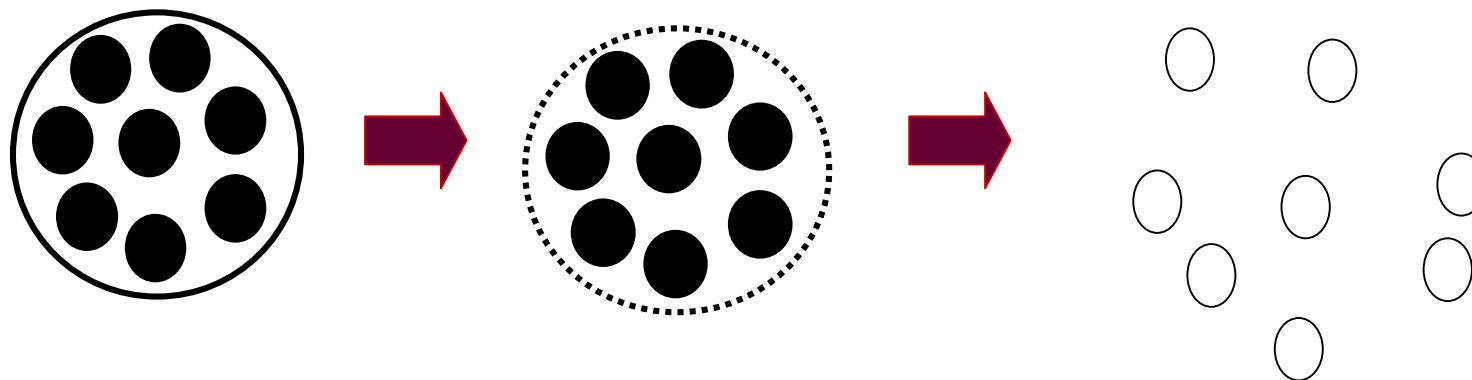
Tetrádová analýza: výsledné uspořádání spór po kompletní **tetrádové analýze při unifaktoriálním uspořádání**

	I.dělení	II. dělení
Způsob uspořádání spór	<p>A a</p> <p>A a</p> <p>a A</p> <p>a A</p>	<p>A a A a</p> <p>a A a A</p> <p>A a a A</p> <p>a A A a</p>

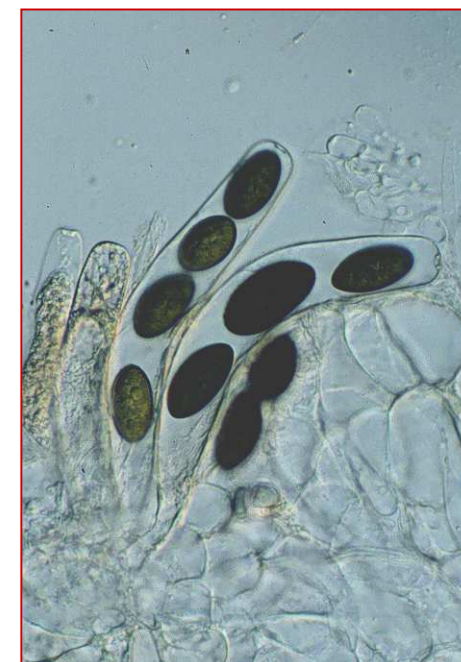
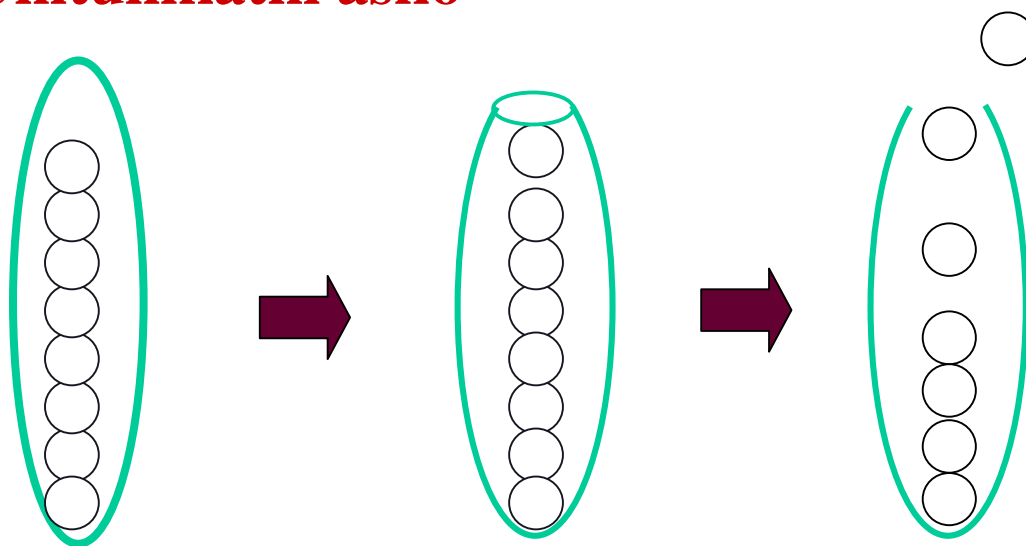


původní stav	poloha crossing-overu	tetráda	typ
			DP
			DNP
			T

1. Prototunikátní asko



2. Unitunikátní asko



Vrchol aska (apikální aparát)

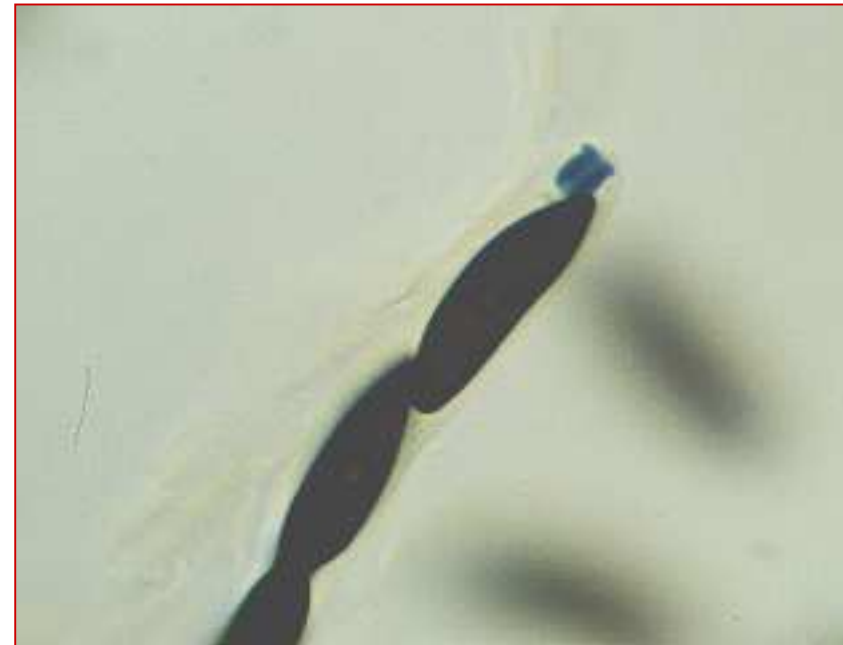


Refraktivní prstenec

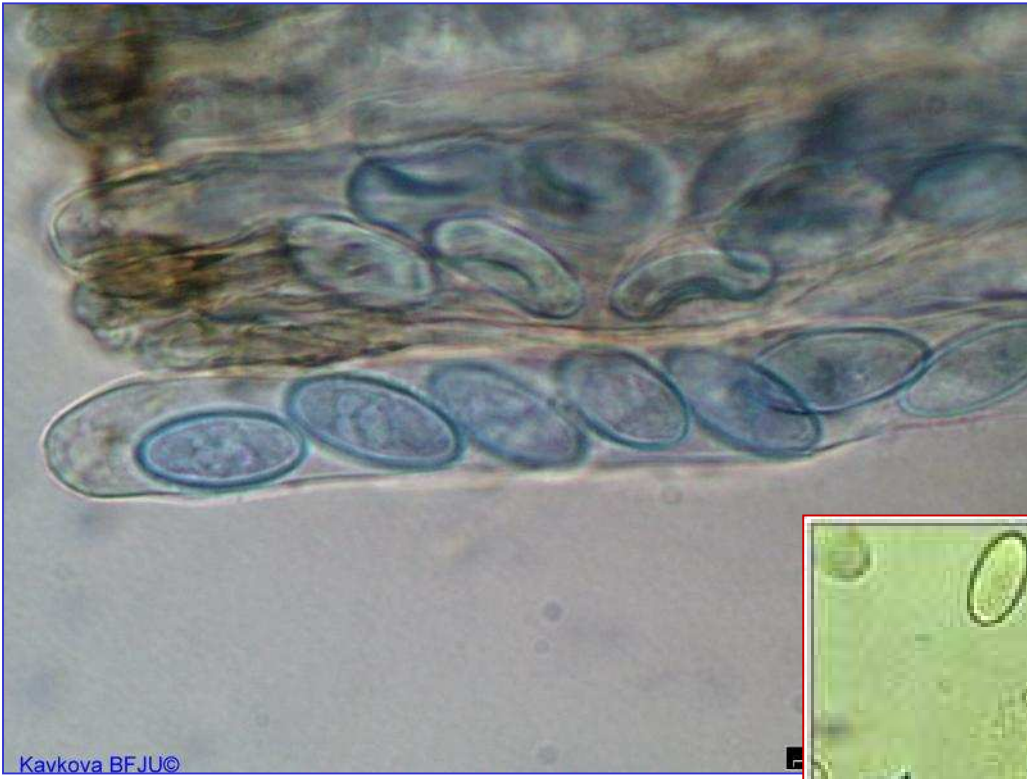
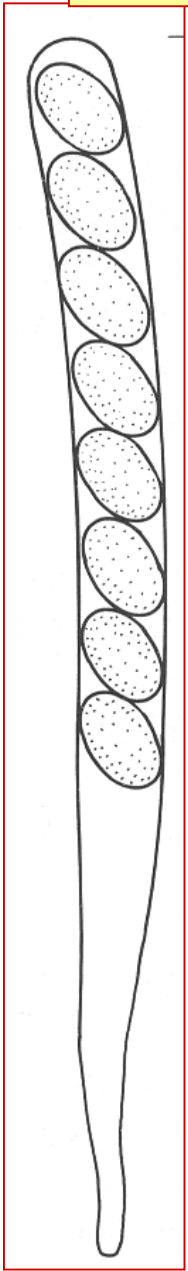
Neurospora crassa

Amyloidní prstenec

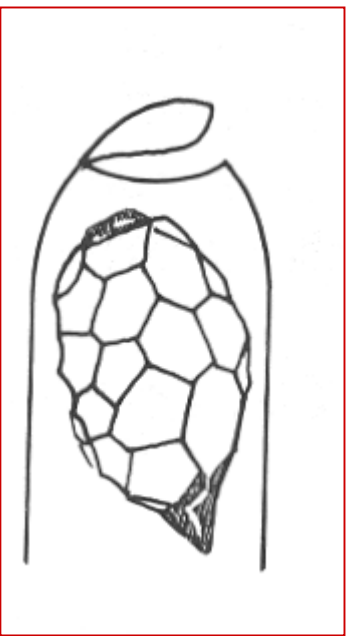
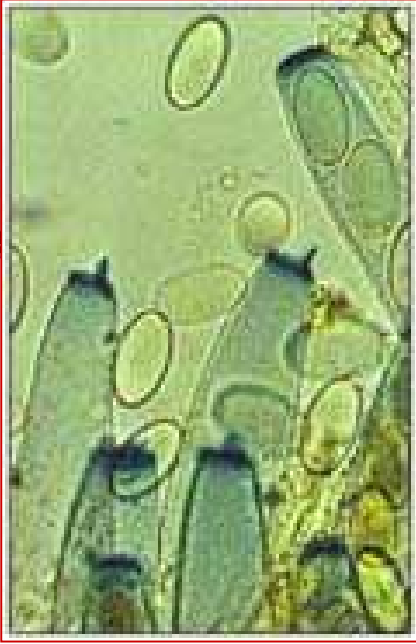
Xylaria sp.



Asko inoperkulární

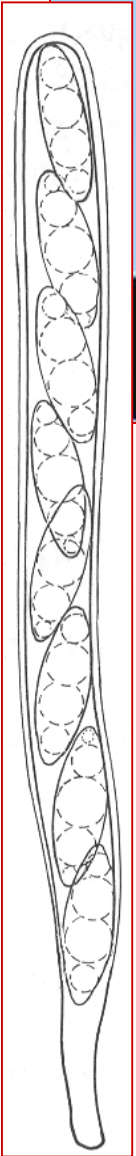
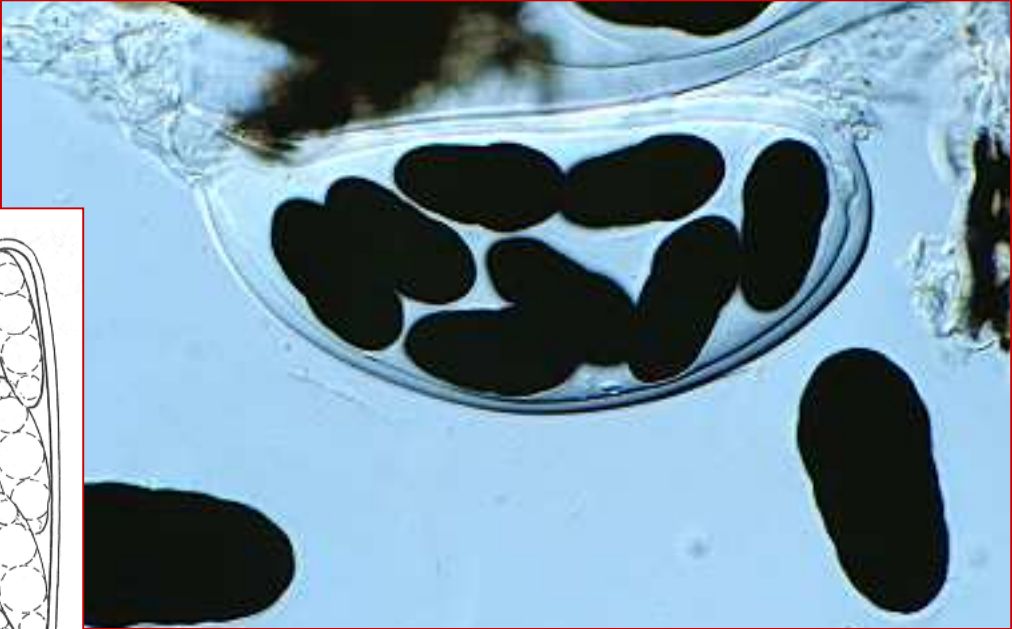


Kavkova BFJU©

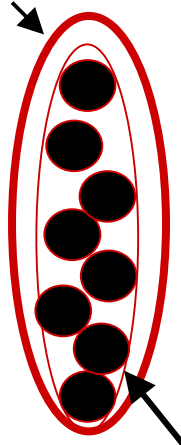


Operkulum –asko operkulární

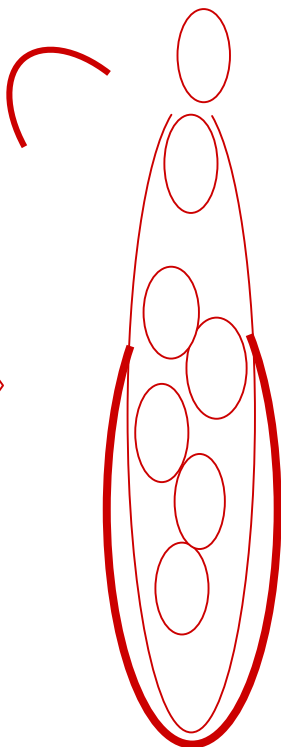
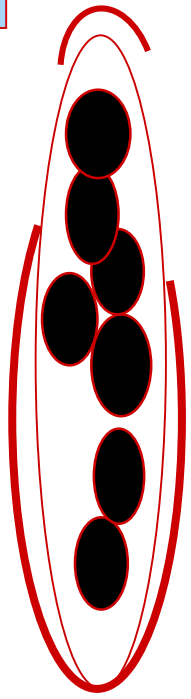
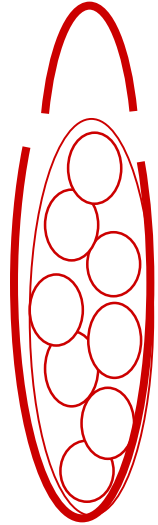
Vřecko bitunikátní

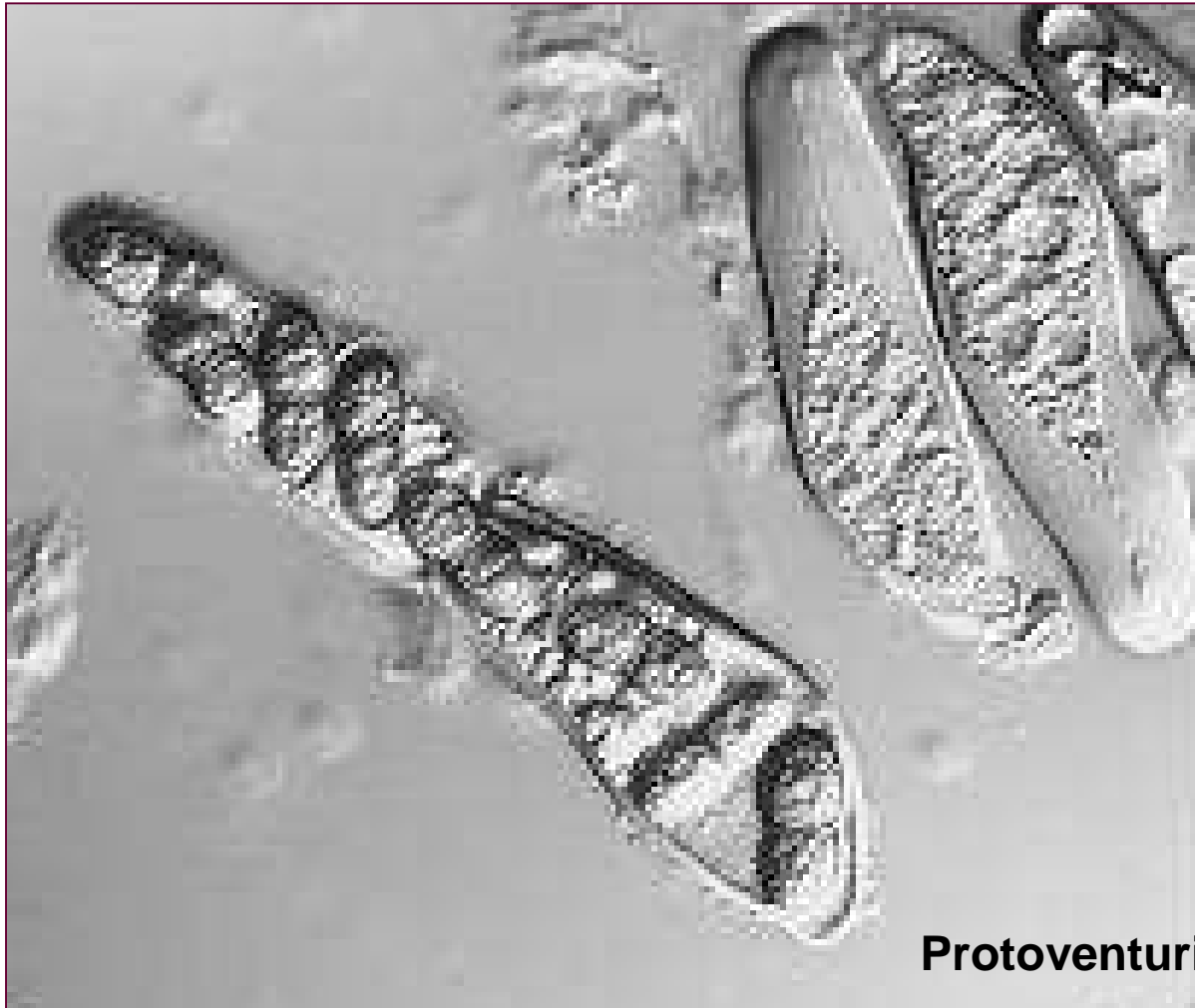


exotunika



endotunika





Protoventuria barriae

Typy askospor

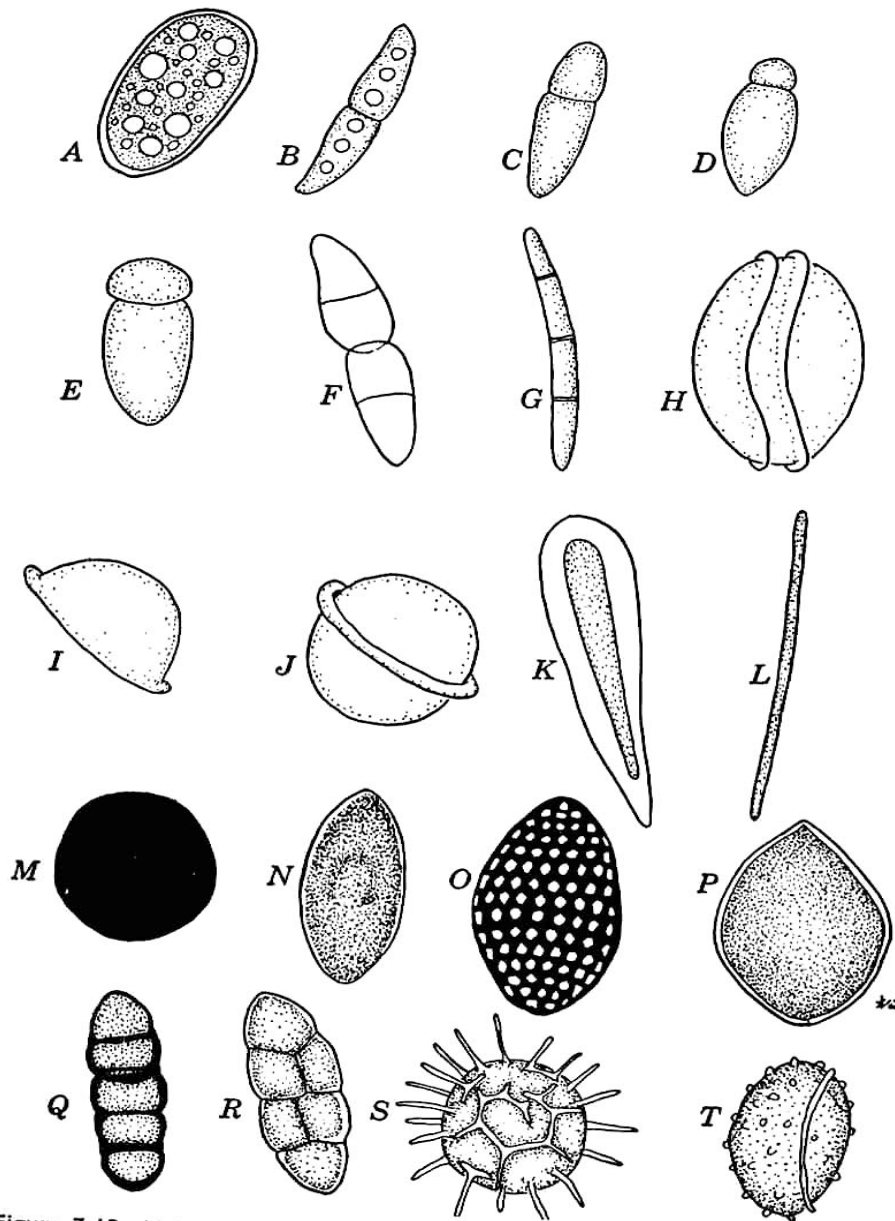
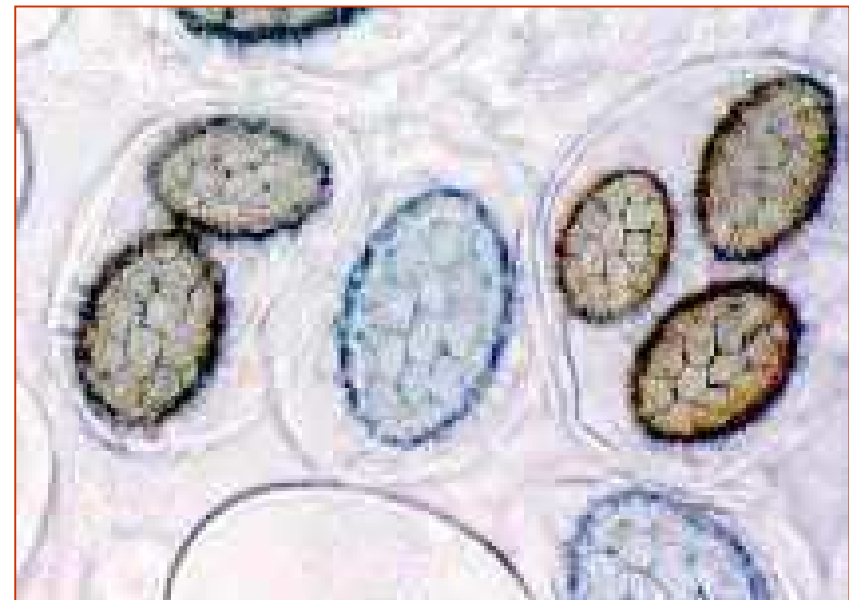
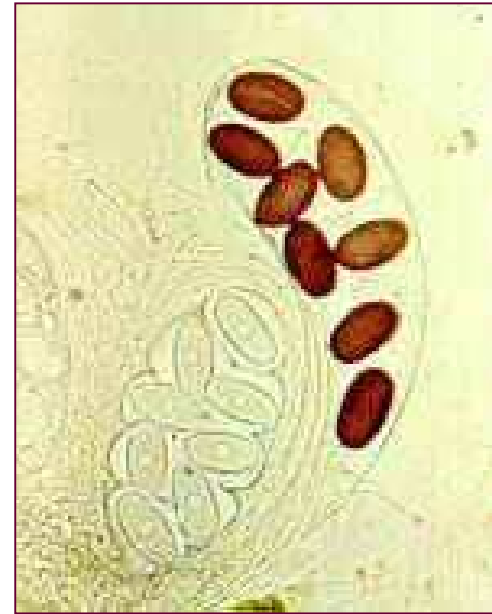


Figure 7-13 Various types of ascospores. [(H) From *A Manual of the Aspergilli*, by C. Thom and K. B. Raper (1945). By permission of Williams & Wilkins Company. (Q) Redrawn from F. L. Stevens (1916). *Ill. Biol. Monogr.*, Vol. II, No.4. (S, T) Redrawn from *The North American Cup Fungi (Operculates)*, by F. J. Seaver (1942). Published by the author.]



Plodnice - askokarp

1. **Nahá aska** - netvoří askokarp (tř. Archiascomycetes)
2. **Kleistothecium** – uzavřený askokarp
3. **Perithecium** – hruškovitý tvar a ostiolum
4. **Apothecium** – otevřená miskovitá plodnice

Askohymeniální vývoj

Pseudothecium – v lokulárních štěrbinách askostromatu **Askolokulární vývoj**

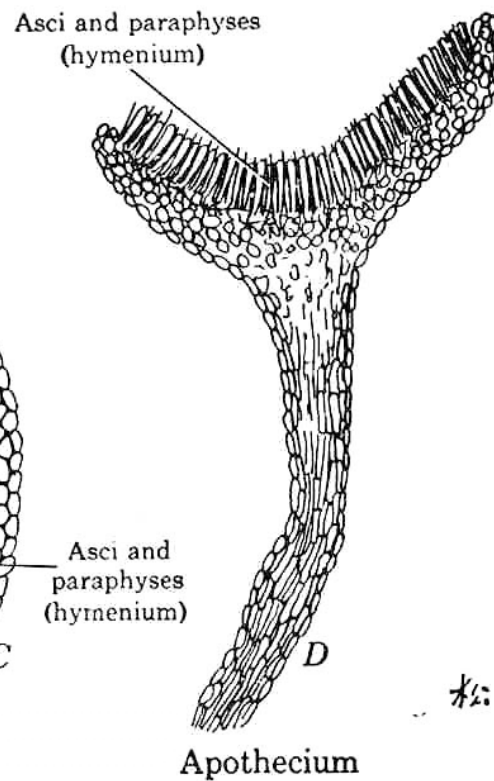
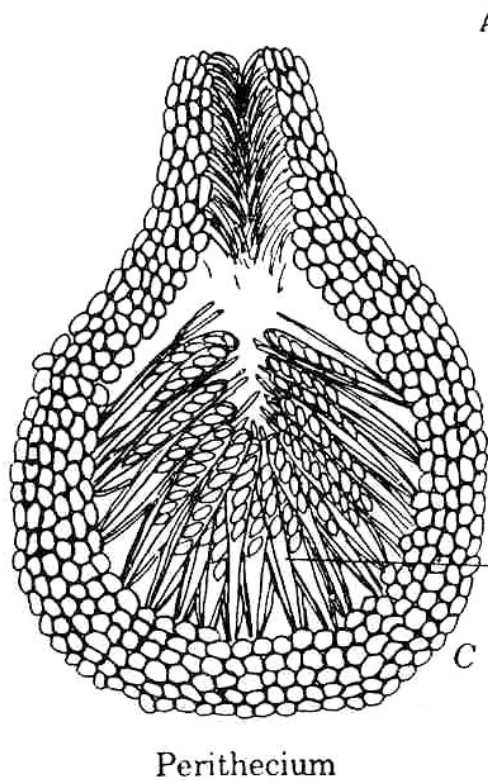
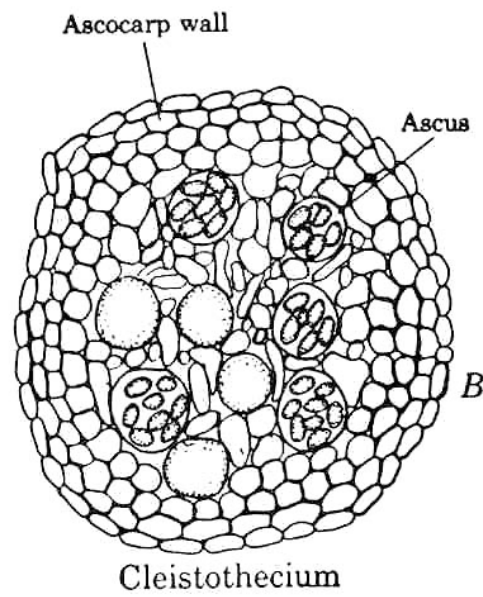
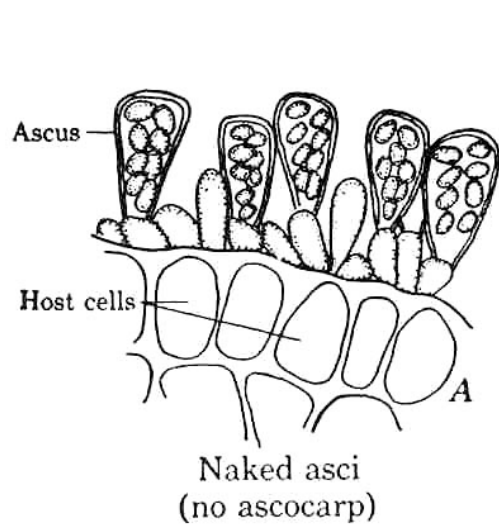


Askohymeniální vývoj plodnice

Místo, kde vzniká plodnice je zároveň místem kde došlo k oplození askogonu. Plodnice se formuje zároveň s růstem askogenních hyf a aska se vytvářejí v primárních dutinách (kleistothecium, perithecium) nebo přímo na povrchu (apothecium).

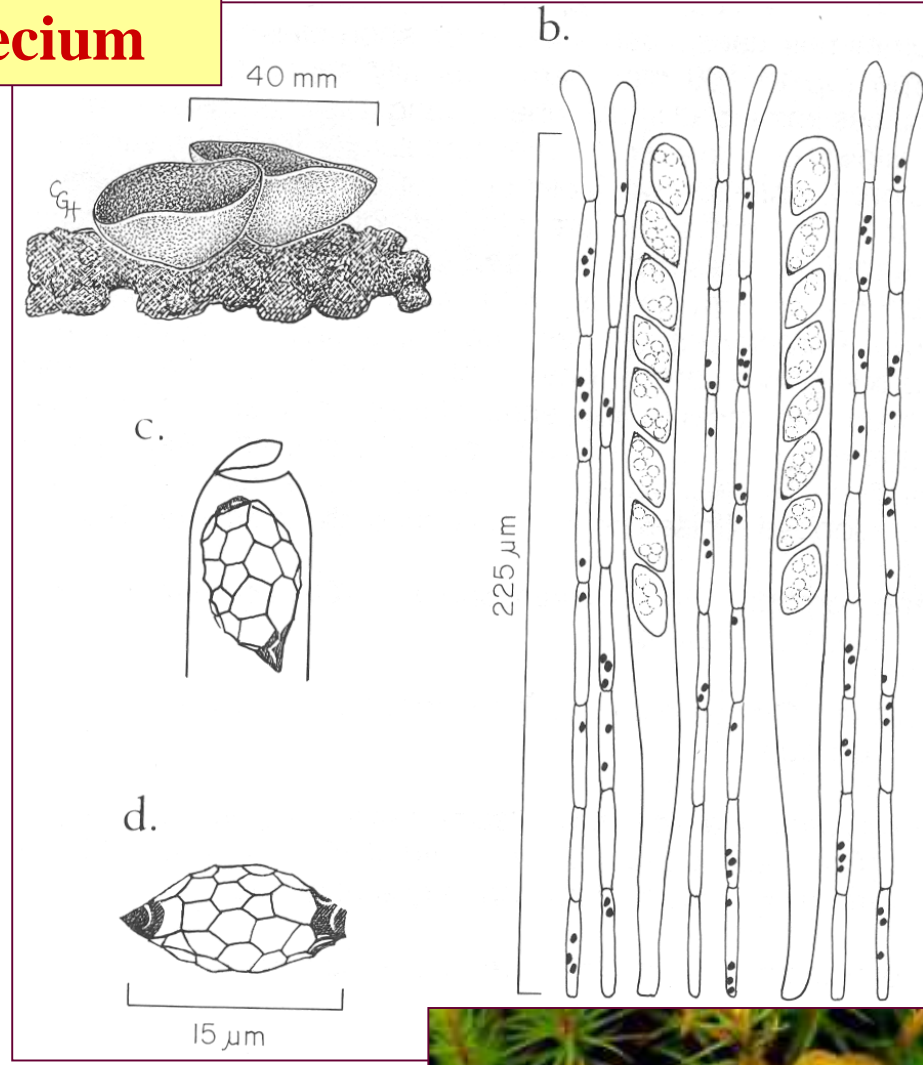
Askolokulární typ plodnice

Základ plodnice tvoří sterilní mycelium např. ve formě askostromatu (pseudoparenchymatická pletiva). V askostromatu dochází ke vzniku gametangii, oplodnění a askogenní hyfy vrůstají mezi pseudoparenchymatické pletivo a vznikají tak sekundární lysigenní dutiny (lokuli).



Taphrina populi

apothecium



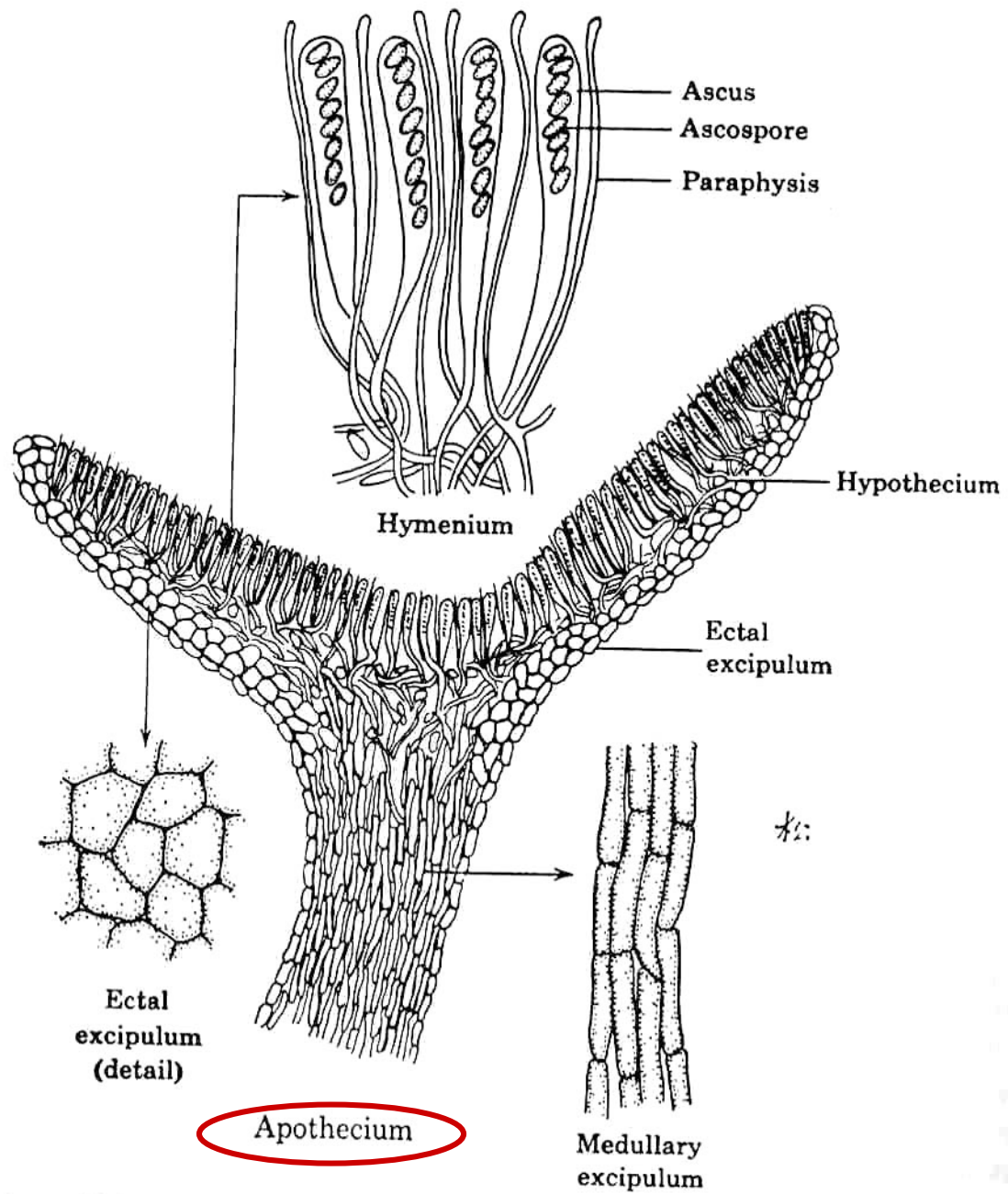
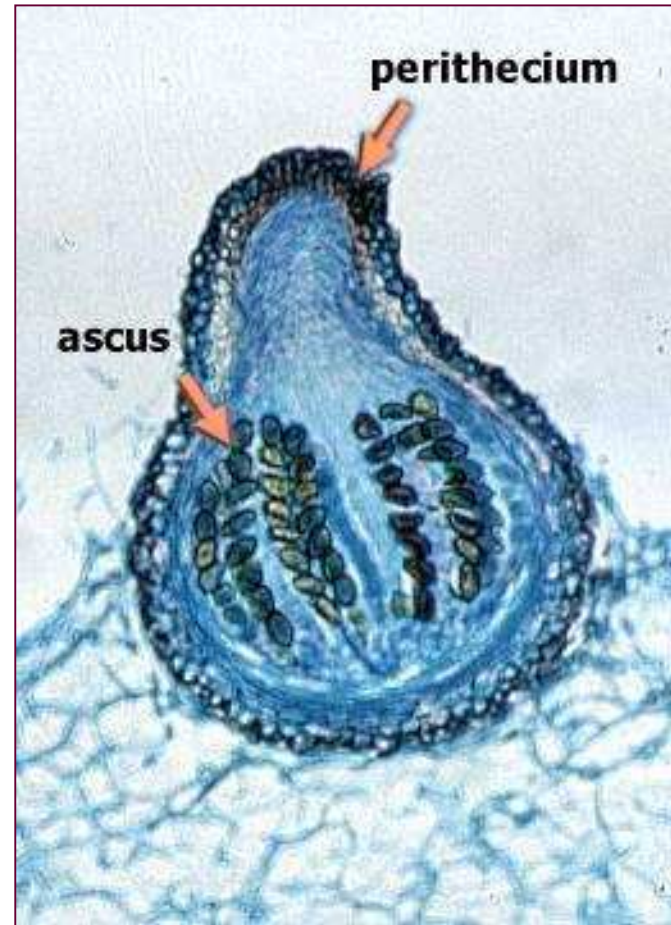
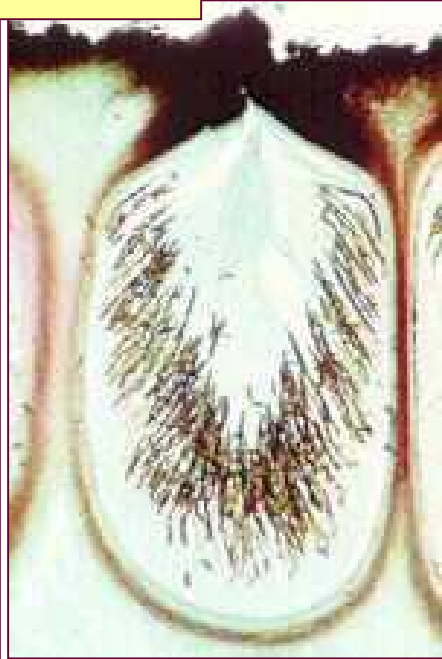


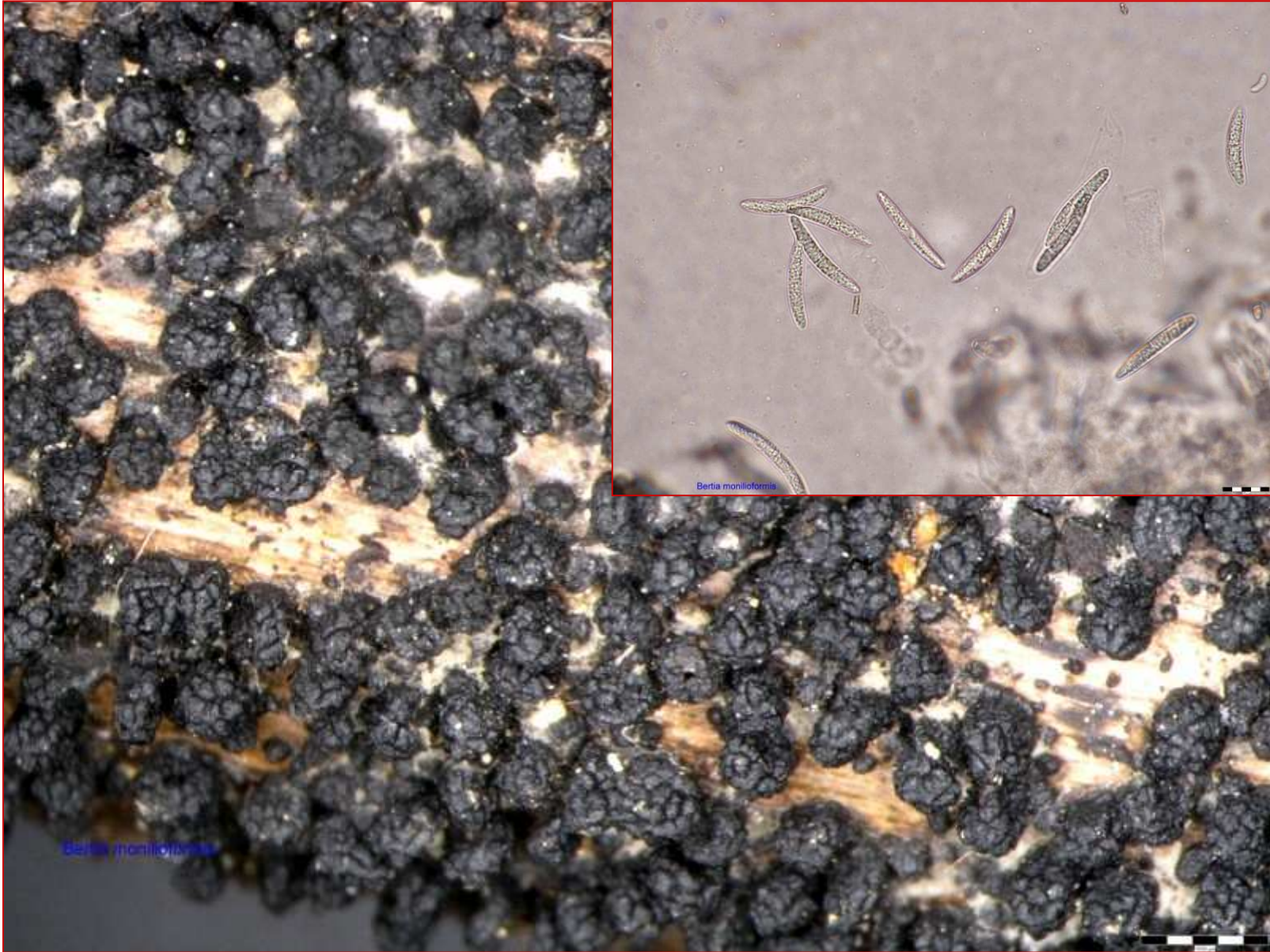
Figure 13-2 Diagram of section through an apothecium. Main body may consist of several types of tissue, as shown in Fig. 13-3. Not drawn to scale.

Perithecium



Cordyceps militaris

Kavkova BFJU 2004



Kleistothecium

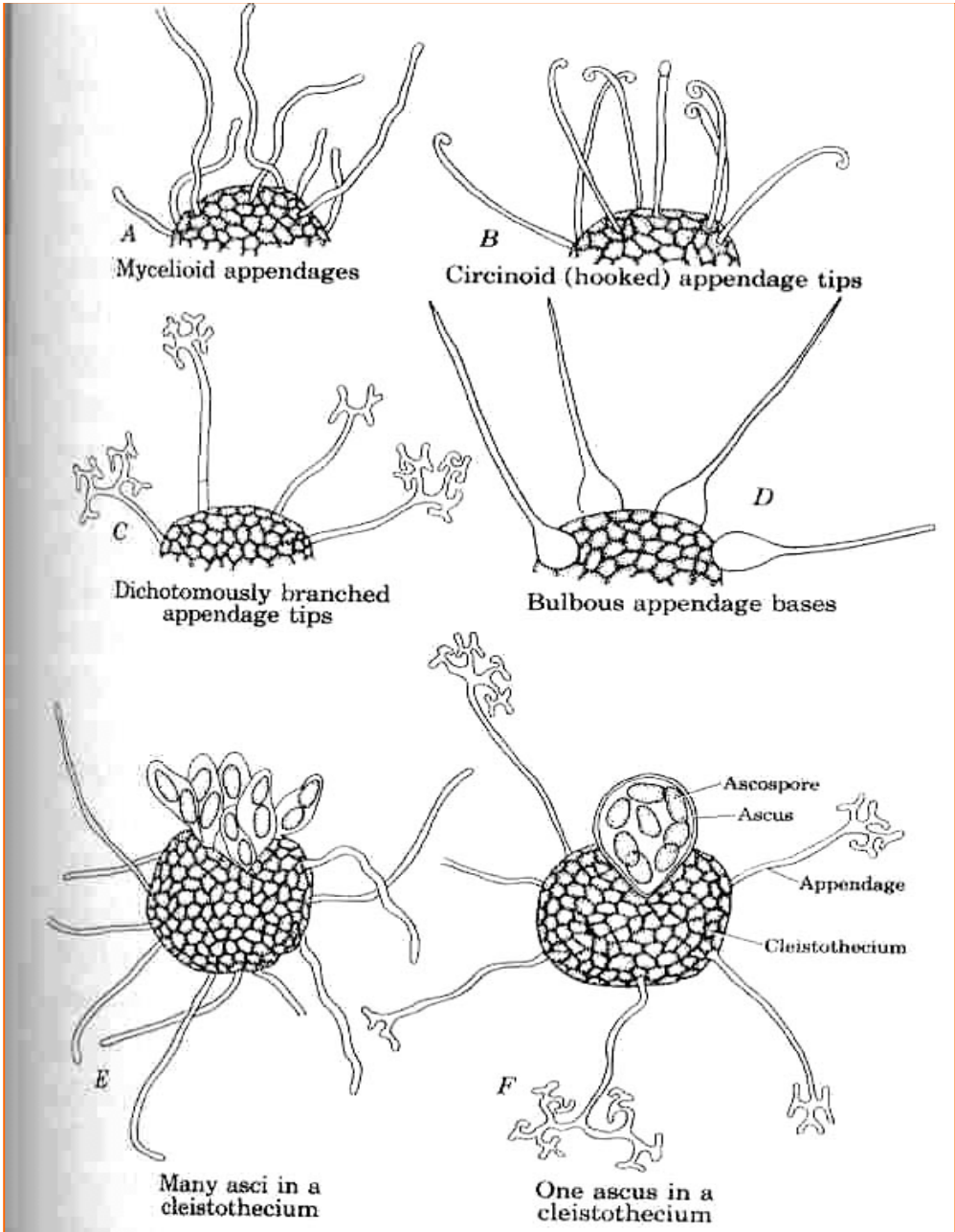
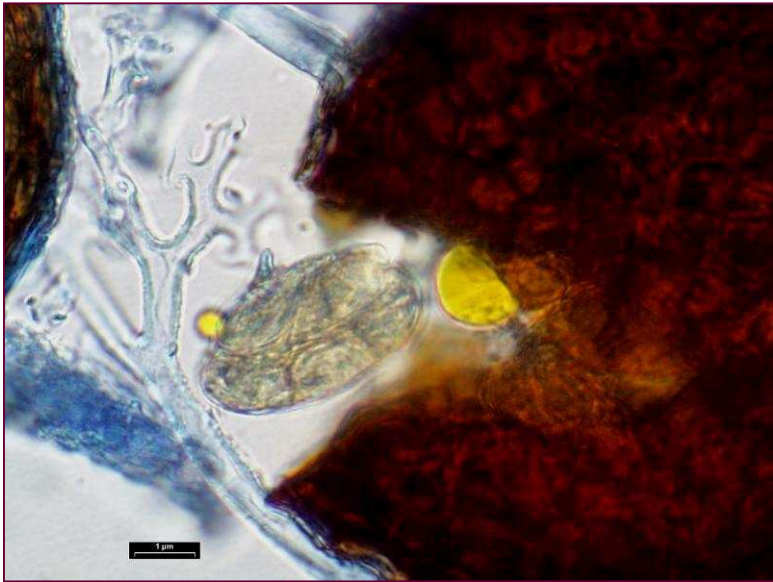


Figure 15-10 Taxonomic characters of *Erysiphales*. (A–D) Types of appendages on ascocarps. (E,F) Variation in number of asci within ascocarp.

- Alexopoulos, Mims, Blackwell (1996) Introductory mycology
- <http://www.biolib.cz>
- <http://www.mycolog.com>
- Kendrick (1996) The fifth kingdom
- <http://www.mycokey.com>
- Jennings nad Lysek (2004) Fungal biology
- Webster J. and Weber R.W.S. (2007) Introduction to fungi pp: 841