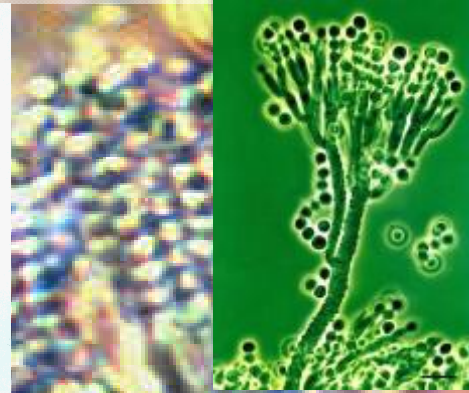
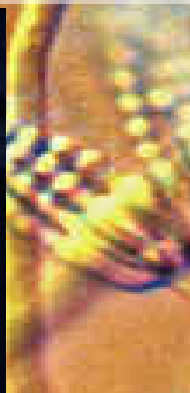
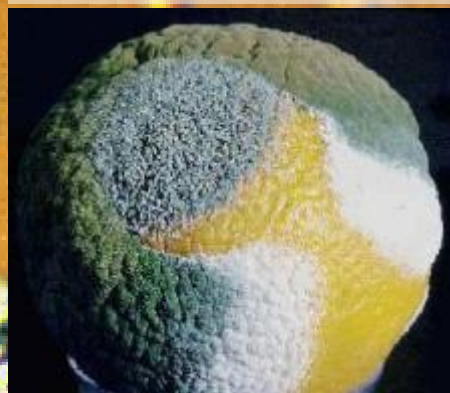


# Vláknité mikromycety

# Plísně

Ing. Libor Kalhotka, Ph.D.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Vláknité houby – plísně** jsou jedno až mnohobuněčné eukaryotické organismy, tvořící vláknité povlaky uvnitř nebo na povrchu substrátů

Říše: **Houby** (Fungi)

Odd. Chytridiomycota

Odd. Zygomycota

Odd. Ascomycota

Odd. Basidiomycota

Deuteromycota (Mitosporické houby – Fungi imperfecti)

Technicky a potravinářsky významné plísně náležejí do tří skupin

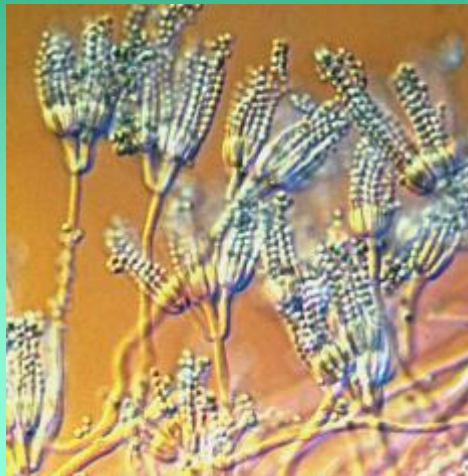
Třída **Zygomycetes** – s jednobuněčným nepřehrádkovaným (neseptovaným) myceliem. Pohlavní rozmnožování se děje endosporami.

Podkmen **Ascomycotina** – s přehrádkovaným (septovaným) myceliem. Pohlavní rozmnožování se děje askosporami tvořenými v asku, nepohlavní rozmnožování exosporami.

Podkmen **Deuteromycotina** (Fungi imperfecti) – mají septované mycelium, neznáme pohlavní rozmnožování.

Technicky a potravinářsky významné plísně náležejí do tří skupin:

- Třída **Zygomycetes** – s jednobuněčným nepřehrádkovaným (neseptovaným) myceliem. Pohlavní rozmnožování se děje endosporami (*Mucor, Rhizopus*).
- Podkmen **Ascomycotina** – s přehrádkovaným (septovaným) myceliem. Pohlavní rozmnožování se děje askosporami tvořenými v asku, nepohlavní rozmnožování exosporami (*Penicillium, Aspergillus*).
- Podkmen **Deuteromycotina** (Fungi imperfecti) – mají septované mycelium, neznáme pohlavní rozmnožování (*Alternaria, Fusarium*).



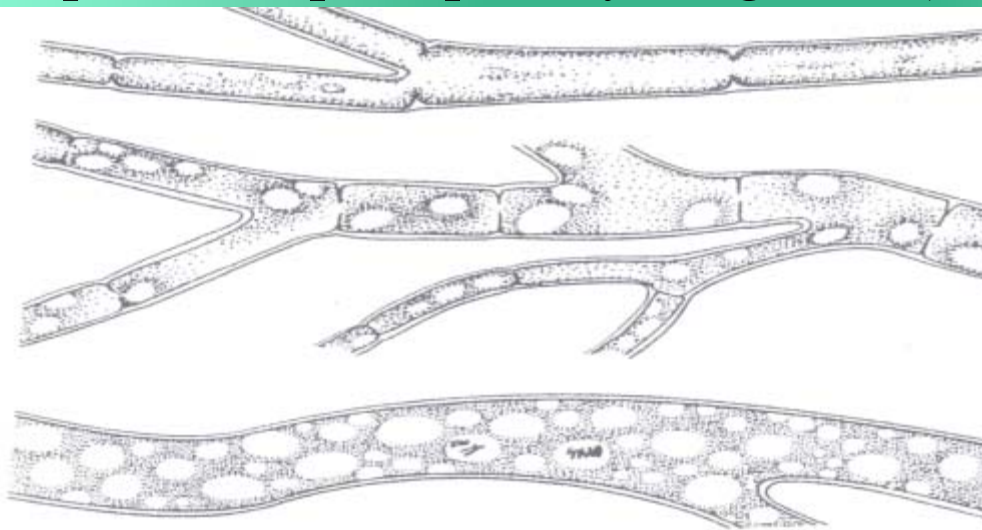
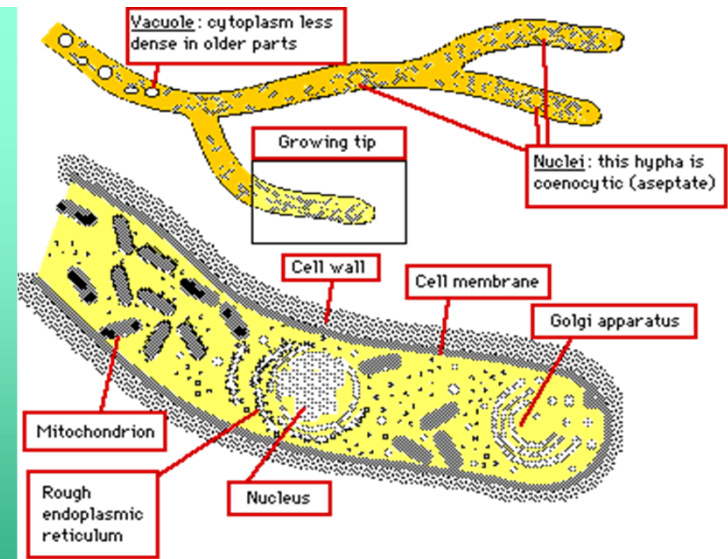
## Morfologie plísní

Zakladní stavební jednotkou je vlákno – **hyfa**

Soustava hyf – **mycelium**

**Jednobuněčné** - coenocytické mycelium – tvořené jedinou buňkou např. u mukorovitých hub.

**Vícebuněčné** – septované – septa (přepážky) mají ve středu otvory dovolující průchod protoplazmy, organel (včetně jader) z buňky do buňky.

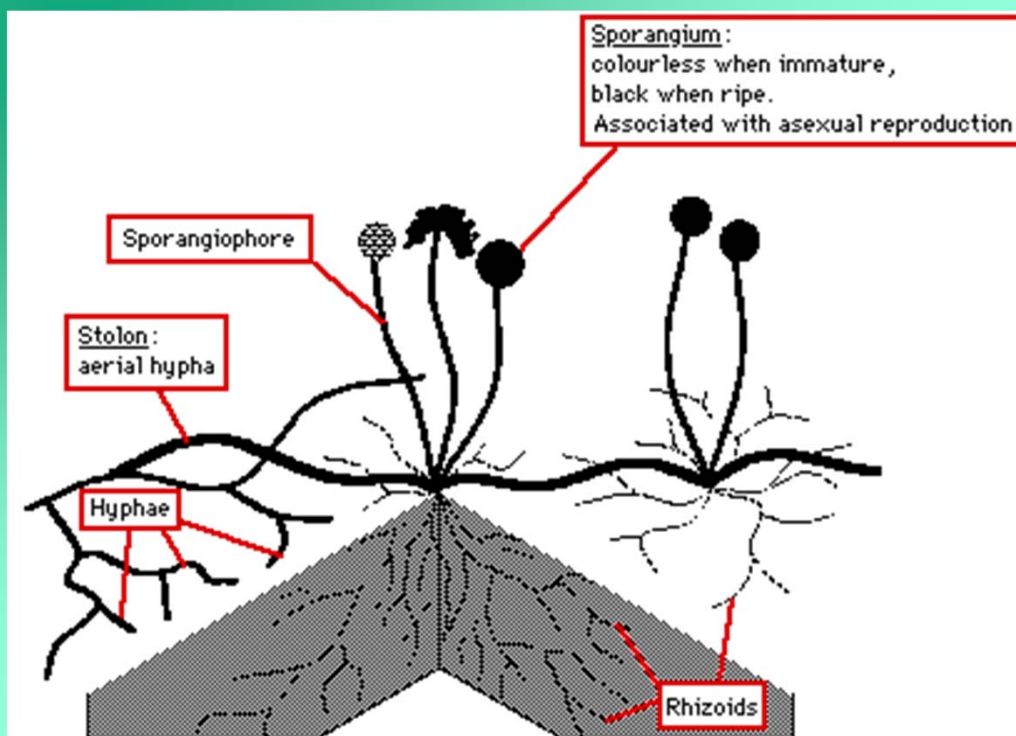
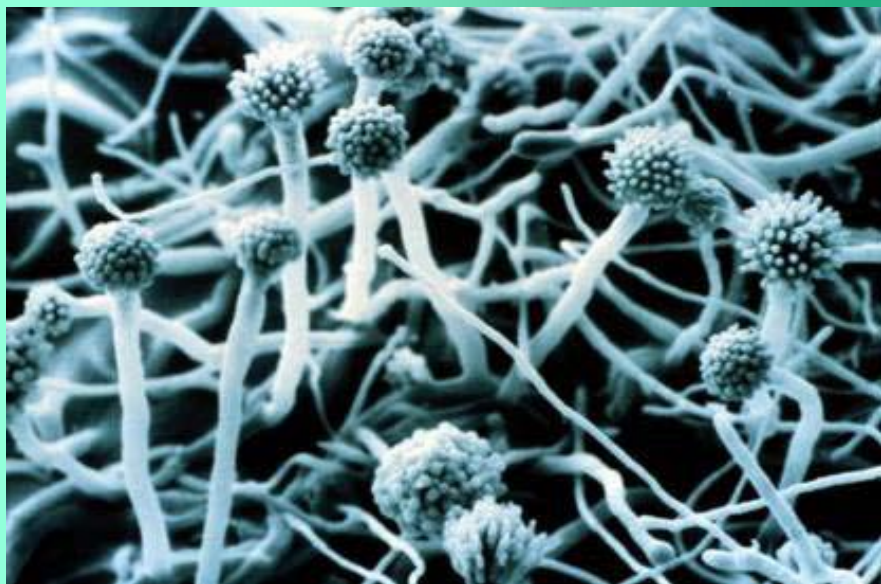


Vlákno klíčí ze spory a růst probíhá na konci hyfy. Dále se rozvětzuje. Mycelium v substrátu – **substrátové mycelium** (vegetativní) slouží k výživě plísně.

**Vzdušné mycelium** roste na povrchu substrátu a plní rozmnožovací funkci – též se označuje jako reprodukční mycelium.

**Sklerocium** – tvrdý polokulovitý útvar tvořený spleť hyf, bývá tmavý až několik mm velký, odolný vůči nepříznivým podmínkám. Vyskytuje se u plísni u nichž neznáme tvorbu pohlavních ani nepohlavních spor.

**Stroma** – kožovitá spleť hyf – u plísni parazitujících na ovoci a rostlinných materiálech.



## Stavba buňky

**Buněčná stěna** – polysacharidové povahy 80% chitin, chitosan, glukany, manany, a polysacharidy (složené z galaktosaminu nebo 6-deoxyhexos), někdy celuloza a látky podobné ligninu. Obsahuje i bílkoviny, lipidy a vosky, ty způsobují nízkou smáčivost hyf a konidií.

Stěny konidií obsahují různá barviva (zelená, modrozelená, růžová, hnědá, černá, hnědočerná – melaniny) ochrana před UV. Hyfy jsou zpravidla bezbarvé, někdy zelenočerné barvivo (např. u *Ascomycetes* a *Deuteromycetes*)

**Cytoplazmatická membrána** – elastická 7,5-8 nm, složená především z lipidů a proteinů.

**Cytoplazma** – obsahuje rezervní látky (lipidy) kapénky.

**Endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, mitochondrie, vakuoly.**

Buňky plísni obsahují jedno či více jader, které jsou většinou haploidní.

## Rozmnožování plísní

Základní typy vegetativního růstu – **polarizovaný** (apikální) – typický pro vrcholovou část hyfy. **Nepolarizovaný** – spojený s vývojem blastických, kvasinkovitých forem.

### Vznik spor:

**Thalický** – vznik spory je spojen s již existující strukturou – hyfou – kombinace lytických procesů s rozpadem hyf (u arthrospor).

**Blastický** – spory se tvoří de novo a je několik způsobů tohoto typu nepohlavního rozmnožování.

**Vegetativní rozmnožování** - rozrůstáním hyf

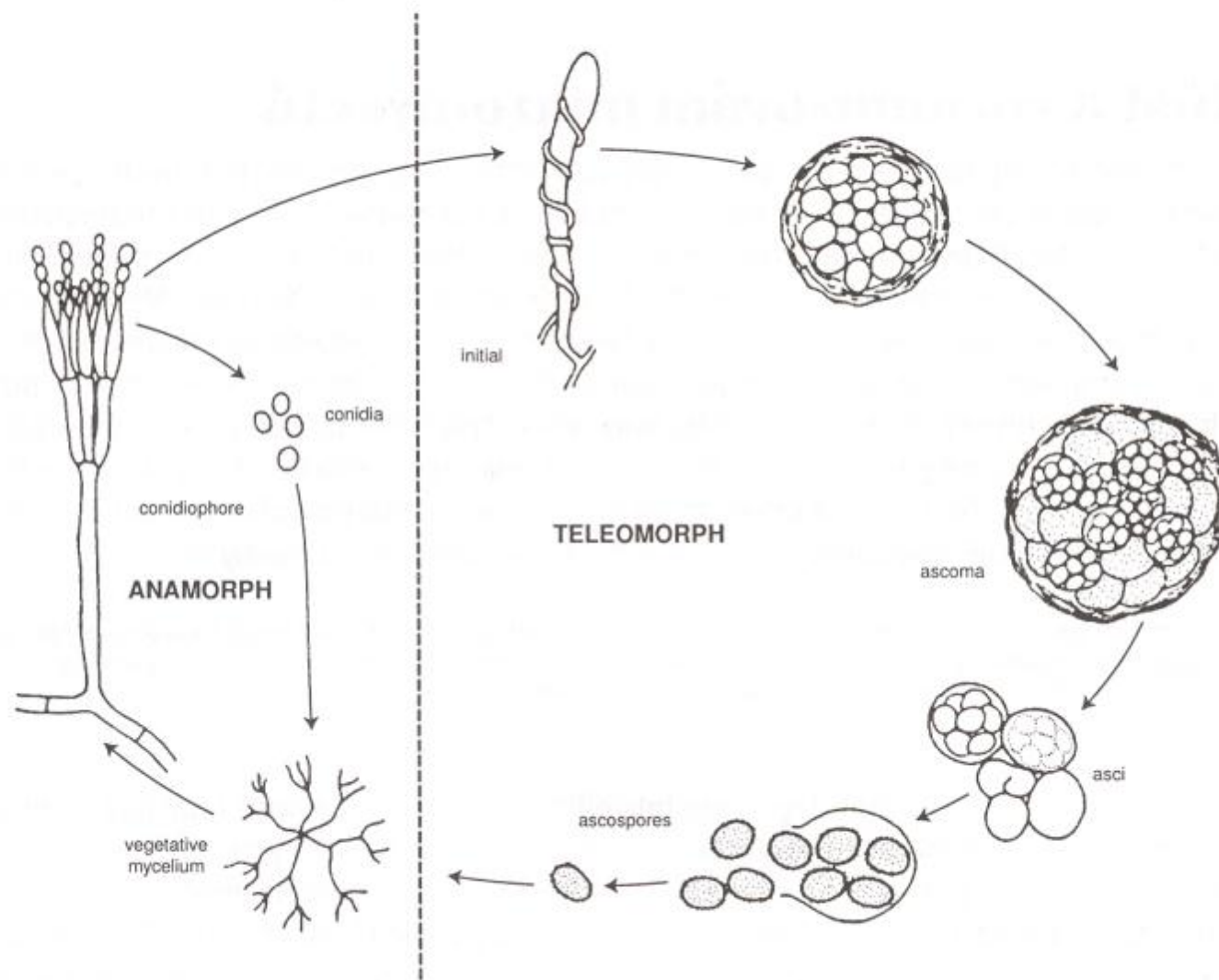
nepohlavní spory

**Pohlavní rozmnožování** – pohlavní spory – spájením

**Teleomorfa** (perfektní, sexuální stádium) životní stádium schopné pohlavního rozmnožování.

**Anamorfa** (imperfektní, nepohlavní stádium) rozmnožuje se pouze nepohlavně.

Obrázek 1-11: Životní cyklus askomycetu *Talaromyces flavus* (teleomorfa) – *Penicillium dangeardii* (anamorfa)



(Podle Samsona aj. 1988)



## Vegetativní spory

Tvoří se na vegetativních hyfách nebo ve fruktifikačních orgánech.

### Exospory

Vznikají vně fruktifikačních orgánů. Tvarově značně rozmanité – kulaté, oválné, elipsoidní, válcovité, vřetenovité, srpkovité, spirálovitě stočené.

**Konidie** vznikají odškrcováním ze základní buňky (bazipetálně – nejmladší buňka je na základně) jednobuněčné – mikrokonidie, mnohobuněčné – makrokonidie.

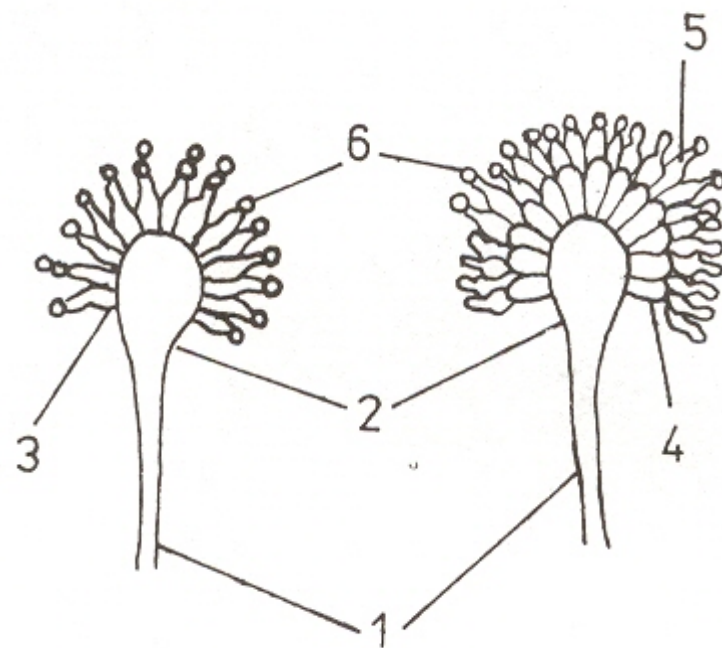
**Konidiofor** – vlákno odlišné od hyf, nese konidie. Konidie vyrůstají rovnou z konidioforu nebo se tvoří na fialidách (sterigmatech). Konidiofor u r. *Aspergillus* – na vezikulu primární fialidy (správně metuly) a pak sekundární fialidy vyrůstající ve svazcích z metul (primárních fialid). U rodu *Penicillium* – konidiofor složen z větví (rami), odstupujících z mycelia, z větviček (ramul) a obdélníkových buněk (metuly), které nesou fialidy (sterigmata).

**Koremium** – svazek konidioforů ukončený paličkou.

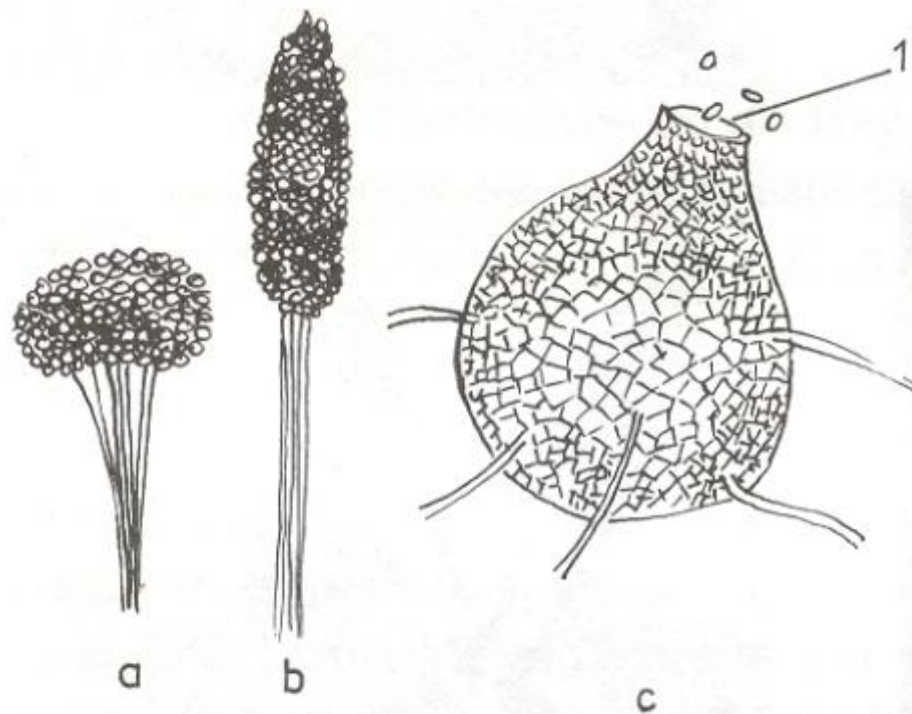
**Pyknidium** – kulovitý či hruškovitý útvar v němž jsou umístěny krátké konidiofory. Konidie se uvolňují otvorem – ostiola.



Obr. 2.45 Typy konidioforů  
 a – jednoduchý (*Trichothecium roseum*)  
 b – nepravidelně větvený (*Botrytis cinerea*)  
 c – přeslenovitě větvený (*Verticillium sp.*)



Obr. 2.46 Konidiofory u rodu *Aspergillus*  
 1 – konidiofor, 2 – vezikula, 3 – fialidy, 4 – metuly čili primární fialidy, 5 – sekundární fialidy, 6 – konidie



Obr. 2.49 Zvláštní uspořádání konidioforů

*a* – koremium ze stejně dlouhých konidioforů

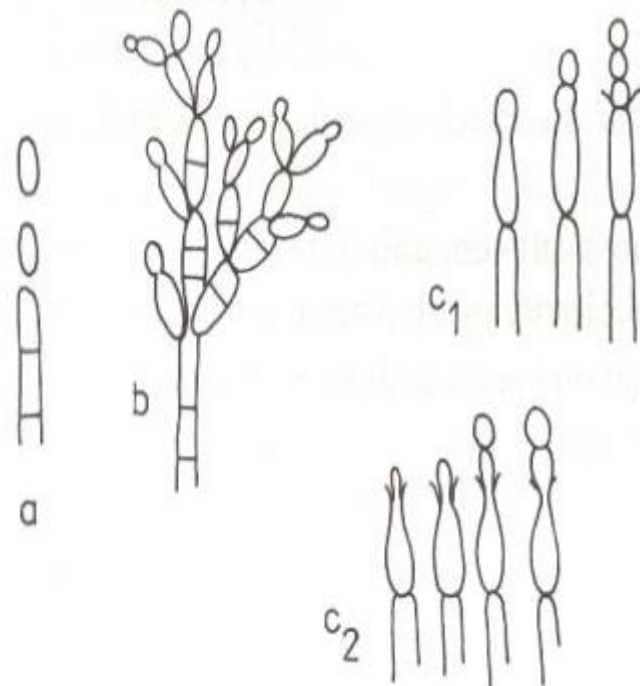
*b* – koremium z různě dlouhých konidioforů

*c* – pyknidium; 1 – ostiola

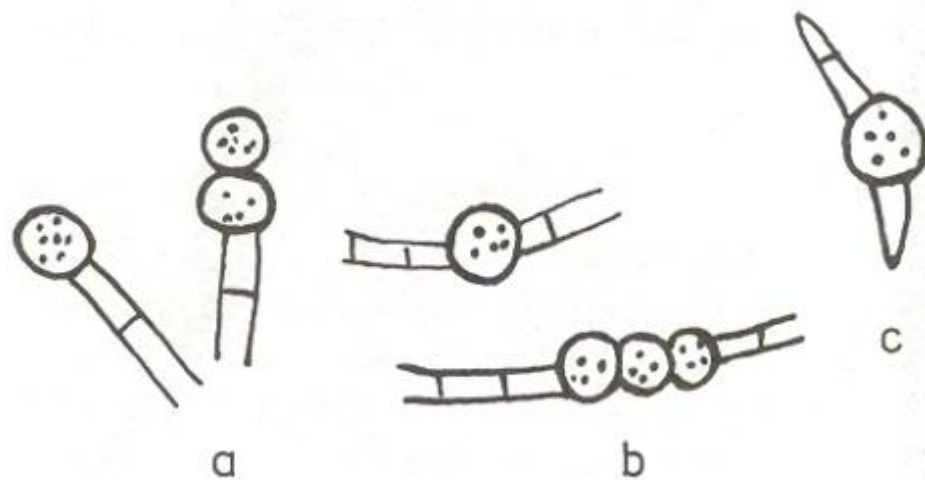
**Blastospory** tvoří se pučením, vyrůstají na myceliu jednotlivě v chomáčcích, hrozníčcích nebo řetízcích. Pučení s následující tvorbou přehrádek se uplatňuje u vícebuněčných spor (*Cladosporium*, *Alternaria*)- vznikají bazifungálně – nejmladší spora vzniká ze starší na vrcholu řetízku.

**Arthrospory** (oidie) vznikají rozpadem vláken v jednotlivé buňky. Jsou často silnostěnné, válcovité, soudečkovité nebo oválné.

**Chlamydospory** jsou odolné nepříznivým podmínkám. Vytváří se tak, že se kolem jednotlivých buněk mycelia vytvoří silný obal a obsah buňky se zahustí. Mohou být koncové, interkalární. Setkáváme se s nimi i v myceliu bez přehrádek (tř. *Zygomycetes*) nebo ve vícebuněčných konidiích. Obvyklé u *Trichosporum* a *Geotrichum*.



Obr. 2.43 Vznik exospor u plísní  
 a – oidie čili artrospory (*Geotrichum candidum*)  
 b – blastospory (*Cladosporium sp.*)  
 c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> – fialospory (*Penicillium*)



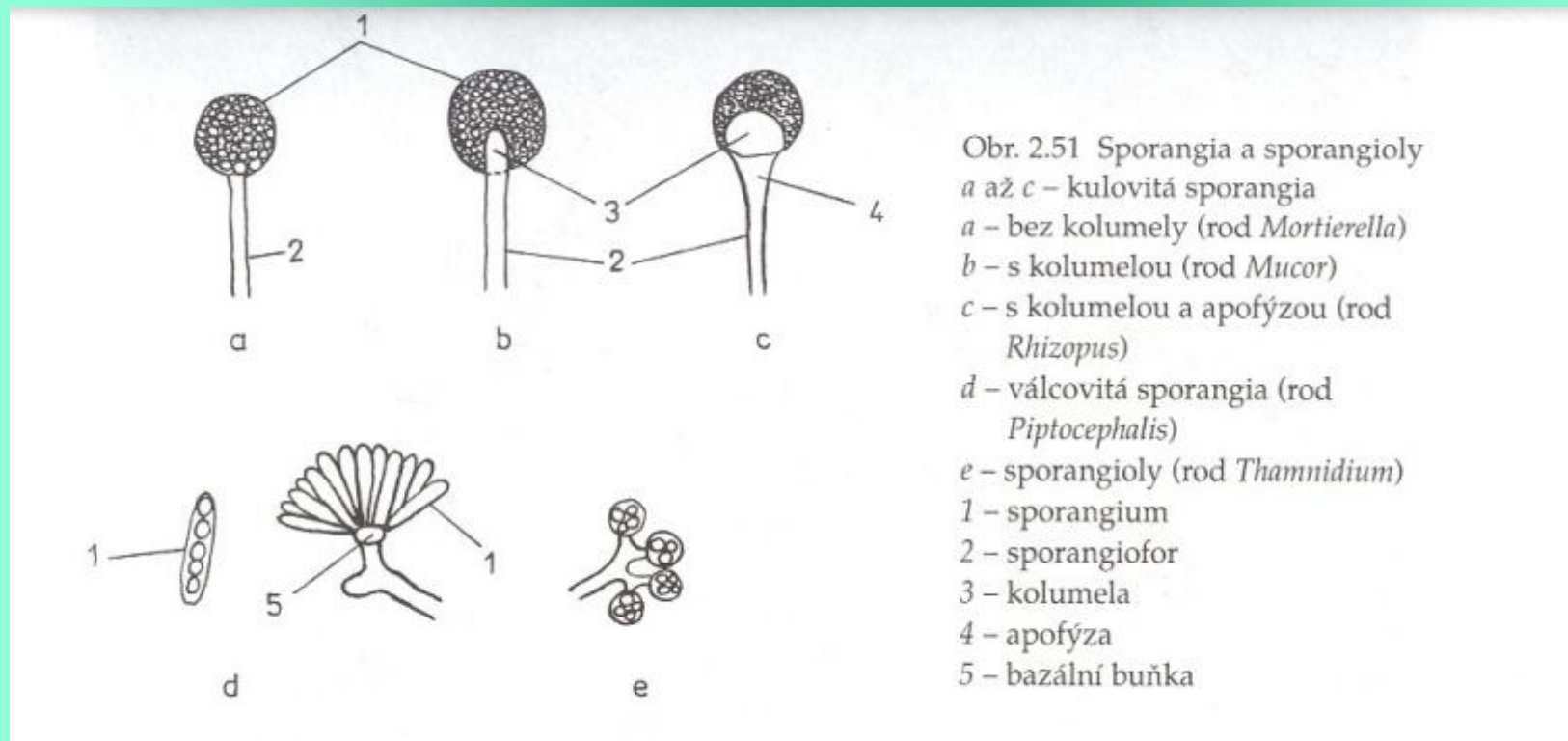
Obr. 2.50 Chlamydospory  
 a – koncové  
 b – interkalární  
 c – v makrokonidii

## Endospory

Vznikají uvnitř fruktifikačních orgánů sporangií (výtrusnic) – **sporangiospory**.

**Sporangium** je umístěno na sporangioforu, ten může být jednoduchý nebo větvený. Část zasahující do sporangia označujeme jako kolumelu (u *Zygomycetes*).

**Sporangiola** někdy nahrazuje sporangium a obsahuje 1-10 spor.

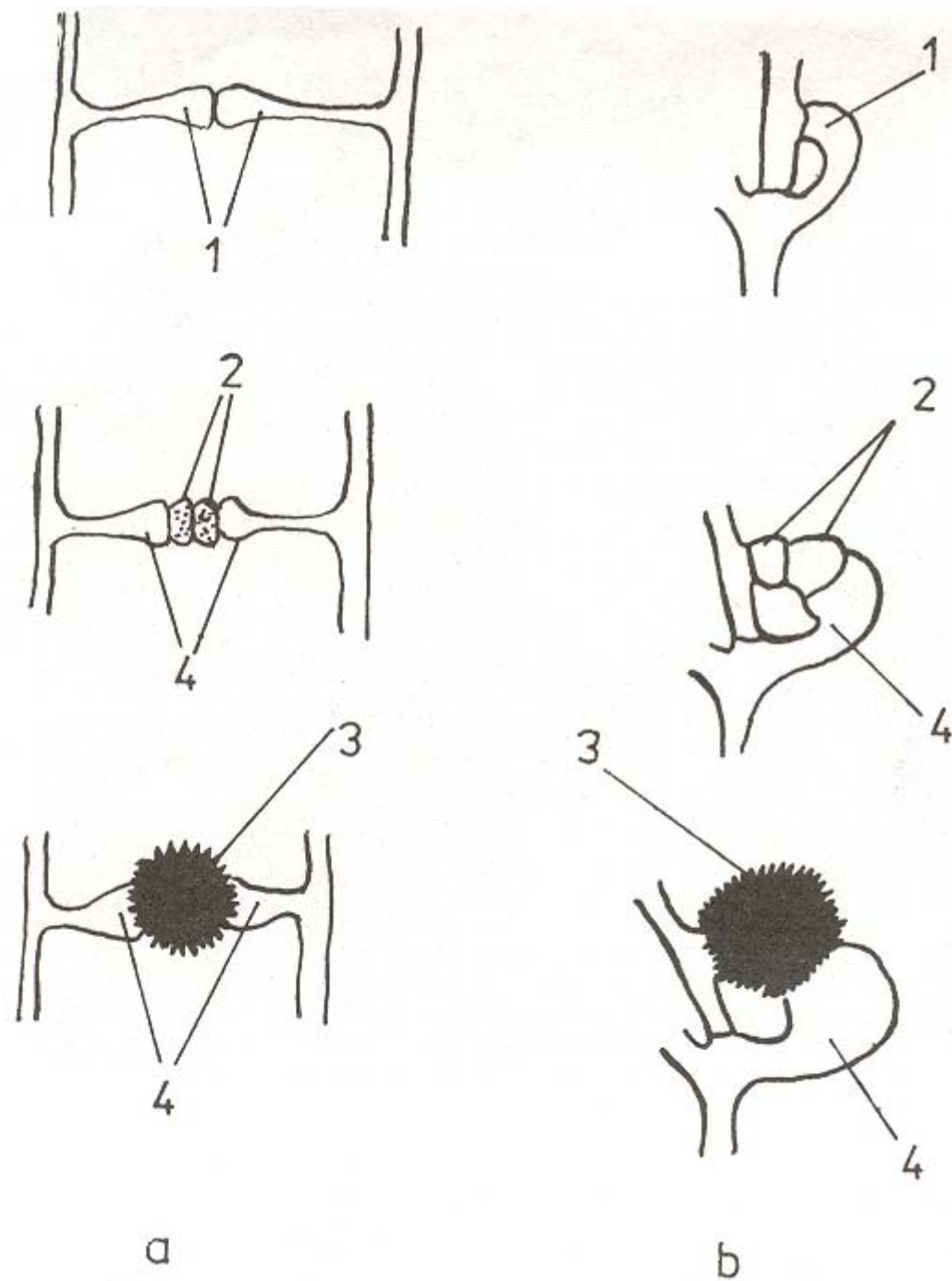


## Pohlavní rozmnožování

Pohlavní spory vznikají spájením dvou buněk. U tzv. **homothalických rodů** se spory tvoří spájením pohlavně nerozlišených buněk vyrůstajících z téže hyfy. U **heterothalických rodů** vznikají spory z pohlavně diferencovaných jedinců (+ kmeny, - kmeny). Pohlavní spory jsou oospory, zygospory, askospory a bazidiospory.

**Zygospory** vznikají po dotknutí výběžků hyf (**progametangií**) a **spájením buněk** (gametangií) izogamním nebo heterogamním spájením. Zygospora je diploidní buňka se silnou obalovou vrstvou, většinou je tmavá s výrůstkem. Při jejím klíčení dojde k meióze (při ní ale 3 jádra zanikají a čtvrté se dělí mitózou). Ze zygospory pak vyroste sporangiofor se sporangiem (**zygosporangium**) v němž jsou haploidní endospory jednoho pohlavního typu. Pouze u *Zygomycetes*.

**Bazidiospory** exospory vznikající obvykle po 4 v bazidiích (buňky kyjovitěho tvaru) umístěné na sterigmatech. Zralé bazidiospory jsou ze stopek odmršťovány.



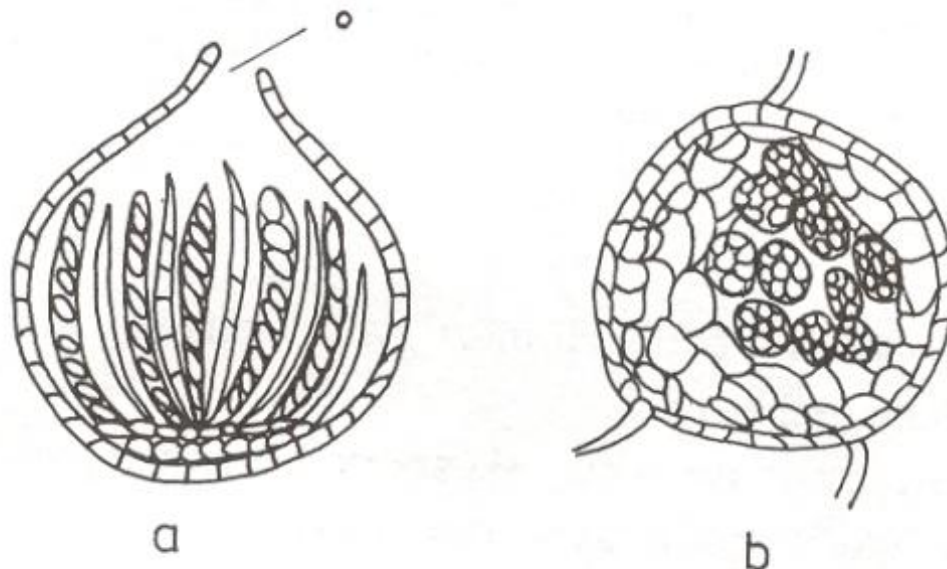
Obr. 2.53 Tvorba zygospor  
*a* – izogamní žebříkovité spájer  
*b* – heterogamní spájení  
 1 – progametangium  
 2 – gametangium  
 3 – zygospora  
 4 – suspenzor



**Askospory** tvoří se v asku (vřecku) většinou po 8, jsou jednobuněčné i vícebuněčné, kulovité, oválné, hladké či s výrůstkou nebo rýhami. Vznikají z dvojjaderných hyf, které jsou buď volné nebo uložené ve fruktifikačních orgánech.

**Kleistothecium** – uzavřený fruktifikační orgán kulovitěho tvaru s neuspořádanými asky.

**Peritheciium** – kulovitý či lahvicovitý orgán s uspořádanými asky umístěnými paralelně a s otvorem pro jejich uvolnění.



Obr. 2.54 Umístění askospor  
a – v peritheciiu  
b – v kleistotheciu  
o – ostiola

Obrázek 1-26: Typické morfologické struktury vláknitých mikromycetů



ALTERNARIA



ASPERGILLUS



BOTRYTIS



CLADOSPORIUM



CLAVICEPS



CUNNINGHAMELLA



FUSARIUM



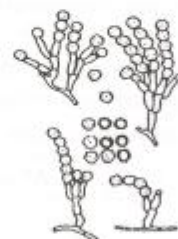
PAECILOMYCES



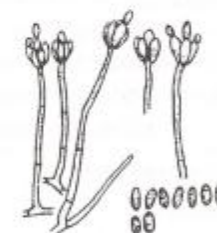
PENICILLIUM



RHIZOPUS



SCOPULARIOPSIS



STACHYBOTRIS



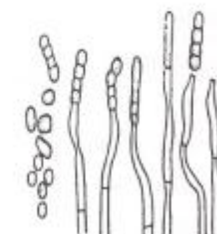
THAMNIDIUM



TRICHOHECIUM



ULOCLADIUM



WALLEMIA

# Třída *Zygomycetes*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

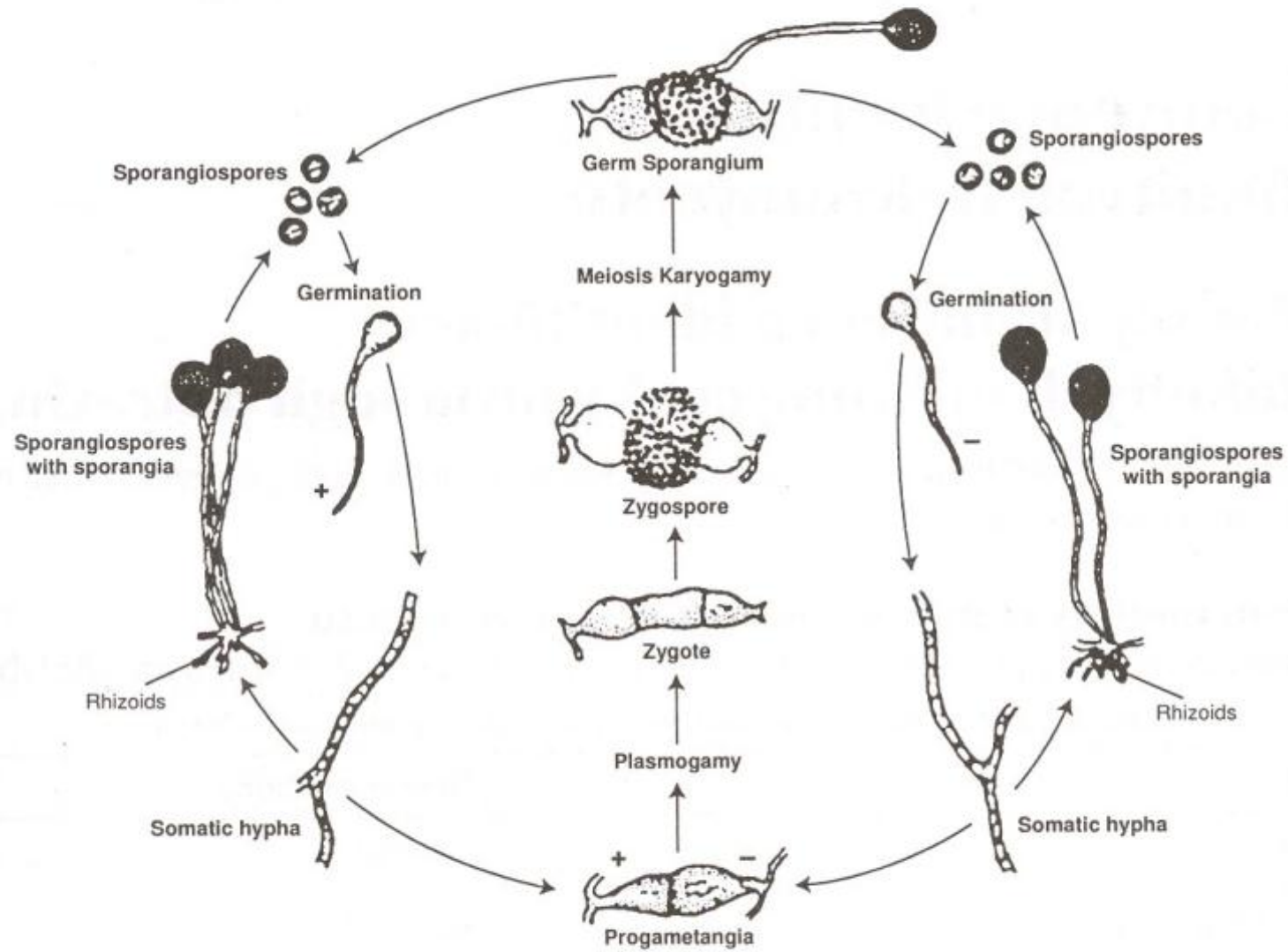
## Třída *Zygomycetes*

### Řád *Mucorales*

Zahrnuje rychle rostoucí houby, tvoří mycelium bez přehrádek (coenocytické). Nepohlavně se rozmnožují pomocí sporangiospor tvořených ve sporangiu, které se tvoří na sporangioforu. Pohlavní rozmnožování – zygospora uložená v zygosporangiu, ta se meioticky dělí a klíčí ve sporangiofor, ve kterém se nepohlavně tvoří sporangiospory.

Většina druhů je saprofytická, přednostně využívají substráty bohaté na cukry. Řada druhů je termofilních (*Rhizopus*, *Absidia*) a mohou růst i při 50°C. Některé druhy jsou i lidskými parazity – způsobují tzv. mukormykózy. (velmi těžká agresivní onemocnění, např. *Rhizopus oryzae*).

Obrázek 1-12: Životní cyklus zygomycetu *Rhizopus stolonifer* (Mucorales)



(Podle Gamse aj. 1987)

***Mucor*** (více jak 50 druhů)

**Vzhled:** vzdušné mycelium je vatovité, zpočátku bílé nebo šedé, pak tmavé, rychle se rozrůstá. Hyfy neseptované, málo větvené. Substrátové mycelium je většinou slabě vyvinuté. V hyfách se často tvoří tmavězelené chlamydospory.

**Fruktifikace:** Silné vzpřímené většinou větvené sporangiofory nesou kulovitá sporangia, zpočátku světlá, pak tmavě hnědá, šedá až černá, viditelná pouhým okem. Zralé sporangium puká a část zůstává na sporangioforu s kolumelou jako límeček. Pohlavní rozmnožování zřídka.

**Výskyt:** saprofyt, na rostlinách, ovoci, potravinách, některé druhy jsou patogenní.

*Mucor racemosus* má silnou invertasovou aktivitu, kazí ovocné šťávy, vyskytuje se i na zralém ovoci, mlátu a sýrech.

*M. mucedo* – výroba proteolytických enzymů

*M. pusillus* – výroba syřidla

*M. rouxianus* a *M. javanicus* za anaerobních podmínek tvoří ethanol a CO<sub>2</sub> – výroba alkoholických nápojů v JV Asii.

## *M. plumbeus*

**Způsob rozmnožování:** Sexuálně zygosporangii, asexuálně sporangiosporami a chlamydosporami. Heterothalický druh.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie rychle rostoucí, na [MEA](#) po 7 dnech při 25 °C porůstající celou Petriho misku, světle šedé, 2-20 mm vysoké. Spodní strana nezbarvena.

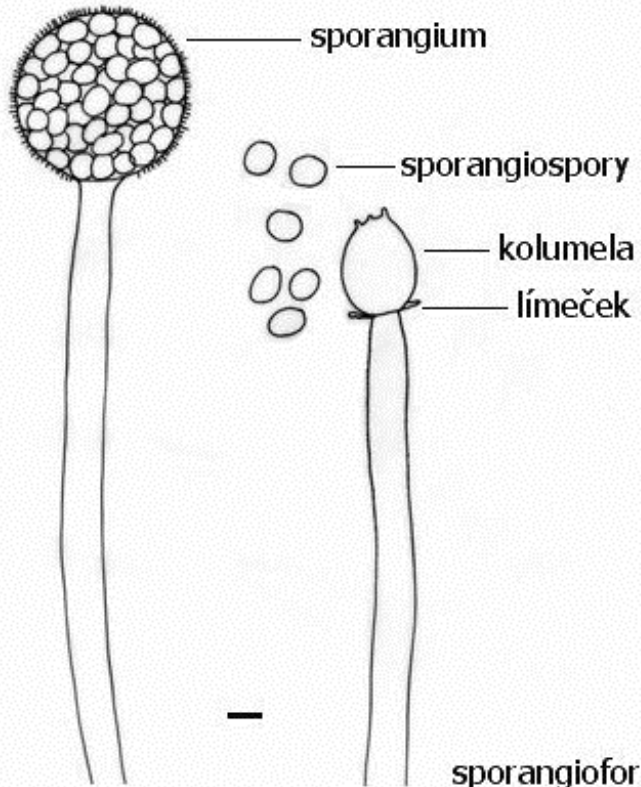
**Teplotní nároky:** Roste a sporuluje při 5-20°C. Roste, ale slabě sporuluje při 20-30 °C, při 37 °C neroste.

**Mikromorfologické znaky:** Sporangiofory rozvětvené, pod sporangiem často ohnuté, s bradavčitou stěnou. Sporangia kulovitá, cca 80(100) µm v průměru, s ostnitou stěnou, ve zralosti hnědošedá. Kolumely cca 25-50 µm velké, hruškovité, obvejčité s ut'atou bází nebo válcovitě elipsovité, s patrným límečkem na bazi, často s několika výběžky na vrcholu. Sporangiospory jsou většinou kulovité, někdy elipsovité nebo nepravidelné ho tvaru, oválné, žlutohnědé, jemně bradavčité, (5)7-8(10) µm v průměru. Zygosporangia se v kultuře tvoří zřídka.

**Hlavní diagnostické znaky:** Šedé kolonie, kolumely s nepravidelnými výrůstky, sporangiofory s bradavčitou stěnou.

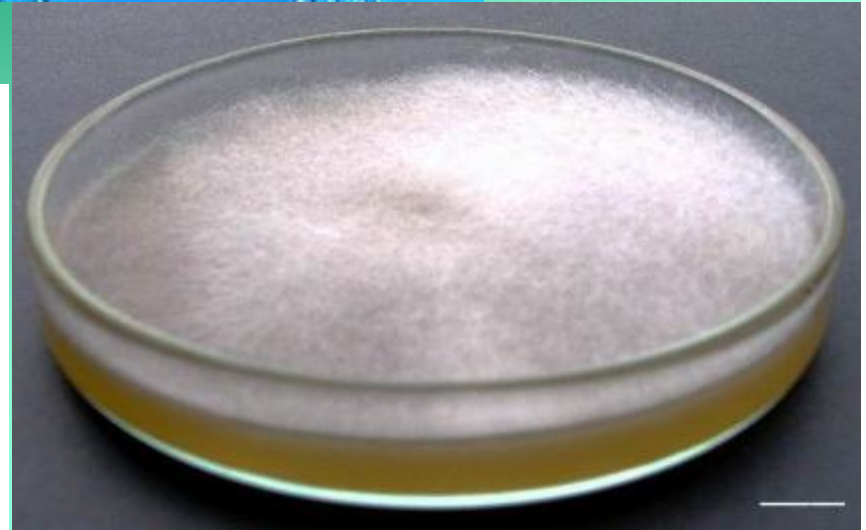
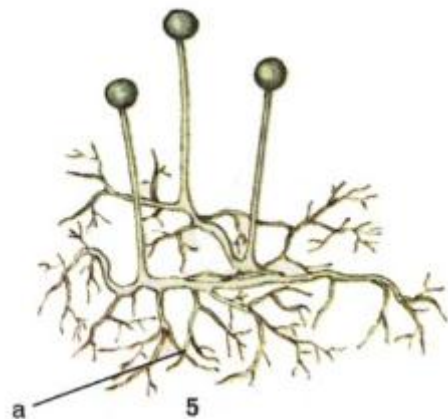
**Výskyt a význam:** Houba celosvětově hojně rozšířená. Vyskytuje se v půdách, na trusu býložravců, na skladovaných obilninách apod. Neprodukuje žádné mykotoxiny.

# Mucor plumbeus



sporangiophor  
s dozrávajícím sporangiem

sporangiophor  
s rozpadlým  
sporangiem





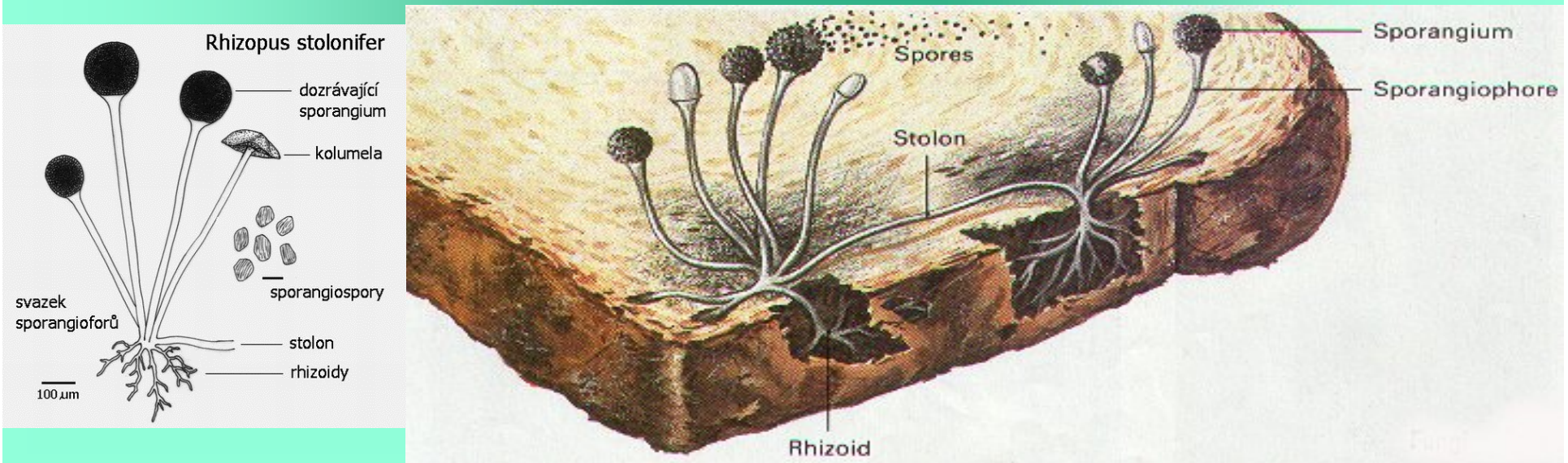
## *Rhizopus* (asi 10druhů)

Kolonie podobné jako u druhu *Mucor*. Liší se jen tvorbou stolonů a rhizoidů. Dlouhé sporangiofory vyrůstají po 2-3 ze šlahounovitých hyf (stolonů) v místech kde vznikají rhizoidy (kořínkovité útvary). Konec sporangioforu bývá rozšířený v apofýzu a přechází v čočkovitou kolumelu.

*Rhizopus japonicus* a *Rhizopus delemar* – Japonsko – výroba alkoholických nápojů.

*R. nigricans* produkce kys. fumarové, specifické oxidace steroidních sloučenin při výrobě léčiv.

Druhy s pektinolytickými enzymy se uplatňují při rosení lnu na polích. Některé druhy mohou produkovat mykotoxiny, jiné mohou být patogenní.



***R. stolonifer*** (syn. *R. nigricans*)

**Způsob rozmnožování:** Sexuálně zygosporangii, asexuálně sporangiosporami. Heterothalický druh.

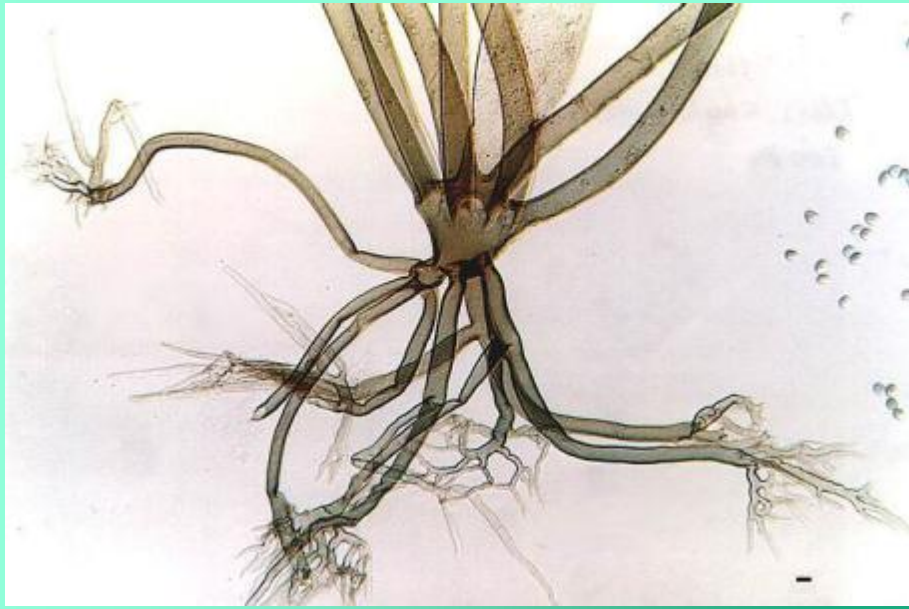
**Makromorfologické znaky:** Kolonie rychle rostoucí, na [MEA](#) po 3-4 dnech při 25 °C porůstající celou Petriho misku, se světlým vyšším myceliem a drobnými černými sporangii (zvláště u okrajů misky). Spodní strana nezbarvena.

**Teplotní nároky:** Optimum 25-26°C, minimum okolo 5 °C, maximum 32-33 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Sporangiofory až 1,5-3 mm dlouhé, nevětvené, s hnědou stěnou, vyrůstající jednotlivě nebo ve skupině. V substrátu nápadné rozvětvené rhizoidy. Sporangia víceméně kulovitá, cca 100-350 µm v průměru, ve zralosti černá, mnohasporová. Kolumely polokulovité, ve stáří kolabují do bochníkovitého tvaru. Sporangiospory tvarem nepravidelné, oválné, elipsovité, kulovité i hranaté, jemně rýhované, 7-15 µm dlouhé. Zygosporangia černá, se dvěma nestejnými suspenzory.

**Hlavní diagnostické znaky:** Rychlý růst pomocí stolonů, robustní vlákna, sporangiofory s rhizoidy, sporangia s bochníkovitou kolumelou (ve stáří) a s rýhovanými sporangiosporami nestejného tvaru.

**Výskyt a význam:** Houba s kosmopolitním výskytem, hojnější v teplejších oblastech. Častý je zvláště na potravinách nebo v krmivech, způsobuje též hnilobu ovoce. Neprodukuje mykotoxiny. V laboratoři je vzhledem ke svému rychlému růstu a snadnému šíření považována za nebezpečnou kontaminantu. Příležitostně bývá izolován z klinického materiálu.



## *Thamnidium*

Vytváří dlouhé sporangiofory ukončené velkým sporangiem pod nímž jsou přesleny malých dichotomicky větvených větví ukončených sporangiolami.

*Thamnidium elegans* vytváří zpočátku bílé porosty, pak šedé až světle hnědé až 2 cm vysoké. Sporangium 40-200 $\mu$ m, spory jsou oválné nebo elipsoidní.

Má silné proteolytické schopnosti, je psychofilní, vyskytuje se v chladárnách, kde škodí na uskladněných potravinách (maso aj.).



# Třída *Ascomycetes*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## *Penicillium*

Do roku 2001 obsahoval 225 akceptovaných druhů. 347 synonym a 43 teleomorf rodu *Eupenicillium* s 5 synonymy a asi 17 teleomorf rodu *Talaromyces* s několika synonymy.

Taxonomie rodu *Penicillium*: Raper a Thom (1949 USA) 4 sekce: **Monoverticillata**

**Biverticillata – symetrica**

**Asymetrica**

**Polyverticillata**

4 podrody : Každý podrod má specifickou stavbu konidioforů

*Aspergilloides* - monoverticilátní

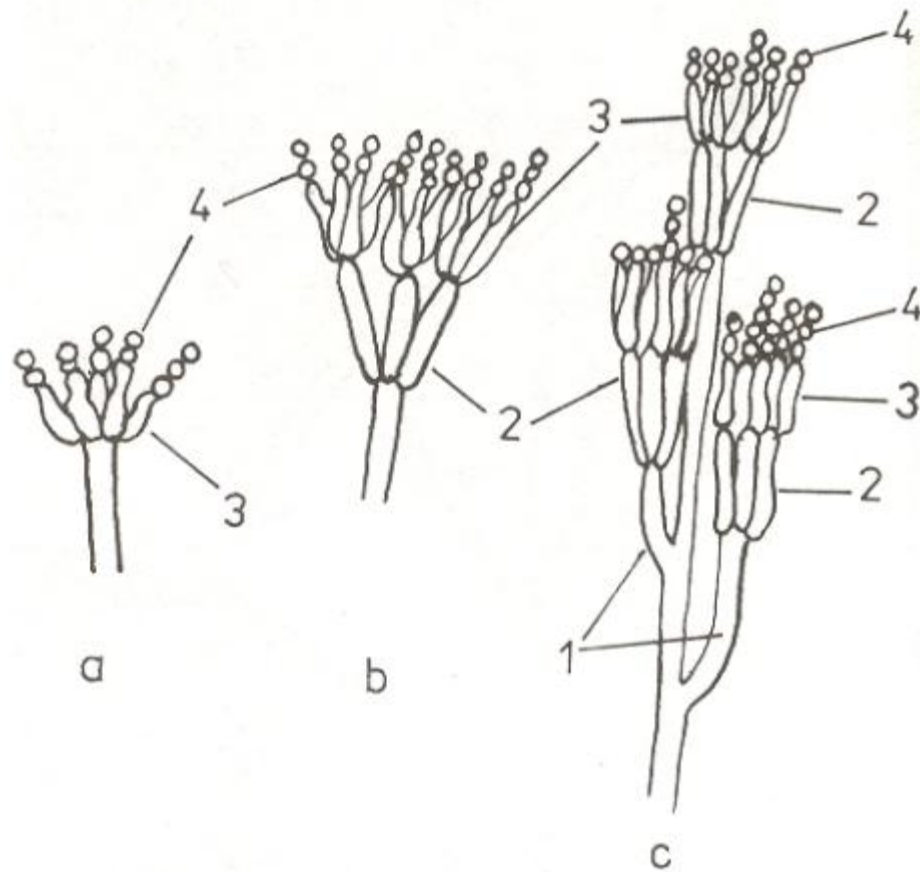
*Penicillium* – asymetricky větvený - terverticilátní

*Biverticillium* – biverticilátně větvený

*Furcatum* – divarikátní



Řada druhů uvolňuje do prostředí barviva (žlutá, červená, oranžová). Tvoří kolonie s velkým množstvím konidií (dlouhé řetízky 50 i více konidií). Vzdušné mycelium často bezbarvé, substrátové zbarvené v závislosti na druhu. Často přítomen výpotek (exudát). Jednobuněčné konidie jsou kulovité nebo oválné, zelené, modrozelené, šedé, hnědé, načernalé.



Obr. 2.48. Konidiofory rodu *Penicillium*  
*a* – sekce *Monoverticillata*  
*b* – sekce *Biverticillata Symmetrica*  
*c* – sekce *Asymmetrica*  
 1 – větve  
 2 – metuly  
 3 – fialidy  
 4 – konidie

**Monoverticillata** – konidiofor - jednoduchá štětka - nesoucí fialy s konidii. Jsou zde producenti antibiotik toxických pro člověka, velkého množství kyseliny citronové. Tvoří neuspořádané asky v kleistotheciích (peritheciích). *Penicillium frequentans*

**Biverticillata symetrica** na konidioforu je svazek symetricky uspořádaných metul nesoucích fialy s konidii. Produkují a uvolňují barvivo do prostředí. Produkují kys. glukonovou a různá antibiotika. Některé druhy tvoří nauspořádané asky v kleistotheciích.

**Asymetrica** (někdy *Biverticillata asymetrica*) nejpočetnější skupina – štětka asymetricky uspořádané. *P. chrysogenum*, *P. roqueforti*, *P. camemberti* a další

**Polyverticillata** konidiofor tvoří bohatý, opakovaně větvený štěteček.



## *P. chrysogenum*

Nepohlavně konidiemi; teleomorfa není známa.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie poměrně rychle rostoucí, na [CYA](#) po 7 dnech při 25 °C dosahující cca 30-45 mm v průměru, obvykle sametové, s paprsčitými rýhami, bílým až nažloutlým myceliálním okrajem, s modrozeleně až žlutozeleně zbarvenou sporulující částí a žlutými kapkami exudátu. Do média často produkuje žlutý pigment, spodní strana kolonií je světle béžová až žlutohnědá.

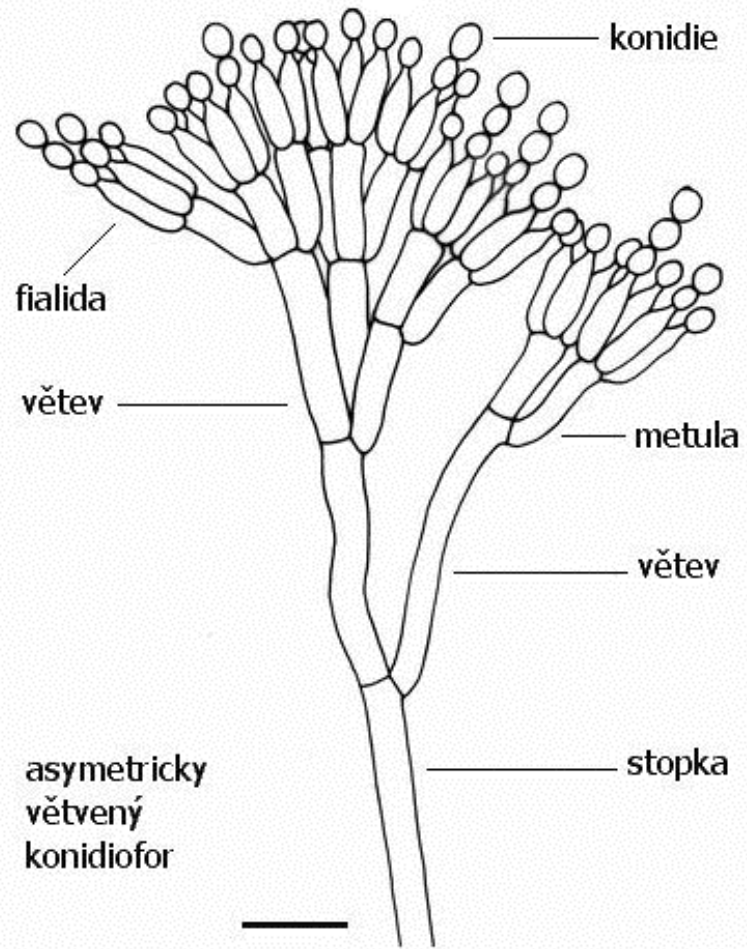
**Teplotní nároky:** Optimum okolo 23 °C, minimum 4 °C, maximum 37 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory s hladkou stopkou, dlouhou cca 200-300 µm, štětcovitě větvené, na konci s 1-2 divergentními větvemi a metulami, na nichž vyrůstají lahvičkovité fialidy. Konidie vyrůstají z fialid v řetězcích, jsou elipsovité až téměř kulovité, hladké, cca 2,5-4 µm velké.

**Hlavní diagnostické znaky:** Poměrně rychlý růst ve srovnání s jinými penicilii, modrozelené až žlutozelené kolonie s nápadným žlutým exudátem a žlutým pigmentem v agaru. Konidiofory s hladkou stopkou, poněkud nepravidelně větvené, s rozevřenými větvemi.

**Výskyt a význam:** Patří mezi xerofilní druhy. Vyskytuje se velmi hojně po celém světě, je jedním z nejběžnějších penicilií kontaminujících potraviny rostlinného i živočišného původu, krmiva i různé suroviny. Vyskytuje se také často na zaplísňených stěnách. Je schopen produkovat antibiotikum penicilin. Příležitostně byl zaznamenán jako původce různých typů mykóz u člověka.

# Penicillium chrysogenum



***Penicillium camemberti*** kolonie vlnaté nebo vločkovité 2-3 cm, zpočátku bílé pak světle šedozelené. Spodní strana bílá nebo světle žlutá. Bílý okrajový lem 5mm široký. Konidie elipsoidní až kulovité, hladké.

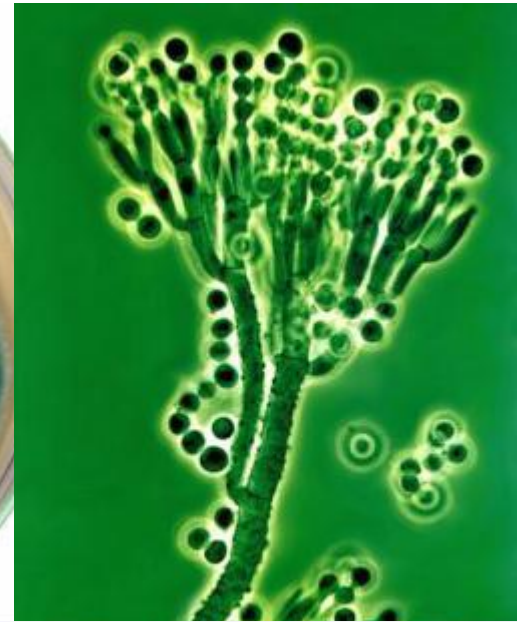
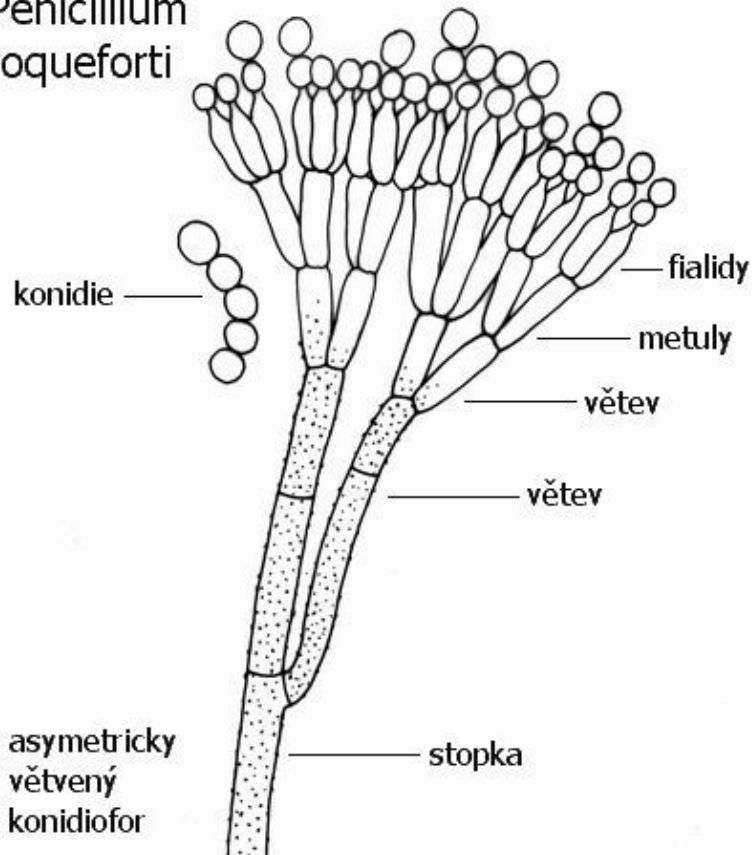
***Penicillium roqueforti*** Používá se pro výrobu sýrů typu Roquefort, může se však vyskytnout i jako kontaminanta jiných potravin či krmiv (např. siláží). V čisté kultuře je schopen produkovat PR toxin, avšak na sýrech je jeho produkce velmi slabá a látka se rozkládá.

***Penicillium nalgiovense*** kolonie vlnaté nebo vločkovité 3-35 cm, zpočátku bílé pak žlutozelené. Vegetativní mycelium někdy růžové až červenavé, lem kolonie zůstává bílý. Někdy oranžový až červenavý výpotek. Spodní strana oranžověčervená až hnědočervená, pigment proniká i do okolního substrátu. Konidie kulovité, hladké. Na výrobu sýrů Nalžovský sýr a trvanlivých plísňových salámů.

***Penicillium expansum*** kolonie 4-5 cm, modrozelené až šedozelené, se zrnitým povrchem nebo s jasně viditelnými svazky konidioforů. Okrajová zóna paprscitě rýhovaná. Okrajový lem bílý 1-2 mm, výpotek bezbarvý. Spodní strana bezbarvá někdy žlutohnědá. Konidie elipsoidní ve stáří kulovité, hladké. Vyskytuje se hojně v přírodě. Má celulolytickou aktivitu, napadá ovoce na jablkách působí tzv. modrou hnilobu. Produkuje antibakteriální antibiotika a mykotoxiny patulin, citrinin.

***Penicillium frequentans*** kolonie sametové, paprscitě rýhované, bíle lemované, v době sporulace šedozelené až tmavě zelené, někdy bezbarvý až oranžový výpotek. Spodní strana žlutooranžová, hnědá až červenohnědá.. Konidie kulovité, hladké či jemně zdrsňelé. Na rostlinných materiálech, v půdě, produkuje mykotoxiny (frequentin)

Penicillium  
roqueforti



*P. expansum*



*P. expansum*



Photo F. Model

## *Aspergillus*

Do r. 2001 více než 221 druhů, 24 synonym, 87 teleomorf.

**Mycelium:** je plstnaté až vatovité, bezbarvé nebo barevné. Staré kolonie pokryté bílou, šedou, černou, zelenou či žlutou vrstvou spor.

**Fruktifikace:** konidiofory nevětvené, septované, vyrůstající z jedné buňky (bazální buňka). Na konci konidioforu je kulovité až protáhlé vezikulum na němž radiálně vyrůstají fialidy v jedné či dvou řadách (primární – vlastně jde o metuly a sekundární). U některých druhů se tvoří neuspořádané asky s 8 askosporami umístěné v kleistotheciu sírověžluté barvy.

Rod bohatě enzymaticky vybavený (proteolytické, amylytické, pektolytické enzymy).

***A.flavus*** Nepohlavně konidiemi, případně sklerocii.

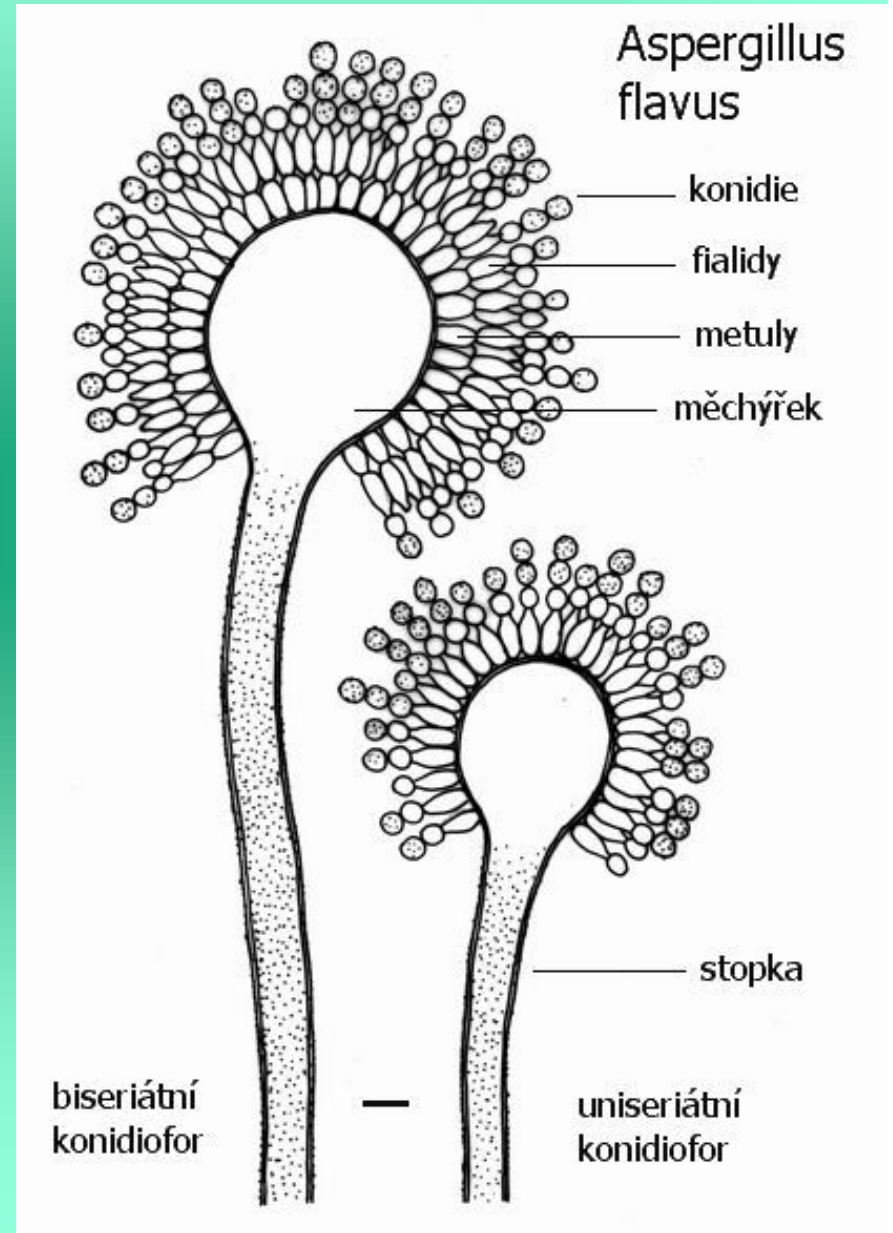
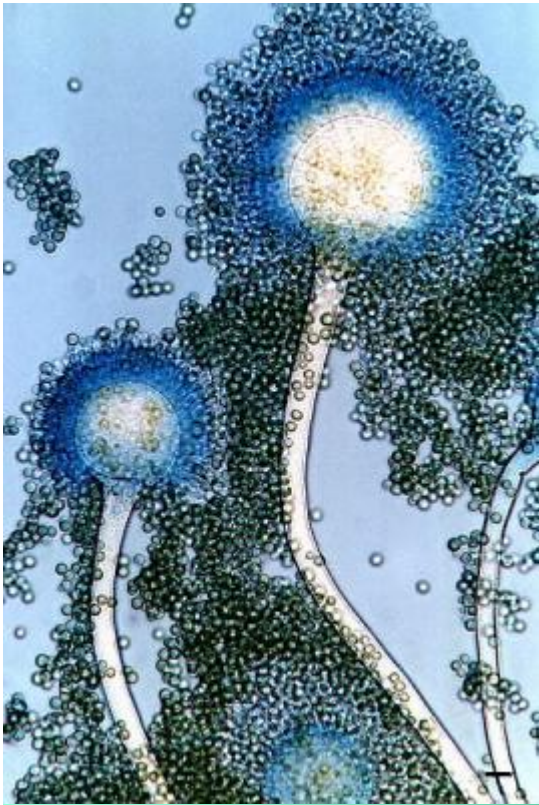
**Makromorfologické znaky:** Kolonie rychle rostoucí, na [CYA](#) po 7 dnech při 25 °C dosahující cca 60-70 mm v průměru, hrubě zrnité, žlutozeleně či žlutoolivově zbarvené. Spodní strana většinou světlá. V kolonii se později mohou vytvářet nápadná tmavá sklerocia víceméně kulovitěho tvaru.

**Teplotní nároky:** Optimum okolo 33 °C, může však růst v rozmezí teplot od 10-12 do 43-48 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory cca 400-1000 µm dlouhé (i delší), s bradavčitou stopkou. Měchýřek kulovitý, cca 20-45 µm v průměru, pokrytý zhruba ze tří čtvrtin vrstvou metul a fialid (biseriátní konidiofory); některé konidiofory mají pouze vrstvu fialid (uniseriátní konidiofory). Konidie kulovité nebo téměř kulovité, většinou jemně bradavčité, poněkud variabilní velikosti, cca 3,5-5 µm v průměru.

**Hlavní diagnostické znaky:** Rychle rostoucí žlutozelené kolonie, konidie jemně bradavčité. Morfologicky velmi podobný je druh *A. parasiticus*, který má poněkud tmavší kolonie a ostnitě konidie a druh *A. nomius*, který tvoří sklerocia protáhlého tvaru. Všechny tři druhy se liší produkcí odlišného spektra sekundárních metabolitů (včetně mykotoxinů). Jejich identifikace pouze na základě morfologických znaků je velmi obtížná.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se na celém světě, hojněji však v subtropických a tropických oblastech, a to na různých substrátech rostlinného původu a v půdě. Velmi často bývá izolován zvláště z burských oříšků a z cereálií. Může produkovat hepatotoxické a kancerogenní aflatoxiny B a kyselinu cyklopiazonovu. Patří mezi oportunní patogeny, způsobuje např. aspergilózu průdušek.



## *A.niger*

**Způsob rozmnožování:** Nepohlavně konidiami; teleomorfa není známa.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie rychle rostoucí, na [CYA](#) po 7 dnech při 25 °C dosahující cca 40-60 mm v průměru, hrubě zrnité, hnědočerné až černé. Některé kmeny produkují do agaru žlutý pigment. Spodní strana kolonií světlá nebo žlutá.

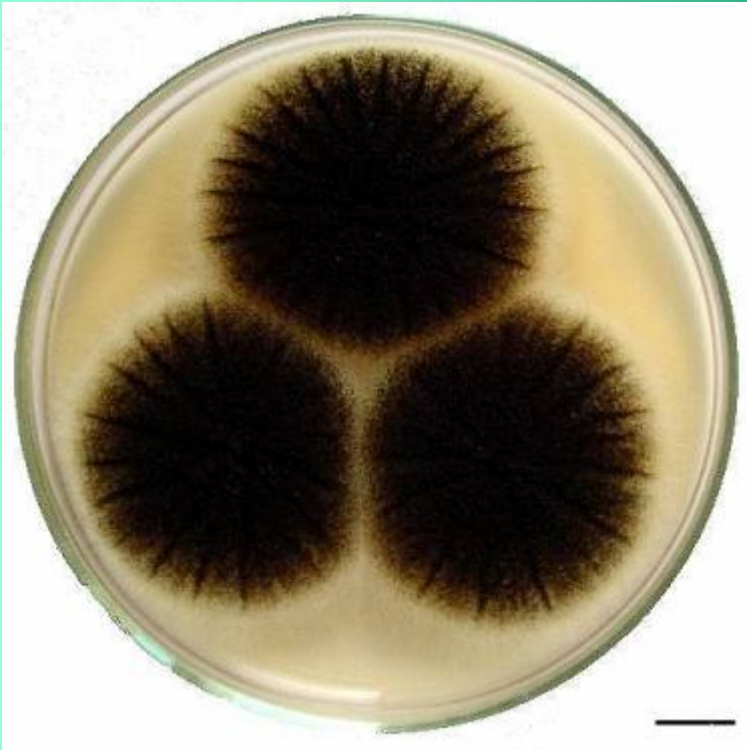
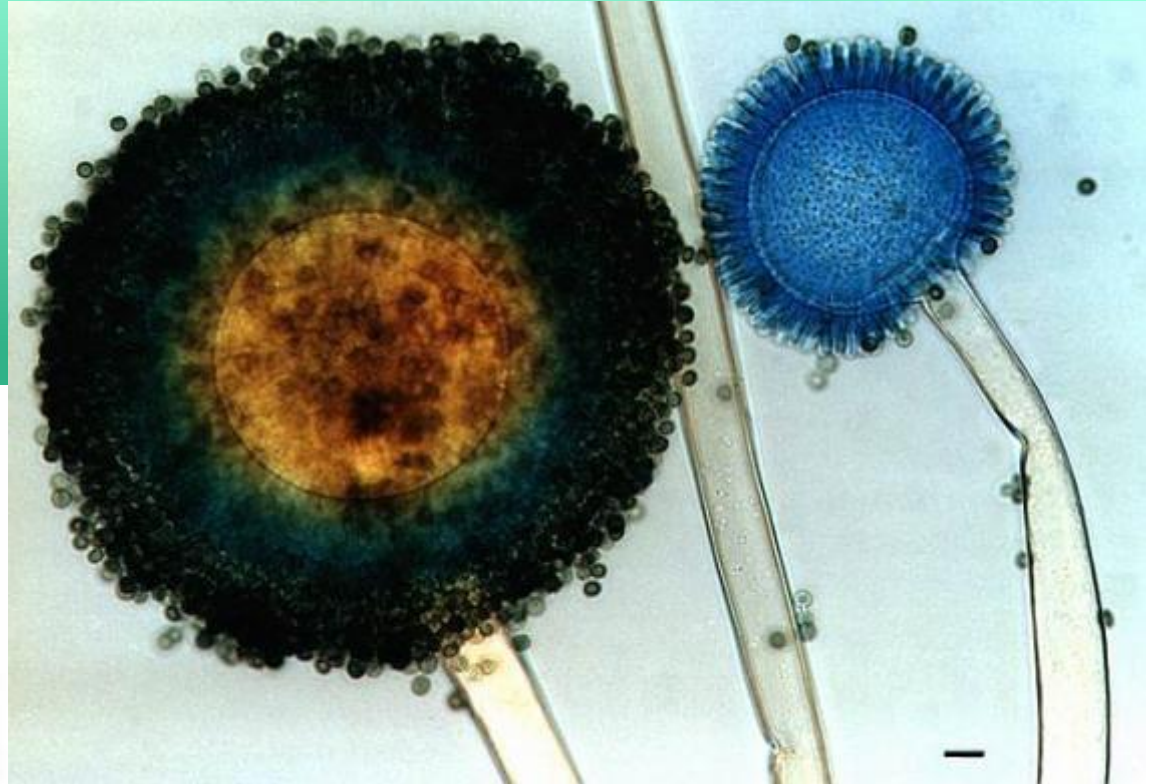
**Teplotní nároky:** Optimum okolo 35-37 °C, minimum 6-8 °C, maximum 45-47 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory různě dlouhé, často i 1-3 mm, s hladkou nezbarvenou stopkou. Měchýřek kulovitý, obvykle cca 50-75 µm v průměru, pokrytý po celém povrchu vrstvou metul a fialid (biseriátní konidiofory), konidiální hlavice paprsčité. Konidie kulovité nebo téměř kulovité, bradavčité, cca 3,5-5 µm v průměru.

**Hlavní diagnostické znaky:** Rychle rostoucí černé kolonie, černé víceméně kulovité konidie. Podobně černě zbarvený druh *A. carbonarius* má větší konidie. Odlišení dalších černě zbarvených druhů na základě morfologických znaků je dosti obtížné.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se celosvětově velmi hojně, hlavně však v teplejších oblastech, a to především na rozmanitých potravinách, jak rostlinného tak i živočišného původu. Často se vyskytuje i v xerofilních podmínkách. Dlouho byl považován za netoxinogenní, avšak v 90. letech byla u několika kmenů zjištěna produkce mykotoxinu ochratoxinu A. Často bývá izolován z klinického materiálu.





*Aspergillus versicolor* – vlhké tapety a omítka, cereálie, sýry – produkce sterigmatocystinu



*Aspergillus glaucus* – plesnivění potravin s nízkým obsahem vody (chléb, džemy)

*Aspergillus fumigatus* – zelené spory, onemocnění dýchacích cest

*Aspergillus clavatus*

*Aspergillus oryzae* – obsahuje amylytické a proteolytické enzymy a má i lipolytickou aktivitu. Používá se k výrobě alkoholických nápojů (z rýže) a k výrobě dalších potravin. Produkuje mykotoxiny, u skotu vyvolává neurotoxikózy.

Řada druhů se průmyslově využívá pro výrobu enzymů - amylasy *A. niger*, *A. oryzae*, *A. wentii*, lipasy *A. niger*, pektinasy *A. niger*, *A. oryzae*

***Byssochlamys*** (askomycety s imperfektním stádiem *Paecilomyces*, asi 4 druhy)

Tvoří plochý, řídký, bílý až žlutohnědý porost. Konidiofory jsou větvené a septované, fialidy jednotlivě nebo v chomáčcích s řetízky konidií. Asky bývají uloženy v řídkém myceliu. Askospory mimořádně termorezistentní – devitalizace při 88°C za 30 min nebo při 90°C 2-18 min.

Vyskytují se na zelenině, ovoci, ovocných šťávách i pasterovaných, kompotech.

***Byssochlamys fulva* (*P. fulvus*)** roste i při sníženém O<sub>2</sub> a zvýšeném obsahu CO<sub>2</sub> – kažení konzerv, produkuje kys. bysochlamínovou

***B. erlichii*** – produkuje kys. penicilovou

## *B. nivea*

**Způsob rozmnožování:** Sexuálně askosporami, asexuálně konidiiemi a chlamydosporami.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie na [MEA](#) rychle rostoucí, po 7 dnech při 25 °C pokrývající celou Petriho misku, nízké, krémově bělavé. Spodní strana světlá.

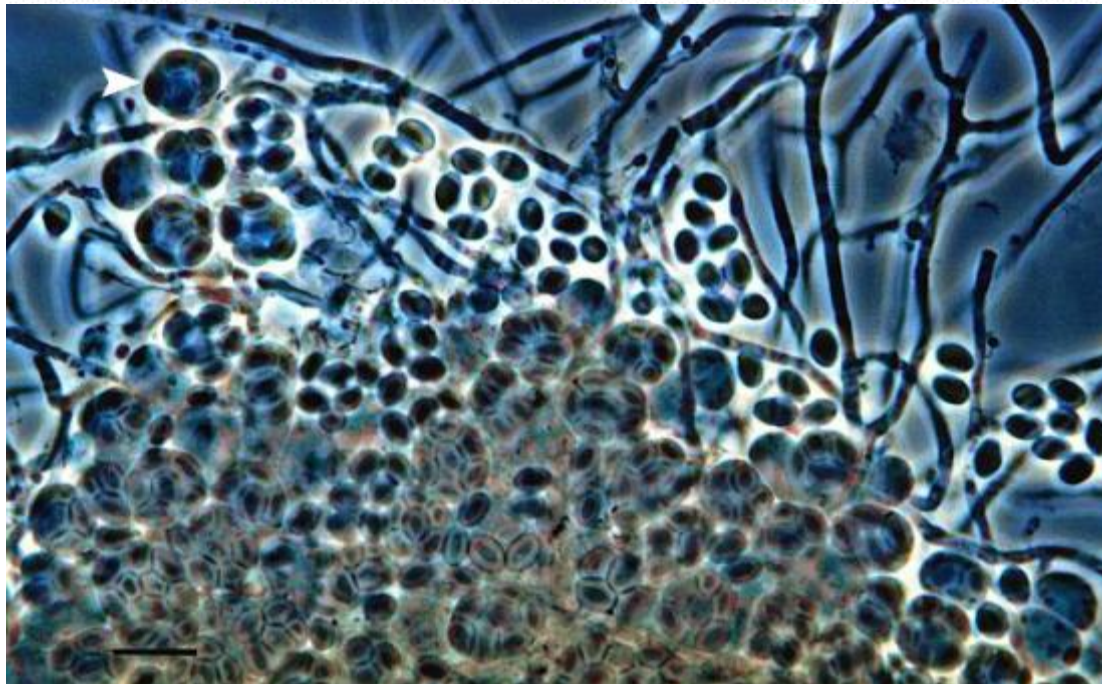
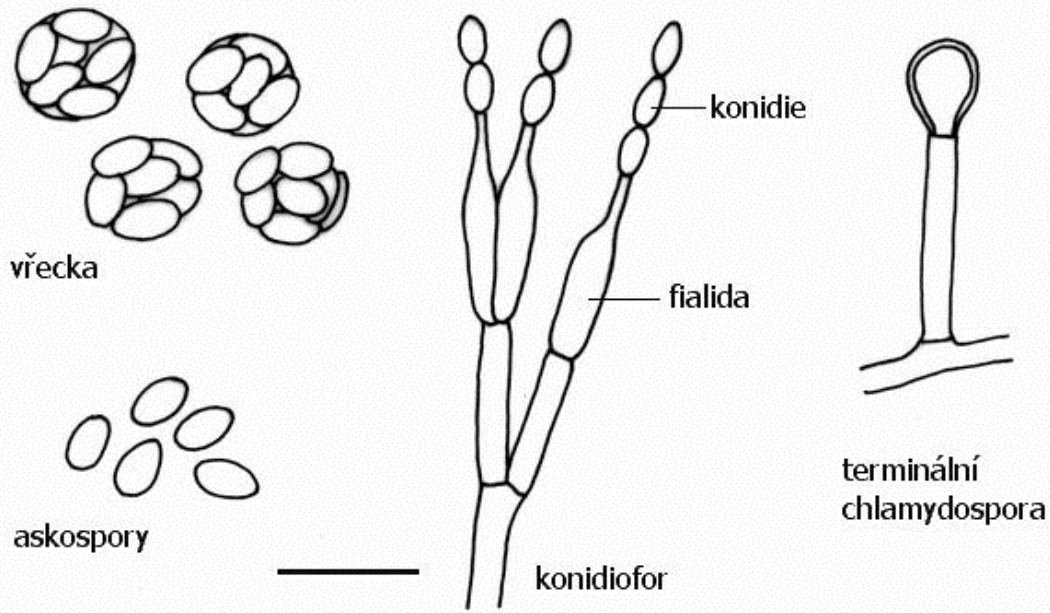
**Teplotní nároky:** Optimum 30-35 °C, minimum okolo 10°C, maximum 40 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Tvoří pouze shluky věceek na myceliu, které nejsou obklopeny stěnou typickou pro plodnice jiných zástupců této skupiny hub. Vřecka mají průhlednou stěnu, ve zralosti se rozplývající, obsahují 8 askospor. Askospory jsou elipsovité, hyalinní, hladké, 4-5,5 x 2,5-3,5 µm velké. Nepohlavní stádium je charakteristické hojnou tvorbou chlamydospor a někdy též tvorbou štětcovitých konidioforů. Chlamydospory vyrůstají jednotlivě, jsou jednobuněčné, nahnědlé, hruškovitého tvaru a hladké. Konidiofory nesou konidiogenní buňky (fialidy) válcovitého tvaru s protáhlým krčkem, na jejich konci vyrůstají v řetízku elipsoidní hladké konidie, 3-6 µm dlouhé.

**Hlavní diagnostické znaky:** Bělavé rychle rostoucí kolonie, tvorba shluků věceek na myceliu, hladké hyalinní askospory, anamorfní stadium charakteristické štětcovitými konidiofory a chlamydosporami. Blízký druh *B. fulva* se liší olivově hnědými koloniemi, většími askosporami a mnohem častějším výskytem anamorfního stadia.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se často především na kazících se potravinách nedostatečně tepelně ošetřených (mošty, ovocné dřeně, kompoty) nebo i v krmivech. Askospory mohou po určitou dobu přežívat i teploty vyšší než 80°C. Některé izoláty mohou produkovat mykotoxin patulin.

*Byssochlamys nivea*, anamorfa *Paecilomyces niveus*



## *Scopulariopsis* (asi 13 druhů)

Kolonie vlnaté, žlutobílé později žlutohnědé až čokoládové. U konidioforu se tvoří jednotlivě nebo v řídkých přeslenech konidiogenní buňky – anelidy.

Protože kromě sacharolytických enzymů má velmi silné proteolytické enzymy, uplatňuje se nejen na rozkládajícím se rostlinném materiálu, ale i na živočišném a to hlavně v pokročilém rozkladu. Askosporové druhy jsou řazeny k rodu *Microascus*.

Na sýrech tvoří červenohnědé skvrny, na másle, tucích. Na substrátech s malým množstvím arsenu tvoří diethylarsen – páchnoucí po česneku.

Některé kmeny se používají při výrobě fermentovaných salámů s povrchovou plísní.

Některé druhy jsou patogenní – mykózy na nehtech, nohou, kůži, infekce jazyka a dutiny ústní.

## *S. brevicaulis*

Nepohlavně konidiemi; pohlavně askosporami.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie na [CYA](#) po 7 dnech při 25 °C dosahující cca 40-50 mm, sametové nebo řídké funikulózní, světle hnědookrově až světle skořicově zbarvené. Spodní strana kolonií krémová až světle hnědá. Teleomorfa se v kultuře většinou netvoří.

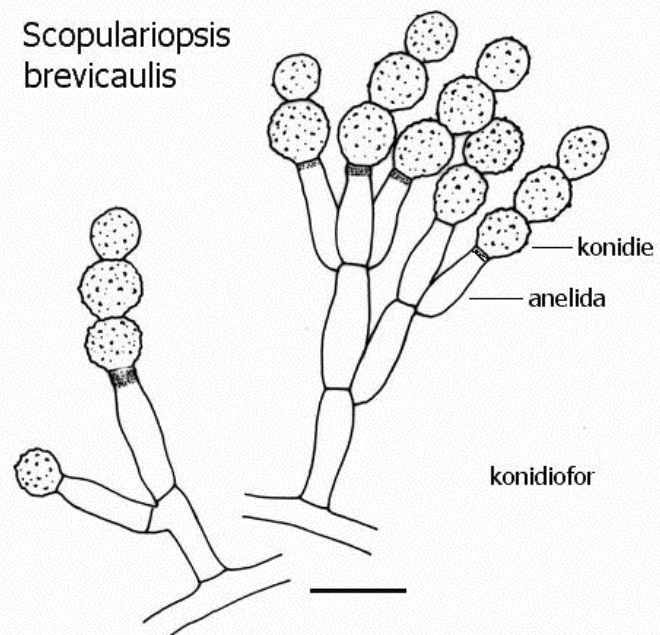
**Teplotní nároky:** Optimum 24-30 °C, minimum 5 °C, maximum 37 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiogenní buňky (anelidy) vyrůstají na nepravidelně štětcovitě větvených konidioforech nebo jednotlivě, jsou válcovité, se širokým krčkem, produkují konidie v řetězcích. Konidie jsou hruškovité, široce vejčité až kulovité, s uťatou bazí, bradavčitou stěnou, cca 5-8 μm dlouhé.

**Hlavní diagnostické znaky:** Okrově zbarvené sametové kolonie, válcovité anelidy a bradavčité konidie s uťatou bazí.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se hojně na celém světě, zvláště na potravinách a krmivech rostlinného i živočišného původu. Jako příležitostný patogen může způsobovat onemocnění živočichů včetně člověka (např. onychomykózy - onemocnění nehtů, dermatomykózy - onemocnění pokožky). Mykotoxiny neprodukuje.

Scopulariopsis  
brevicaulis





## ***Cladosporium*** (605 druhů a variet)

Saprofyt, část adaptovaná jako parazit rostlin (obilí, ovoce, zelenina), některé jako kontaminanty potravin rostlinného a živočišného původu.

Mycelium tmavě zbarvené, septované, kolonie ploché, sametové, vzdušné hyfy zelené, substrátové modrozelené až černozeleň. Konidiofory tmavé, nepravidelně větvené, septované, na konci s kratšími či delšími řetízky konidií. Konidie jsou kulovité, vejčité, oválné, tmavé.

Ubikvitární, kromě rostlinných materiálů se vyskytuje i na masných výrobcích, textiliích. Rozkládá celulosu, pektin, tuky. U jablek způsobuje čern (melanózu) – znehodnocuje je i jako materiál pro moštování.

***C. herbarum*** – roste na vlhkých sklepních stěnách (pivovary, vinné sklepy).

***C. cladosporoides***

## *C. herbarum*

**Způsob rozmnožování:** Asexuálně konidii; sexuálně askosporami.

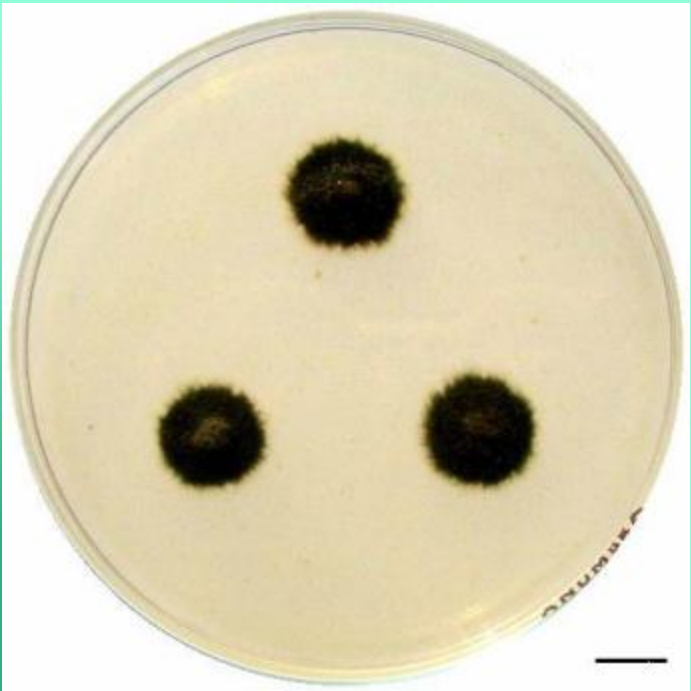
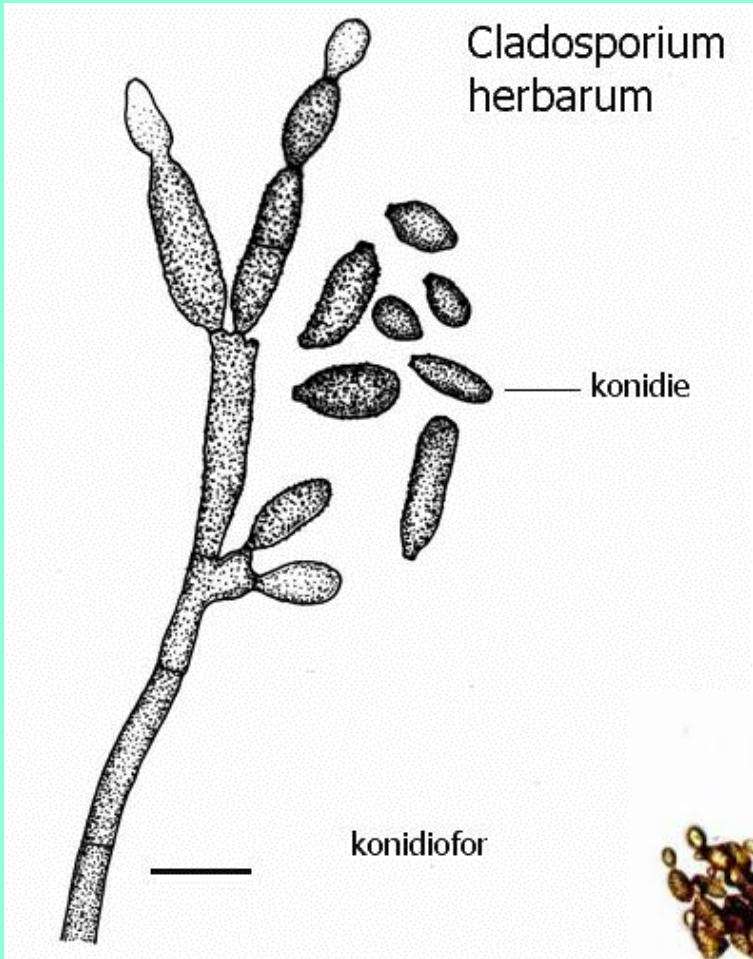
**Makromorfologické znaky:** Kolonie pomalu rostoucí, na MEA po 7 dnech při 25 °C cca 18-32 mm, sametové nebo plstnaté, tmavě olivově zelené. Spodní strana kolonií tmavě černozeleň až černá. Teleomorfa se v kultuře netvoří.

**Teplotní nároky:** Optimum okolo 18-28 °C, minimum -6 °C, maximum 32 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory řídce větvené, tmavě pigmentované. Řetízky konidií vyrůstající z koncových buněk konidioforů se při přípravě preparátu snadno rozpadají, na konidioforech jsou patrné jizvy po odpadnutí konidií. Konidie jsou elipsovité až válcovité, s drobnými výběžky, světle hnědozelené, bradavčité, cca 8-15(-20) x 4-6 μm velké.

**Hlavní diagnostické znaky:** Pomalý růst a tmavé zbarvení kolonií včetně spodní strany, bradavčité konidie. Podobný druh s bradavčitými konidii je *Cladosporium macrocarpum*, má však konidie širší (6-9 μm).

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se velmi hojně na celém světě na substrátech rostlinného i živočišného původu. Může způsobovat hniloby ovoce a zeleniny, může poškozovat i masné výrobky v chladicích boxech. Jeho konidie se vyskytují v létě a na podzim ve velkém množství v ovzduší. Produkce žádných významných mykotoxinů není známa. Vzácně byl zaznamenán jako původce keratitidy.



## ***Botrytis*** (více jak 10 druhů)

Kolonie zpočátku bělavé, později šedavé až hnědavěžluté, substrátové mycelium černavé. Hyfy bohatě větvené, septované. Někdy nevytváří vzdušné mycelium, jen se tvoří šedá vrstva konidioforů. Konidiofory krátké vzpřímené, několikrát nepravidelně větvené. Konidie jednobuněčné, elipsoidní, hroznovitě spojené.

Ubikvitárně rozšířený rod, saprofyt, parazit na rostlinách. Působí hniloby ovoce – šedá plíseň.



## *B. cinerea*

Nepohlavně konidii a sklerocii; pohlavně askosporami.

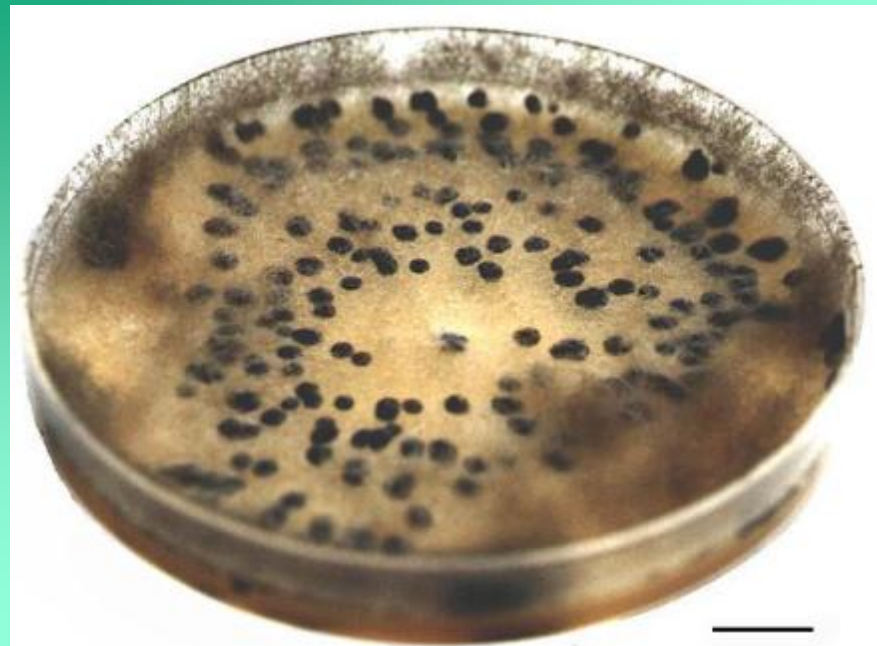
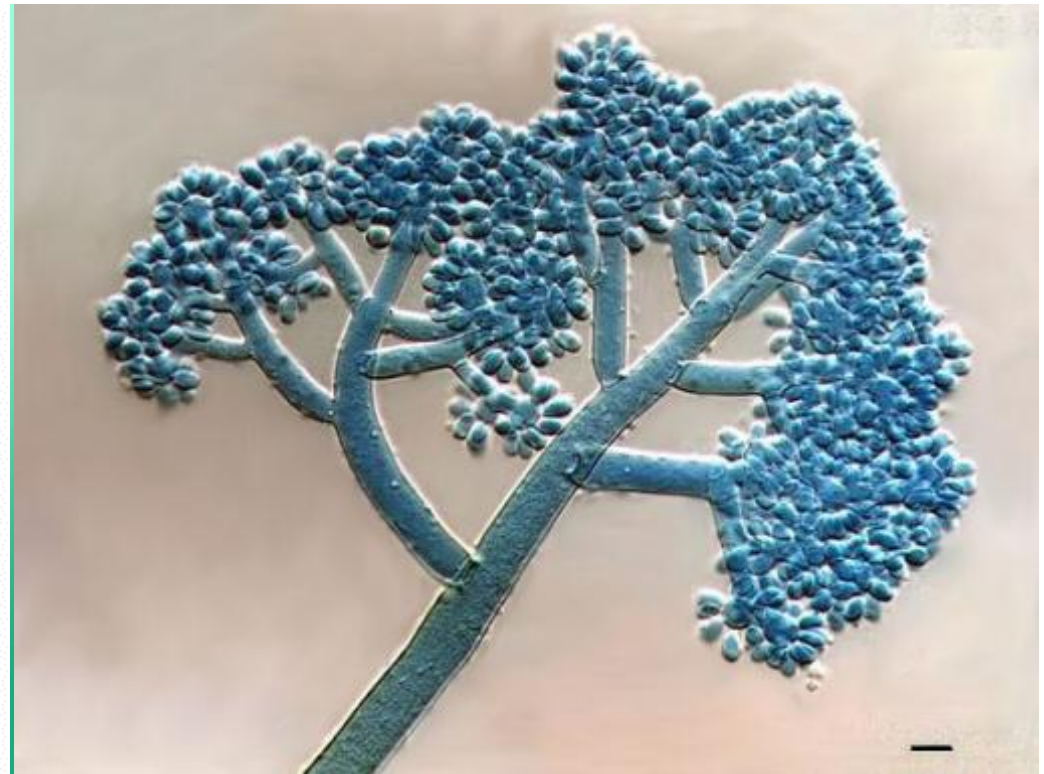
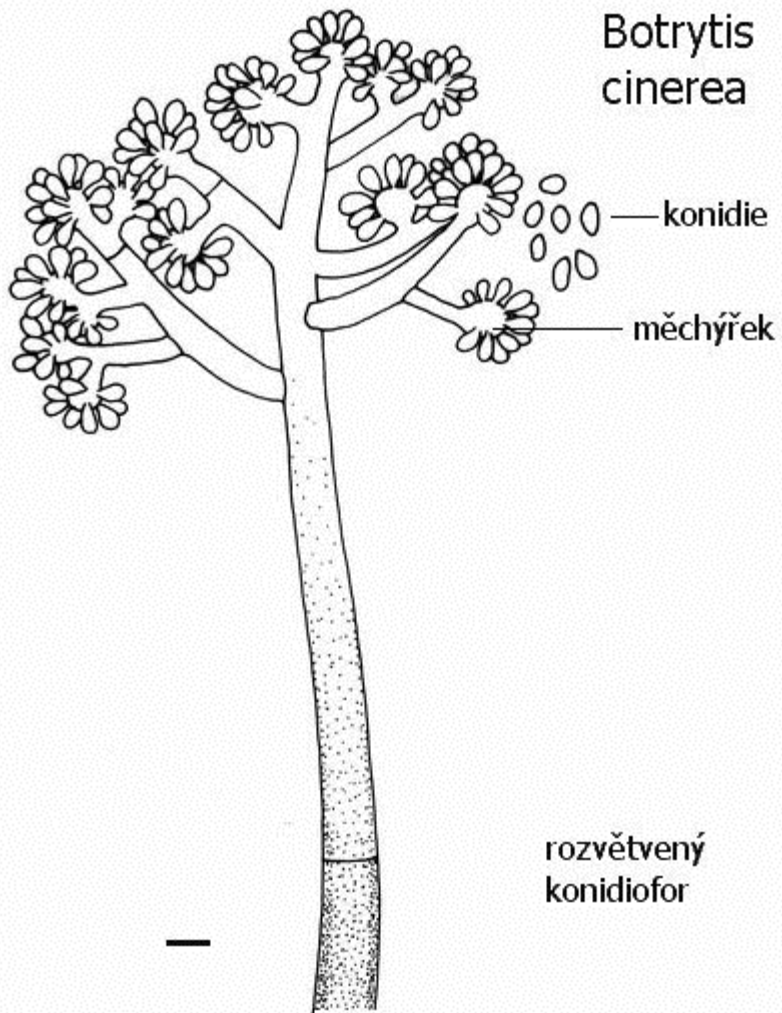
**Makromorfologické znaky:** Kolonie rychle rostoucí, po 7 dnech při 25 °C pokrývající celou Petriho misku, vlnaté, často chomáčkované, šedavé. Později se mohou tvořit černá sklerocia. Spodní strana kolonií světlá, případně černá pod sklerocii. Teleomorfa se v kultuře netvoří.

**Teplotní nároky:** Optimum okolo 22-25 °C, minimum (-2)5-12, maximum 35 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory různě dlouhé, s hladkou stopkou ve spodní části nahnědlou, na konci bohatě nepravidelně větvené. Větve krátké, na vrcholu zduřelé v měchýřek cca 8-10 µm v průměru. Konidie vyrůstají jednotlivě z mnoha malých zoubků na povrchu měchýřků, jsou elipsovité, hladké, šedě pigmentované, cca 8-12 µm dlouhé. Zřídka bývá u některých kmenů pozorována synanamorfa *Myrioconium* sp. charakteristická tvorbou fialid a drobných kulovitých konidií.

**Hlavní diagnostické znaky:** Rychlý růst, šedé zbarvení kolonií, velké konidie vyrůstající ze zoubků na povrchu zduřelých konců krátkých větví konidioforu.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se velmi hojně na celém světě jako fytopatogenní houba způsobující zvláště hniloby ovoce a zeleniny (např. jahod, vinných hroznů, rajčat, hrušek a jablek) a také např. okrasných rostlin. Produkce mykotoxinů nebyla zjištěna.



## *Trichoderma*

Kolonie rychle rostoucí. Mycelium zpočátku bílé, vatovité či řídce vločkovité. V době sporulace se tvoří chuchvalce mycelia roztroušeně nebo stmelěně. Konidie se tvoří na fialidách v přeslenech či shlucích, vyrůstajících na postranních větvích – profialidách. Často tvoří chlamydospory.

*T. reesei* – celulólytické schopnosti – zužitkování celulosového odpadního materiálu při zkrmování a při výrobě krmného droždí.

## *T. viride*

**Způsob rozmnožování:** Nepohlavně konidiami či chlamydosporami, sexuálně askosporami.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie velmi rychle rostoucí, po 7 dnech na [MEA](#) při 25 °C pokrývající celou Petriho misku řídkým bělavým myceliem, později tmavozeleně sporulujícím. Sporulaci kolonií podporuje denní světlo. Spodní strana nezbarvena. Teleomorfa se v kultuře netvoří.

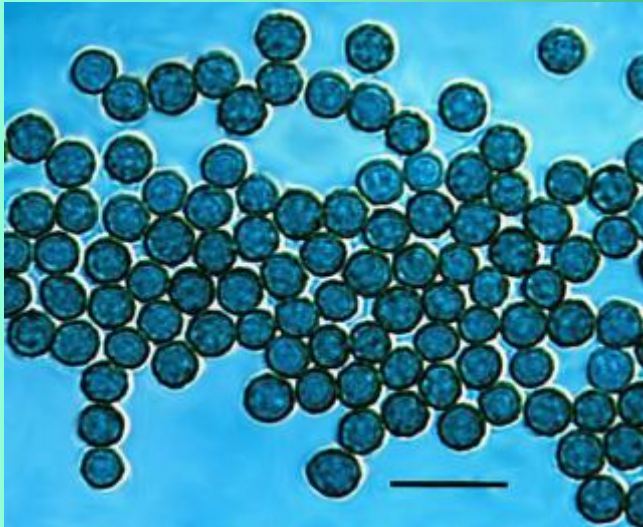
**Teplotní nároky:** Optimum (6-) 20-28 (-32) °C, minimum 0°C, maximum 30 (-37) °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory opakovaně pyramidovitě větvené, nezbarvené, fialidy vyrůstají po 2-4, lahvičkovité, často se zakřiveným krčkem. Konidie kulovité nebo široce elipsovité, cca 3,5-4,5 µm velké, na povrchu bradavčité, tmavozelené. Ve starších koloniích se často tvoří chlamydospory, většinou kulovitého tvaru.

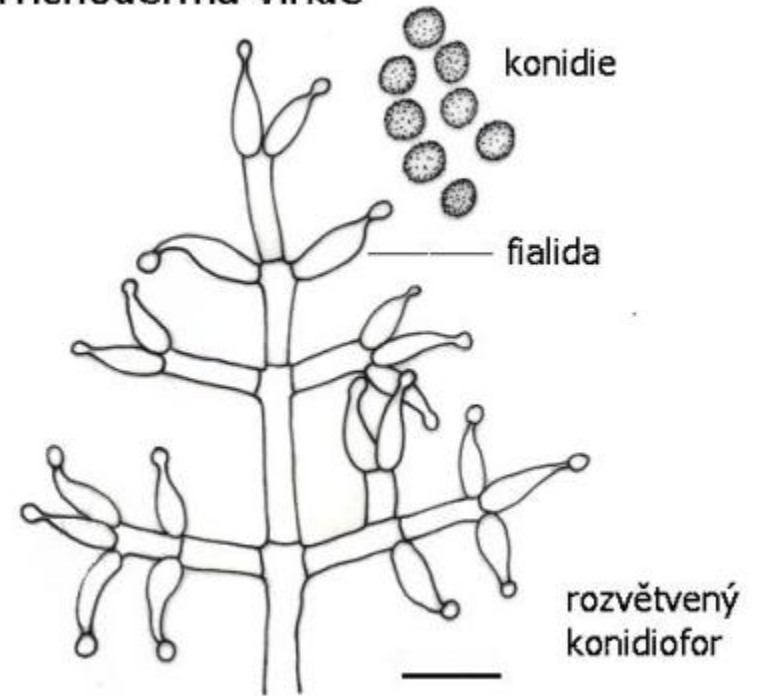
**Hlavní diagnostické znaky:** Rychlý růst a zelené zbarvení kolonií, opakovaně větvené konidiofory, bradavčité konidie.

**Výskyt a význam:** Hojně rozšířená půdní houba vyskytující se též na dřevě, uskladněných obilninách, ovoci a zelenině. Produkuje řadu sekundárních metabolitů, např. mykotoxin trichodermin.





Trichoderma viride



# *Deuteromycetes*



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

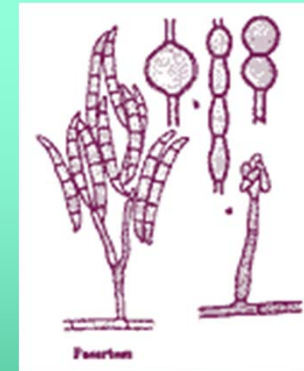


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## *Fusarium*

(podle Nelson, Tousson, Marasaa 1983 – 30 druhů)



Zástupci rodu *Fusarium* jsou součástí půdního ekosystému, kde se podílí na rozkladu organické hmoty. Řada druhů se během vývoje přizpůsobila k parazitismu rostlin, část může být za určitých podmínek patogenní pro člověka. Rod *Fusarium* náleží k významným potenciálně patogenním polním plísním. Některé rody našly uplatnění v biotechnologiích jako kulturní kmeny k výrobě mykoproteinu – quornu.

Vzdušné mycelium řídké, nepravidelné, bílé, šedé nebo barevné (žluté, červené, růžové, fialové) tvoří dvou a vícebuněčné srpkovité makrokonidie. Mikrokonidie hladké, oválné až hruškovité. Mohou se tvořit kulovité chlamydospory.

Všudypřítomné plísně, fytopatogenní, skladištní plíseň kažení na tuky bohatých potravin (ořechy, tuky, máslo atd.), tvorby mykotoxinů – T-2toxin, zearalenon, fumonisiny.

Teleomorfy – *Giberella* a *Nectria*.

*Giberella fuikuroi* – tvoří růstové látky gibereliny – urychlují klíčení semen a růst rostlin, využívá se např. pro urychlení klíčení ječmene ve sladovnách.

## *F. culmorum*

Nepohlavně konidiiemi či chlamydosporami.

**Makromorfologické znaky:** Kolonie na PGA rychle rostoucí, po 7 dnech při 25 °C porůstající celou Petriho misku světle růžovožlutým myceliem. Do média je produkován červený až vínový pigment. Později se v kolonii tvoří světle oranžová až hnědá sporodochia s masou konidií.

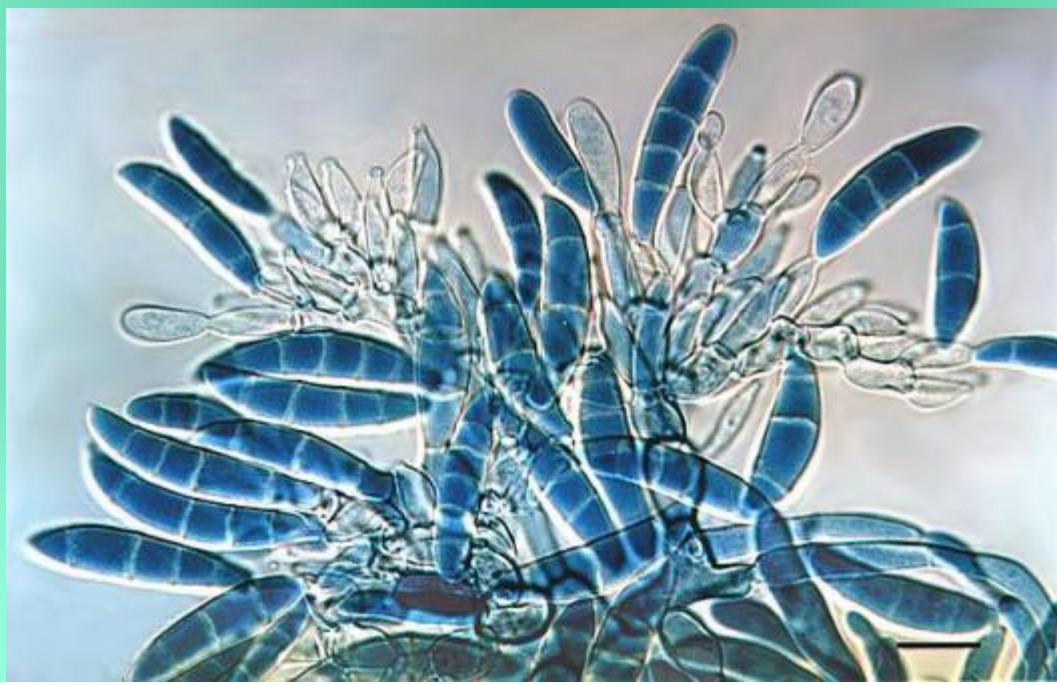
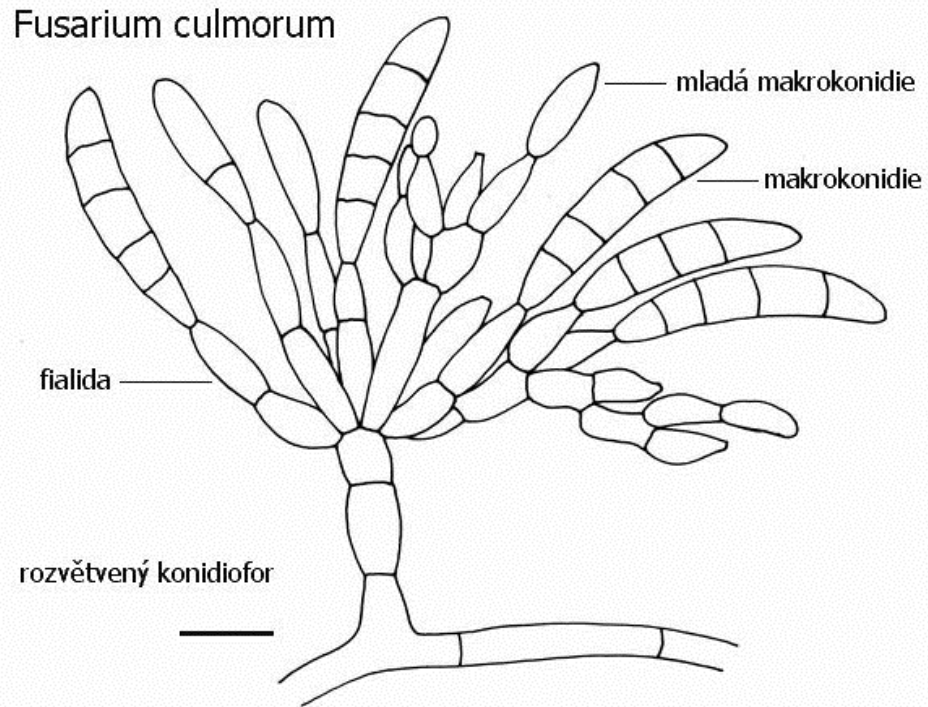
**Teplotní nároky:** Optimum 25 °C, minimum 0 °C, maximum 31 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory obvykle větvené, fialidy krátké, makrokonidie vřetenovité a zakřivené, obvykle s 5 přehrádkami, cca 30-50 x 5-7 µm. Mikrokonidie nejsou produkovány. Někdy se tvoří jednotlivě nebo v řetízcích chlamydospory.

**Hlavní diagnostické znaky:** Rychlý růst, růžové až vínové kolonie. Makrokonidie jsou ve srovnání s ostatními fuzarií relativně krátké a široké, mikrokonidie nejsou produkovány.

**Výskyt a význam:** Rozšířen celosvětově zvláště v půdě a na cereáliích. Způsobuje krčkové i kořenové hniloby u obilnin a napadá i uskladněné brambory a cukrovou řepu. Produkuje řadu mykotoxinů, zvláště trichotheceny a zearalenon.

Fusarium culmorum



## *Alternaria* (449 druhů, variet a synonym)

Kosmopolitní plíseň, vázaná především na půdní ekosystém. Vyznačuje se rychlým růstem.

Kolonie jsou z počátku bezbarvé, pak šedé, olivově zelené až černé. Zrnité později vlnaté.

Konidiofory jsou krátké, septované většinou nevětvené. Konidie tmavé, hruškovité, kyjovité, septované, mohou tvořit krátké řetízky. Někdy se tvoří chlamydospory.

Ubikvitárně se vyskytující plíseň, v půdě, na rostlinách, jako vzdušná kontaminace v mlékárnách, sklepích v pivovarech.

## *A. alternata*

Nepohlavně konidiemi.

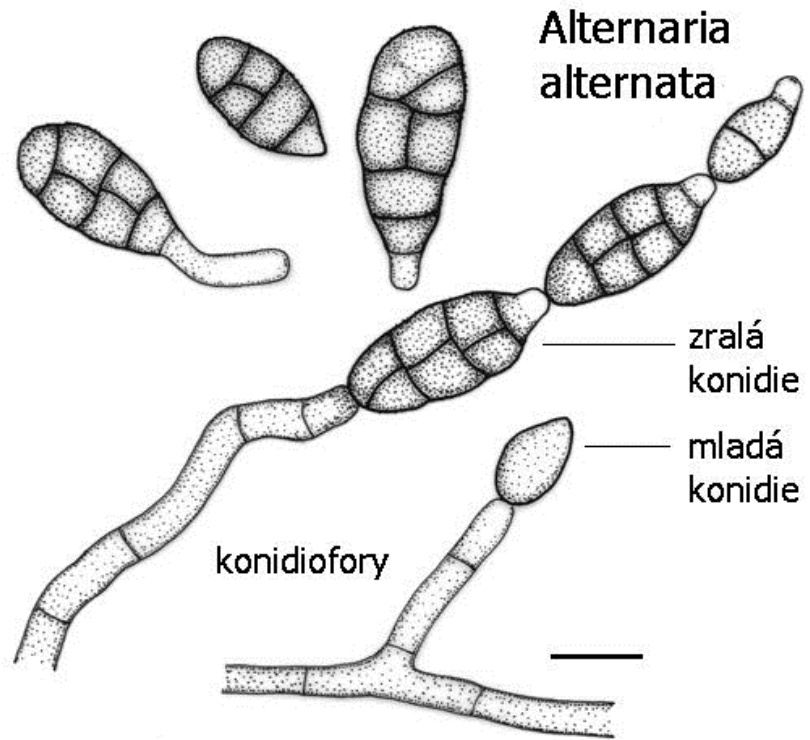
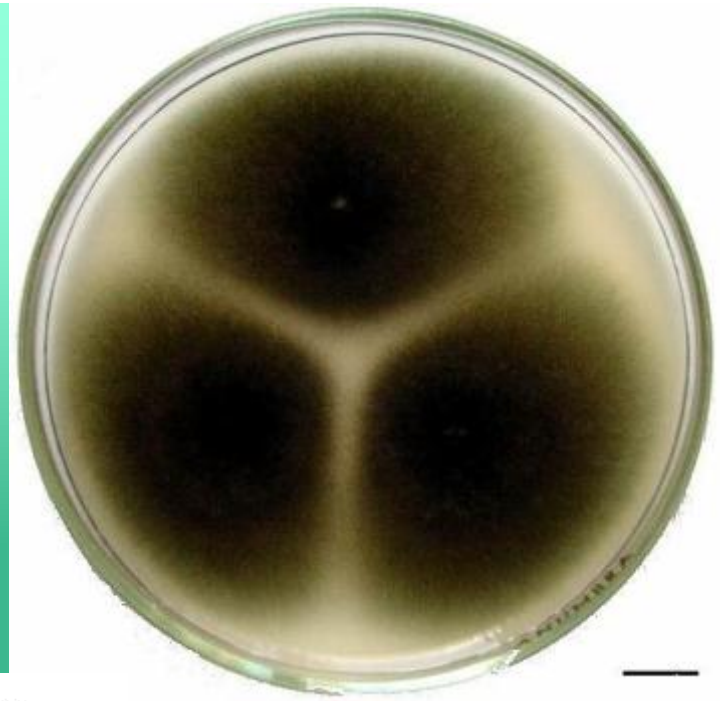
**Makromorfologické znaky:** Kolonie na [PCA](#) po 7 dnech při 25 °C velké cca 40-50 mm v průměru, sametové až jemně vlnaté, tmavě černoolivově zbarvené, u některých kmenů zpočátku šedobílé. Spodní strana tmavě šedá až černá. Sporulaci podporuje vystavení kolonií záření blízkému UV.

**Teplotní nároky:** Optimum okolo 25-28 °C, minimum -5, maximum 36 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidie se tvoří v řetízku na konci hyf, které se neliší od ostatních vláken. Konidie tmavě pigmentované, vícebuněčné, s příčnými i podélnými přehrádkami (zdřovitě), kyjovité nebo hruškovité, zužující se na vrcholu v krátký výběžek, obvykle 20-40 x 8-12 µm velké, na povrchu hladké nebo bradavčité.

**Hlavní diagnostické znaky:** Tmavě pigmentované zdřovité konidie. Od zástupců podobného rodu *Ulocladium* se liší konidiemi, které jsou v mládí na bazi zaoblené, kdežto u zástupců rodu *Ulocladium* více zašpičatělé.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se velmi hojně na celém světě, a to na různých substrátech rostlinného původu včetně potravin a krmiv, a také v půdě. Může produkovat vysoce toxický metabolit AAT (Alternaria alternata toxin ) podobný fumonisinu, kyselinu tenuazonovou a dále řadu méně významných toxinů, např. alternariol. Patří mezi oportunní patogeny, způsobuje např. kožní léze.





## **Stachybotrys** (82 druhů a synonym)

Kolonie šedobílé až černé. Fialidy charakteristicky stluštělé, na konidioforu 3-7 fialid. Spory kulovité, oválné či válcovité, často bradavičnaté, uložené ve slizovité hmotě.

Saprofyt, v seně, slámě a jiném celulosovém materiálu.

## *S. chartarum*

**Taxonomické zařazení:** Ascomycota, mitosporní zástupce Dothideales

**Způsob rozmnožování:** Nepohlavně konidiami; teleomorfa není známa.

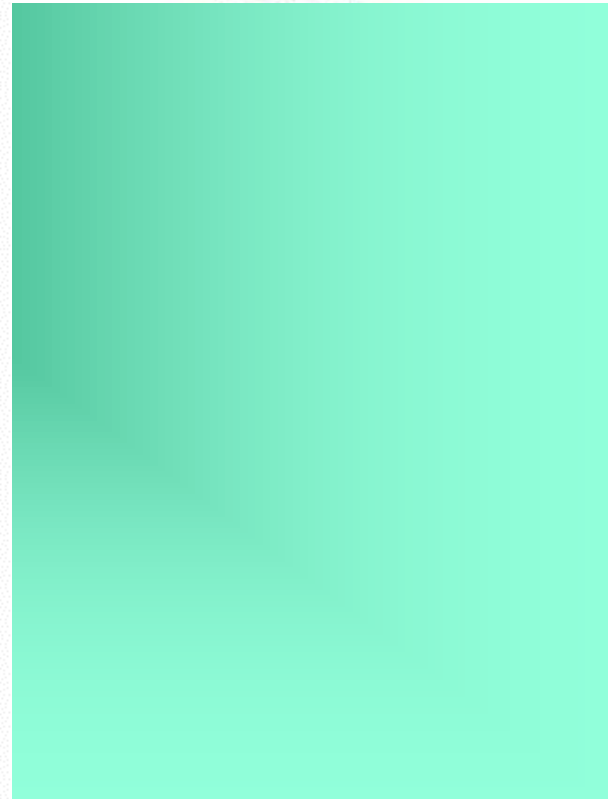
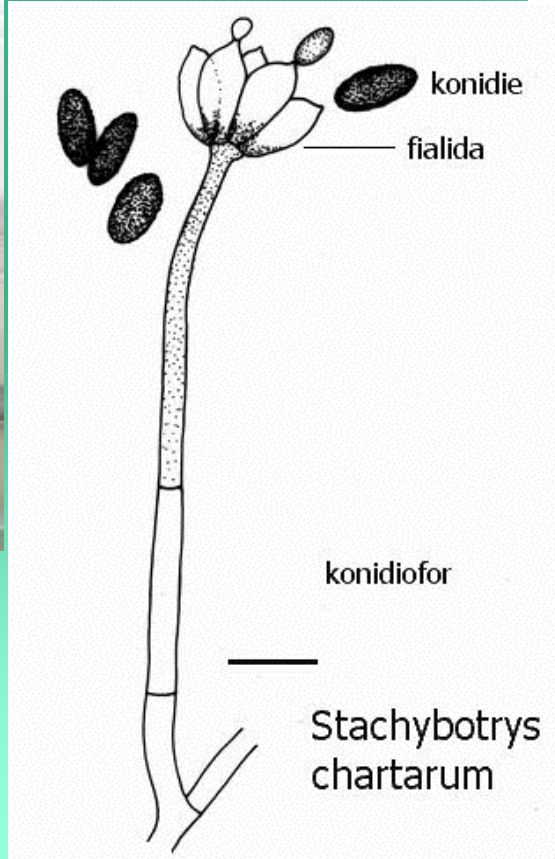
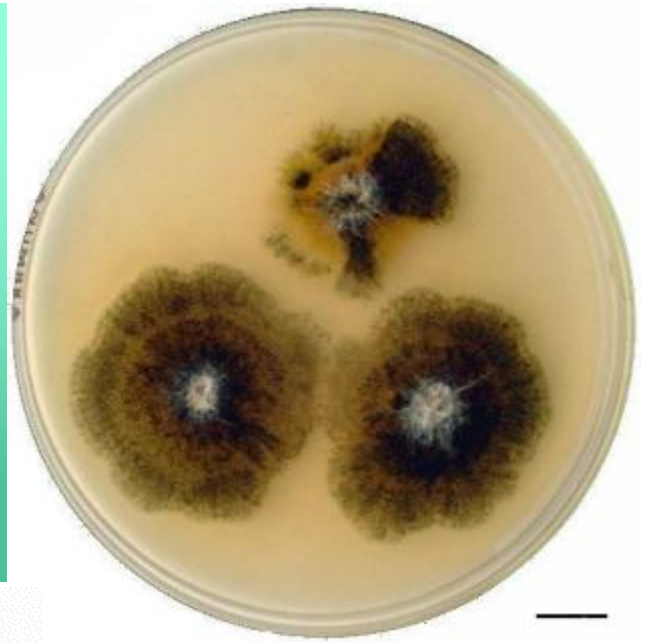
**Makromorfologické znaky:** Kolonie poměrně pomalu rostoucí, na [PCA](#) po 7 dnech při 25 °C dosahující cca 20-30 mm, šedé až černé. Spodní strana kolonií nezbarvena.

**Teplotní nároky:** Optimum 23(-27) °C, minimum (2-)7 °C, maximum 37-40 °C.

**Mikromorfologické znaky:** Konidiofory většinou nevětvené, jednoduché, přehrádkované, cca 100 µm dlouhé, směrem k vrcholu tmavě pigmentované a bradavčité, na vrcholu ukončené svazkem 4-10 široce lahvicovitých fialid. Konidie hruškovité, široce elipsovité, zpočátku hyalinní, později tmavě olivově šedé, hladké až hrubě bradavčité, cca 7-12 x 4-6 µm velké, nahloučené na fialidách ve slizovitých kapkách viditelných binokulární lupou.

**Hlavní diagnostické znaky:** Poměrně pomalu rostoucí tmavé kolonie, konidiofory s vrcholovým svazkem fialid, tmavé elipsovité konidie.

**Výskyt a význam:** Vyskytuje se po celém světě, zvláště na substrátech obsahujících celulózu (papír, rostlinné zbytky, potraviny). Může produkovat mykotoxiny satratoxin G a H, o nichž je známo, že vyvolávají stachybotrytoxikózu u koní a člověka (u lidí vyrážky, pneumotoxikózy, nekrosy sliznic a cév – časté u krmičů a lesních dělníků), průmyslově se používá k výrobě celulas.



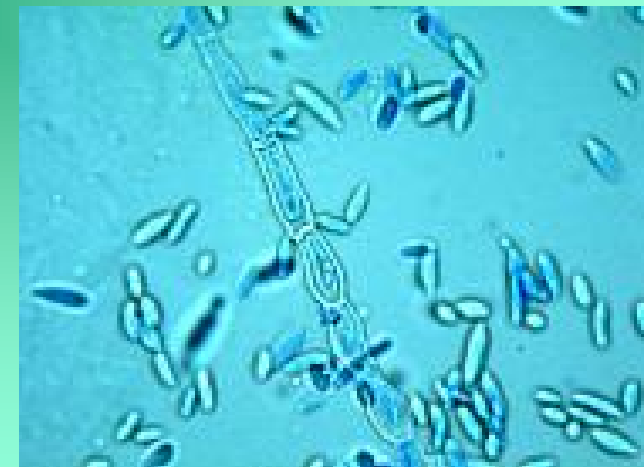
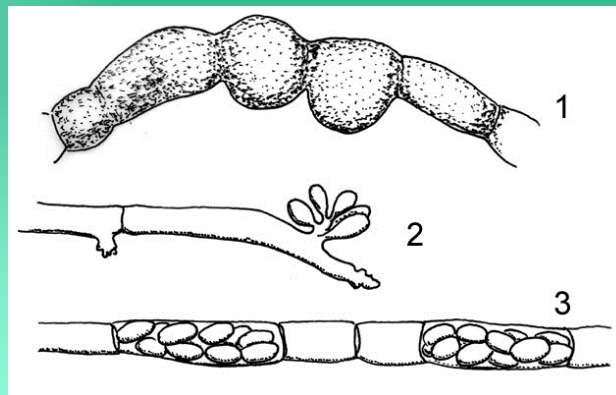
## *Aureobasidium*

Mycelium – kolonie kvasinkovité, slizovité, bez a nebo s plochým vzdušným myceliem, zpočátku krémově či růžově zbarvené, později tmavě hnědozelené až černé. Hyfy tvoří hodně chlamydospor, obsahujících tuk. Konidie (blastospory) z hyf či pseudomycelia se laterálně odškrnují.

Morfologicky variabilní rod označovaný jako černá kvasinka.

Saprofyt v půdě, na rostlinách (obilní mikroflóra), potravinách. Tvoří slizovité povlaky na stěnách, náradí a zařízeních.

*Aureobasidium pullulans* – výroba pululanu (polysacharid), je to častá vzdušná kontaminace.



## *Monilia*

Kolonie kypré, vlasovité, bílé později růžové až lososově červené. Jednoduché nebo větvené řetězce oválných konidií vznikají odškrabáním z jedné hyfy.

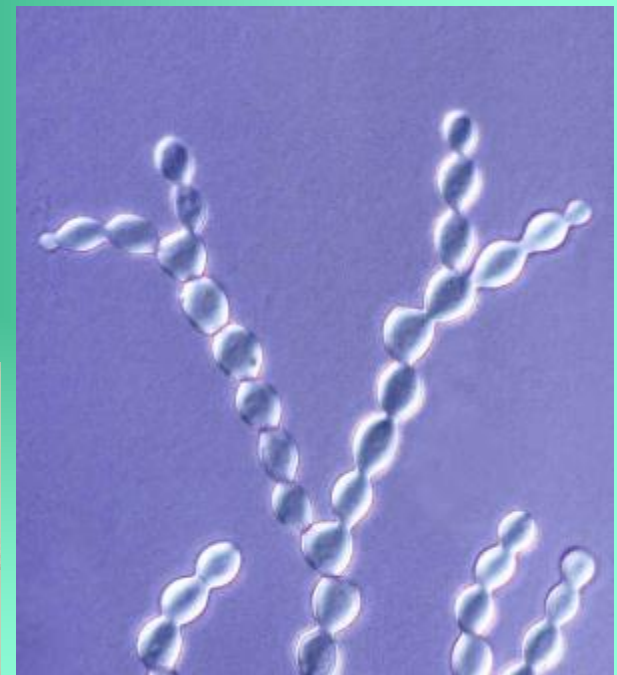
Vyskytuje se na obilí i masných výrobcích.

*M. sitophila* – termorezistentní – červená pekárenská plíseň.

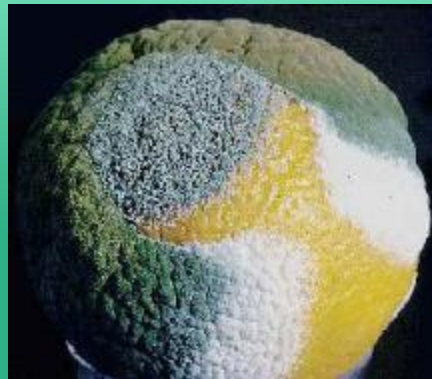
Některé druhy jsou alergeny, jiné parazitují na rostlinách – hniloba peckovin (meruňky, broskve) a jiném ovoci – moniliózy.



*Monilia fructicola*



# Výskyt a význam plísní



Hlavním rezervoárem plísní je půda odkud se dostávají do vzduchu, na organické materiály, předměty uložené ve vlhku.

Barviva produkovaná plísněmi je chráněná před UV a proto se vyskytují často jako vzdušná kontaminace.

Význam plísní je dán jejich fyziologickými vlastnostmi.

Jsou aerobní – rostou převážně na povrchu substrátu.

Na uhlík nenáročné – vysoce efektivně ho využívají.

Široké enzymové vybavení – sacharolytické, proteolytické, lipolytické enzymy.

Využívají vzdušnou vlhkost a okludovanou vodu.

Snášejí poměrně nízkou vlhkost prostředí (i 15% vody)

Napadají i neporušená rostlinná pletiva.

Snášejí i velmi nízké pH.

Snášejí i velmi nízké teploty (i  $-10^{\circ}\text{C}$ )

Rozmnožují se poměrně pomalu.

Většina nepřežívá několikaminutové zahřátí na  $70-75^{\circ}\text{C}$

Některé druhy termotolerantní.

Některé tvoří mykotoxiny, jiné antibiotika.

Tabulka 2-16: Přehled vybraných zástupců alergenních mikromycetů

Druh / Rod houby	Mykoalergen	Poznámka
<b>Mitosporické houby</b>		
<i>Alternaria alternata</i> <i>Alternaria</i> spp.	glykoprotein Alt 1	vnější, méně vnitřní prostředí, vrchol v časném létě a na podzim při zvýšené vlhkosti
<i>Aspergillus</i> spp.	glykoproteiny Asp f1, gp55, protei- nasy (Asp f13, Asp f13, Asp o13), celulasa, α-amylasa	vnější a hlavně vnitřní zdroje, maximum na podzim
<i>Cladosporium</i> spp.	> 30 alergenů glykoproteiny Cla h1 a Cla h2 enolasa Cla h6	celosvětový výskyt, často dominantní alergenní houba, výskyt na vlhkém zdivu, apod.
<i>Botrytis cinerea</i>	?	maximum v pozdním létě, výskyt na odumřelých i živých rostlinách, vlhkém zdivu
<i>Epicoccum nigrum</i>	?	
<i>Fusarium</i> spp.	glykoprotein Fus sl3596	celosvětový výskyt, hlavně v zemědělských oblastech, ale vlhké zdi, omítky, klimatizace
<i>Helminthosporium</i> spp.	glykoproteiny	výskyt na odumřelých rostlinách
<i>Penicillium</i> spp.	proteiny (Pen n13) proteiny (Pen c3)	vnější a hlavně vnitřní zdroje, maximum na podzim
<i>Trichophyton</i> spp.	protein Tri t 1	
<b>Basidiomycota</b>		
<i>Calvatia</i> spp.	proteiny Cal c Bd	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	proteiny	pěstuje se pro konzumaci
<i>Coprinus</i> spp.	proteiny	
<i>Psilocybe cubensis</i>	proteiny (16 kDa, 35 kDa, 76kDa aj.)	velmi silný alergenní potenciál
<b>Zygomycota</b>		
<i>Rhizopus stolonifer</i>	glykoproteiny Rhiz 3b, Rhiz 4b	vnitřní zdroje (potraviny)
<b>Kvasinky (<i>Hemiascomycetes</i><sup>1</sup>, <i>Basidiomycetes</i><sup>2</sup>)</b>		
<i>Candida albicans</i> <sup>1</sup>	enzymy (enolasa), manoprotein	součást mikrobioty člověka
<i>Malassezia furfur</i> <sup>2</sup>	proteiny, uhlovodíky?	součást mikrobioty člověka
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <sup>1</sup>	enolasa	vnitřní zdroje

Pozn.: ? – alergen blíže necharakterizován



**Pozitivní význam** výroba antibiotik

enzymů

organických kyselin

specifické oxidace

výroba potravin

čištění odpadních vod



# Mykotoxiny

Mykotoxiny, sekundární toxické metabolity plísní, patří mezi významné toxiny přírodního původu. Název mykotoxiny poprvé použit Forgaczem a Carlem r. 1955.

Jsou strukturně odlišné organické sloučeniny o nízké molekulové hmotnosti (až na výjimky nižší než 700 g/mol). Většinou termostabilní. Jsou nebílkovinné povahy, toxické pro člověka a živé organismy. Důvod proč jsou produkovány je vysvětlován tím, že jsou prostředkem plísní v boji o potravu a přežití. Mykotoxiny nejsou nezbytné pro rozvoj plísní.

K dietární a profesionální expozici mykotoxinům dochází nezávisle na vůli a zájmům člověka.

Z celkového počtu 114 druhů, které mají význam v potravinách, je 65 druhů toxinogenních. V současnosti je známo více jak 300 mykotoxinů. V současné době je asi 50 mykotoxinů dáváno do souvislosti s mykotoxikózami u lidí a zvířat.

Produkce mykotoxinů závisí zejména na typu potraviny, způsobu jejího uchování a přítomnosti mikrobiálních překážek, např. konzervačních látek.

Určitý mykotoxin může být produkován zástupci několika rodů plísní

Dva i více mykotoxinů mohou být produkovány určitým druhem plísní

Záchyt toxinogenních plísní v potravinách ještě neznamena přítomnost mykotoxinů

Ne všechny kmeny potenciálně toxinogenních plísní jsou toxinogenní.

Mykotoxin může přetrvávat v potravině nebo krmivu i když se již produkční houba nevyskytuje.

Významnou roli hraje i vhodnost substrátu – substrátová specifita

### **Základní příčiny výskytu mykotoxinů:**

- sklizeň vlhkých obilovin a jejich nevhodné skladování
- technologické operace prováděné volně na vzduchu za nevyhovujících hygienických podmínek (vysoká vlhkost a teplota)
- použití zaplísňených surovin pro výrobu potravin
- nevhodné uchovávání potravin v domácnosti (vlhkost, teplota)
- krmení zaplísňených krmiv (kontaminace mléka, vnitřností a masa)

Toxicita	Mykotoxin
Silně toxické (LD <sub>50</sub> cca jednotky mg/kg.t.hm)	Aflatoxiny, patulin, T-2toxin, ochratoxin A
Středně toxické (LD <sub>50</sub> cca desítky mg/kg.t.hm)	Kys. cyklopiazonová, sterigmatocystin
Slabě toxické (LD <sub>50</sub> cca stovky mg/kg.t.hm)	Trichoteceny, zearalenon

Mykotoxiny mohou vyvolávat **akutní** – po jednorázovém požití a **chronické otravy** - po opakovaném podání menších dávek.

Významné jsou **pozdní účinky mykotoxinů** – za delší dobu po expozici, ty mohou být mutagenní, karcinogenní, embryotoxické, teratogenní, imunosupresivní a alergenní.

### Prevence

- nepoužívat plesnivé suroviny a potraviny
- správné skladovací podmínky
- vyloučit sekundární kontaminaci
- využívat vhodné konzervační postupy



Tabulka 5-1: Akutní a chronická onemocnění lidí (mykotoxikózy) spojovaná s mykotoxiny

Mykotoxikóza	Mykotoxin
<b>Aflatoxikóza</b> (Aflatoxicosis)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Akutní DON toxikóza</b> (Acute DON toxicosis)	<b>deoxynivalenol</b>
<b>Akutní kardiální beri-beri</b> (Cardiac beri-beri)	<b>citreoviridin</b>
<b>Alimentární toxická aleukie</b> (Alimentary toxic aleukia)	<b>trichoteceny</b> (diacetoxyscirpenol, HT-2 toxin, T-2 toxin, nivalenol)
<b>Balkánská endemická nefropatie</b> (Balkan nephropathy)	<b>ochratoxin A</b> , a další mykotoxiny (např. citrinin)
<b>Cirhoza dětí v Indii</b> (Indian childhood cirrhosis)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Duševní retardace dětí</b> (Mental retardation of children)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Encefalopatie Udorn</b> (Udorn Encephalopathy)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Epidemická polyurea</b> (Poona disease)	<b>? mykotoxiny?</b> z <i>Rhizopus nigricans</i>
<b>Ergotismus</b> (Ergotism)	<b>námelové alkaloidy</b>
<b>Fusariotoxikóza v Číně</b> (Fusariotoxicosis in China)	<b>fuzáriové mykotoxiny</b>
<b>Hemolýza po konzumaci sága</b> (Sago Hemolysis)	<b>neznámé? mykotoxiny?</b>
<b>Chronická gastritida</b> (Chronic gastritis)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Indická endemická artritida</b> (Endemic Familiar Arthritis of Malnad)	<b>fuzáriové mykotoxiny</b>
<b>Jihoafrická osteoartróza</b> (Chronic osteoarthritis)	<b>trichoteceny</b>
<b>Karcinom jícnu</b> (Oesophageal cancer)	<b>fumonisy</b>
<b>Kardiomyopatie z „kobaltového piva“</b>	<b>? mykotoxiny?</b> ze sladu
<b>Kašin-Beckova nemoc</b> (Kashin-Beck disease)	<b>fuzáriové mykotoxiny</b> (např. fusarochromanon, T-2 toxin)
<b>Kešanská kardiomyopatie</b>	<b>? trichoteceny?</b>

<b>Kwashiorkor</b> (Kwashiorkor)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Mukomykotická nemoc</b> (Mucomycotic disease)	<b>? mykotoxiny?</b> Mucoraceae
<b>Nádory ledvin</b> (Renal tumors)	<b>ochratoxin A</b>
<b>Nemoc mselení</b> (Mseleni joint disease)	<b>trichoteceny</b>
<b>Nemoc sklízečů celeru</b> (Celery harvesters' disease)	<b>mykotoxiny</b> z Sclerotinia sclerotiorum
<b>Onemocnění akakabi-byo</b> (Akakabi-byo disease)	<b>mykotoxiny</b> z Fusarium. Graminearum, F. nivale
<b>Onemocnění onyalai</b> (Onyalai disease)	<b>tenuazonová kyselina moniliformin</b>
<b>Onemocnění ze žluté rýže</b> (Yellow rice disease)	<b>luteoskyrin, citrinin, rugulosin, islandotoxin, citreoviridin, cyclochlorotin</b>
<b>Otrava „opojným“ chlebem</b> (Scabby grain toxicosis)	<b>mykotoxin</b> – z Fusarium graminearum
<b>Otrava červenou plísní</b> (Red mold poisoning)	fuzáriový mykotoxin – <b>deoxynivalenol</b>
<b>Otrava z cukrové třtiny</b> (Arthrinium Sugarcane Poisoning)	<b>β-nitropropionová kyselina mykotoxiny</b> z Arthrinium spp. a z Fusarium moniliforme (fumonisiny ?)
<b>Otrava z plesnivého prosa-ragi</b> (Ragi mould toxicosis)	<b>toxiny</b> z Heterosporium spp.
<b>Otrava ze zaplesnivělého prosa</b> (Kodua poisoning)	<b>kodo toxiny</b> z Phomopsis paspalli nebo <b>cyklopiazonová kyselina</b>
<b>Pelagra</b> (Pellagra)	<b>T-2 toxin, tenuazová kyselina?, moniliformin, fumonisiny, zearalenon, kys. kojová?</b>
<b>Primární jaterní karcinom</b> (Primary liver cancer)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Předčasná puberta</b> (Premature thelarche)	<b>zearalenon</b>
<b>Rakovina děložního krčku</b> (Cervical cancer)	<b>zearalenon</b>
<b>Respirační onemocnění</b> (Respiratory diseases)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Reyův syndrom</b> (Reye's Syndrome)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Stachybotryotoxikóza</b> (Stachybotryotoxicosis)	<b>makrocyclické trichoteceny</b> z Stachybotrys atra
<b>Trombocytopenická purpura</b> (Purpura)	<b>? mykotoxin?</b> z Phoma sorghina
<b>Třesy</b> (Tremors)	<b>penitrem A, tremorgeny</b>
<b>Tuková degenerace jater</b> (Fatty degeneration of the liver)	<b>aflatoxiny</b>
<b>Urovňová nemoc</b> (Urov' disease)	<b>trichoteceny</b>
<b>Vývojová porucha mozku</b> (Frontoethmoidal Encephalomeningocele)	<b>? mykotoxiny – teratogeny?</b>

Produkcí mykotoxinů v zemědělských produktech se dá zabránit prevencí růstu jejich producentů. Vhodnou úpravou skladovacích prostor (vlhkost, atmosféra - řízená atmosféra).

Chemická inhibice růstu – kys. propionová, mravenčí, octová.

Fyzikální, biologické a chemické metody degradace mykotoxinů – příklady.

Aflatoxin lze degradovat zářením, teplem, silnými kyselinami a zásadami, amoniakem, oxidačními látkami. V mléce ho denaturuje peroxid vodíku a riboflavin. Je třeba brát v úvahu mutagenní potenciál produktů těchto reakcí.

Adsorbenty (bentonit, aktivní uhlí) - odstranění aflatoxinu a patulinu z tekutin. Patulin je stálý při nízkém pH, ale ne v přítomnosti větších kvant vit. C nebo bisulfitu.

Biodegradace mykotoxinů: degradace aflatoxinu vlastním myceliem – peroxidasa.

Některé mikroorganismy *Flavobacterium*, *Candida lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* degradují patulin. Atd.

Některé mykotoxiny degraduje mikroflóra bacheru a intestinální mikroflóra dalších zvířat.

**Analytika mykotoxinů:** imunochemické metody ELISA, RIA

chromatografické metody GC, HPLC, TLC, HPTLC

biologické metody - testovací mikroorganismy (*Bacillus*,  
*Salmonella*) nebo tkáňové kultury - testy toxicity, mutagenity



# Významné mykotoxiny

## Aflatoxiny

Je známo 20 typů aflatoxinů (B,D,G,M,P,Q,R,W). Jsou vysoce termostabilní s prokázanou karcinogenitou, největší akutní toxicitu má AFB1. Působí poškození jater i v nízké koncentraci. Mechanismus působení spočívá v bloádě syntézy DNA, RNA a proteinů. Citlivá jsou především mláďata. Producenti příslušníci rodu *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. parasiticus*, ...). Dominantní substrát jsou olejnatá semena.

## Ochratoxiny

Nejdůležitější je ochratoxin A – fyzikálně i chemicky značně stabilní. Působí poškození jater a ledvin. Jeho rezidua lze nalézt ve svalovině drůbeže a prasat. Producenti rod *Aspergillus* (*A. ochraceus*, *A. niger* atd.) a *Penicillium* (*P. expansum*, *P. chrysogenum*, ..). Kontaminují hlavně obilniny a výrobky z nich.

## Citrinin

Silný nefrotoxin, poškozuje i metabolismus jater, karcinogen. Producenti *Penicillium citrinum* a další a některé *Aspergilly*. Vyskytuje se v plesnivých krmivech a potravinách.

## **Patulin**

Je termostabilní, způsobuje poškození gastrointestinálního traktu, je imunosupresivní, mutagenní, neurotoxický. Producenti *Aspergillus clavatus*, *Penicillium expansum*, *Byssochlamys nivea*. Bývá často detekován v obilovinách a ovoci (jablka, mošty, šťávy).

## **Zearalenon**

Není akutně toxický, u zvířat vyvolává estrogenní poruchy. Tvoří ho řada druhů rodu *Fusarium*. V obilovinách už na poli nebo při skladování.

## **Deoxinivalenol (vomitoxin)**

Akutní toxicita – střevní potíže, zvracení, hemoragie. Má i teratogenní účinky. Producenti jsou *Fusaria*. Výskyt v obilovinách a výrobcích z nich.

## **Sterigmatocystin**

Je meziproduktem syntézy AFB1 – jeho toxické účinky jsou podobné jen méně akutně toxické. Producenti *Penicillium*, *Aspergillus*, *Chaetomium* a další. Výskyt v obilovinách, zelené kávě, tvrdých sýrech (gouda, eidam), koření, moštech – hroznový, grepový.

## **T-2 toxin**

Akutně je dermatotoxický (nekrózy kůže), má emetické účinky, hemoragie. Dlouhodobě je imunotoxický, genotoxický, možný karcinogen. Producenty jsou *Fusaria*. Bývá v obilovinách, koření.

## **Kys. cyklopiazonová**

Působí nekrózy vnitřních orgánů – játra, ledviny, kosterní svalstvo, je to gastroenterotoxin, hepatotoxin, nefrotoxin, neurotoxin, mutagen, má i teratogenní účinky, působí embryotoxicky. Producenti *Aspergillus* a *Penicillium* (*P. camemberti* i kulturní kmeny). Vyskytuje se v obilovinách, plísňových sýrech, drůbežím mase, vejcích.

## **Fumonisin**

Inhibují syntézu sfingolipidů (vyskytují se v nervové tkáni), postihuje játra, plíce, ledviny, je imunotoxický, teratogenní, možný karcinogen. Producenty jsou *Fusaria*. Potravinou na bázi kukuřice, v pivě, chlebě, koření kari.

<b>Mykotoxin</b>	<b>Vybraní producenti</b>	<b>Potravina</b>	<b>Stanovené koncentrace</b>
<b>Aflatoxiny (zejména B1)</b>	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Arašídny, ořechy, pekařské výrobky, ryby, pivo, vaječné výrobky	Jednotky až stovky µg/kg
<b>Alternariové mykotoxiny</b>	<i>Alternaria alternata</i>	Rajčata, protlaky, jablka, obilniny	Jednotky až stovky µg/kg
<b>Deoxynivalenol</b>	<i>Fusarium ssp.</i>	Obiloviny a výrobky z nich	Setiny až desítky mg/kg
<b>Fumonisin</b>	<i>Fusarium ssp.</i>	Kukuřice a kukuřičné výrobky	Jednotky až tisíce µg/kg
<b>Kyselina cyklopiazonová</b>	<i>Penicillium ssp.</i>	Obiloviny, mléko, sýry, plísňové sýry	Jednotky až stovky µg/kg
<b>Ochratoxin A</b>	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium verrucosum</i>	Obiloviny a výrobky z nich, pivo, luštěniny, koření, vepřové maso a vnitřnosti	Stovky ng/kg až desítky µg/kg
<b>Patulin</b>	<i>Aspergillus clavatus</i> <i>Penicillium expansum</i>	Jablka a výrobky z nich, ovoce	desítky až stovky µg/kg
<b>Sterigmatocystin</b>	<i>Aspergillus versicolor</i>	Obiloviny a výrobky z nich, tvrdé sýry	Jednotky až stovky µg/kg
<b>T-2 toxin</b>	<i>Fusarium ssp.</i>	Obiloviny a výrobky z nich, pivo, koření	Jednotky až stovky µg/kg
<b>Zearalenon</b>	<i>Fusarium ssp.</i>	Obiloviny a výrobky z nich, koření, banány, slad, pivo	Jednotky až desítky µg/kg

## Literární zdroje

Cempírková, R., Lukášová, J., Hejlová, Š. (1997): Mikrobiologie potravin, JU ZF České Budějovice, ISBN: 80-7040-254-7

Görner, F., Valík, L. (2004): Aplikovaná mikrobiológia požívatin. Malé centrum Bratislava, ISBN: 80-967064-9-7

Šilhánková, L. (1995): Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology, Victoria Publishing a.s., ISBN: 80-85605-71-6

Miniatlas mikroorganismů VŠCHT Praha

Šroubková, E. (1996): Technická mikrobiologie, MZLU Brno, ISBN: 80-7157-226-8

Malíř, F., Ostrý, V. (2003): Vlákňité mikromycety (plísňě), mykotoxiny a zdraví člověka. Nár. centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravot. oborů Brno, ISBN: 80-7013-395-3

Fassatiová, O. (1979): Plísňě a vlákňité houby v technické mikrobiologii, SNTL Praha

<http://www.biotox.cz/toxikon/mikromycety/namel.htm>