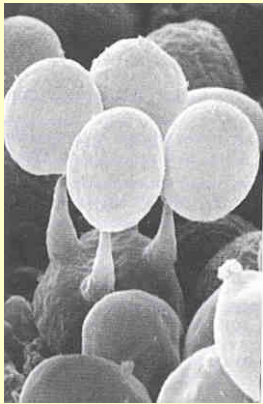


# **System a fylogeneze „nižších rostlin“ (*pro pokročilé*)**

**Díl šestý:**

***Basidiomycota* (charakteristika oddělení):  
*Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina.***



## Oddělení: *BASIDIOMYCOTA* – HOUBY STOPKOVÝTRUSNÉ

karyogamie a meioza probíhá v meiosporangiu - **bazidii**

bazidiospory se tvoří **exogenně** na stopkách - **sterigmatech**

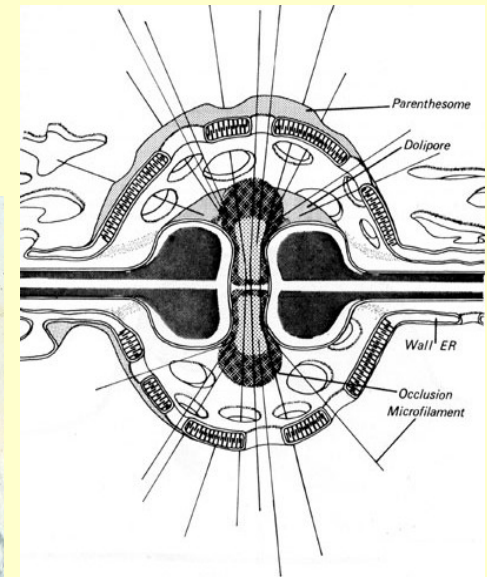
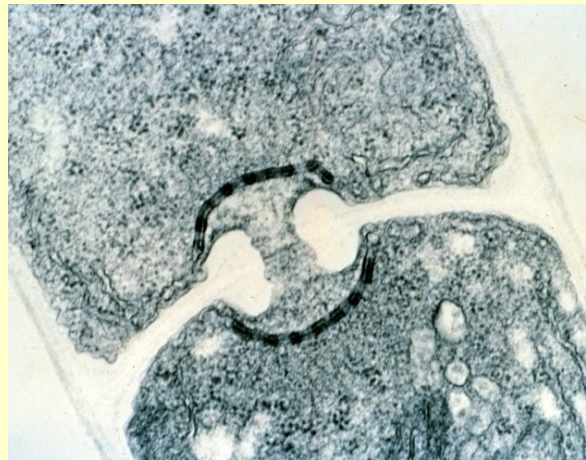
vegetativní stélka:

vláknité přehrádkované mycelium (mono- či dikaryotické), spletením více myceliálních vláken vznikají provazcovité **rhizomorfy** nebo zásobní **sklerocia**

ve stěně přehrádek vytvořeny **dolipory** - póry, jejichž obě strany jsou kryty membránovou čepičkou - **parentosomem** (u některých primitivních typů chybí), obvykle perforovanou

hlavní složkou vícevrstevné buněčné stěny je chitin

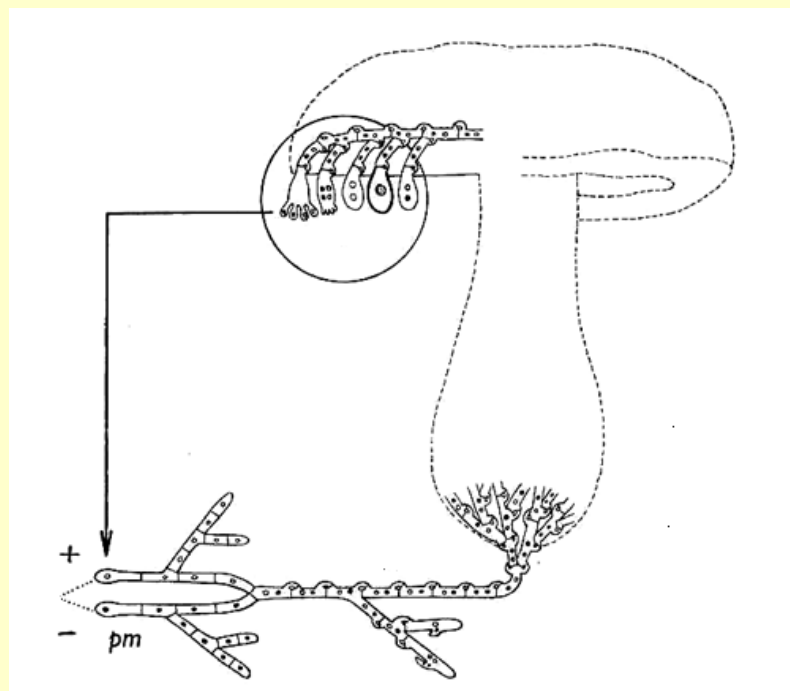
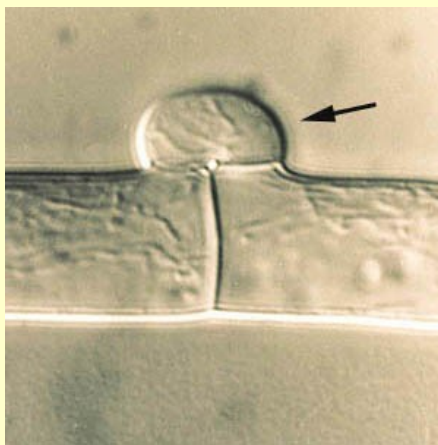
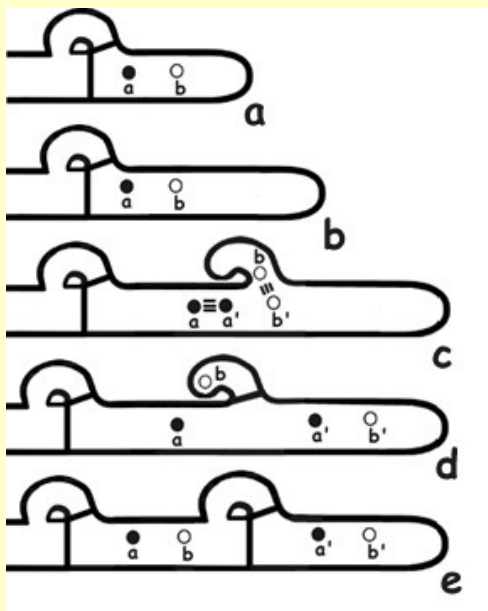
jsou to **dikaryobionti**



## Životní cyklus stopkovýtrusné houby (všeobecně):

klíčením bazidiospory vzniká haploidní **primární mycelium** (výjimečně chybí - kopulace bazidiospor u mazlavých snětí) - jednojaderné buňky, někdy dělení jader rychlejší než růst přehrádek, ale takto vzniklá vícejadernost je dočasná

vznik dikaryotického **sekundárního mycelia** - v něm probíhají konjugované mitózy spojené s tvorbou **přezek** (zajišťují rovnoměrné rozdělení + a - jader do dceřinných buněk)



sekundární mycelium - tvorba plodnic (není časově a prostorově vázána na somatogamii - **zásadní rozdíl** oproti vřeckatým houbám)

tvorba pro- a metabasidie, následně vznik bazidiospor (standardně čtyři)

tzv. „terciární mycelium“ - sekundární mycelium v plodnicích (-> nepravá pletiva)

pro **pohlavní rozmnožování** je typické, že se vůbec nevytváří gametangia  
nejčastějším pohlavním procesem je **somatogamie** dvou mycelií (hyfogamie),  
vzácněji probíhá přímo kopulace bazidiospor; u rzí se setkáme s gametosomato-  
gamií (spermatizací - oplodnění hyfy spermacií)

bazidie podle funkce (jsou-li morfologicky odlišné buňky, např. u rzí nebo snětí):



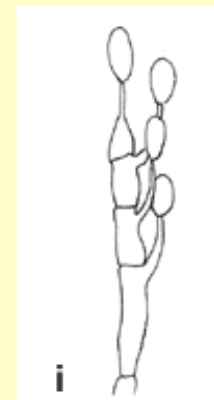
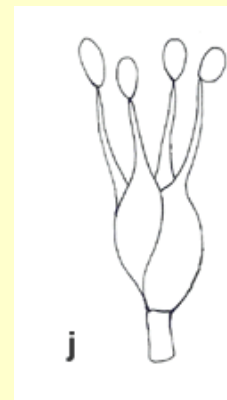
**probazidie** - probíhá zde karyogamie

**metabazidie** - probíhá zde meioza

typy bazidií podle stavby:

nepřehrádkovaná **holobazidie** (vlevo)

přehrádkami rozdělená **fragmobazidie**  
(dělená podélně nebo příčně, vpravo)



typy bazidií podle postavení vřeténka při meiozi:

**chiastická** (vřeténko v příčné poloze, bazidie bývá "tlustá")

**stichická** (vřeténko v podélné poloze, bazidie obvykle štíhlá, protáhlá)

bazidie mohou vznikat přímo na myceliu, příp. z jiných buněk (např. teliospor  
u rzí), ale nejčastěji je jejich tvorba soustředěna do omezené vrstvy - **hymenia** -  
nebo se tvoří (u břichatkovitých hub) uvnitř plodnice v **glebě**

## tvorba spor:

haploidní jádra po meiozi projdou sterigmaty ven z buňky a obalí se buněčnou stěnou (existují různé varianty tohoto procesu)

místo, kde spora přirůstá na sterigma, se nazývá **hilum**

ztenčenina buněčné stěny, kudy spora klíčí, je **klíční pór**

spory jsou **vystřelovány** (**balistosporie**) pomocí kapičky na bázi spory

u odvozených **gastroidních** bazidií se spory **pasivně** uvolňují (zpravidla uvnitř teřichu, typické pro břichatky)

bazidiospory jsou různého tvaru i velikosti (nejčastěji kulovité až elipsoidní), často rozmanitě ornamentované (ostnité, bradavčité, síťované)

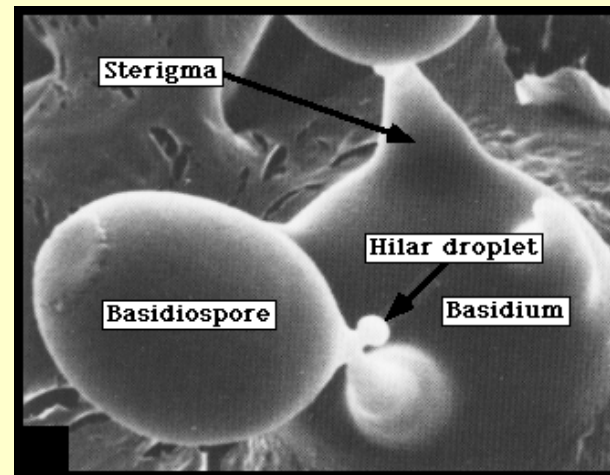
jsou téměř vždy jednobuněčné, obvykle jedno- či dvoujaderné

## klíčení bazidiospor:

základní typ je klíčení hyfou (=> primární mycelium)

u primitivnějších klíčů i jednotlivé buňky (kvasinkovité buňky, konidie nebo sekundární spory, pouze u některých řádů ze skupiny *Heterobasidiomycetes*)

genetické ladění - homothalické a heterothalické (bi- a tetrapolární) typy



## **ekologie:**

saprophytické i parazitické druhy, ale i specializované skupiny biotrofních parazitů (rzi, sněti)

ektotrofní mykorrhiza - hyfový plášť obaluje kořínky, houba proniká jen do mezibuněčných prostor (převládá u dřevin)

minimum je lichenizovaných hub, jen některé druhy (nejsou zde ohraničené taxonomické skupiny zahrnující lichenizované zástupce)

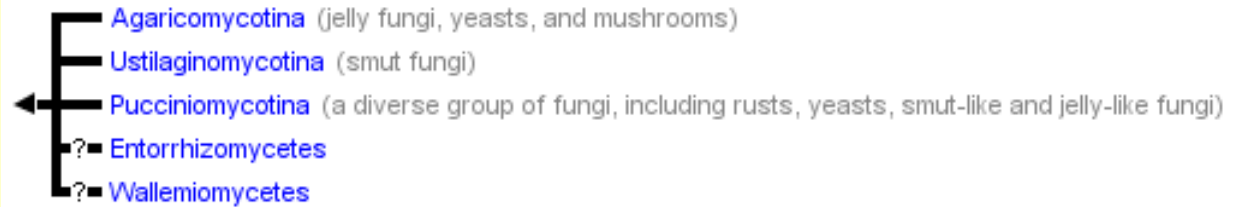
## **význam:**

hospodářsky významní jsou fytopatogenní paraziti (rzi, sněti) a houby rozkládající celulózu a lignin - "dřevokazné" houby

řada zástupců zejména "masitých" hub jsou vyhledávané jedlé houby, u některých jsou využívány halucinogenní látky

cytostatika a jiné účinné substance (*Piptoporus*, *Langemannia* aj.)

## Aktuální systém stopkovýtrusných hub:



There is strong evidence that the Basidiomycota is monophyletic. Ballistospores, basidia, and clamp connections are present in the Agaricomycotina, Ustilaginomycotina, and Pucciniomycotina (although not in all species), suggesting that they have a common origin. Non-molecular characters that have been used to recognize major groups within the Basidiomycota include the form of the basidia (shape and septation), ultrastructure of hyphal septa and spindle pole bodies, presence or absence of yeast phases and "spore repetition" (production of spores directly from spores), and cellular carbohydrate composition (McLaughlin et al. 1995; Oberwinkler, 1987; Prillinger et al. 1990, 1991). Sequences of ribosomal RNA (rRNA) genes, recently supplemented by protein-coding genes, have played a major role in increasing our understanding of the relationships within Basidiomycota, and have demonstrated that some morphological attributes that have been emphasized in higher-level classification, such as the form of basidia, are subject to homoplasy (Swann and Taylor 1993, 1995, Swann et al. 1999).

Three major clades are strongly supported within the Basidiomycota: 1) Pucciniomycotina includes rusts (Pucciniales) and other taxa (Swann et al. 2001, Aime et al. 2006); 2) Ustilaginomycotina includes smuts (Ustilaginales) and others (Bauer et al. 2001, Begerow et al. 2006); and 3) Agaricomycotina includes mushrooms (Agaricomycetes), jelly fungi (Auriculariales, Dacrymycetales, Tremellales) and others (Hibbett and Thorn 2001, Swann and Taylor 1995, Wells and Bandoni 2001, Hibbett 2006). Monophyly of each of these groups has been supported in phylogenetic analyses of rRNA gene sequences and protein-coding genes (Hibbett et al. 2007). Similarities in the ultrastructure of septal pores and spindle pole bodies (McLaughlin et al. 1995) suggest that Ustilaginomycotina and Agaricomycotina could be sister groups, and some molecular phylogenies also support this topology. The placements of the Wallemiomycetes (a group of osmophilic molds) and Entorrhizomycetes (a group of root-inhabiting Fungi, previously classified in the Ustilaginomycotina [Bauer et al. 2001]) are particularly problematical (Matheny et al. 2006). At present, these are classified as "incertae sedis" within the Basidiomycota (Hibbett et al. 2007), but with the application of genome-scale datasets their placements may be resolved.

Někdejší třída *Heterobasidiomycetes* je silně heterogenní a zjevně parafyletickou skupinou, zahrnující všechny skupiny s fragmobazidií + skupiny, u nichž byla zjištěna tvorba kvasinkovitých buněk, sekundárních spor či mikrokonidií pučících z bazidiospor.

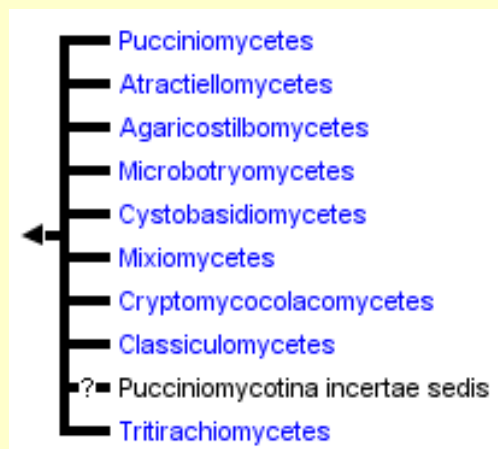
Další znaky:

- primární mycelium relativně dlouhověké
- pohlavní proces - vznik sekundárního mycelia: kromě obvyklé somatogamické hyfogamie i kopulace bazidiospor (*Tilletiales*) či gameto-somatogamie (*Uredinales*)
- póry v přehrádkách hyf jsou různých typů - jednoduché, se zátkou i mohou zcela chybět
- bazidie různých typů se tvoří v hymeniu, přímo na myceliu nebo na sekundárních sporách
- zpravidla se nevyvíjejí plodnice
- v současném pojetí zahrnují parazitické zástupce



## Pododdělení: *PUCCINIOMYCOTINA*

Skupiny kolem rzí byly odděleny do samostatné třídy již dříve (někdy i společně se skupinami kolem snětí, tvoříce dohromady spíše heterogenní skupinu mezi stopkovýtusnými a vřeckatými houbami); v 90. letech byly řazeny řády *Uredinales* a *Septobasidiales* do třídy *Teliomycetes*, později byla (pro tyto a některé další řády) uznávána třída *Urediniomycetes*, dnes na úrovni pododdělení *Pucciniomycotina*.



More than 95% of the species and 75% of the genera in this group are placed in the Pucciniales (Pucciniomycetes), the plant parasitic rust fungi. The next largest orders, Septobasidiales (Pucciniomycetes) and Microbotryales (Microbotryomycetes), collectively constitute approximately 5% of the species and 4% of the genera. Nearly 20% of the rust genera and 60% of the nonrust genera are monotypic (containing only one species). The rust fungi and several of the yeasts have been more extensively studied than have other taxa, and the surprisingly large percentage of monotypic genera may be artificially high due to the limited research on these often obscure fungi.

## Třída: *PUCCINIOMYCETES*

### řád *Pucciniales (Uredinales)* - rzi

obligátní biotrofní parazité cévnatých rostlin

intercelulární mycelium s haustorií => hypertrofie, hyperplazie

přepážky s jednoduchými póry (nejsou vytvořeny dolipory), hyfy bez přezek

pohlavním procesem je gameto-somatogamie, netvoří se plodnice

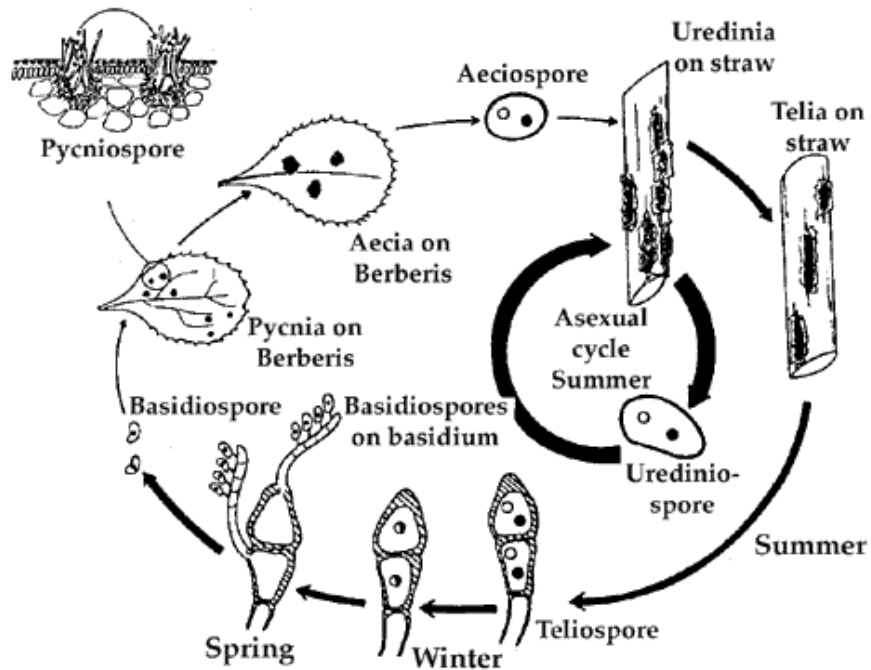
pravděpodobně se jedná o nejprimitivnější stopkovýtrusné houby:

- přepážky hyf nemají přezky a dolipory
- dlouhá haploidní fáze
- gameto-somatogamie
- více stadií nepohlavních spor (aeciospory, urediospory, teliospory)

složité životní cyklus:

- heteroecické = dioecické (dvoubytčné) rzi - střídání dvou hostitelů
  - autoecické = monoecické (jednobytčné) rzi - celý životní cyklus na jednom hostiteli
- řada druhů má různým způsobem zkrácený životní cyklus (tzv. brachy-, demi-, mikrocyklické druhy)

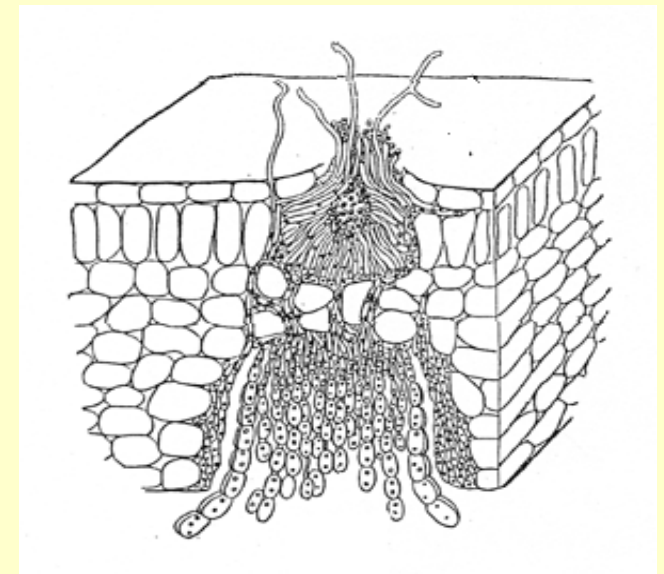
# Life Cycle of *Puccinia graminis*

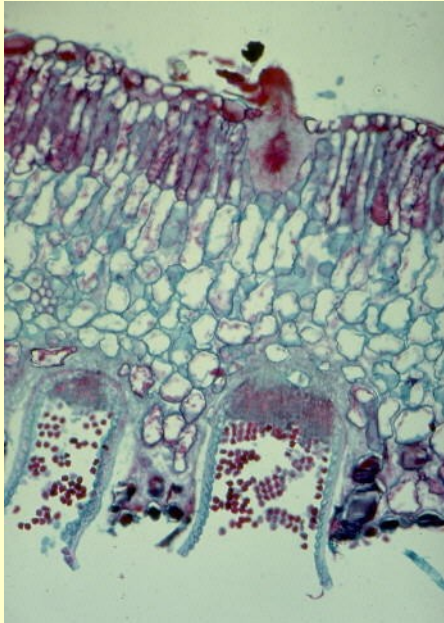


vývojový cyklus dvoubytné rzi  
(mezihostitel, hlavní hostitel):

**bazidiospora** (n) vyklíčí v haploidní mycelium => pod svrchní epidermis se tvoří bipolárně pohlavně laděná **spermogonia (0)**, kde dojde k tvorbě **spermacií** a receptivních hyf; zde se vytváří „nektar“, hmyz přenese spermacie => oplození => sekundární dikaryotické mycelium => na spodní straně listu se vytváří ložiska - **aecia (prášilky; I)** prorážející epidermis => **aeciospory** (spermogonia + aecia na obrázku dole)

=> infekce hlavního hostitele => vývin dikaryotického mycelia => tvorba ložisek - **uredií (II)** => **urediospory** => další šíření nákazy během vegetační sezóny => před dozráním hostitele se vytvoří ložiska - **telia (III)** => **teliospory** (přetrvávající neinfekční spory) => karyogamie - fungují jako probazidie => vyklíčí z nich stichické fragmobazidie => meioza => **bazidiospory (IV)**





zástupci:

*Puccinia* - 2-buněčné teliospory: *P. graminis* – mezihostitel dříšťál (vlevo nahoře spermogonium a aecia), hlavní hostitel trávy (vlevo dole teliové ložisko), *P. punctiformis* - pcháč oset

*Uromyces* - 1-buněčné teliospory, často na bobovitých:  
*U. pisi* – pryšec (mezihostitel) + hrách (hlavní hostitel)

*Phragmidium* - vícebuněčné teliospory: *P. rubi-idaei* - maliník



*Gymnosporangium sabinae*:  
hrušeň (mezihostitel, aecia - 2 obr. uprostřed) + jalovec (hl. host., telia - obr. vpravo)



## Pododdělení: USTILAGINOMYCOTINA

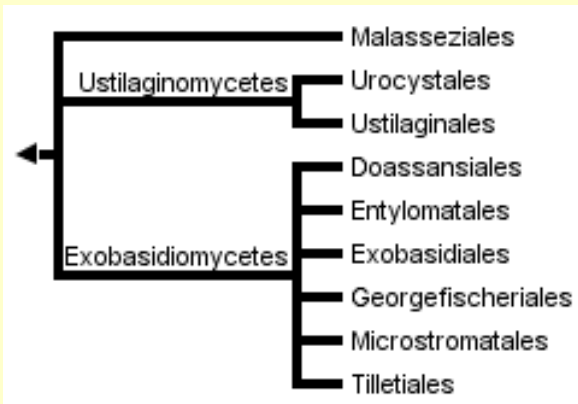
I tato skupina prodělala v průběhu času značné posuny v systému a změny svého rozsahu. Historicky se můžeme setkat s pojetím skupiny *Hemibasidiomycetes* (buď pro rzi a sněti dohromady, nebo jen pro sněti /rzi pak patřily mezi *Protobasidiomycetes*/) nebo skupiny *Endomycetes* (sněti + kvasinky).

Z novější doby pochází pojetí samostatné třídy, případně dvou tříd *Ustomycetes* a *Sporidiomycetes* (mj. i v samostatném oddělení *Ustomycota*).

Zde prezentovaný systém založený na klasické morfologii, ultrastrukturních znacích i molekulárních datech dělí tuto třídu na třídy *Entorrhizomycetes* (nebude dále zmiňována, některými autory stavěna úplně extra v rámci odd. *Basidiomycota* a někteří zpochybňují i to), *Ustilaginomycetes* a *Exobasidiomycetes*.

Je možno zaznamenat i přesuny některých druhů mezi tradičními řády, např. čeleď *Urocystaceae* (dříve součást řádu *Tilletiales*) aktuálně dala základ řádu *Urocystales* v třídě *Ustilaginomycetes* (připadly sem ovšem i některé rody řazené dříve do čeledí *Tilletiaceae* i *Ustilaginaceae*).

Problematické je postavení řádu *Sporidiales* ("bazidiogenní kvasinky" tvořící teliospory), vyčleňovaného v této třídě jako skupina nejasného postavení. Nověji je též kladen některými autory do třídy *Pucciniomycetes*.



Lack of membrane bands or caps at the pores and the presence of local interaction zones without interaction apparatus characterize the Entorrhizomycetidae (Bauer et al. 1997). Entorrhiza is the single genus currently identified of this group.

Presence of enlarged interaction zones characterizes the Ustilaginomycetidae (Bauer et al. 1997). This statistically well-supported subclass (Begerow et al. 1997) comprises 33 teleomorphic (with a known sexual stage) and one anamorphic (without a known sexual stage) genera, e.g. Anthracoidea living on Cyperaceae, Cintractia living on Cyperaceae and Juncaceae, Doassansiosis living on mono- and dicots, Farysia living on Cyperaceae, Melanotaenium s. str. living on dicots, Mycosyrinx living on Vitaceae, Pseudozyma (anamorphic genus), Sporisorium living on Poaceae, Thecaphora living on dicots, Urocystis living on mono- and dicots or Ustilago s.str. mainly living on Poaceae.

The Exobasidiomycetidae differ from the Ustilaginomycetidae by forming local interaction zones and from the Entorrhizomycetidae by having membrane caps at the pores (Bauer et al. 1997). This subclass contains 35 teleomorphic and two anamorphic genera, e.g. Botryoconis living on Lauraceae, Brachybasidium living on Arecaceae, Coniodictyum living on Rhamnaceae, Doassansia living on mono- and dicots, Entyloma living on dicots, Exobasidium living on dicots, Georgefischeria living on Convolvulaceae, Graphiola living on Arecaceae, Malassezia (anamorphic genus), Microstroma living on Juglandaceae and Fagaceae, Tilletia living on Poaceae, Tilletiaria (only known in laboratory) or Tilletiopsis (anamorphic genus).

## **Třída: *USTILAGINOMYCETES***

### **řád *Ustilaginales* - prašné sněti**

obligátní vysoce specializovaní (na hostitele a jejich orgány - listy, květy aj.)  
parazité cévnatých rostlin

silně redukovaná haploidní fáze, plodnice chybí

parazitické dikaryotické intercelulární mycelium s haustorií, přepážky převážně bez pórů (!) a s přezkami; toto sekundární mycelium vzniká kopulací:

a) primárních mycelií

b) primárního mycelia s bazidiosporou

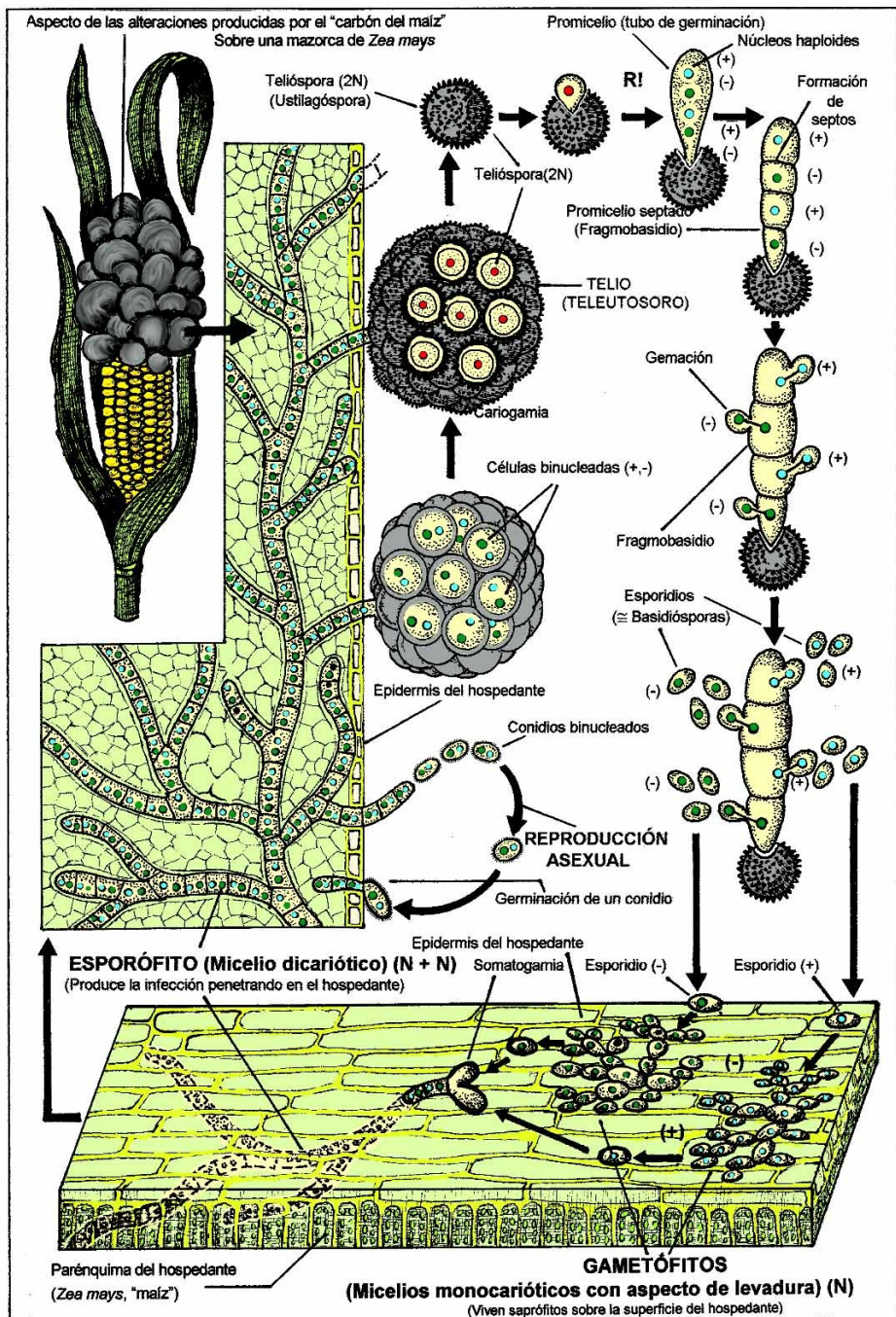
c) dvou sekundárních spor (vypučivších z bazidiospory)

často se tvoří kvasinkovité stadium nahrazující primární mycelium

z dikaryotického mycelia tvorba sorů tlustostěnných teliospor (chlamydospor)  
=> karyogamie => vyklíčí tzv. promycel => meioza - stává se metabazidií (příčně přehr.) => tvorba bazidiospor (mohou dále pučet), ty pak spolu kopulují rovnou anebo kopulují buňky z nich vypučivší => dikaryotické mycelium => infekce (často napadení embrya, po vyklíčení semene sněť prorůstá rostlinou a projeví se až v dospělosti přeměnou obsahu plodu v masu chlamydospor)

nepohlavní rozmnožování - hyfy prorážející na povrch hostitele odškrcují dikaryotické blastospory => další infekce

**CICLO DE USTILAGO MAYDIS ("Carbón del maíz") (*Heterobasidiomycetidae*)  
DIGENÉTICO HETEROMORFICO CON ESPORÓFITO DOMINANTE**



- rod *Ustilago* - mnoho druhů:
- *U. maydis* (prašná sněť kukuřičná, viz foto i schéma životního cyklu)
  - *U. tritici* (prašná sněť pšenično-ječná) – způsobuje infekce květů, přezimuje v obilce
  - Cintranctia caricis* – mošničky ostřic



## Třída: *EXOBASIDIOMYCETES*

na rozdíl od třídy *Ustilaginomycetes* mají holobazidie (výjimky se najdou) a póry s parentosomy (vzácněji jednoduché póry nebo přepážky bez pórů)

### řád *Tilletiales* - mazlavé sněti

obligátní parazité cévnatých rostlin, podobné projevy jako prašné sněti

odlišnosti od prašných snětí:

- chybí primární mycelium a kvasinkovitá stadia
- dikaryotické mycelium - primitivní dolipory, bez přezek
- holobazidie
- protáhlé bazidiospory kopulují zpravidla ještě na bazidii pomocí kopulačních kanálků (tvar písmene H) => klíčení hyfou nebo sekundárními sporami (nikdy pučením!)
- hostitele infikuje dikaryotická hyfa, nejčastěji v půdě při klíčení rostliny (infekce není předem v embryu!)

zástupci:

*Tilletia caries* (mazlavá sněť pšeničná) - obilniny (hlavně pšenice); „caries“ (lat. „kaz“) - zrna s kazem (viz foto)



## řád *Exobasidiales*

vysoce speciﬁčtí parazité, intercelulární mycelium s haustorií  
vytváří nádory, skvrny na listech a jiné deformace

na povrchu hostitele se tvoří vrstva holobazidií (hymenium, plodnice ale chybí)  
napadají zástupce některých čeledí rostlin (hl. *Ericaceae*, *Empetraceae*)

*Exobasidium vaccinii* (plíška brusinková) - červenobílé skvrny na brusnicích

