

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Katedra botaniky
Studijní obor: Biologie – Chemie

Anatomie a morfologie hub a houbových organismů

Bc. Tereza Hyráková

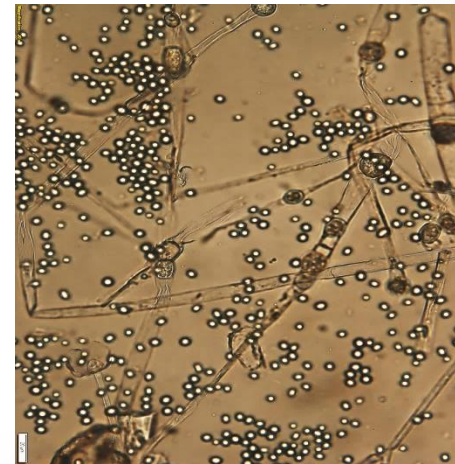
Vedoucí diplomové práce:
doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Postavení hub a houbových organismů v rámci systému organismů

- Považovány za **paralelní** skupinu s **rostlinnou** a **živočišnou** říší
- **Dříve** řazeny do skupiny **Plantae**
- **Polyfyletická** skupina
- Součást několika odlišných **superskupin eukaryot**



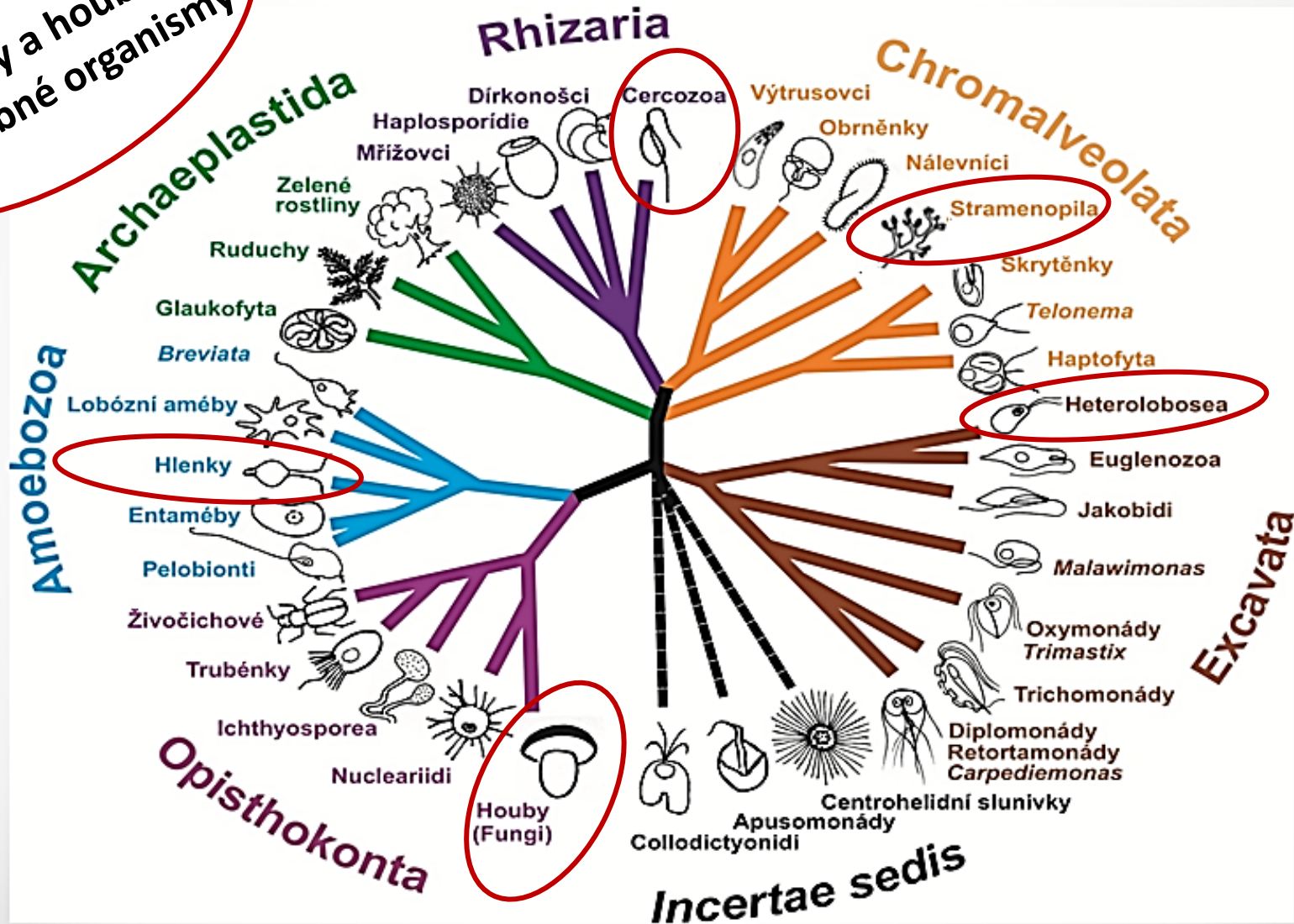
hnojník (*Coprinus* sp.)



Colletotrichum sp.

Postavení říše hub

Houby a houbám podobné organismy



Základní charakteristika houbové říše

- Organismy → heterogenní
→ eukaryotické
→ heterotrofní
→ stélkaté
→ rozmanitého vzhledu



pazderek hnědý
(*Stemonitis fusca*)

- **Nepřítomnost** plastidů a asimilačních barviv
- **Zásobní látky** glykogen a tuky



řasnatka (*Peziza* sp.)



1



2



3



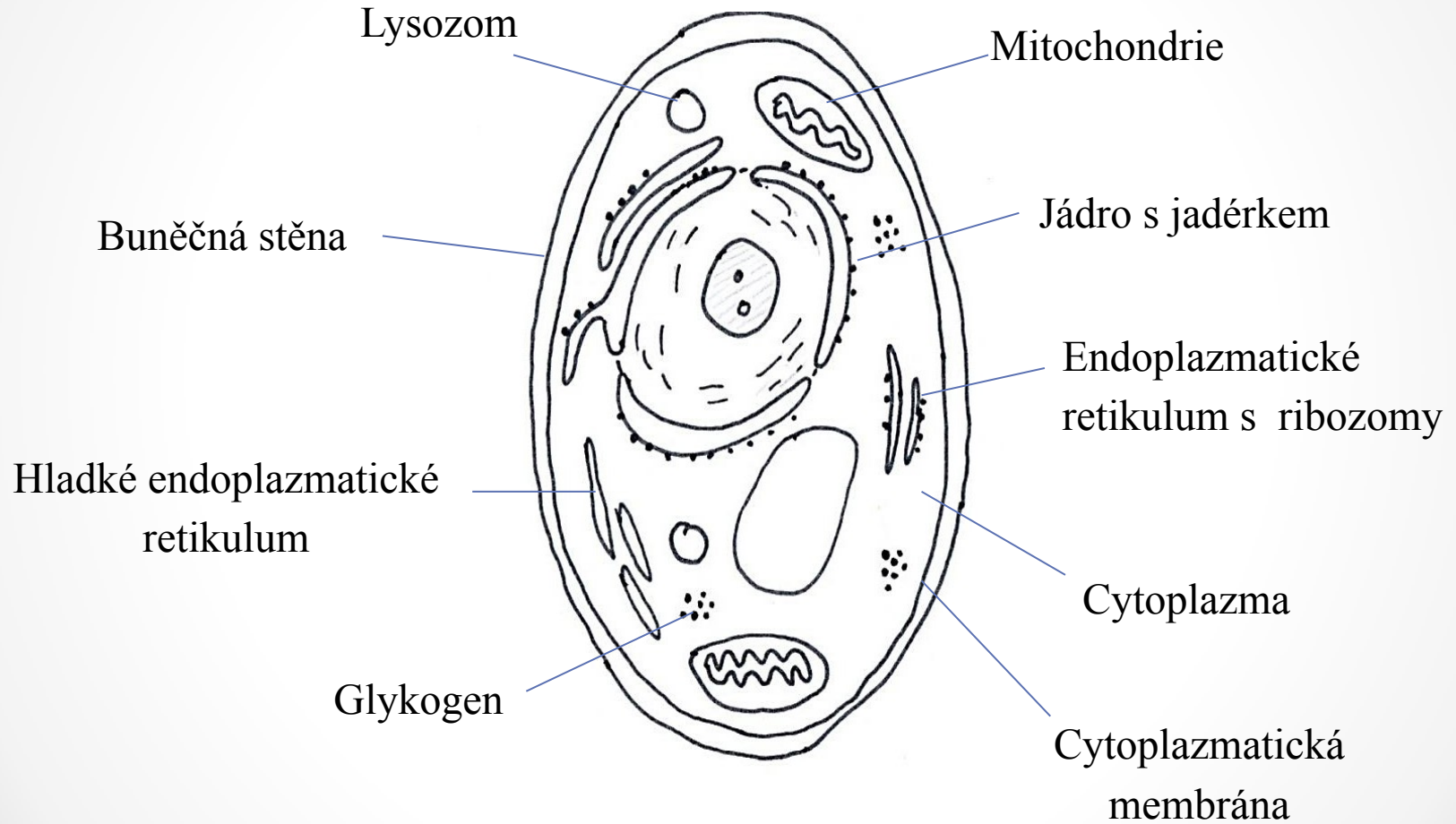
4



5

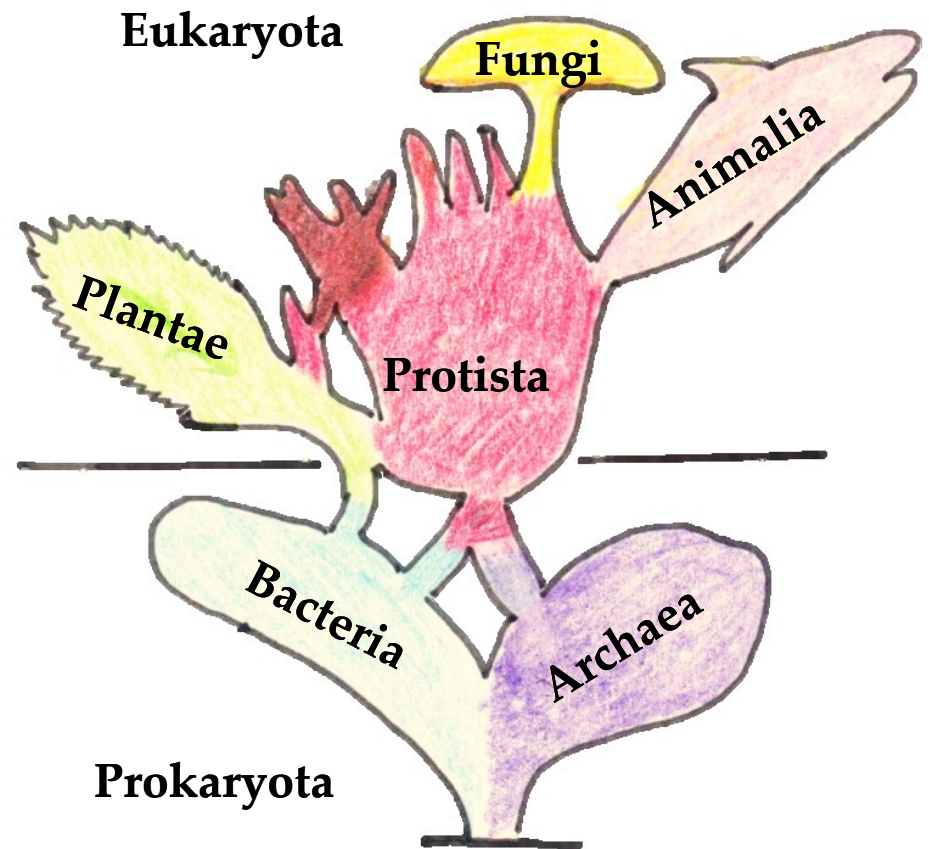
- 1.** pestřec bradavčitý (*Scleroderma verrucosum*); **2.** dřevnatka parohatá (*Xylaria hypoxylon*); **3.** chřapáč pružný (*Helvella elastica*); **4.** číšenka rýhovaná (*Cyathus striatus*); **5.** hvězdovka (*Geastrum* sp.)

Schéma buňky hub



Taxonomické zařazení - historie

- E.M. Fries **vyčleňuje** houbové organismy z systému **dvou říší**
- R. Whittaker **poprvé** uvádí říši **Fungi**



Taxonomické zařazení

- V **současné** době známa **tři impéria**:
 - Archaea, Prokarya, Eukarya
- dle **T. Cavalier – Smithe** rozlišujeme systém **6 říší**:
 - Bacteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi, Animalia
 - **tradičnější**
- dle **Adla** členění na fylogeneticky **reálnější** skupiny
 - využívá **molekulárních** analýz

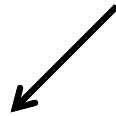
Přehled systému hub a houbám podobným organismů

Říše: systém dle Cavalier-Smith (1998)	Oddělení:	Říše: systém dle Adl et al. (2005)
PROTOZOA (prvoci)	ACRASIOMYCOTA	EXCAVATA
	MYXOMYCOTA	AMOEBOZOA
	PLASMIDIOPHOROMYCOTA	RHIZARIA
CHROMISTA	LABYRINTHULOMYCOTA	CHROMALVEOLATA (STRAMENOPIILA)
	OOMYCOTA (syn. PERONOSPOROMYCOTA)	
	HYPHOCHYTRIOMYCOTA	
FUNGI (houby)	CHYTRIDIOMYCOTA	OPISTHOKONTA
	MICROSPORIDIOMYCOTA	
	ZYGOMYCOTA	
	GLOMEROMYCOTA	
	ASCOMYCOTA	
	BASIDIOMYCOTA	

Morfologie hub

Stélka (thallus) – tělo hub

- **Jednodušší** stavba než u rostlin
- Rozlišujeme **vegetativní stélku** a **reprodukční útvary**



zajišťuje výživu

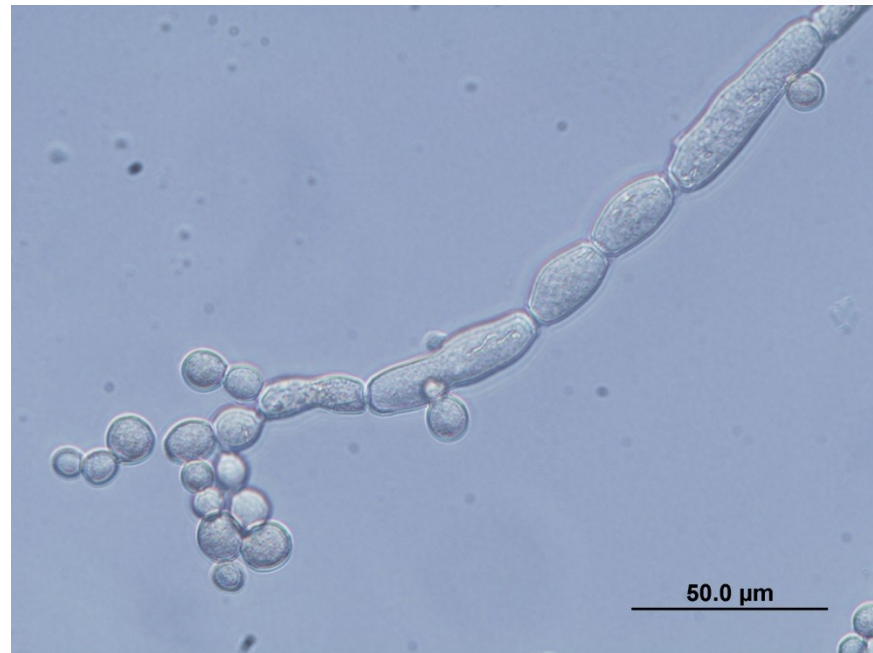


slouží k rozmnožování

- Může být **jednobuněčná** či **mnohobuněčná**

1. Jednobuněčná stélka

- Mikroskopická
- U **primitivnějších** zástupců
- Např. **kvasinky** – nejčastěji kulovité buňky
 - mohou tvořit **pseudomycelium**



Pseudomycelium; foto: M. Sedlářová

2. Mnohobuněčná stélka

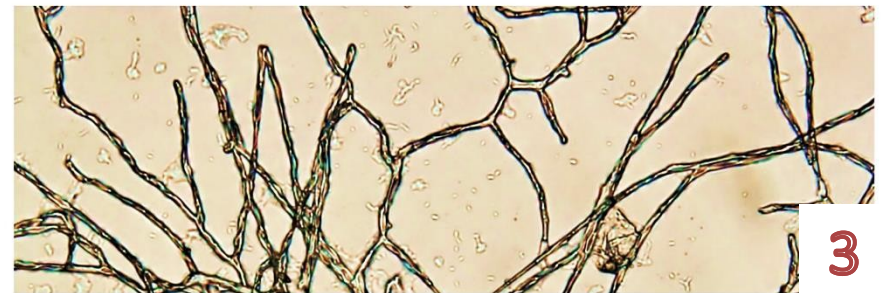
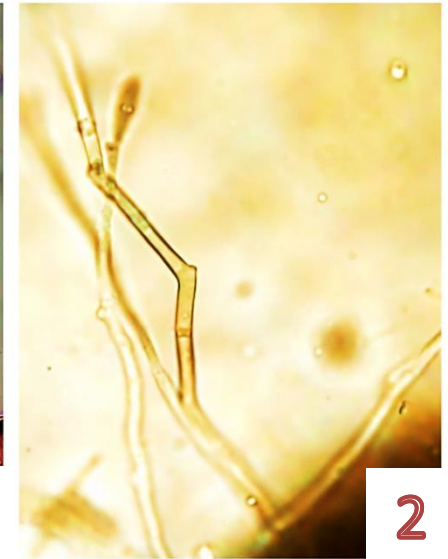
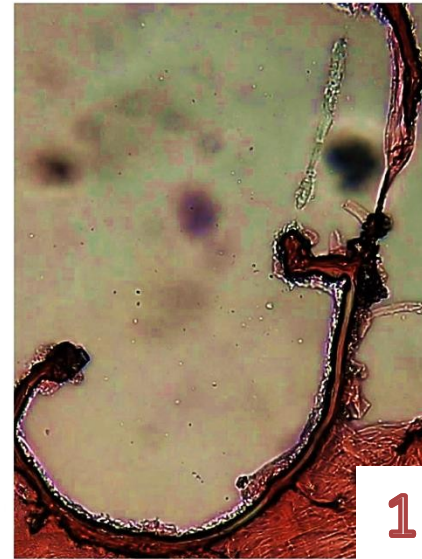
- Tvořena větvenými **hyfami**:

a) Jednobuněčné:

- nepřehrádkované, mnohojaderné buňky
- u **primitivních** skupin - právě plísně

b) Mnohobuněčné:

- přehrádkované (**septa**), jedno či více jaderné buňky

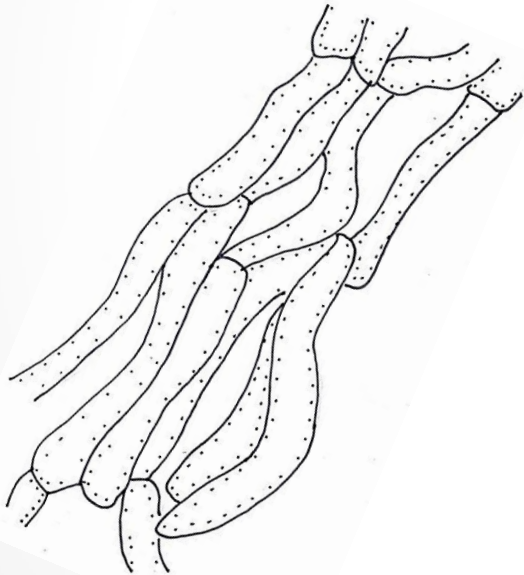


1. septum; **2.** hyfa šupinovky kostrbaté (*Pholiota squarrosa*); **3.** hyfa troudnatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*)

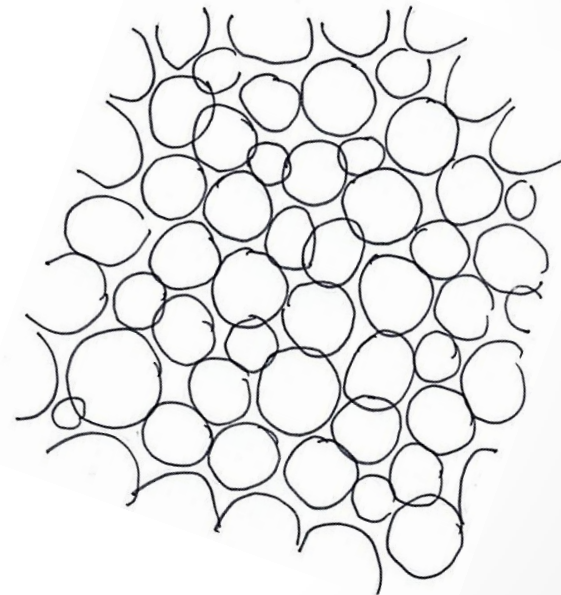
Podhoubí (mycelium)

- Vytvářeno **větším** počtem rozvětvených **hyf**
- **Základním** pletivem je **plektenchym**

prozenchym



pseudoparenchym



- Viditelné odkrytím **horní** vrstvičky půdy – **bílá pavučinová vlákna**



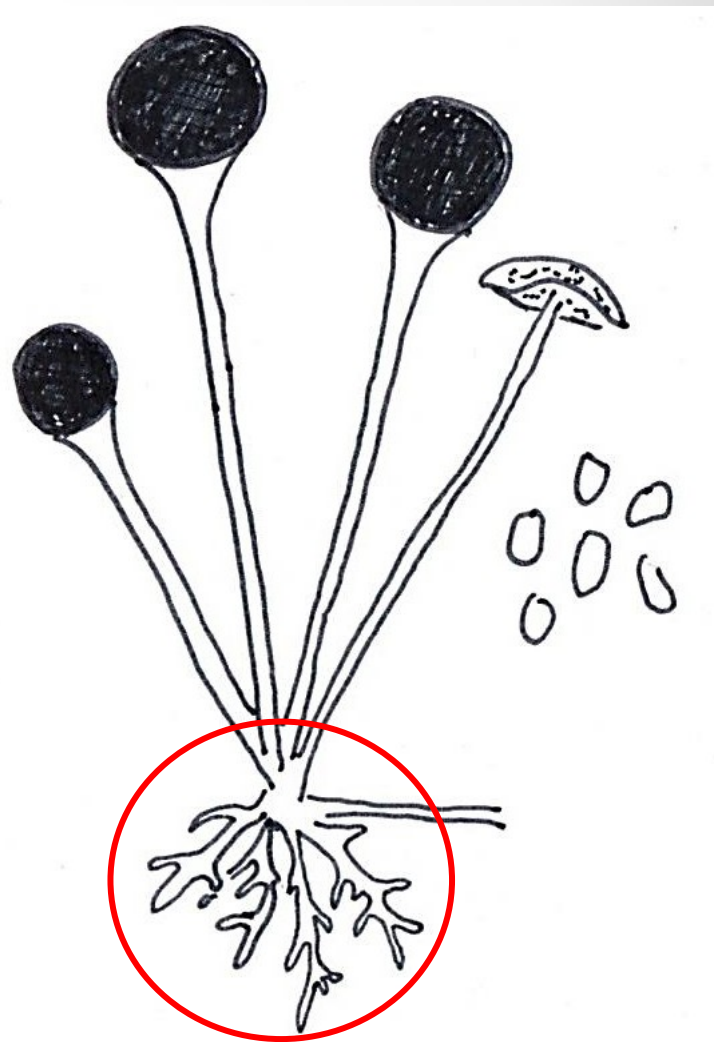
pestřec bradavičitý (*Scleroderma verrucosum*) s přiblížením mycelia

Modifikace hyf

- Mohou se **spojovat** pomocí spojek (**anastomóza**)
- **Nejznámější** modifikace:
 1. Rhizoidy
 2. Haustoria
 3. Syrocium
 4. Rhizomorfy
 5. Sklerocia
 6. Stromata
 7. Ozonium

1. Rhizoidy

- **Nejjednodušší** modifikace
- Málo větvené **mycelium** vytváří tzv. **kořínky**
- Funkce **upevňovací** a k **čerpaní** živin
- Najdeme u **korpidlovce černavého** (*Rhizopus stolonifer*)



Perokresba rhizoidů u korpidlovce černavého (*Rhizopus stolonifer*)

2. Haustorium

- Specifický **orgán**
- Modifikace **mycelia** uvnitř **hostitelské** buňky
- Výskyt u **parazitujících** hub



Haustorium padlí rajčatového (*Oidium neolycopersici*); foto: B. Mieslerová

3. Syrocium

- **Srostlé** mycelium v **kompaktní** měkký, blanitý **útvár**
- Výskyt u některých **chorošů**



Syrocium u bílé hniloby;
foto: B. Mieslerová

4. Rhizomorfy

- **Specializované, černé, síťově uspořádané útvary**
- Nachází se mezi **borkou a dřevem**
- Dosahují až **několik** metrů
- Výskyt u **václavky obecné** (*Armillaria mellea*)



Rhizomorfy u václavky obecné
(*Armillaria mellea*)

5. Sklerocium

- **Tvrde** až kulovité, většinou jednoleté **útvary**
- Obsahují **tukové** zásobní **látky**
- Představují **odpočinkové** stadia
- Výskyt u některých hub:
paličkovice nachová
(*Claviceps purpurea*)



Sklerocia paličkovice nachové
(*Claviceps purpurea*); foto: J. Rod

6. Stromata

- Černé **bochníčky** vzniklé **sloučením** hyf
- Zčásti **ponořené** ve **dřevě** či jiném **substrátu**
- Slouží jako **mechanická** ochrana **plodniček**
- Typický znak pro **vřeckovýtrusé** houby



Řez dřevnatkou mnohotvárnou
(*Xylaria polymorpha*)



Stromata dřevomoru (*Hypoxylon* sp.)

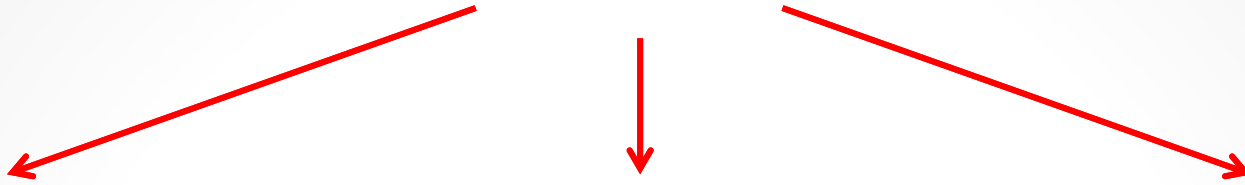
6. Ozonium

- **Spletená** vzdušná **hyfová** vlákna
- Má vzhled **rezavě** zbarvené **plsti**
- Roste na **povrchu** půdy, častěji dřeva
- Výskyt hlavně u **hnojníků** (*Coprinus* spp.)



Ozonium; foto: J. Komár

Plodnice



1) Sporokarp

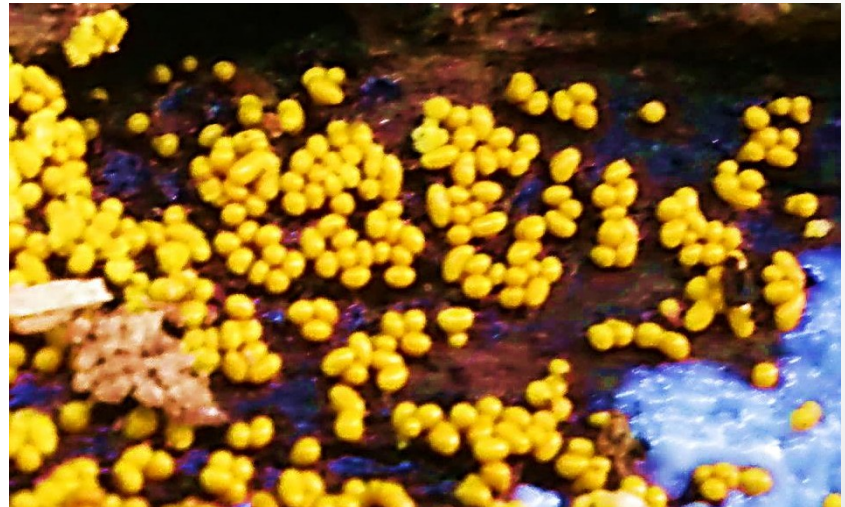
2) Askomata

3) Bazidiomata



1) Sporokarp (plodnička)

- Plodnicím **podobný** útvar
- Tvorba **spor**
- Výskyt u **primitivnějších** hub a **podobných** organismů
- Známá zejména u **hlenek**



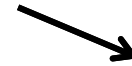
Sporokarp hlenky

Struktura:

- **kapilicium** nebo **pseudokapilicium**



Strukturovaná vlákna

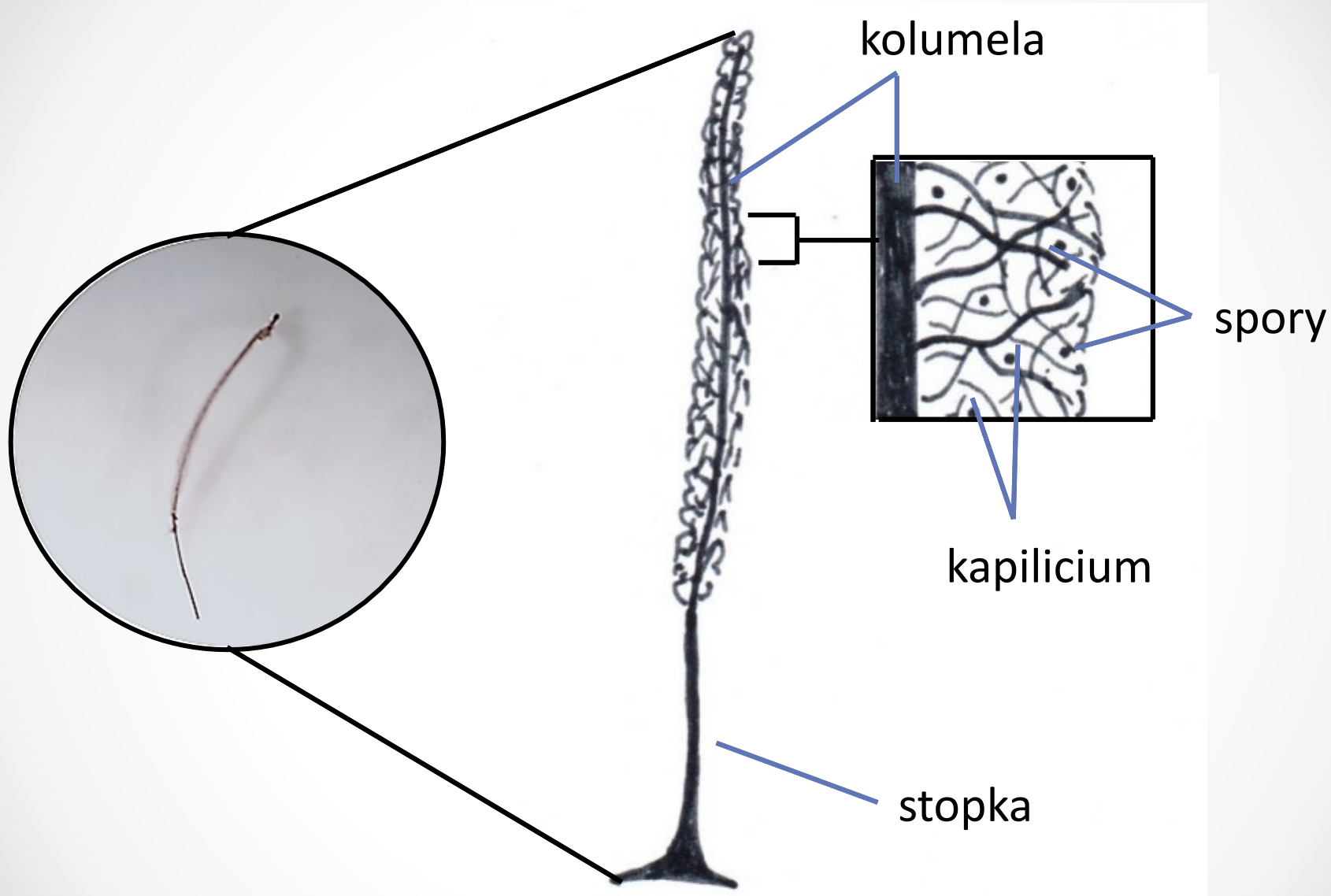


Niťovité či destičkovité
útvary mezi sporami

- Případně **kolumela**
- Spory s **celulózní** stěnou
- Na **povrchu** obal - **peridie**



Detail vlnatky červené (*Arcyria denudata*)



Detail pazderku hnědého (*Stemonitis fusca*)

Rozlišujeme tři typy sporokarpu:

a) Sporangium

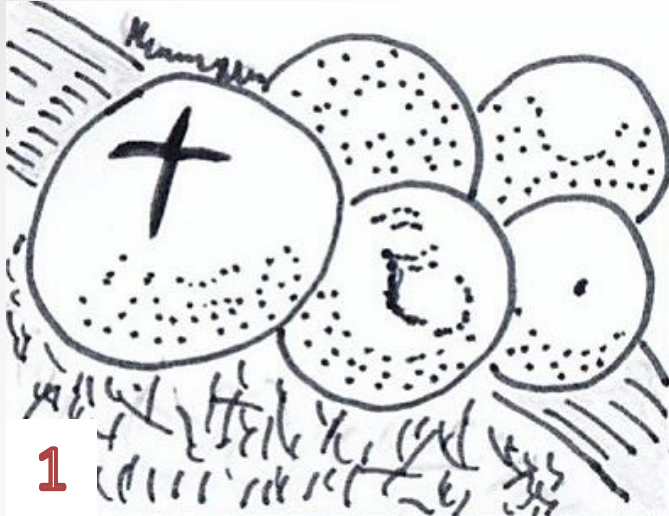
- Vznik z menších **plazmodií**
- Přisedlé či **stopkaté** útvary

b) Aethalium

- Vznik **nahromaděním** a splynutím **sporangií**
- Větší, **nestopkaté** útvary s **obalem**

c) Plasmodiokarp

- Vznik z velkých částí síťovitého **plazmodia**
- Zachovává si **síťovitě** žilnatý **tvár**



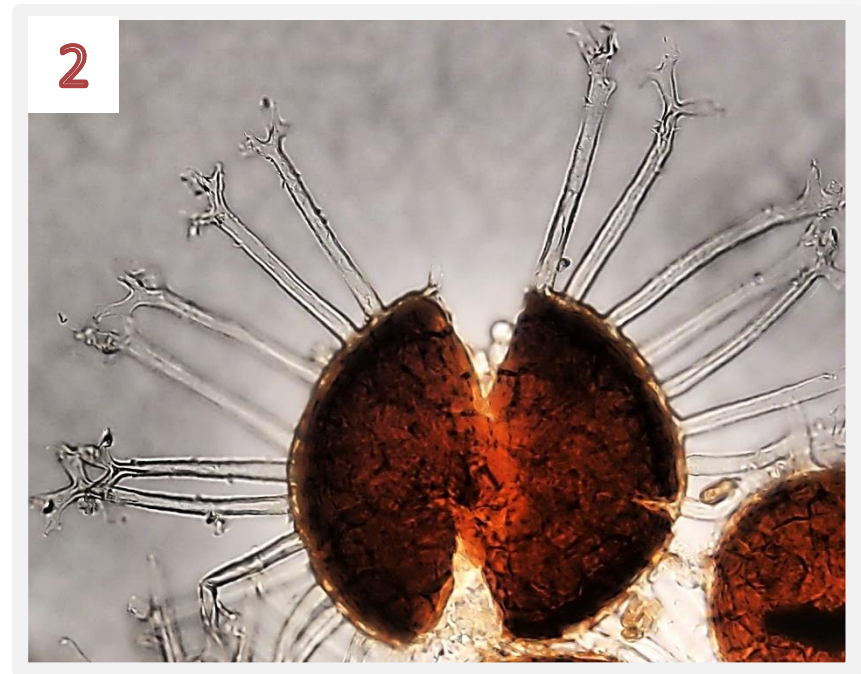
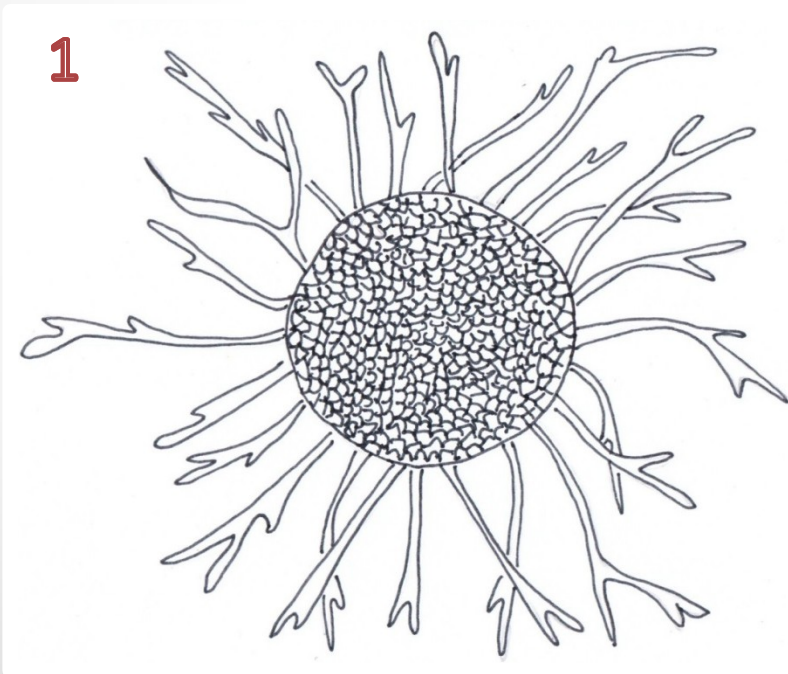
Fotografie a perokresby sporokarpů: **1.** aethalium – vlčí mléko (*Lycogala* sp.);
2. plasmodiokarp – vlášenka plazivá (*Hemitrichia serpula*); foto: A. Michaud;
3. sporangium – pazderek hnědý (*Stemonitis fusca*)

2) Askomata (plodnice vřeckovýtrusých hub)

- Tvarová i barevná **různorodost**
- Důležité **mikroskopické** znaky: velikost a vzhled vřecek (**ascus**), výtrusů (**askospor**) a parafýz
- **Diferenciace 3 základních typů:**
 - a) Kleistothecium
 - b) Perithecium
 - c) Apothecium

a) Kleistothecium

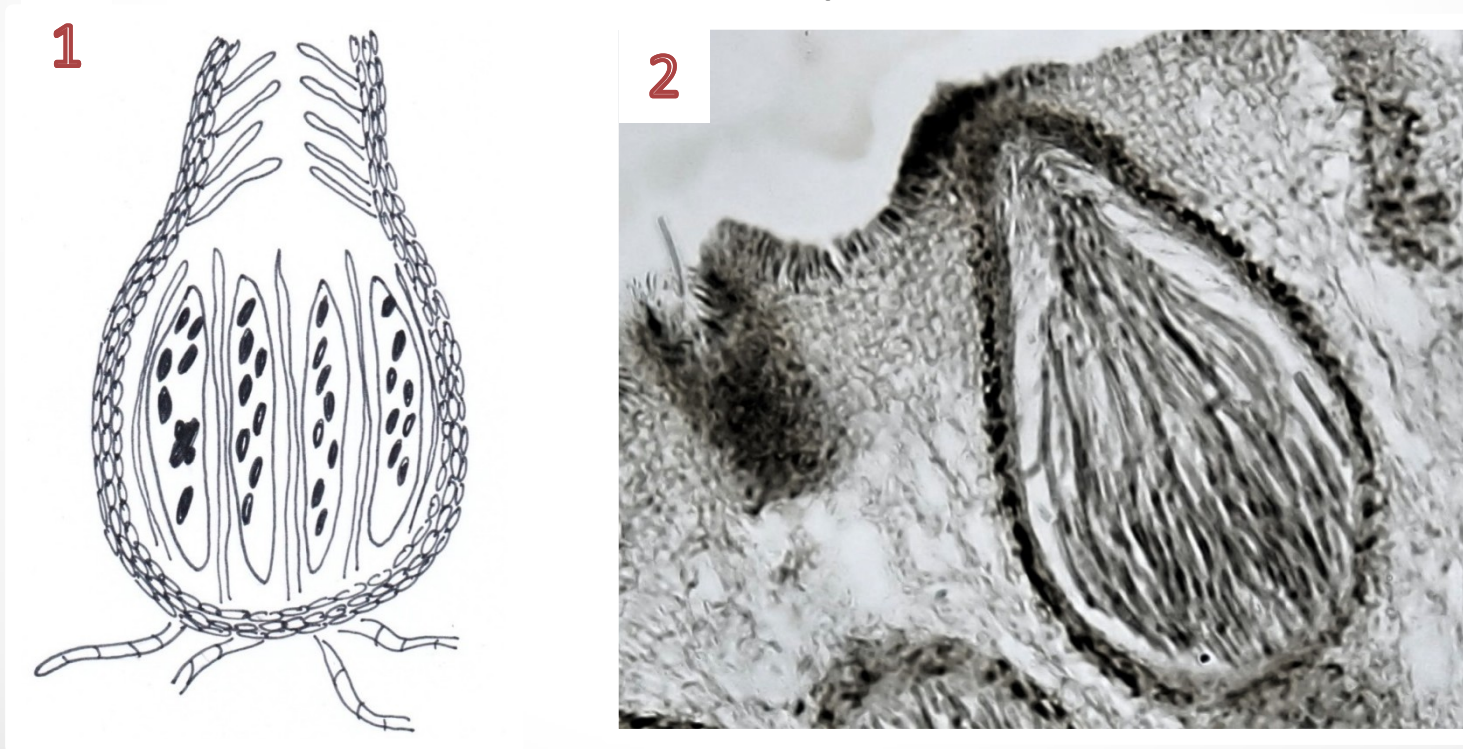
- Kulovitá trvale uzavřená plodnice s vřecky rozptýlenými uvnitř
- Na povrchu výskyt **hyf** a tvarových **přívěsků**
- **Mikroskopické** rozměry
- **Výskyt:** padlí (ř. Erysiphales), ř. Eurotiales



1. perokresba kleistothecia; 2. kleistothecium - *Microsphaera* sp.

a) Perithecium

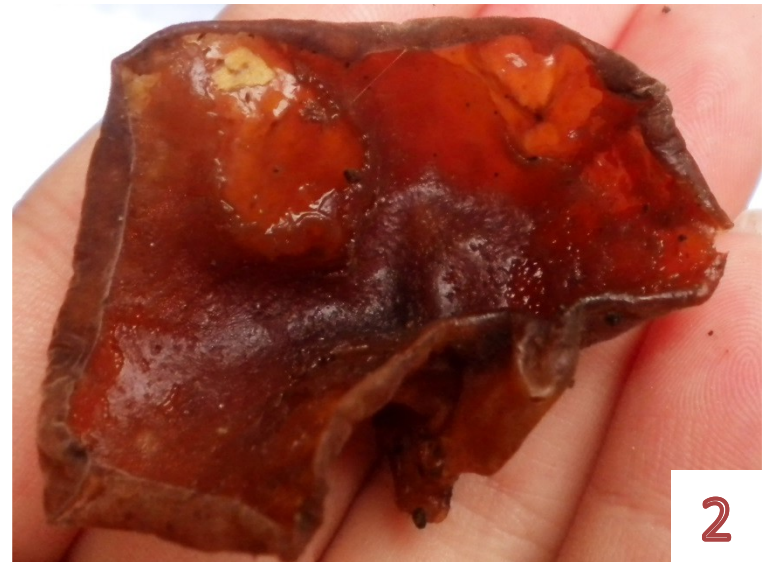
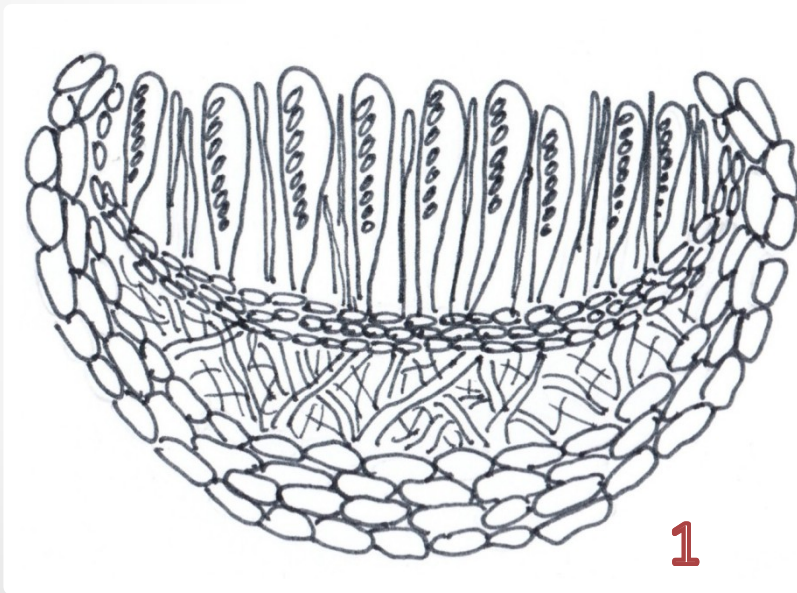
- Hruškovitá až lahvicovitá plodnice
- Na vrcholku s ústím (**ostiolum**)
- Vřecka a parafýzy uspořádány na dně a bocích
- Ponořena **uvnitř stromatu** až po **ústí**



1. perokresba perithecia; **2.** perithecium – *Claviceps purpurea*

b) Apothecium

- **Otevřená, miskovitá nebo pohárovitá** plodnice
- Obsahuje **vřečka** i **parafýzy**
- **Tvarové** typy: miskovitý se stopkou či bez, kyjovitý s hymeniem na povrchu nebo rozlišený na dutý klobouk a třeň



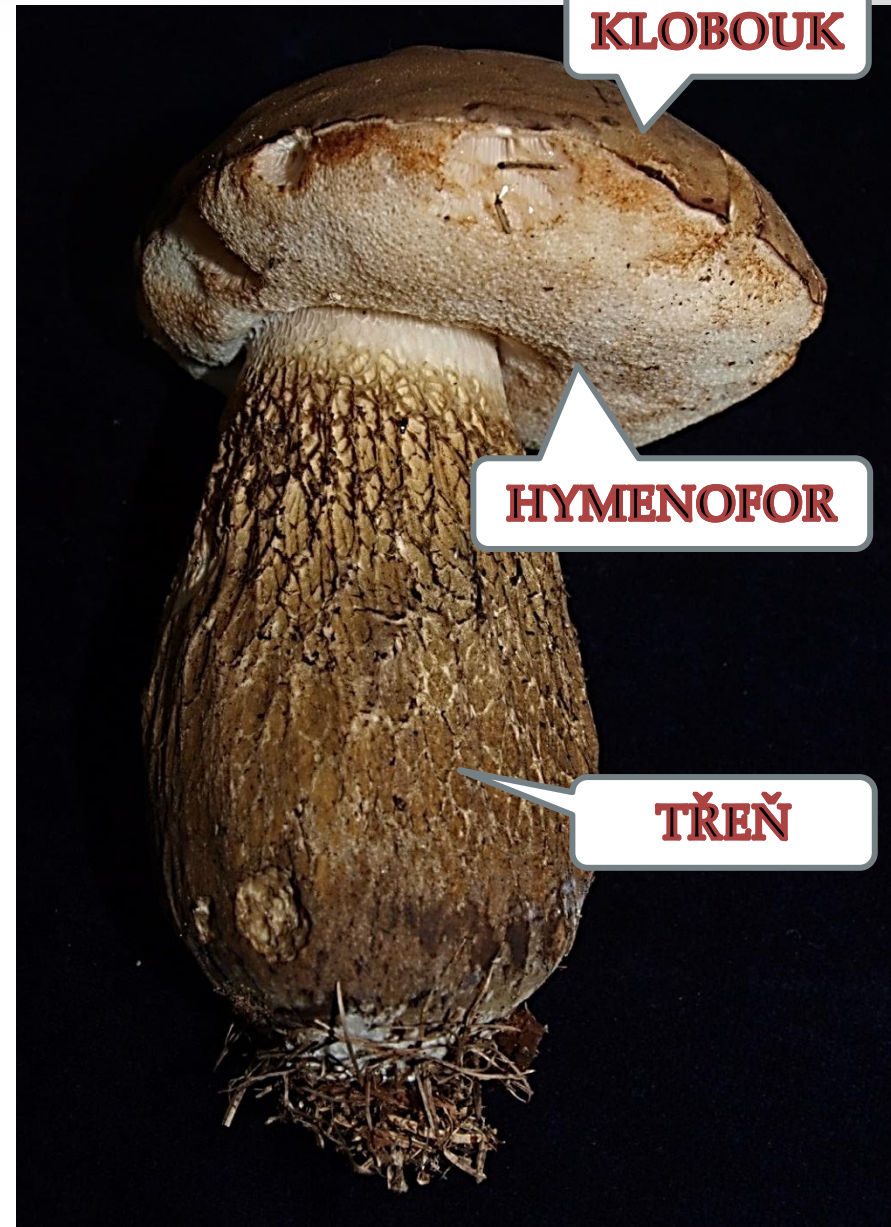
1. perokresba apothecia; 2. apothecium – *Peziza* sp.

2) Bazidiomata (plodnice stopkovýtrusých hub)

- **Největší** tvarová i barevná **různorodost**
- Velikostně od několika **mm** až desítek **cm**
- **Známé druhy i bez plodnic** (rzi, sněti)
- **Diferenciace 5 základních typů:**
 - a) Pilothecium
 - b) Holothecium
 - c) Krustothecium
 - d) Schizothecium
 - e) Klathrothecium

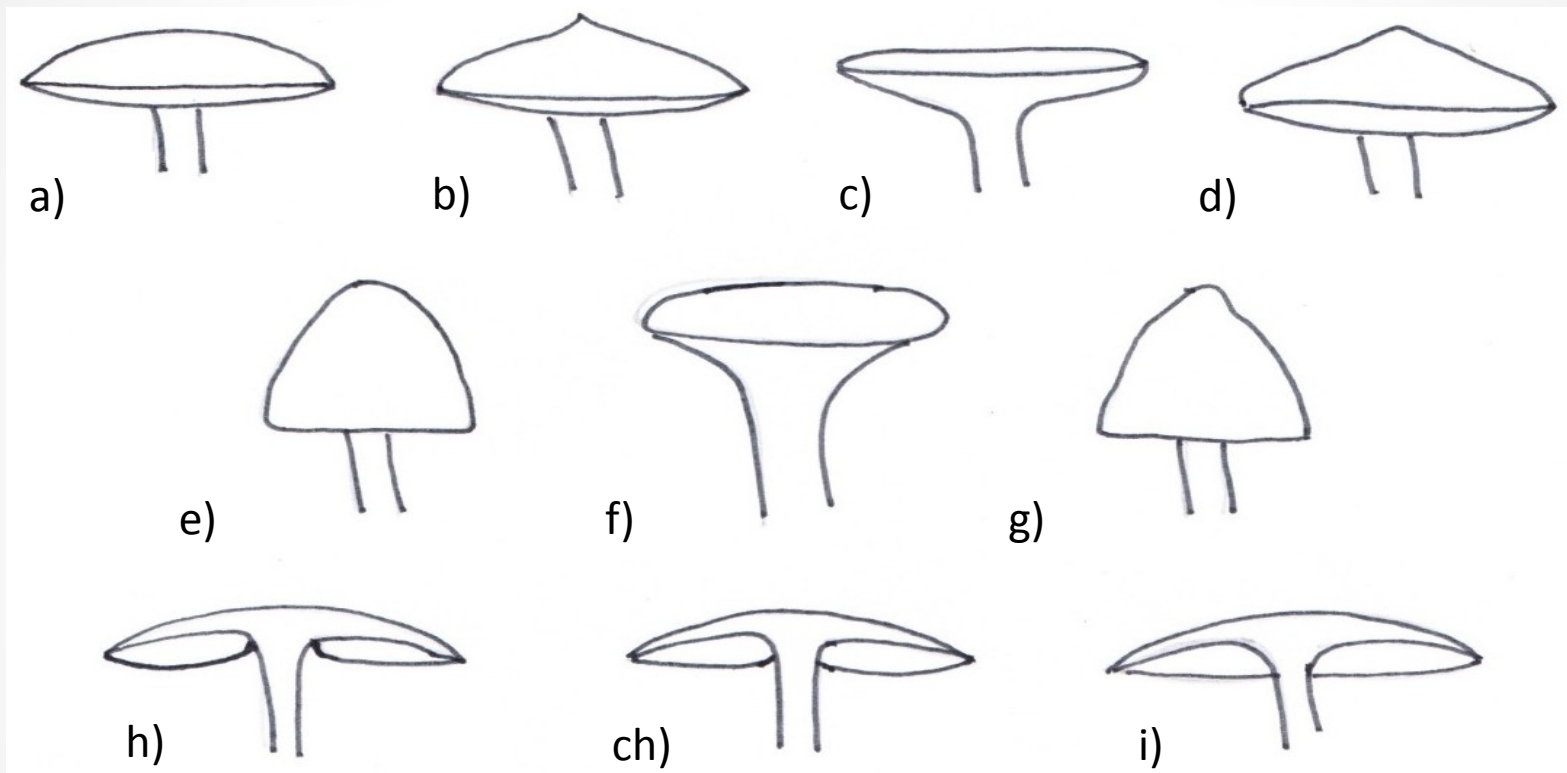
a) *Pilothecium*

- **Jednoletá** plodnice
- Rozlišena na **klobouk** a **třeň**
- Výskyt u **lupenatých** a **hřibovitých** hub
- **Hymenofor** na **spodní** straně klobouku



Hřib žlučník (*Tylopilus felleus*)

- Tvarová různorodost klobouků u pilothecia



Perokresba různých tvarů klobouků a připojení lupenů ke třeni:

a) sklenutý; **b)** se zašpičatělou bradavkou; **c)** ploše rozložený; **d)** s tupým hrbolem uprostřed; **e)** kuželovitý; **f)** vyhloubený; **g)** zvoncovitý; **h)** lupeny osedlé; **ch)** přirostlé; **i)** celou šířkou přirostlé

b) Holothecium

- Bez klobouku a třeně
- Hymenofor na celém povrchu plodnice
- Výskyt u krásnorůžku (*Calocera* sp.)
kuřátka (*Ramaria* spp.)



kuřátko (*Ramaria* sp.)

c) Krustothecium

- Víceletá i jednoletá plodnice
- Postupně se vyvíjí
- Hymenofor na spodní straně klobouku
- Výskyt u chorošů



kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*)

d) Schizothecium

- **Uzavřená** plodnice s dutinami
- Dutiny **vystlané** hymeniem
- Výskyt u **hvězdovek** (*Geastrum* spp.)
číšenek (*Cyathus* spp.)
pýchavek (*Lycoperdon* spp.)



pýchavka obecná
(*Lycoperdon perlatum*)

e) Klathrothecium

- Gleba **rozdělena** lamelami
- **Povrch** kryt vrstevnatou **peridií**
- **Gleba** vynášena **receptakulem**
- Výskyt u **hadovek** (*Phallus* spp.)
květnatce (*Anthurus* sp.)



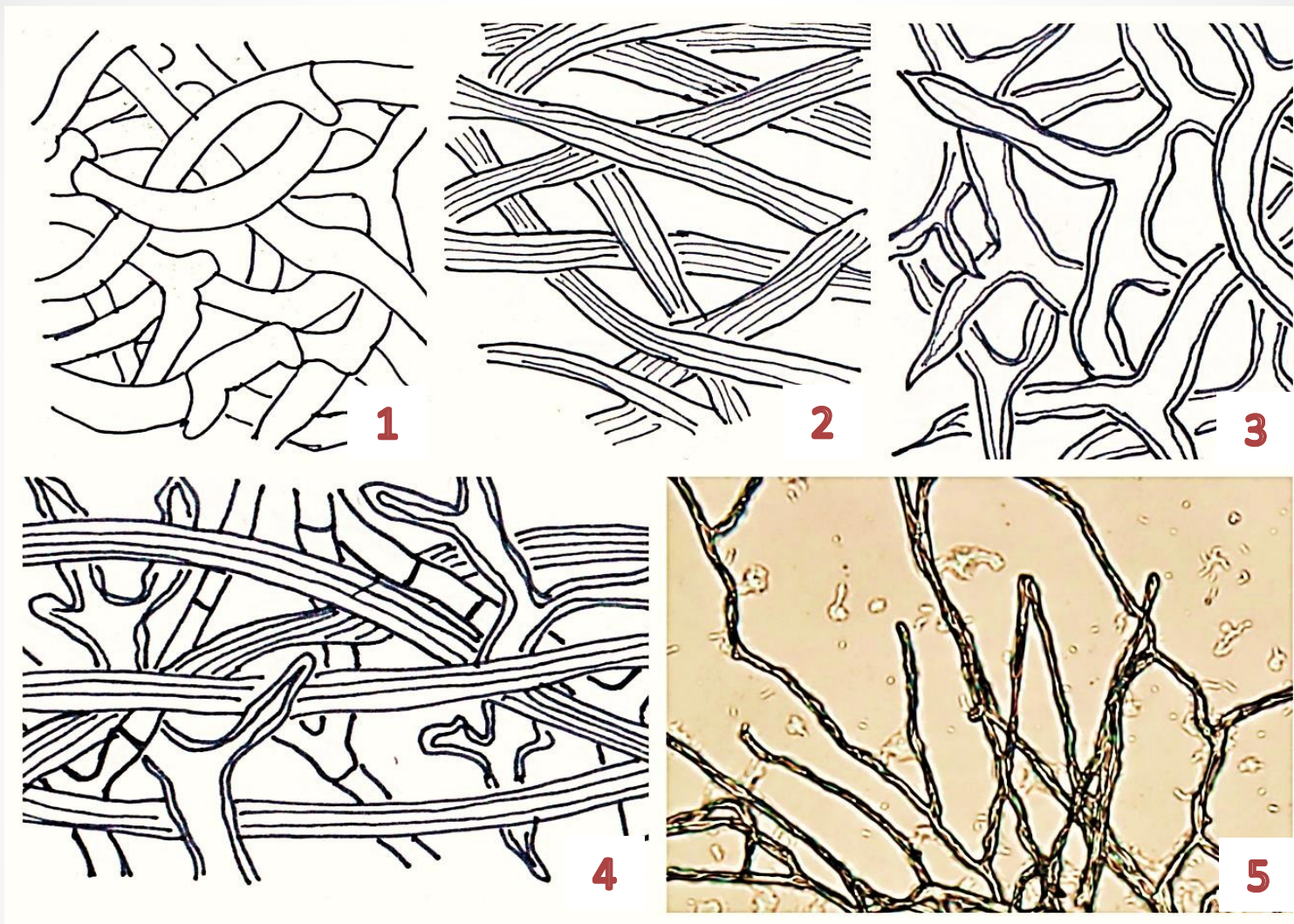
hadovka (*Phallus* sp.)



Plodnice stopkovýtrusých hub: 1. SCHIZOTHECIUM (hvězdovka; *Geastrum* sp.), 2. KLATHROTHECIUM (hadovka smrdutá; *Phallus impudicus*), 3. PILOTHECIUM (šupinovka kostrbatá; *Pholiota squarrosa*), 4. HOLOTHECIUM (krásnorůžek lepkavý; *Calocera viscosa*), 5. KRUSTOTHECIUM (lesklokorka; *Ganoderma* sp.)

Anatomie plodnic

- Složena z **plektenchymatického** pletiva:
 - Prosenchym a pseudoparenchym
- Tvořena hyfami trojího typu:
 1. **Generativní hyfy** – tenkostěnné i tlustostěnné, větvené, tvorba přezek
 2. **Skeletové hyfy** - tlustostěnné, nevětvené, nepřezkují
 3. **Vazbové (ligativní) hyfy** - tlustostěnné, bohatě větvené, nepřehrádkované



Perokresba a fotografie plektenchymatického pletiva: 1. generativní hyfy; **2.** skeletové hyfy; **3.** vazbové hyfy **4.** hyfový systém **5.** hyfy troudnatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*)

- **Povrch** plodnic kryt **pokožkou** (**pellis**)
 - Má **odlišnou** strukturu
 - Na **povrchu** může vylučovat **slizovité** či **pryskyřičné** látky **pokožkovými** buňkami



1



2



3

1. klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*); **2.** muchomůrka červená (*Amanita muscaria*); **3.** hnojník (*Coprinus* sp.)

Plodnice stopkovýtrusých hub

Hymenium je tvořeno:

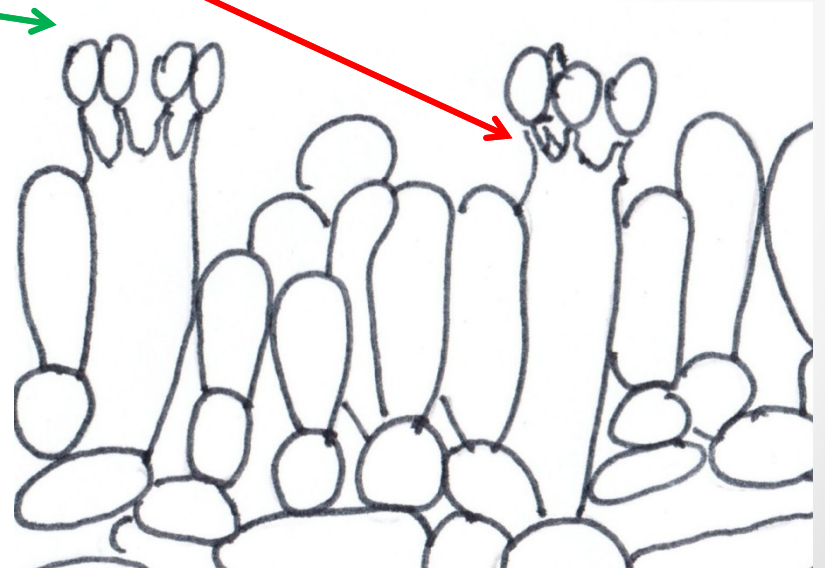
a) Bazidiemi

- **Septované** (čtyřbuněčné) nebo **neseptované** (jednobuněčné)
- Na vrcholu má **sterigmata**

b) Bazidiosporami

- vznik **na koncích** sterigmat

c) Nediferenciovanými hyfami



- Navíc může obsahovat

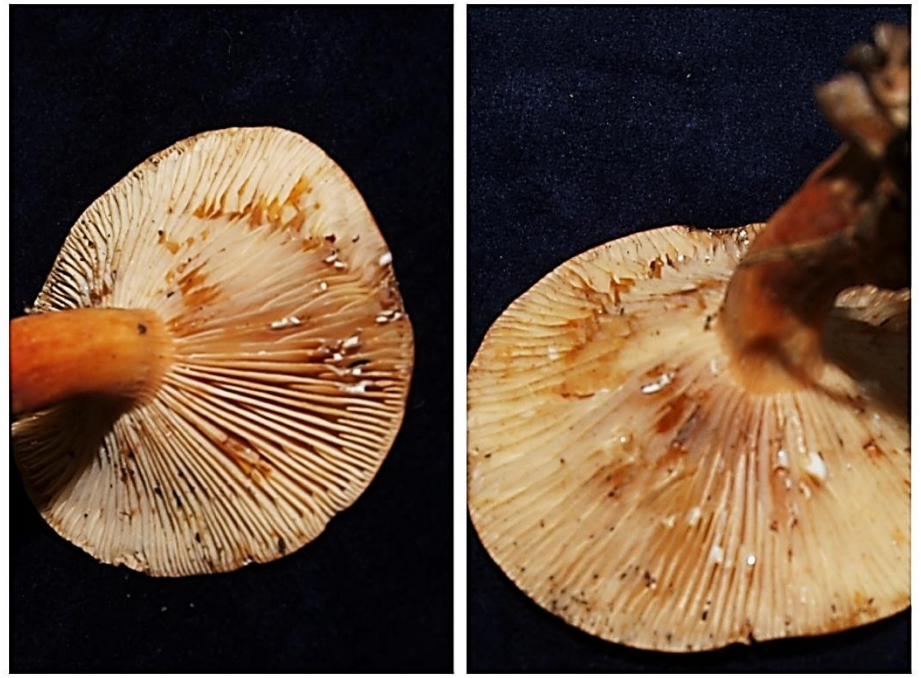
- a) **Cystidy**

- Tvarově různorodé buňky
- **Větší** a **tvarově odlišné** od **bazidii**
- **Výskyt** v pokožce **klobouku** a **třeni**

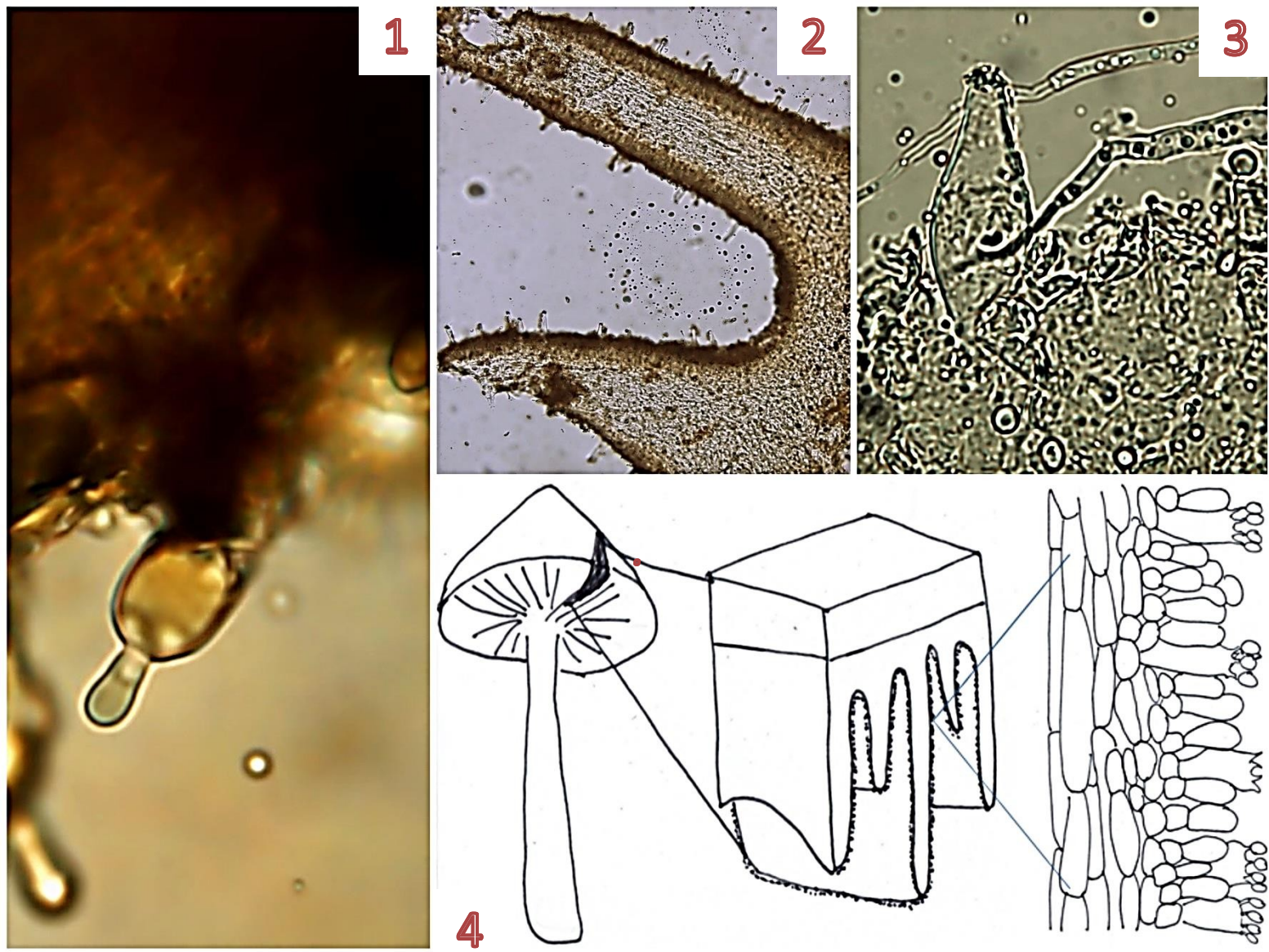
- a) **Gleocystidy**

- **Olejový** nebo **hrubě zrnitý** obsah

- a) **Mléčnice**



Ronění mléka u ryzce (*Lactarius camphoratus*)



Perokresba a fotografie řezu plodnicí hub: **1.** cystida v lupenu šupinovky (*Pholiota* sp.);
2. řez lupenem vláknice (*Inocybe* sp.); **3.** cystida vláknice (*Inocybe* sp.);
4. řez lupenem s bazidiemi

Hymenofor:

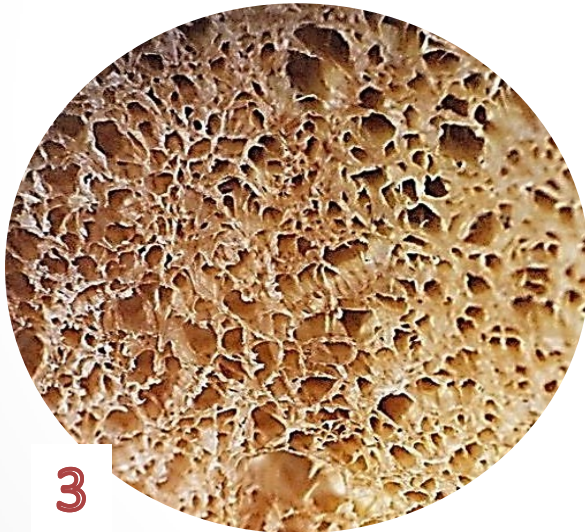
- Nese výtrusné rouško (**hymenium**)
- Vytváří **útvary** pro zvětšení výtrusného **povrchu**
- **Typy :**
 - a) **Hladký:**
 - Nezvětšuje plochu
 - a) **Ostnitý:**
 - Spodní strana klobouku, tenké i tupé ostny
 - a) **Rourkatý:**
 - Spodní strana klobouku, rourky se společnou stěnou
 - a) **Lupenatý:**
 - Spodní strana klobouku, paprscité lupeny



1



2



3



4

Typy hymenoforu **1.** HLADKÝ: krásnorůžek lepkavý (*Calocera viscosa*);
2. OSTNITÝ: lošák (*Hydnum* sp.); **3.** ROURKATÝ: hřib žlučník (*Tylophilus felleus*);
4. LUPENITÝ: žampión ovčí (*Agaricus arvensis*)

Pletivo **hymenoforu** se směrem **k povrchu** rozděluje:

a) Trama

- **Pletivo** hymenoforu
- Nachází se **pod** subhymeniem

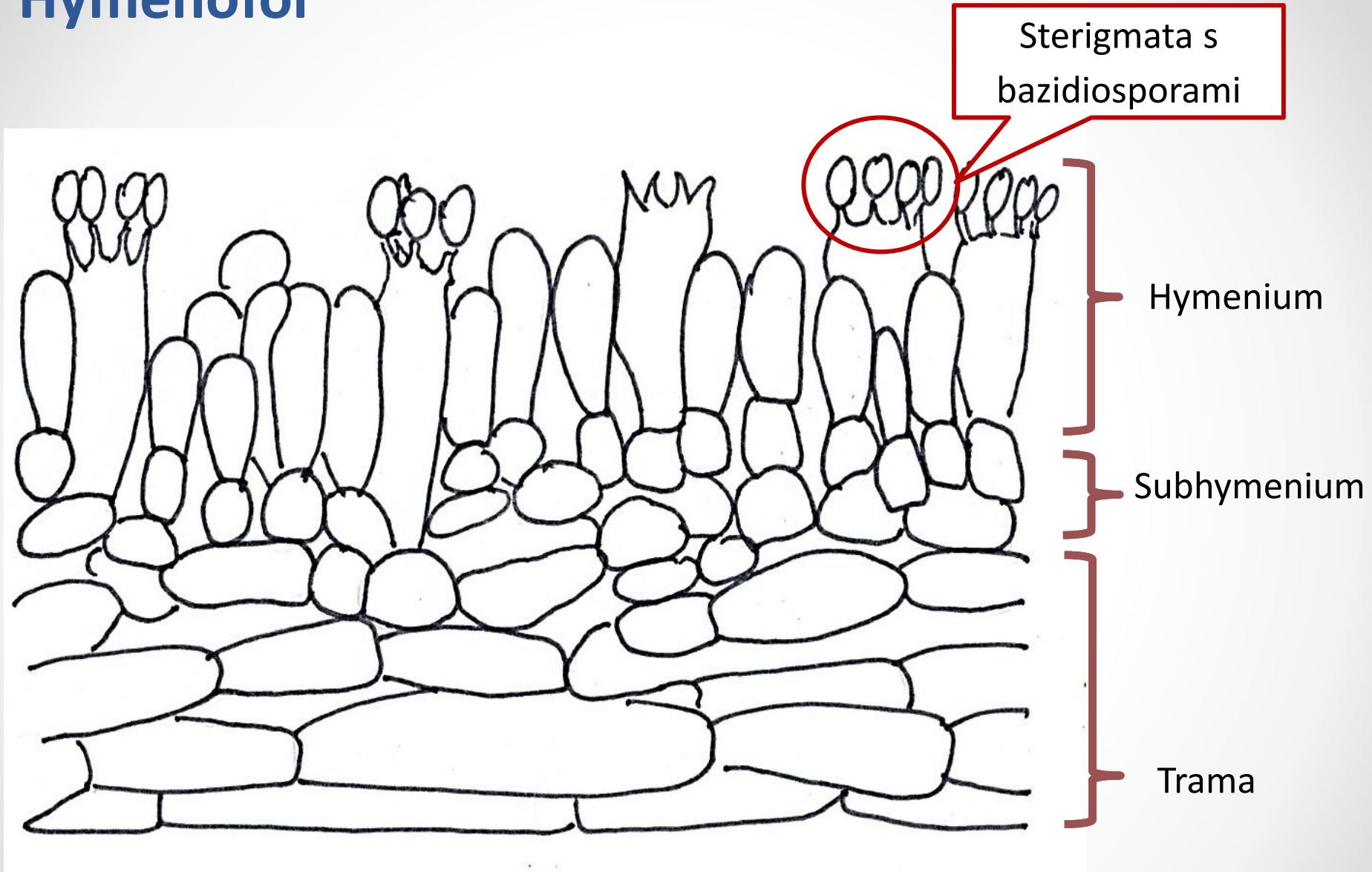
b) Subhymenium

- Úzká vrstva hustě **přehrádkovaných** a **rozvětvených** hyf
- Vznik **hymeniových** elementů

c) Hymenium

- **Výtrusorodá** vrstva obsahuje **výtrusy**

Hymenofor



Perokresba hymenoforu

Vývoj plodnic

- Dva procesy **iniciace** a **diferenciace**

↙
Nasazování
zárodků

↘
Tvorba reprodukčních
struktur

- Rozlišujeme vývoj: **Angiokarpní**
Gymnokarpní
Hemiangiokarpní

Angiokarpní vývoj plodnice:

- Hymenium uzavřené po celou dobu vývoje
- **Př:** Pýchavky, prášivky, hvězdovky



Vývoj plodnice hvězdovky (*Geastrum* sp.)

Gymnokarpní vývoj plodnice:

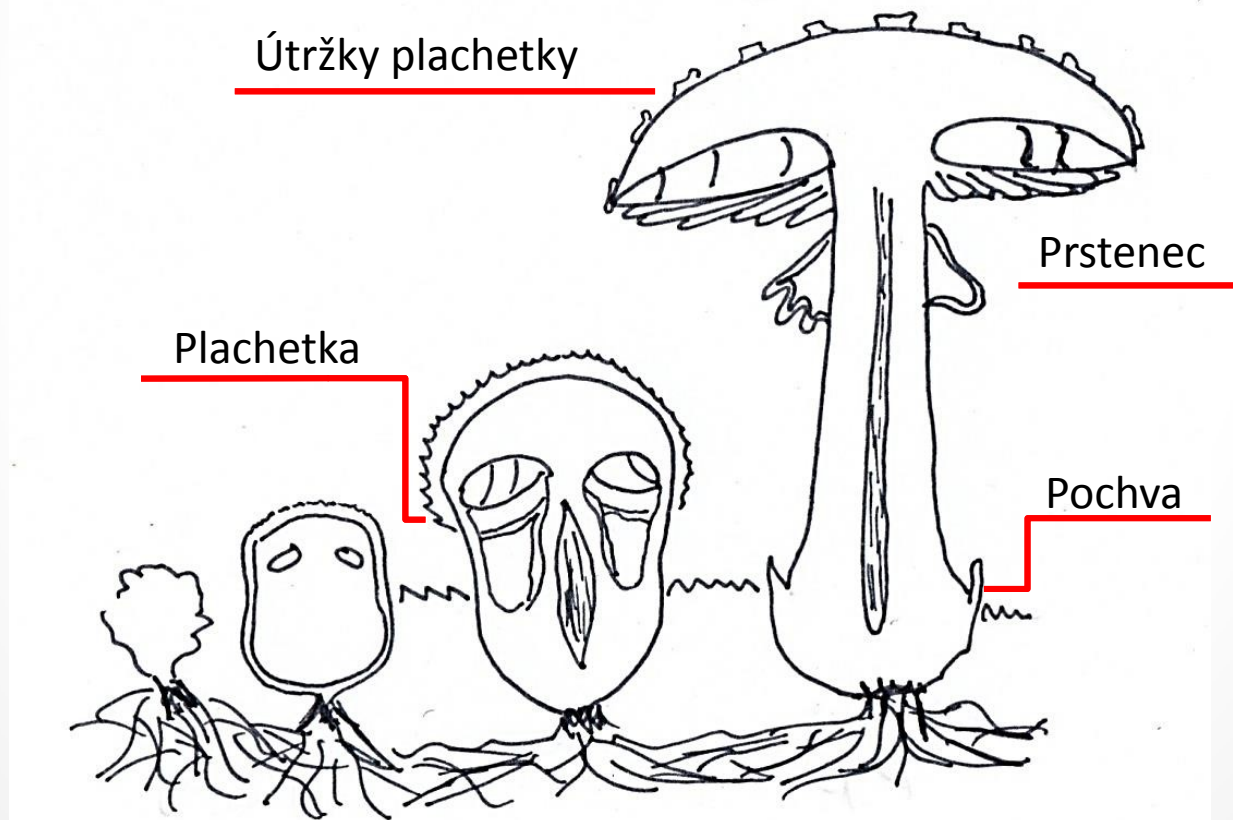
- Hymenium od počátku obnažené
- Př. Chorošovitě houby



- 1.** klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*); **2.** lesklokorka (*Ganoderma* sp.)
3. trámovka plotní (*Gloeophyllum sepiarium*)

Hemiangiokarpní vývoj plodnice:

- **Hymenium se obnažuje** během vývinu
- Mají **často** kloubouk a třeň
- Výskyt i **obalů**: **velum universale** a **velum partiale**



Vývoj plodnice

Výtrusy

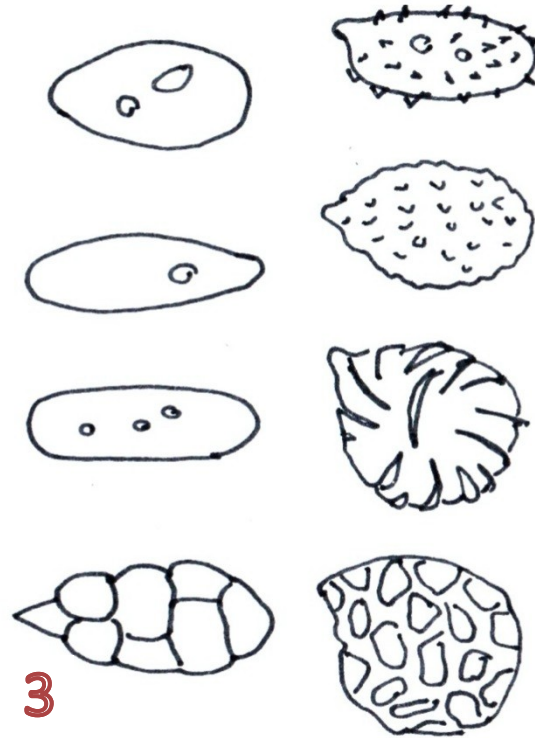
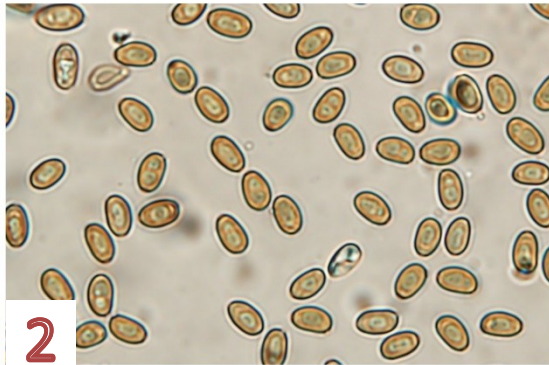
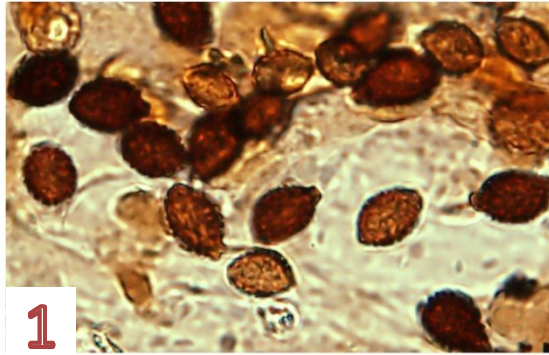
- Důležitý **taxonomický** znak
- Rozlišujeme **mitospory** a **meiospory**

↙
nepohlavní spory

↘
pohlavní spory

- Vznikají **sporulací**
- Šíří se **aktivně** nebo **pasivně**

Různorodost spor:



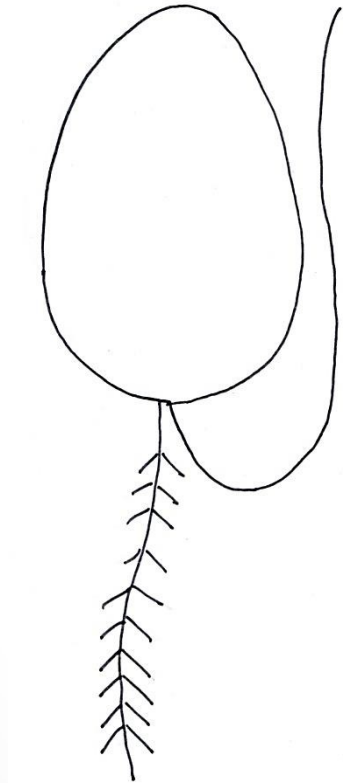
- 1.** spory křehutky (*Lacrymaria* sp.); **2.** spory šupinovky (*Pholiota* sp.);
3. variabilita spor; **4.** konidie rodu *Alternaria* sp.

Mitospory

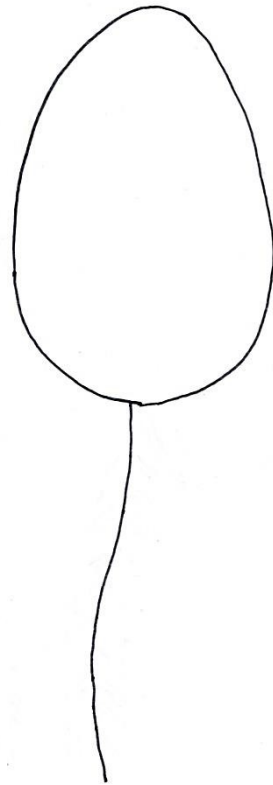
Skupina	Nepohlavní spory
Protozoa (např. Myxomycota)	-
Chromista (např. Oomycota)	Zoospory ve sporangiích
Chytridiomycota	Zoospory ve sporangiích
Zygomycota	Sporangiospory ve sporangiích
Ascomycota	Kvasinkové formy, konidie na konidioforech
Basidiomycota	Aeciospory, urediniospory, konidie

Oomycota a Chytridiomycota – nepohlavní spory

- **Jediné** spory opatřené **bičíkem**



Zoospora zástupců
oddělení Oomycota



Zoospora zástupců oddělení
Chytridiomycota

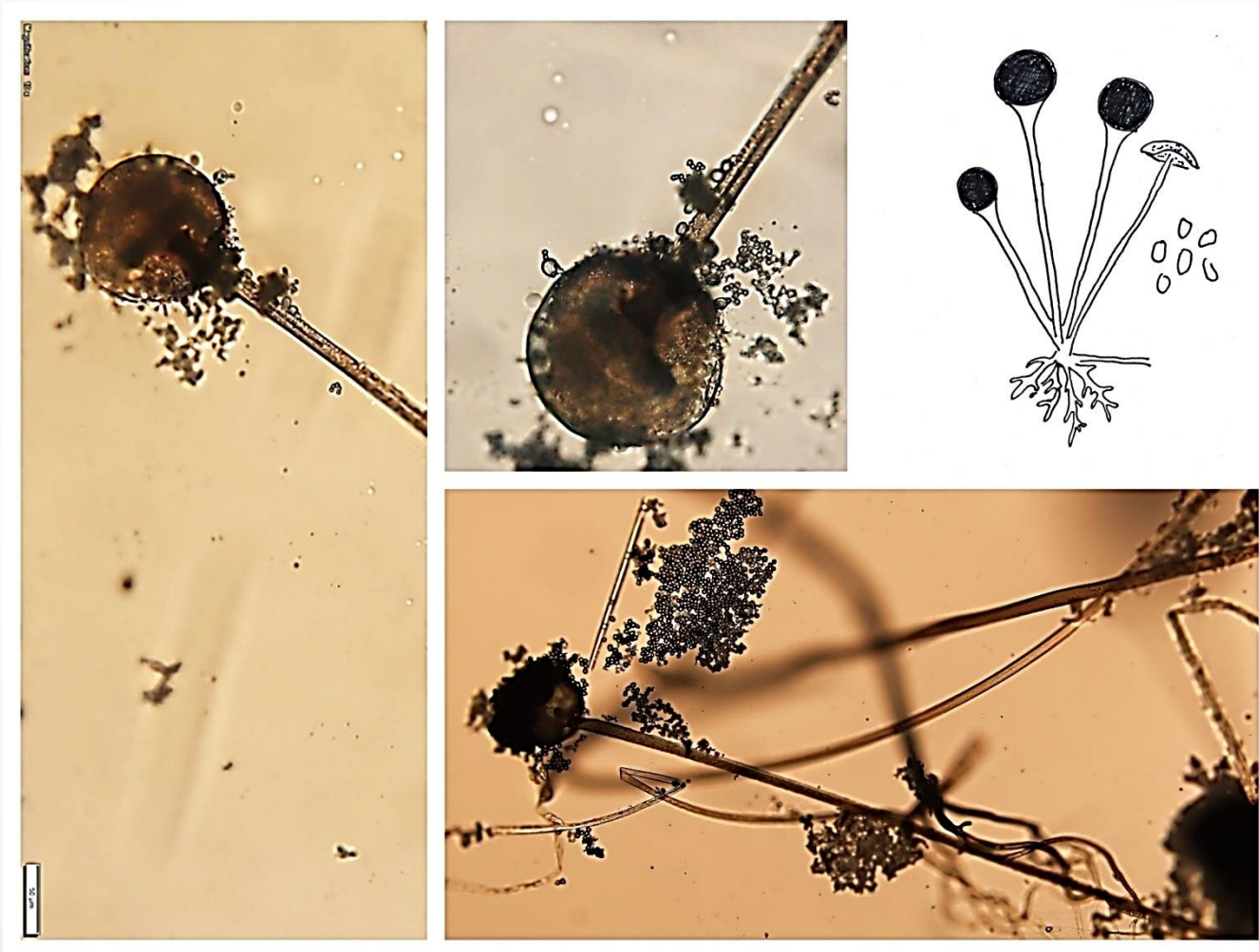
Sporangiofor se sporangii



Sporangiofor se sporangii - vřetenatka cibulová (*Peronospora destructor*)

Zygomycota – nepohlavní spory

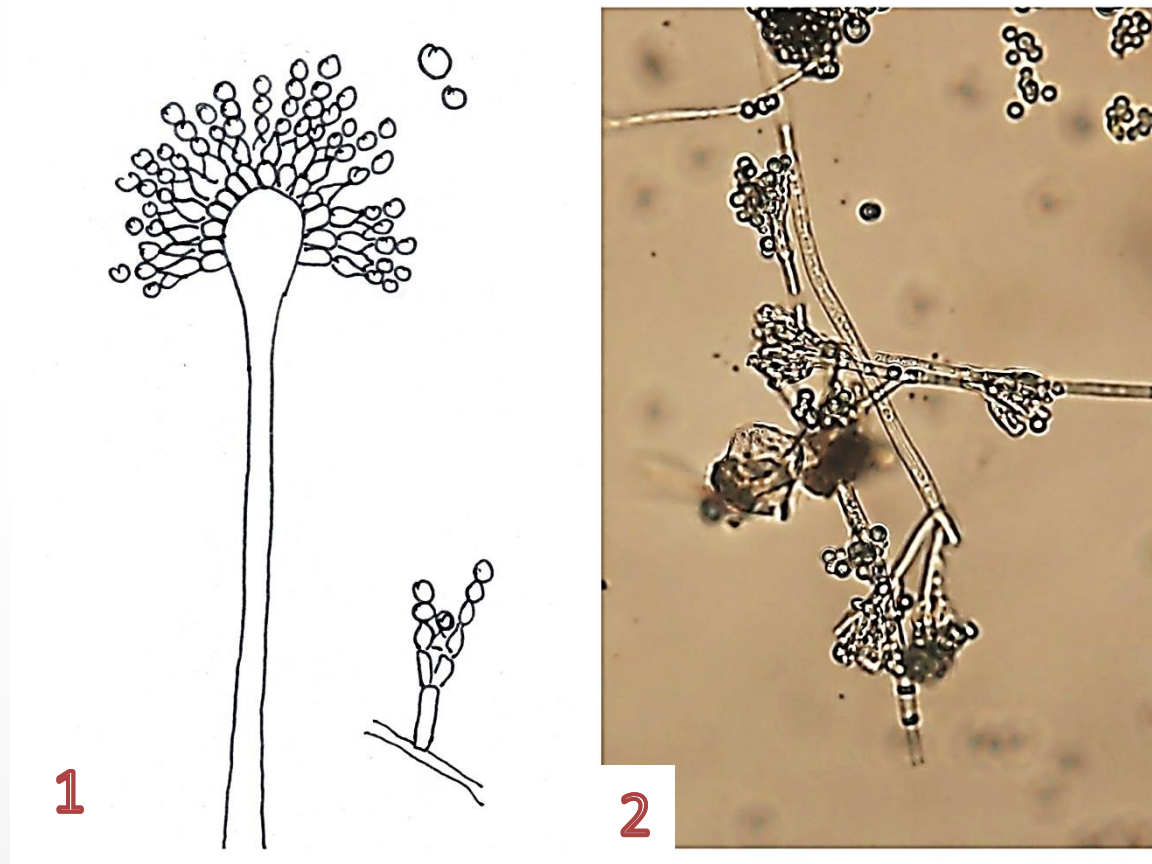
- Sporangiospory vznikají **uvnitř** sporangií



kropidlovec (*Rhizopus* sp.)

Ascomycota – nepohlavní spory

- **Konidie** vznikají **vně** konidioforu
- **Vznik** na konidioforech, somatických hyfách, v plodničkách



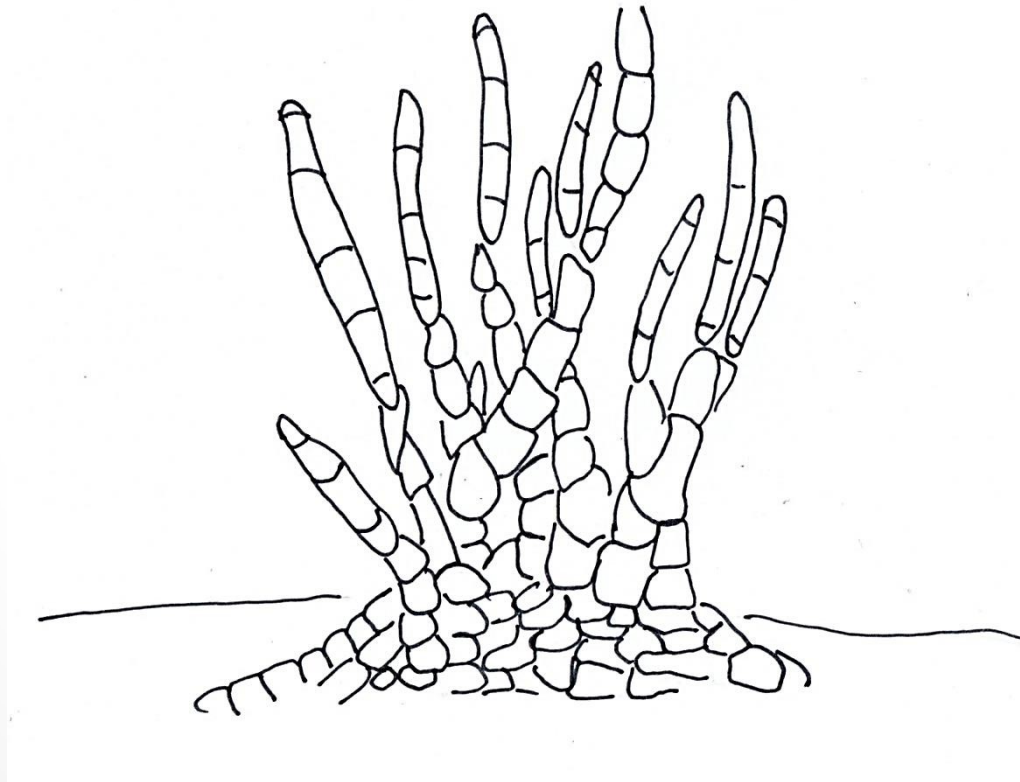
1. kropidlák (*Aspergillus* sp.); **2.** *Penicillium* sp.

Ascomyta

- **Konidiofory** rostou **jednotlivě** nebo v **konidiomatech**:
 - a) Sporodochium
 - b) Acervulus
 - c) Pyknida
 - d) Synnema (koremium)

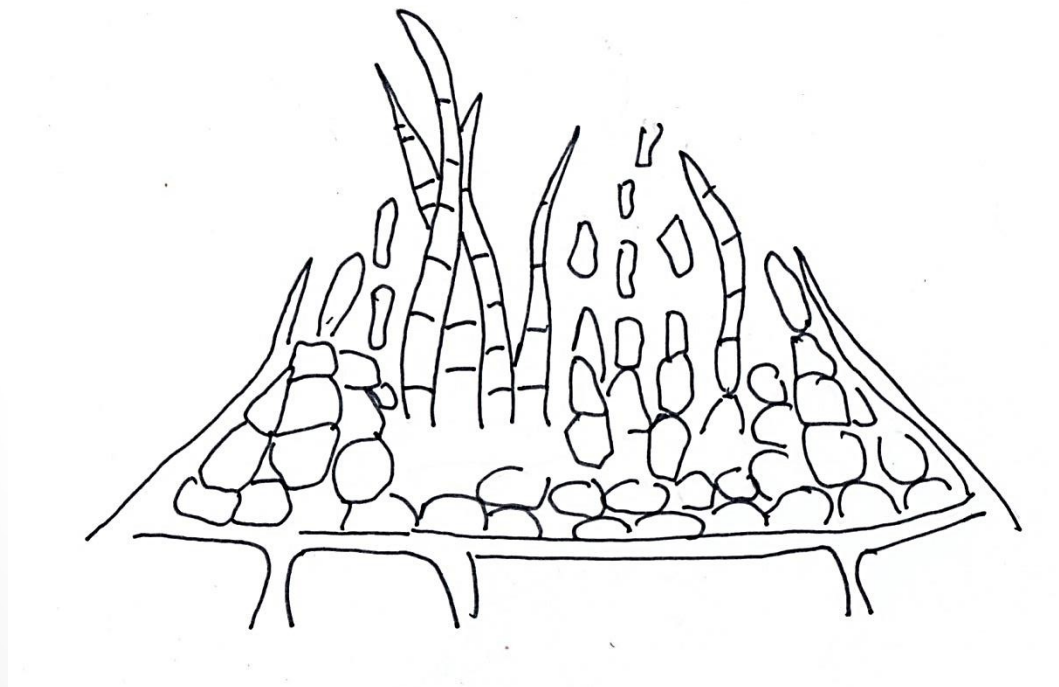
a) Sporodochium

- Otevřená konidiomata
- Hustě **uspořádané** konidiofory
- **Povrchová** část je tvořena vrstvou **konidií**



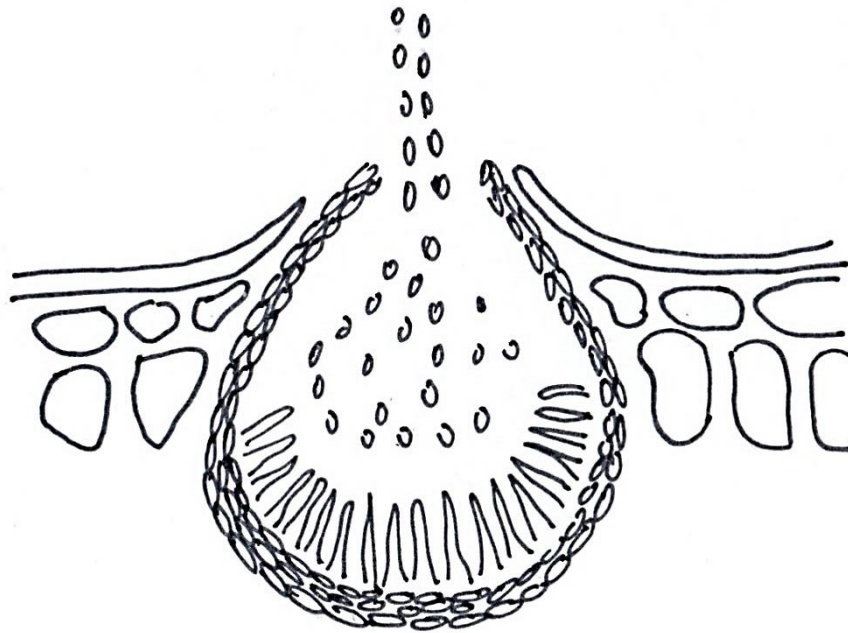
b) Acervulus

- **Uzavřená konidiomata**
- **Myceliální polštářek**
- Obsahuje **krátké** seskupené **konidiofory**



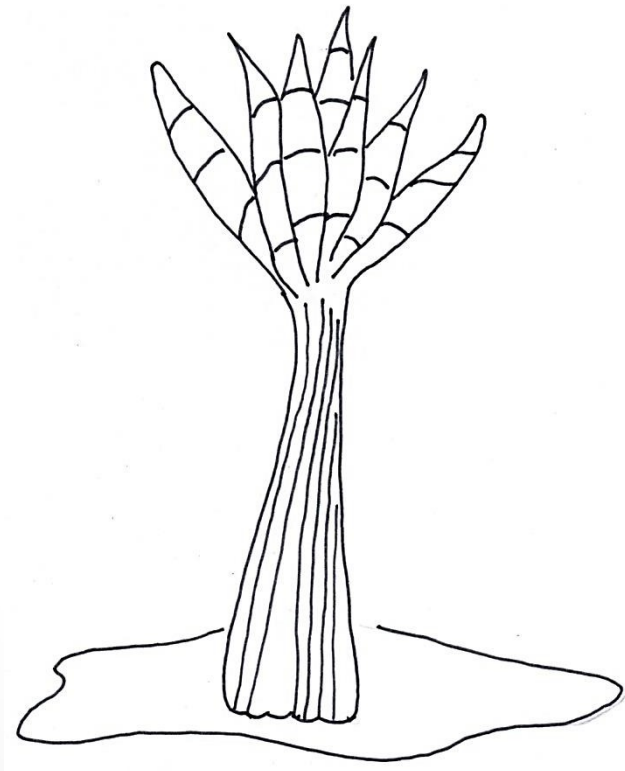
c) Pyknida

- **Uzavřené** lahvicovité konidioma s ústím
- Připomíná **tvarem** perithecium
- Obsahuje **konidiofory** s konidiiemi

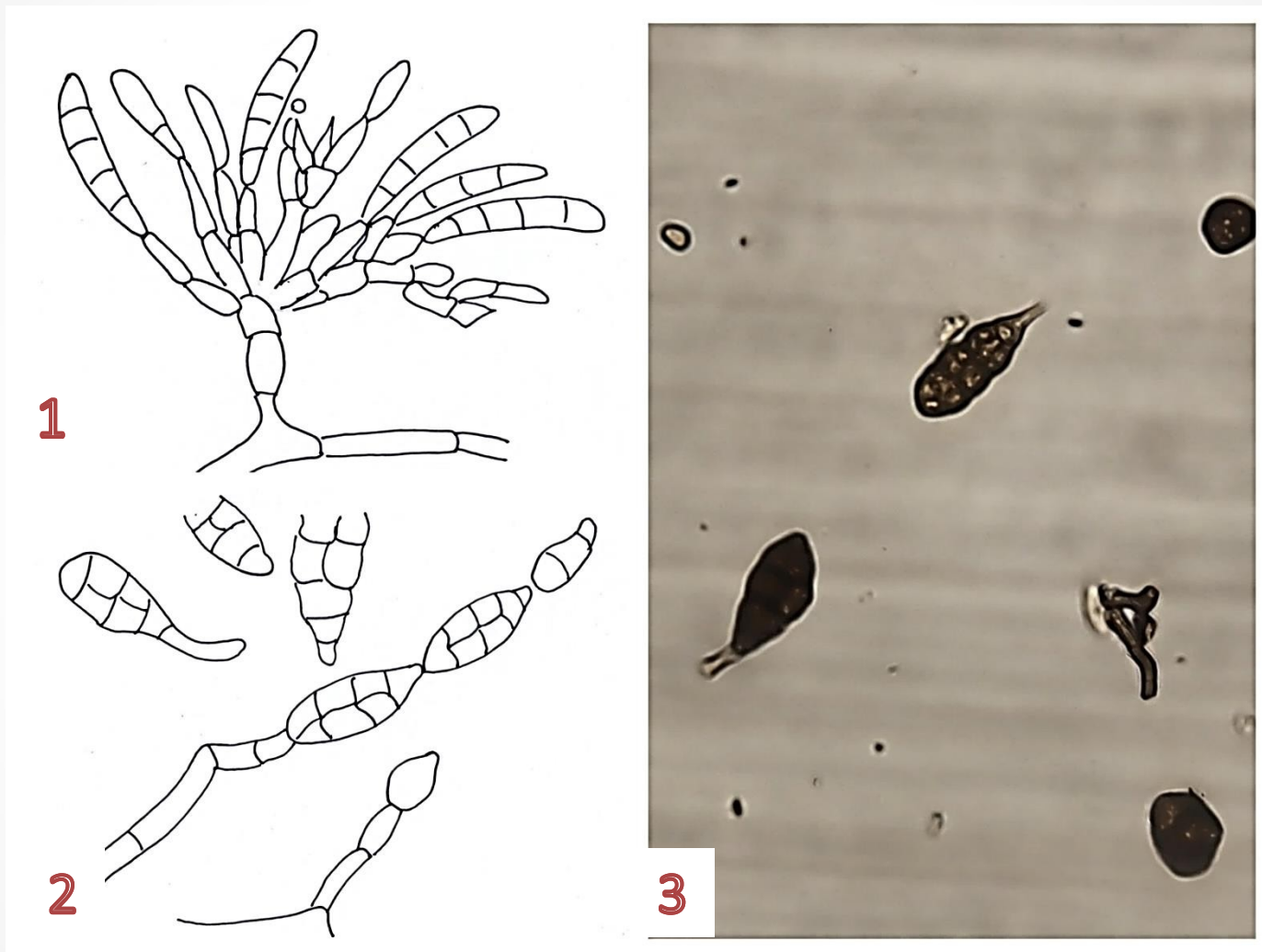


d) Synnema (koremium)

- **Otevřená** konidiomata
- Tvořena svazkem dlouhých **vzpřímených**, navzájem **slepených** konidioforů
- Na vrcholku **stromkovitě** rozvolněná



Konidie



1. Perokresba konidií r. *Fusarium* sp.; **2.** perokresba konidií r. *Alternaria* sp.;

3. konidie r. *Alternaria* sp.

Meiospory

Skupina	Sporokarpy (plodnice)	
	Typ	Produkt
Protozoa (např. Myxomycota)	Sporangium, aethalium, plasmodiokarp	Sporangiospory
Chromista (např. Oomycota)	Pouze oogonium	Oospora
Chytridiomycota	Pouze odpočívající sporangium	Zoospory nebo gamety
Zygomycota	Pouze zygospora	Klíční sporangium
Ascomycota	Askokarp, Askus (vřecko)	Askospory
Basidiomycota	Basidiokarp, Basidie	Basidiospory

Askospory

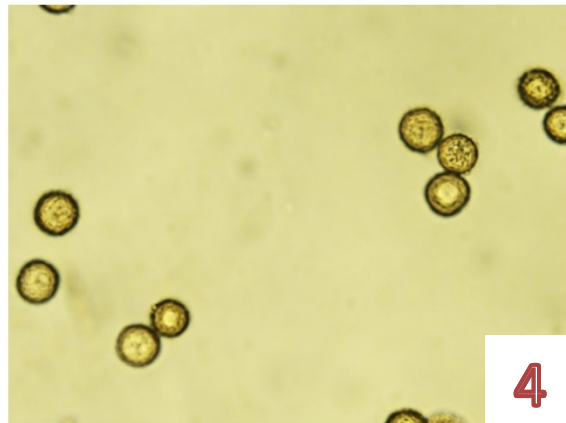
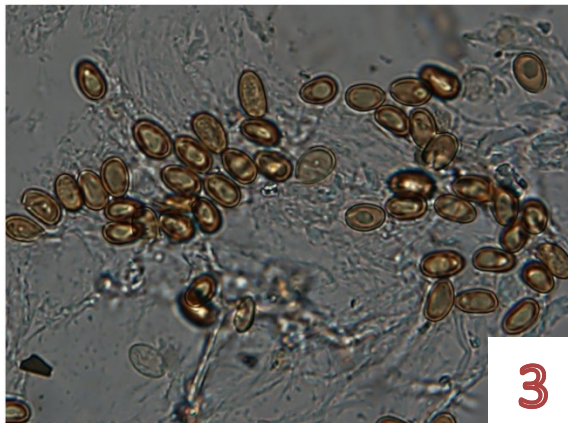
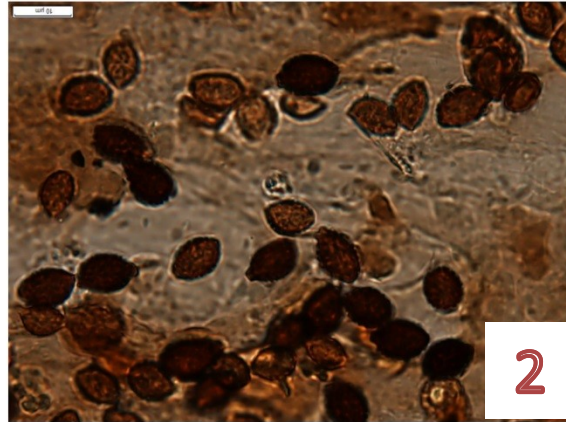
- Vznik ve **vřecku** (**ascus**)
- Vřecko obvykle obsahuje **osm** askospor



Vřecko se sporami řasnatka (*Peziza* sp.)

Bazidiospory

- se tvoří **exogenně** na stopkách – **sterigmatech**
- vyrůstajících po **čtyřech**



Variabilita spor: **1.** spory hříbu žlutomasého (*Xerocomellus chrysenteron*); **2.** spory křehutky (*Lacrymaria* sp.); **3.** spory vláknice (*Inocybe* sp.); **4.** spory sněti kukuřičné (*Ustilago maydis*)

Zdroje

- Hyráková T. (2015): Diplomová práce Tvorba informačního a výukového materiálu s tématem "Anatomie a morfologie hub a houbových organismů,,
- Autor fotografií a perokreseb není - li uvedeno jinak T. Hyráková
- Perokresby překresleny dle:
 - Adl S. M., et al. (2012): slide č. 3
 - Awasthi D. K. (2010): slide č. 61, 62, 63, 64
 - Carlile M., et al. (2001): slide č. 7, 32, 56, 59
 - Holec J., Beran M. (2012); slide č. 31, 35, 40, 42, 48
 - Sharma P. D. (2004): slide č. 13, 26, 28
 - Svrček M. (2005): slide č. 16, 54, 58, 65
 - Kalina T., Váňa J. (2005): slide č. 52
 - Váňa J. (1996): slide č. 6, 30, 44