

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Didaktická pomůcka k určování nejběžnějších makromycet
využitelných k výuce studentů na SŠ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:	Bc. David Škrášek
Studijní obory:	Učitelství Biologie pro střední školy Učitelství Tělesné výchovy pro střední školy
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Olomouc 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením paní doc. RNDr. Barbory Mieslerové, Ph D. a veškeré použité zdroje jsem uvedl v seznamu literatury.

V Olomouci, dne 26. 4. 2019

.....

Vlastnoruční podpis

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí paní doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph D. za pomoc a rady při zpracování diplomové práce, konzultace i za cenný čas. Dále chci poděkovat MDDr. Zuzaně Sochorové (roz. Egertové) za kontrolu určení jednotlivých druhů hub.

Velké díky patří i mé rodině, která si uvědomuje starosti a povinnosti spojené se studiem na vysoké škole, a která mi po dobu mého vysokoškolského studia poskytovala veškerou podporu.

Tato práce byla podporována z grantu Univerzity Palackého v Olomouci IGA PrF-2018-001 a PrF-2019-004, za což také moc děkuji.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: David Škrášek
Název práce: Didaktická pomůcka k určování nejběžnějších makromycet využitelných k výuce studentů na SŠ
Typ práce: Diplomová práce
Pracoviště: Katedra botaniky, PřF UP Olomouc
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc – Holic
Vedoucí práce: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.
Rok obhajoby práce: 2019

Abstrakt:

Předložená diplomová práce se zaměřuje na vytvoření didaktické pomůcky k určování nejběžnějších makromycet použitelné k výuce studentů na střední škole. Tato práce by měla sloužit studentům k tomu, aby načerpali základní vědomosti o makromycetách, popřípadě rozšířili své již dříve získané znalosti.

V průběhu této práce byl vytvořen materiál poukazující na nejběžnější makromycety v místech jejich sběru. Práce zahrnuje úvod do problematiky, taxonomické členění, základní charakteristiku, anatomii a morfologii hub. Dále obsahuje kapitoly ekologie hub, geografické rozšíření hub, houby a člověk, ve které např. seznamuje čtenáře se správností sběru hub a v neposlední řadě kapitolu o exkurzi ve výuce biologie na střední škole. V praktické části mé diplomové práce jsou prezentovány pracovní listy, jež mají sloužit právě k výuce dané problematiky a jednoduchý určovací klíč umožňující orientaci v nejběžnějších skupinách makromycet. Součástí je také prezentace, jež obsahuje zpracované téma Určování nejběžnějších makromycet určené pro výuku na SŠ včetně fotodokumentace, která byla prováděna v letních a podzimních měsících roku 2018 v lokalitách Kudlovské doliny, Starých Hutí, Salaše a Vápenic.

Klíčová slova: Fungi, makromycety, Ascomycota, Basidiomycota, mycelium, basidiokarp

Počet stran: 63

Počet příloh: 3

Jazyk: Český

Bibliographical identification:**Author's first name and surname:** David Škrášek**Title:** Didactic material for determination of the most common macromycetes used for teaching students at secondary schools**Type of thesis:** Master thesis**Workplace:** Department of Botany, Faculty of Science,
Palacký University in Olomouc
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc – Holic**Supervisor:** doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.**The year of presentation:** 2019**Abstract:**

This master thesis is focused on the creation of a didactic tool for the determination of the most common macromycetes that can be used for teaching of high school students. This thesis should serve students to gain basic knowledge about macromycetes or extend their previously acquired knowledge.

In the course of this work a material was produced showing the most common macromycetes at their collection sites. The thesis includes an introduction to the problematics, taxonomy, basic characteristics, anatomy and morphology of fungi. It also contains chapters of fungal ecology, geographic distribution of mushrooms, mushrooms and man in which reader is informed about the correctness of mushroom picking and last but not least the chapter on excursion in biology teaching at high school. In the practical part of my master thesis there are presented worksheets which are intended to teach the given problems and a simple determination key for orientation in the most common macromycet groups. It also includes a presentation containing topic Determination of the most common macromycetes including photographic documentation which was carried out in the summer and autumn months of 2018 in the localities Kudlovská dolina, Staré Hutě, Salaš and Vápenice.

Keywords: Fungi, macromycetes, Ascomycota, Basidiomycota, mycelium, basidiocarp**Number of pages:** 63**Number of appendices:** 3**Language:** Czech

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍLE	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 Zařazení hub a jejich základní charakteristika	11
3.1.2 Říše Fungi	14
3.1.2.1 Oddělení: Ascomycota – houby vřeckovýtrusé	14
3.1.2.2 Oddělení Basidiomycota – houby stopkovýtrusé	15
3.2 Historie využití hub člověkem.....	16
3.3 Morfologie hub	18
3.3.1 Podhoubí.....	18
3.3.1.1 Modifikace hyf	18
3.3.2 Plodnice	20
3.3.2.1 Plodnice vřeckovýtrusných hub (askomata)	20
3.3.2.2 Plodnice stopkovýtrusných hub	23
3.3.2.3 Vnitřní stavba plodnic stopkovýtrusných hub	26
3.3.2.4 Tvorba plodnice	28
3.3.2.5 Vývoj plodnic	29
3.3.3 Výtrusy	30
3.4 Rozmnožování	34
3.4.1 Nepohlavní rozmnožování	34
3.4.2 Pohlavní rozmnožování	35
3.5 Ekologie hub	37
3.6 Geografické rozšíření.....	40
3.6.1 Evropa	40
3.7 Houby a člověk	41
3.7.1 Zásady sběru hub.....	41
3.7.2 Jedlé, nejedlé, jedovaté a léčivé houby	42
3.7.2.1 Jedlé houby	42
3.7.2.2 Nejedlé houby.....	44
3.7.2.3 Jedovaté houby	45

3.7.2.4 Léčivé houby	46
3.7.3 Využití hub v průmyslu.....	47
3.7.4 Využití hub v kuchyni	48
3.7.5 Ohrožení hub a jejich ochrana.....	49
3.8 Exkurze ve výuce biologie na SŠ.....	50
3.8.1 Organizace a vedení exkurze.....	50
3.8.2 Bezpečnost v terénu	51
4 MATERIÁL A METODY	52
4.1 Sběr položek	52
4.2 Metodika zpracování	54
5 VÝSLEDKY.....	55
6 DISKUZE	56
7 ZÁVĚR.....	58
8 ZDROJE.....	59
9 INTERNETOVÉ ZDROJE	62
10 PŘÍLOHY	Chyba! Záložka není definována.

1 ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je tvorba výukových materiálů zahrnujících nejběžnější makromycety, jež budou sloužit jako didaktická pomůcka pro studenty na střední škole. Toto téma jsem si vybral cíleně kvůli osobnímu zaujetí, vztahu k houbám a k mykologii jako takové. Podobně jako valná většina našeho národa vyrážím do lesů s nadšením a košíkem pro úlovky z lesa, jež nám sama příroda vypěstovala. Zřejmě tato zkušenost vede u většiny lidí k představě, že do hub spadají pouze ty, které mají masité plodnice a třeně.

Ovšem málo kdo už si uvědomuje jejich různorodost, ať už se týká tvaru, barvy či velikosti. Jejich využití je daleko rozsáhlejší než jen v gastronomii. Své uplatnění našly také ve farmacii a zemědělství. Především je důležité si uvědomit, že do této velmi obsáhlé skupiny organismů patří také kvasinky, bez kterých by nebylo možné vyrobit například víno, pivo či chléb. Dále sem spadají plísňe, které jsou všem velmi dobře známé a jejichž vznik je dobře pozorovatelný na ovoci nebo také na vlhkých potravinách v pohodlí vlastního domova.

Houby mají bohužel i stinnou stránku své existence. Jsou to původci onemocnění rostlin, zvířat i člověka. V dřívějších dobách se některé druhy hub používaly jako smrtící prostředek. Mezi negativní vlastnosti lze zahrnout i účinky halucinogenních druhů hub. Daleko důležitější je ovšem jejich kladný význam pro člověka. V dnešním moderním světě se houby uplatňují především při výrobě některých druhů léků, jako například antibiotik, jež jsou těžce nahraditelným prostředkem pro léčení řady infekčních onemocnění. Dále jsou využívány v potravinářském průmyslu, ať už se to týká přímé spotřeby nebo při zušlechtování jiných potravin. Takto rozsáhlé využití samozřejmě vyžaduje jejich průmyslové pěstování v uměle vytvořených příhodných podmínkách jako je tomu u hlívy ústříčné a žampionů (Keizer, 1998).

Z hlediska funkce jsou houby v přírodě takřka nenahraditelné. Jsou považovány za jedny z nejdůležitějších rozkladačů, jež se zaslouhují o přeměnu organických látek na látky anorganické, které hrají důležitou roli při vývoji rostlin (Lang, 2013). Přeprava minerálních látek a vody mezi rostlinami a půdou je možná díky mykorrhize (Keizer, 1998).

Jak jsem již zmínil v úvodu, sběr hub je v naší zemi populární oproti jiným státům, mezi které patří např. sousední Německo nebo Velká Británie. Příslušníci těchto států v období "houbařských žní" zavítají do lesa jen zřídka a proto je možné při jeho návštěvě najít velmi rychle plný koš hřibů. S tímto koníčkem ovšem souvisí i bezpečnost jejich sběru. Sběrači hub by se měli vždy řídit pravidlem, sbírám pouze ty houby, které znám. Do

bezpečnosti lze zahrnout i prostředí, ve kterém houby sbíráme. Jelikož jsou to organismy, které na sebe dokážou navázat těžké kovy, mohou být následně pro naše tělo velmi škodlivé (Holec a Beran, 2012). Do lesů každoročně zavítají tisíce amatérů, kteří nejsou s účinky některých nejedlých, jedovatých či smrtelných druhů hub obeznámeni a sbírají doslova vše, co jim přijde pod nos. V některých případech jsou následky katastrofální a končí smrtí. Právě těmto následkům by se dalo předejít, kdyby nejenom studenti byli schopni se zorientovat pomocí jednoduchého určovacího klíče v obrovské diverzitě hub (makromycet), které nám příroda nabízí.

Nadále si myslím, že má práce může zaujmout nejen studenty, jež mají vztah k mykologii, ale může být přínosem i pro samotnou veřejnost, ať už z hlediska ochrany zdraví či načerpání nových informací o určitých skupinách hub, kterými se ve své práci budu zabývat.

2 CÍLE

Cílem teoretické části mé diplomové práce bylo zpracování literárního přehledu, kde se zabírám charakteristickými znaky vřeckovýtrusných a stopkovýtrusných hub, jejich taxonomickým zařazením, morfologickým a anatomickým popisem a rozmnožováním. Čtenáře dále seznamuji s historií využití hub člověkem, ekologií hub, jejich geografickým rozšířením a správnými zásadami jejich sběru.

Cílem praktické části mé diplomové práce bylo vytvoření, jak výukového a informačního materiálu, tak především tvorba jednoduchého určovacího klíče, díky kterému by studenti byli schopni sesbírané houby rozřídít do jednotlivých kategorií. Praktická část zahrnovala sběr hub s následným vytvořením fotodokumentace jednotlivých zástupců. Posléze došlo k pojmenování jednotlivých zástupců a jejich správnému taxonomickému zařazení. Jedním z posledních kroků bylo vytvoření výukových listů, jež by se daly použít při problematice výuky hub. Samozřejmě mohou tyto listy posloužit i jako materiály široké veřejnosti.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Zařazení hub a jejich základní charakteristika

Původní řazení hub do skupiny Plantae nebylo oprávněné, jelikož mají znaky, kterými se liší od rostlin, např. složením buněčné stěny, metabolickými pochody nebo nepřítomností plastidů (Kout, 2014). Dle Holec a Beran, (2012) se houby (Fungi) řadily dlouhou dobu mezi tzv. „tajnosnubné rostliny“ (kryptogamy) – nevědělo se totiž, jakým způsobem se rozmnožují.

V roce 1998 díky britskému evolučnímu biologovi Thomasi Cavalier-Smithovi došlo k přehodnocení a výrazné změně v systému z roku 1969, kdy Robert Whittaker uvedl ve známost klasifikaci (mnohobuněčných organismů), jež zahrnovala rostliny (Plantae), živočichy (Animalia) a samotnou skupinu houby (Fungi) (Carlile et al., 2001). Systém z roku 1998 upravuje hlavně členění jednobuněčných organismů. Eukaryota jsou tedy rozděleny na říše Plantae, Animalia, Fungi, Protozoa a Chromista. Přestože byl tento systém již překonán, je možné na něj narazit ve středoškolských učebnicích (Macháček et al., 2016).

Organismy podobné houbám byly dříve rozděleny do dvou říší – Protozoa a Chromista (Cavalier-Smith, 1998). Říše Protozoa zahrnovala hlenky (Myxomycota), nádorovky (Plasmodiophoromycota) a akrázie (Acrasiomycota). Říše Chromista obsahovala oomycety (Oomycota) + oddělení Labyrinthulomycota a Hypochytriomycota. Po rozpadu heterogenní říše Protozoa následovalo nové začlenění těchto organismů. Akrázie byly přeřazeny do říše Excavata, hlenky putovaly do říše Amoebozoa a nádorovky do říše Rhizaria. Podle nejnovější literatury se oomycety a nádorovky někdy řadí do přirozené fylogenetické větve SAR (**obr. č.1**) (Alveolata, Rhizaria a Stramenopila) (Mieslerová et al., 2016).

Eukaryotické organismy jsou dle Adl et al., (2005) rozděleny na Amoebozoa, Opisthokonta, SAR (Chromalveolata a Rhizaria), Excavata a Archaeplastida.

Houby (*Fungi*), náležící do říše Opisthokonta jsou následně rozčleněny do několika oddělení – Chytridiomycota (incl. Neocallimastigomycota, Blastoclasiomycota), Microsporidiomycota, Zygomycota (incl. Zoopagomycota, Entomophthoromycota), Glomeromycota, Ascomycota a Basidiomycota (Moore et al., 2011), nověji došlo k rozpadu některých oddělení, jako např. Zygomycota nebo Chytridiomycota (Tedersoo et al., 2018).

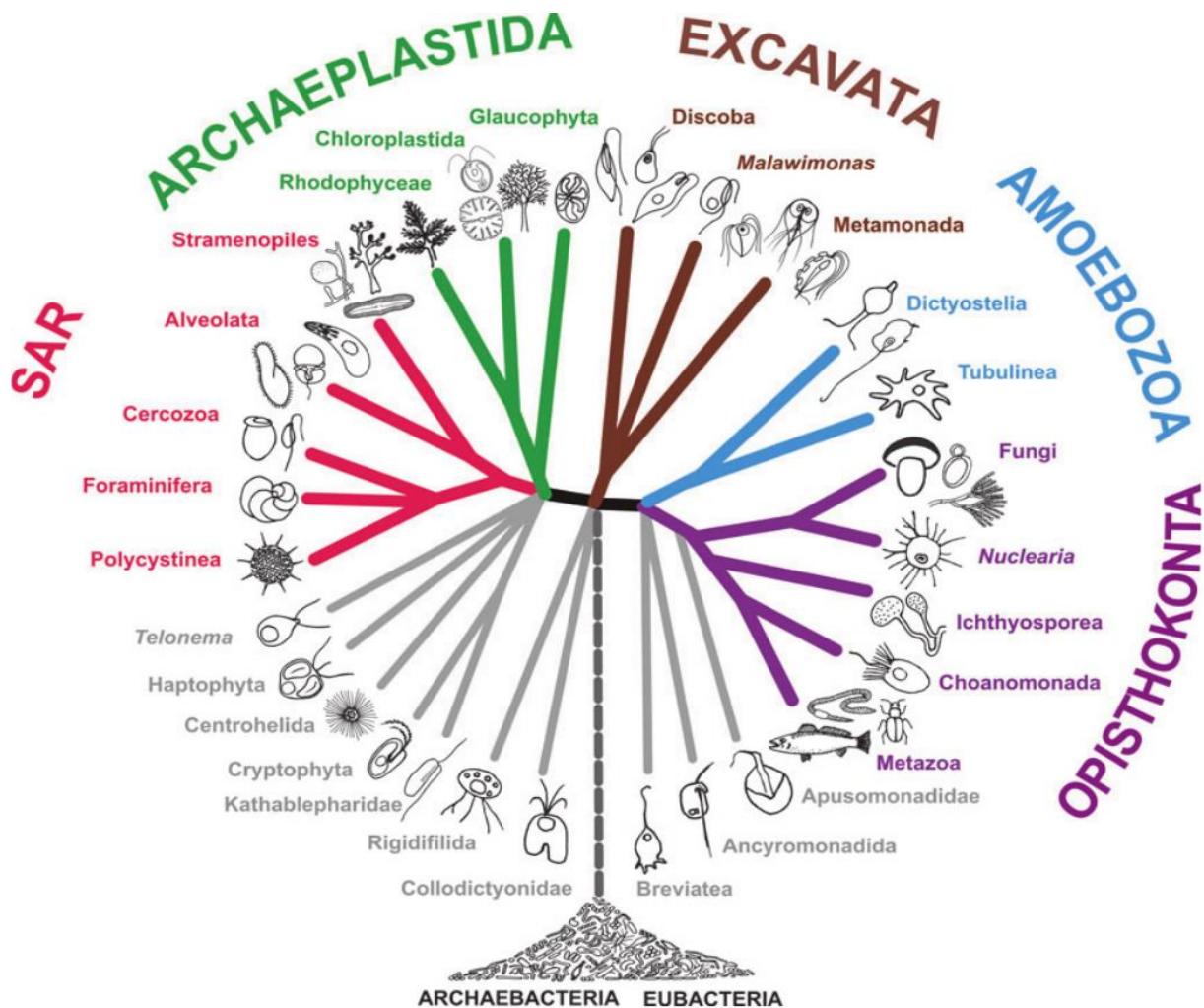
V současné době však systematická biologie přiznává poměrně dostatek změn a říše houby (*Fungi*) patří spolu s některými jedno- i mnohobuněčnými živočichy do velké vývojové „supervětvě“ zvané Opisthokonta. Podle nejnovějších poznatků vývojovou větev, zvanou Dikarya, jenž spadají pod Fungi, tvoří dvě skupiny hub, kterými jsou houby vřeckovýtusné

(Ascomycota) a stopkovýtrusné (Basidiomycota) (Holec a Beran, 2012). Právě mezi těmito dvěma skupinami nacházíme zástupce makroskopických hub (makromycet), kterým bude věnována pozornost v této práci.

Tabulka č. 1 Porovnání dvou v současnosti nejznámějších systémů hub a houbám podobných organismů (upraveno dle Mieslerová et al., 2016)

Říše: systém dle Cavalier-Smith (1998)	Oddělení	Říše: systém dle Adl et al. (2005)
PROTOZOA	ACRASIOMYCOTA	EXCAVATA
	MYXOMYCOTA	AMOEBOZOA
	PLASMIDIOPHOROMYCOTA	RHIZARIA
CHROMISTA	LABYRINTHULOMYCOTA	CHROMALVEOLATA
	OOMYCOTA	
	HYPHOCHYTRIOMYCOTA	
FUNGI (huby)	BLASTOCLADIOMYCOTA	OPISTHOKONTA
	CHYTRIDOMYCOTA	
	GLOMEROMYCOTA	
	MICROSPORIDIOMYCOTA	
	NEOCALLIMASTIGOMYCOTA	
	ASCOMYCOTA	
	BASIDIOMYCOTA	
	ZYGOMYCOTA	

Obrázek č. 1 Postavení říše hub



(Adl et al., 2012)

Houby jsou eukaryotní, primárně heterotrofní stélkaté organismy, jejichž hlavními zásobními látkami jsou škrob a glykogen (Kalina a Váňa, 2005). Pro houby je typické buněčné jádro ohraničené jadernou membránou, a jejich buňky obsahují různé organely, zejména pak mitochondrie. Na rozdíl od rostlin houby nejsou schopné využívat energii ze slunečního záření a oxid uhličitý pro tvorbu organických látek, z čehož vyplývá, že nejsou schopné oproti rostlinám procesu zvaného fotosyntéza (Holec a Beran, 2012).

Mnoho zástupců hub získává živiny přímo z živých buněk rostlin, živočichů nebo jiných druhů hub, patří tedy mezi parazity, eventuálně hyperparazity. Další skupinou hub jsou saprofyty, jenž čerpají organické látky z odumřelých těl rostlin a živočichů. Jedinec, který vstupuje do daného symbiotického vztahu, se nazývá symbiont. Symbiózou se tedy označuje jakékoli úzké soužití dvou a více organismů. Ideálním případem symbiózy je mutualistická

symbióza (oboustranně prospěšná). Pokud probíhá symbióza s cévnatými rostlinami, jedná se o mykorrhizu. Lichenismus je potom symbióza houbových organismů s řasami či sinicemi (Kalina a Váňa, 2005).

Stélka hub je tvořena ať už přehrádkovanými (jednojaderné) či nepřehrádkovanými (vícejaderné) hyfami, jež se mohou dále větvit, splétat a vytvářet tak podhoubí (mycelium) (Rosypal et al., 2003). Na myceliu za vhodných podmínek vnějšího prostředí vyrůstají rozmnožovací orgány (např. plodnice) (Svrček, 2005).

Na počátku 90. let minulého století se počet existujících druhů hub na Zemi odhadoval na 1,5 milionu. Všech hub – tedy zástupců říše *Fungi* - je popsáno kolem 100 000 druhů a již zmíněný odhad byl jedním z klíčových podnětů k hledání dříve neznámých druhů hub. V poslední době byly provedeny odhady, které jsou založeny na vysoce výkonných sekvenčních metodách, jež vedou k teorii o existenci až 5,1 milionů druhů hub. Tomuto množství nahrává i fakt obrovské variability prostředí, ve kterém houby rostou (vztahy s jinými organismy, půda a voda) (Blackwell, 2011).

3.1.2 Říše Fungi

Houby jsou jednobuněčné (méně často), mnohem častěji spíše mnohobuněčné vláknité organismy – obsahují houbová vlákna (hyfy) a mohou tedy vytvářet podhoubí (mycelium). Pokud produkují plodnice, jejich pletiva se jmenují plektenchymy (nepravé pletivo hub). Buněčná stěna hub obsahuje především β – glukán a chitin (Holec a Beran, 2012).

3.1.2.1 Oddělení: Ascomycota – houby vřeckovýtrusé

Houby vřeckovýtrusé společně s houbami stopkovýtrusnými jsou řazeny do tzv. vyšších hub a nyní i do skupiny Dikarya. Mycelium askomycet obsahuje jeden pór a je přehrádkované (průchod jader a plazmy). Stěny podhoubí obsahují chinin, který se taktéž nachází v hyfách plodnic u hub (Svrček, 2005). Rozlišujícím znakem vřeckovýtrusých hub je produkce výtrusů (spor) ve vřecku (askus), jejichž počet je nejčastěji osmičetný. Vřeckovýtrusé houby se rozmnožují jak pohlavním, tak i nepohlavním způsobem života. Pohlavní stádium neboli teleomorfa se rozmnožuje pohlavními výtrusy (askosporami). Nepohlavní stádium se také nazývá anamorfa, která se naopak rozmnožuje nepohlavními výtrusy, nejčastěji konidii (Holec a Beran, 2012). Ascomycota se dělí do 3 pododdělení: Taphrinomycotina, Pezizomycotina a Saccharomycotina. K významným zástupcům z

pododdělení Saccharomycotina řadíme *Saccharomyces cerevisiae* (kvasinka pивní). Dále zde patří zástupci z pododdělení Pezizomycotina – *Penicillium chrysogenum* (dříve též *Penicillium notatum*), *Penicillium camembertii*, *Aspergillus* a další důležití zástupci, např. smrž obecný (*Morchella esculenta*), kačenka česká (*Verpa bohemica*), ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*), ale i parazit paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*). V neposlední řadě sem spadají i zástupci řádu padlí (Erysiphales) např. *Golovinomyces cichoracearum* (Zicháček a Jelínek, 2006; Jones a Pang, 2006).

3.1.2.2 Oddělení Basidiomycota – houby stopkovýtrusé

Dříve bylo oddělení Basidiomycota rozděleno na 3 třídy – Urediniomycetes, Ustilaginomycetes a Agaricomycetes. V dnešní době tomu tak již není a oddělení Basidiomycota zahrnuje 6 skupin – Agaromycotina, Pucciniomycotina, Ustilagomycotina, mitosporické Basidiomycota, Basidiomycota incertae sedis a mycorrhizal samples (mykorhizní vzorky) (Moore et al., 2011). Pododdělení Agaricomycotina nyní zahrnuje třídu Agaricomycetes incertae sedis, Tremellomycetes, Agaricomycetes, Dacrymycetes a Bartheletiomycetes. Podtřída Agaricomycetes se dále větví na nadřády Phallomycetidae, Agaricomycetidae a Agaricomycetes incertae sedis (www.lifemap.cz).

Jde o evolučně nejvyspělejší skupinu hub, u které z velké části převažují druhy, které vytvářejí makroskopické plodnice (u nejrozsáhlejšího pododdělení Agaricomycotina) (Rozsypal, 2003). Stélka je vegetativní myceliální a obsahuje přehradky, jež v sobě nesou soudkovitý pór. Buněčná stěna je chitinózní a obsahuje polyglukany (Rozsypal, 2003). Charakteristickým znakem stopkovýtrusných hub je tvorba bazidií. Pohlavní rozmnožování však v těchto bazidiích neprobíhá, uskutečňuje se často ještě několik let před vznikem plodnice, a to v procesu tzv. somatické kopulace. To znamená, že z bazidií jsou uvolněny bazidiospory, ze kterých vyklíčí několik pohlavních typů primárních mycelií, které spolu následně kopulují. Reprodukce probíhá jak nepohlavním tak i pohlavním způsobem (Hrouda, 2008). Někteří ze zástupců žijí ve vzájemném soužití (symbióze) s kořeny zelených rostlin, ale převážná část jedinců využívá k výživě odumřelou organickou hmotu (saprofyt), rozkládá dřevo či listový opad (Svrček, 2005). Zástupců třídy Agaricomycetes je velké množství, proto si uvedeme jen ty nejznámější: pýchavky, např. pýchavka palicovitá (*Lycoperdon excipuliforme*), choroše, např. troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*) a především hřibovité a lupenaté houby. Mezi hřibovité houby řadíme typické zástupce, jako jsou: klouzek sličný (*Suillus grevillei*), kozák březový (*Leccinum scabrum*), hřib hnědý

(*Boletus badius*). U lupenatých hub je to pak např. bedla vysoká (*Macrolepiota procera*), ryzec smrkový (*Lactarius deterrimus*) nebo liška obecná (*Cantharellus cibarius*) (Holec a Beran, 2012).

3.2 Historie využití hub člověkem

Houby jednoznačně spadají mezi jedny z nejstarších forem života na Zemi, díky prokazatelným nálezům fosilních hub. Skupina stopkovýtrusných hub čítá nejmenší počet zachovaných nálezů, především u druhů s měkkými plodnicemi vzhledem k jejich poměrně rychlému rozložení. Mezi nejčastější nálezy tedy patří především tvrdé části plodnic chorošů. Daleko častěji jsou zakonzervovány mikroskopické části hub jako mycelia hub nebo výtrusy rzi ve zkamenělých dřevinách. Největší počet těchto zkamenělých nálezů poskytují fosilní křídlové útvary, pryskyřice, rašeliniště (např. Slavkovský les u Krásna), uhelné sloje (např. kladensko-slánská pánev či ostravsko-karvinská pánev) a travertinové kupy (např. obec Tuchořice v okrese Louny). Nálezy vřekovýtrusných hub pocházejí nejčastěji z karbonu, naproti tomu houby stopkovýtrusné jsou typické pro období permu (Klán, 1989).

Lidé využívají houby již od pradávna. Nejstarší doloženou zmínkou o léčivých účincích hub z doby před 5 tisíci lety je písemný dokument z oblasti Indie. Staří Egyptané před 3 tisíci lety, se domnívali, že konzumací hub prodlouží délku svého života, a proto je považovali za posvátné. Již starověcí Římané a Řekové užívali houby jako potravinu, nicméně právě z tohoto období pochází první zmínka o otravě po požití hub sepsána známým starořeckým spisovatelem tragédií Euripidem (480 – 406 př. n. l.) (Váňa, 2003).

V dřívějších dobách připisovali lidé původ hub nadpřirozeným silám, jelikož jejich neočekávaný a tajuplný růst vyvolával v lidech obavy. Až počátkem 16. století se houby dočkaly většího zájmu lidí, především botaniků, kteří se zajímali, jak o jedovaté tak léčebné účinky hub. Díky tomuto bádání došlo ke vzniku herbářů. Francouzsko-nizozemský průkopník moderní botaniky Carolus Clusius klasifikoval houby na 2 skupiny: *Fungi noxii et perniciosi* (houby škodlivé a jedovaté) a *Fungi esculenti* (houby jedlé). O něco později vydali Joseph Pitton de Tournefort a Jean Marchant zprávu, přičemž každý zvlášť, o pěstování žampionů. K tomuto objevu se v 17. století datují i první pokusy o uvědomělé pěstování žampionů v Anglii a Francii (Váňa, 2003).

Na počátku bylo pěstování značně problematické, z důvodu nedostatečnosti technologií. V dnešní době je vše jinak a žampiony se staly jednou z nejvíce pěstovaných hub světa (Váňa, 2003).

Rozkvět mykologie jakožto vědního oboru nastává až koncem 18. století a přetrvává po dobu 19. století. S počátkem 20. století dochází k rozmachu i dalších mykologických oborů, mezi které patří například genetika, cytologie, mykopatologie, studium léčivých účinků hub, studium životních cyklů a průmyslová mykologie. Díky všem informacím a postupným vývojem věd můžeme s přesvědčením říci, že houby vždy byly velkým předmětem zájmu lidstva (Klán, 1989).

Český národ patří mezi země s dlouholetou tradicí sběru hub. V době jejich hojného růstu je to u nás velmi vyhledávaná rekreační činnost ve srovnání s jinými zeměmi světa (Prugar, 2008).

Jednou z prvních doložených zmínek o houbách u nás je veršovaný slovník z roku 1360 a 1365 za vlády Karla IV. Následně v roce 1587 překládal Tadeáš Hájek z Hájku dílo italského lékaře Pietra Andreho Mathioliho, které se zabývalo houbami. Přeložené dílo vyšlo na svět v roce 1592 a obsahuje seznam jedlých hub, houby rostoucí u nás, které nejsou škodlivé a také jsou zde uvedeny základní poznávací znaky, místa výskytu a času, kdy rostou (Hyráková, 2015).

Houby konzumoval především venkovský lid, jelikož to bylo bezplatně získané jídlo. Ovšem i v jídelníčku šlechty byla k nalezení tato velmi chutná potravina. Roku 1591 vydal známý český šlechtic Bavor Rodovský mladší z Hustiřan největší kuchařský spis, který obsahoval správnou úpravu a nakládání s houbami, co se týče přípravy pokrmů (Smotlacha et al., 1999).

V jižní, střední a východní Evropě mají houby velkou oblibu. Především pak kmen Slovanů a národy románské měli k houbám vždy silný vztah. Mezi státy severní Evropy, které se sběru hub spíše vyhýbají, patří např. Velká Británie. Zájem o houby je zde prozatím spíše odborný (Klán, 1989).

Houby jsou komerčně užívány celosvětově, velkou tradici mají především v asijských státech. Právě zdejší obyvatelé mají nejvíce zkušeností s pěstováním a požíváním hub. Země asijského kontinentu využívají houby po mnoho stovek let nejen jako pokrm, ale bývají také užívány v lékařství (Valíček, 2011). Vyhledávanou pochutinou jsou pak v zemích jako je Čína, Japonsko nebo Tchaj-wan, ve kterých si houby mnoho domácností pěstuje v upravených pěstebních substrátech či myceliem prorostlých stelivech. Typicky pěstovanou houbou pro tyto země je pak kukmák sklepní či houževnatec jedlý („šitake“). Pro Čínu je typické využívání hub jako léku. Staročínská medicína znala např. námel a využívala jej zejména v ženském lékařství. Housenice čínská je tvrdá parazitická houba a sloužila jako lék proti tuberkulóze, žloutence či při poranění (Hyráková, 2015).

3.3 Morfologie hub

Tělo hub se nazývá stélka (Kout, 2004). Od rostlin se stélka hub odlišuje jednoduchou stavbou, tzn. je rozlišena na nepravá pletiva a není prostoupena cévními svazky. Stélka je diferenciována na útvary, které zprostředkovávají pohlavní rozmnožování, ale jen za určitých podmínek. Výživu má na starosti vegetativní část stélky (Svrček, 2005).

Stélka je buď jednobuněčná, nebo mnohobuněčná a může dosahovat až několik desítek metrů (Gryndler a Němcová, 2013).

3.3.1 Podhoubí

Mycelium je soubor rozvětvených houbových vláken (hyf), složených z protáhlých buněk oddělených přehrádkami (Holec a Beran, 2012). Hyfy jsou dvojího typu a to buď přehrádkované, nebo nepřehrádkované. U jednoduchých skupin, jako např. Zygomycota, najdeme hyfy nepřehrádkované. Oproti přehrádkovaným hyfám postrádají ty nepřehrádkované přepážky neboli septy a jejich buňky obsahují více jader, tudíž jsou mnohojaderné (Klán, 1989).

Podhoubí je tvořeno nepravým pletivem (plektenchym), a to může být dvojího typu, buď pseudoparenchym (hyfy ztratily vláknitý charakter a nahloučily se do kompaktního útvaru, z čehož vyplývá, že buňky jsou oválného tvaru) nebo prozenchym (hyfy leží rovnoběžně vedle sebe). Oba profily pletiv se účastní stavby různých reprodukčních a somatických organizací (Holec a Beran, 2012).

Klíčovou úlohou mycelia je zprostředkovávat výměnu látek a energie mezi prostředím a houbou (Jablonský a Šašek, 2006).

3.3.1.1 Modifikace hyf

Houbová vlákna (hyfa) podhoubí se nejenom větví, ale také umožňují spojení s vedlejšími výběžky pomocí anastomóz (spojka). Úkolem spojek je, co nejdříve zásobovat živinami a vodou celé podhoubí. Úplně primitivní přizpůsobení lze pozorovat např. u kropidlovce černavého (*Rhizopus stolonifer*). Podhoubí, jež se málo rozvětňuje, produkuje kořinky tzv. rhizoidy, jejichž funkcí je získávat živiny, ale zároveň slouží i k upevnování na podkladu (Awasthi, 2010).

Haustorium je vrchol houbového vlákna, který prostupuje tkání hostitele a slouží k nasávání živin. Vzniká větvením tzv. průnikové (penetrační) hyfy, která někdy mívá jen

opornou funkci. Haustoria vznikají z terčíku (apresoria) na povrchu buňky hostitele (Klán, 1989). Apresorium je specializovaná buňka, vznikající na klíčovém vlákně, jímž parazitická houba v místě kontaktu přilne k povrchu rostliny (Carlile et al., 2001)

U některých chorošů se v prasklinách dřeva vytvářejí ploché, blanité plstnaté pláty podhoubí (syrocium), které slouží jako odpočinkové stádium. Syrocia jsou velmi dobře viditelná, nastane-li nalomení kmene. Tyto blanité pláty nalezneme např. u troudatce pásového (*Fomitopsis pinicola*) (Klán, 1989; Holec a Beran, 2012).

Další modifikaci houbového vlákna najdeme u václavky hlíznaté (*Armillaria gallica*) mezi dřevem a borkou. Z houbového vlákna vzniká silnější a často velmi dlouhý provazec podhoubí černé barvy, tzv. rhizomorfy. Na příčném řezu jsou u rhizomorf patrné různé vrstvy, zejména vrstva korová (Holec a Beran, 2012). Na rhizomorfě rozlišujeme 3 zóny: zónu, ve které dochází k absorbování živin, prodlužovací zónu a vrcholovou čepičku, jež je tvořena apikálním meristémem (Sharma, 2004).

Mycelium se také může shlukovat do podoby sklerocií. Sklerocia jsou hlízovité útvary s tuhým vnitřkem a korovou vrstvou na povrchu, které slouží k přetrvávání nepříznivých podmínek a následnému šíření houby. Neslouží tedy k pohlavnímu rozmnožování. Ze sklerocií vyrůstají hyfy nebo přímo plodnice (Holec a Beran, 2012). Jednou z nejznámějších hub, která vytváří sklerocia, je paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*) (Klán, 1989).

Zvláštním útvarem, který podhoubí také může vytvářet, jsou ektomykorhizy (ektomykorhizní kořínky). Jedná se o přetvořené postranní kořínky dřevin a některých bylin, které jsou kryty souvislým povlakem hyf (hyfovým pláštěm) a hyfy pronikají i do mezibuněčných prostorů kořenové kůry, kde tvoří tzv. Hartigovu síť. Ektomykorhizní kořínky jsou krátké, zavalité, někdy řídké větvené a díky podhoubí často pestře zbarvené. Jsou místem, kde houba rostlině předává vodu s živinami, které čerpá z půdy a od rostliny získává organické látky – produkty fotosyntézy. Představují klíčový prvek tzv. ektomykorhizní symbiózy – oboustranně výhodného soužití houby a rostliny. Typickým zástupcem ektomykorhizního druhu je muchomůrka červená (*Amanita muscaria*) (Holec a Beran, 2012).

Arbuskulární mykorhizní symbióza je nejstarší typ mykorhizy. V přírodě je velmi rozšířená a pro člověka velmi významná, neboť se vyskytuje u většiny kulturních plodin. Houbové hyfy prorůstají nejen mezibuněčnými prostory, ale dostávají se i dovnitř buněk, kde tvoří charakteristické bohatě větvené útvary arbuskuly (Carlile et al., 2001).

Dalším útvarem v pořadí je stroma. Jde o kompaktní a různě tvarovaný shluk houbových vláken, jehož vnitřní stavba je tvořena nepravým pletivem (plektenchym). Tvarem jsou to bochničky nebo kyjovité útvary černé, hnědé, ale i oranžové barvy částečně zanořené

ve dřevě nebo jiném substrátu. Jejich funkcí je mechanická ochrana plodnic, nejčastěji perithecií, která jsou do stromatu zanořena (Carlile et al., 2001).

Poslední přizpůsobení, které zmíníme, je ozonium. Jako ozonium se označují zapletená vzdušná hyfová vlákna, která vyrůstají nejčastěji na povrchu dřeva, ale můžeme je nalézt i na povrchu půdy. Vyskytuje se hlavně u hnojníků, např. hnojníku domácího (*Coprinellus domesticus*) (Klán, 1989).

3.3.2 Plodnice

Tvorba plodnice (fruktifikace) je to, co nás u hub nejvíce vzrušuje. Obecně platí, že nejvíce druhů fruktifikuje po vydatných deštích a následném oteplení nebo náhlém ochlazení. Známe ale i houby, které plodí jen v suchých a horkých obdobích, např. muchomůrka císařka (*Amanita caesarea*) nebo až po prvních podzimních mrazících, např. šťavnatka pomrazka (*Hygrophorus hypothecus*) (Holec a Beran, 2012).

Když větší počet druhů tvoří plodnice najednou v určitém období, hovoříme o tzv. aspektu fruktifikace. Jsou to vlny růstu (lesy jsou plné hub), po kterých obvykle následuje kratší nebo delší přestávka (tehdy jsou lesy téměř prázdné a plodí jen nejběžnější druhy).

Příklady aspektů:

- **časně jarní aspekt** – po odtání sněhu; některé vřeckovýtrusné houby
- **jarní aspekt** – v době, kdy se probouzí vegetace; smrže, závojenky
- **časně letní aspekt** – po nástupu vyšších teplot; hříby, holubinky
- **letní aspekt** – během suchého léta nebo může téměř chybět; hříby, holubinky, ryzce
- **podzimní aspekt** – po prvním větším ochlazení a vydatnějších deštích; bývá druhově nejbohatší a plodí téměř všechny skupiny hub
- **pozdně podzimní** – po příchodu mrazů až do doby než napadne sníh; strmělky, hlívy (Holec a Beran, 2012)

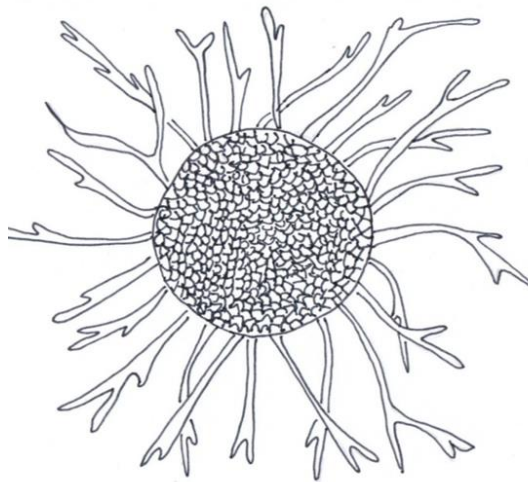
3.3.2.1 Plodnice vřeckovýtrusných hub (askomata)

Askomata jsou způsobem vzniku, velikostí, tvarem, vzhledem povrchu i barvou velmi různorodá. Mohou být úplně uzavřená, téměř uzavřená nebo otevřená. Přestože nám plodnice skýtají spoustu dobrých určovacích znaků, nelze počítat jen s nimi a pro spolehlivé určení většiny vřeckovýtrusných hub je důležité sledovat i mikroskopické znaky. Zejména vzhled a velikost vřecek, výtrusů a parafýz (Holec a Beran, 2012).

Z hlediska tvaru plodnice rozlišujeme 3 základní typy:

- **Kleistothecium (obr. č. 2)** je uzavřená kulovitá plodnice s nápadně vyvinutou stěnou a vřecky rozprostřenými uvnitř (Svrček, 2005). Vřecka jsou plná askospor. Plodnice bývají velmi malé (převážně v μm , výjimečně v mm) a na jejich povrchu je možné všimnout si dílčích houbových vláken, různých tvarových přívěšků nebo provazců podhoubí (Klán, 1989).

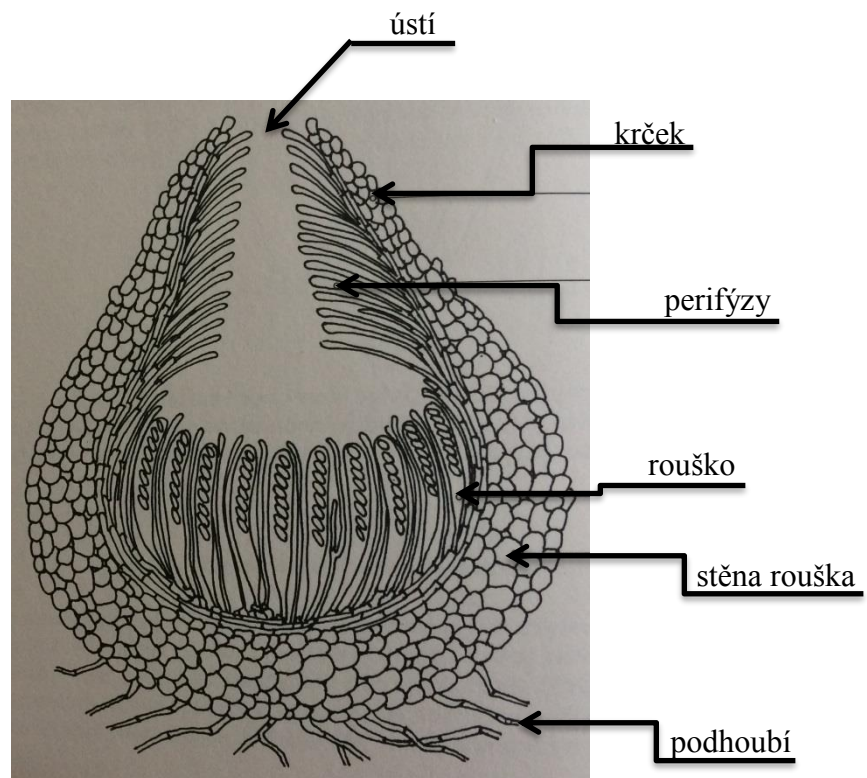
Obr. č. 2 Kleistothecium



(Hyráková, 2015)

- **Perithecium (obr. č. 3)** je kulovitá, hruškovitá až lahvicovitá plodnice na vrcholu s malým otvorem (ústí). Vřecka jsou spolu s parafýzami uspořádána v roušku na dně a bocích vnitřní dutiny. V ústí se občas nacházejí krátké vláskovité hyfy, zvané perifýzy. Velikost perithecia je mikroskopická, tzn. v milimetrech. Rostou samostatně, ve skupinách nebo ve velkém počtu uvnitř stromat. Houby, jež mají tvrdá stromata s perithecií, se označují jako tvrdohouby (Holec a Beran, 2012).

Obr. č. 3 Perithecium – příčný řez

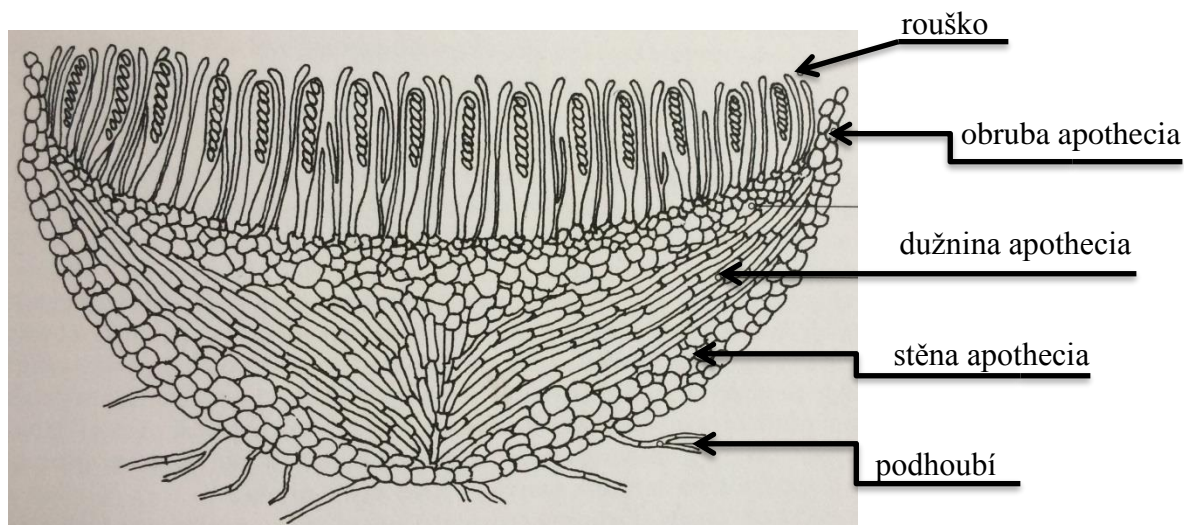


(Holec a Beran, 2012)

- **Apothecium (obr. č. 4)** je otevřená, většinou pohárkovitá, miskovitá nebo terčovitá plodnice přisedlá nebo s různě dlouhou stopkou. Hymenium pokrývá vnitřek pohárku. Svrchu může být kryté mírně vyčnívajícými a hustě natěsnanými vrcholky paraphýz, které tvoří ochrannou vrstvu zvanou epithecium (Kirk et al., 2001). Vnější povrch plodnice může být jak hladký, tak pokrytý zrnky, strupy, chlupy nebo štětinami. Velikost apothecií se udává v milimetrech až centimetrech. Jejich konzistence sahá od měkce rosolovité, přes šťavnatou, voskovitou až k tvrdé (Holec a Beran, 2012). Ke 3 nejčastějším tvarovým typům apothecií řadíme: apothecium rozčleněno na třěň a dutý klobouk např. u ucháče (*Gyromitra*) nebo smrže (*Morchella*); miskovitý tvar bez stopky nebo s ní u ohnivce (*Sarcoscypha*) či hlízenky (*Sclerotinia*) anebo kyjovitý až jazýčkovitý tvar na povrchu s hymeniem u lopatičky (*Spathularia*) a čapulky (*Mitrula*) (Klán, 1989).

Vyjma již zmíněných apothecií existuje celá řada odvozených tvarů. Velká tvarová pestrost existuje zejména u plodnic s dobře vyvinutou a ostře odsazenou stopkou. Nejvíce modifikovaným typem apothecií jsou uzavřené hlízkovité plodnice např. u zemničky (*Genea*) nebo lanýže (*Tuber*) (Holec a Beran, 2012).

Obr. č. 4 Apothecium – příčný řez



(Holec a Beran, 2012)

3.3.2.2 Plodnice stopkovýtusných hub

Basidiomycota vykazují největší variabilitu, co se týče bohatství tvarů, barev, vůní a chutí plodnic z celé houbové říše. Co do velikosti mají zástupci tohoto oddělení poměrně značný rozsah, tzn. od několika milimetrů až po desítky centimetrů. Mimo jiné do oddělení Basidiomycota náleží i skupiny, jež plodnice nevytváří (např. sněti a rzi) (Holec a Beran, 2012). Značná pestrost plodnic má jeden jediný význam a tím je zabezpečit co největší produkci výtrusů (bazidiospor). Výtrusy jsou uloženy na specifických buňkách (bazidiích), jež jsou seřazeny do výtrusorodé vrstvy – rouška (hymenium), která kryje odlišné části plodnic. Rozlišujeme 2 typy plodnic. Tím prvním je hymeniální typ, kdy se bazidie nacházejí v hymeniu na povrchu plodnice. Druhým typem je geastrální plodnice, jež uchovává basidie uvnitř v teřichu (gleba) (Moore et al., 2011).

Existuje několik základních tvarů plodnic stopkovýtusných hub (Kout, 2004):

- **Pilothecium (obr. č. 5)** – hymeniální typ plodnice, jednoletá, členěná na klobouk a třeň s hymenoforem. Přítomen jak u lupenatých, tak hřibovitých hub (Kout, 2014). Velmi často se u hub vyskytuje centrální třeň, ale existují i druhy s excentrickým nebo postranním třeňem (hlívy). Zpravidla je pevně spojena s kloboukem (pileus) a nelze jej vylomit. Ovšem existují i druhy, jež mají třeň lehce oddělitelný od klobouku (např. bedla). Je to způsobeno jemnou vrstvou buněk na přechodu třeňe a klobouku (Klán,

1989). Tvar pileu je rozmanitý, příkladem je plošně rozložený či nízce klenutý klobouk (Smotlacha, 2005).

Obr. č. 5 Pilotheceium hřibu borového (*Boletus pinophilus*)



(Foto D. Škrášek)

- **Holothecium (obr. č. 6)** – hymeniální typ plodnice, basidiokarp nemá vyvinutý třeň a klobouk a hymenofor se rozprostírá po celé ploše houby. Řadíme sem např. rosolovky (*Tremella* spp.) (Kout, 2014).

Obr. č. 6 Holothecium kotrče kadeřavého (*Sparassis crispa*)



(Foto M. Lopraisová)

- **Krustothecium** (obr. č. 7) – hymeniální typ plodnice, jednoletá i víceletá. Tvary této plodnice jsou rozmanité a vytváří se postupně. Spadají sem choroše (Kout, 2014).

Obr. č. 7 Krustothecium troudatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*)



(Foto D. Škrášek)

- **Schizothecium** (obr. č. 8) – geastrální typ uzavřené plodnice, obsahující dutiny schizogenního původu. Zástupcem je např. pýchavka (*Lycoperdon* spp.) či hvězdovka (*Geastrum* spp.) aj. (Dvořák a Hrouda, 2013).

Obr. č. 8 Schizothecium hvězdovky červenavé (*Geastrum rufescens*)



(Foto D. Škrášek)

- **Klathrothecium** (obr. č. 9) – uzavřená plodnice geastrálního typu. Výtrusorodé pletivo a teřich jsou uvnitř plodnice rozděleny lamelami, které se korálovitě rozvětvují. Na povrchu plodnice je vícevrstevný obal peridií. Jakmile teřich dozraje, je vyzdvižen přídatným receptakulem na povrch. Řadíme sem např. květnatce (*Anthurus* spp.) nebo hadovky (*Phallus* spp.) (Dvořák a Hrouda, 2013).

Obr. č. 9 Klathrothecium květnatce Archerova (*Clathrus archeri*)



(Foto M. Chochel)

3.3.2.3 Vnitřní stavba plodnic stopkovýtusých hub

Pozorování vnitřní stavby plodnic se neobejde bez mikroskopu. Základním stavebním kamenem jsou houbová vlákna, složená z protáhlých buněk oddělených přehrádkami (septa). U mnohých druhů jsou na hyfách přítomny tzv. přezky (spoje), které vypadají jako hrbolky nebo obloukovité můstky nad přehrádkami. Přítomnost nebo nepřítomnost přezek je často důležitým poznávacím znamením (Holec a Beran, 2012).

Hyfy jsou v plodnicích uspořádány do houbového pletiva. Jedná se o nepravé pletivo – plektenchym. V některých případech stěny hyf navzájem srůstají a tvoří pletivo zvané pseudoparenchym, který na příčném řezu vypadá jako shluk kulovitých nebo mnohoúhelníkovitých buněk (Klán, 1989).

V plodnicích můžeme pozorovat tři základní typy hyf (**obr. č. 10**) (Kirk et al., 2001):

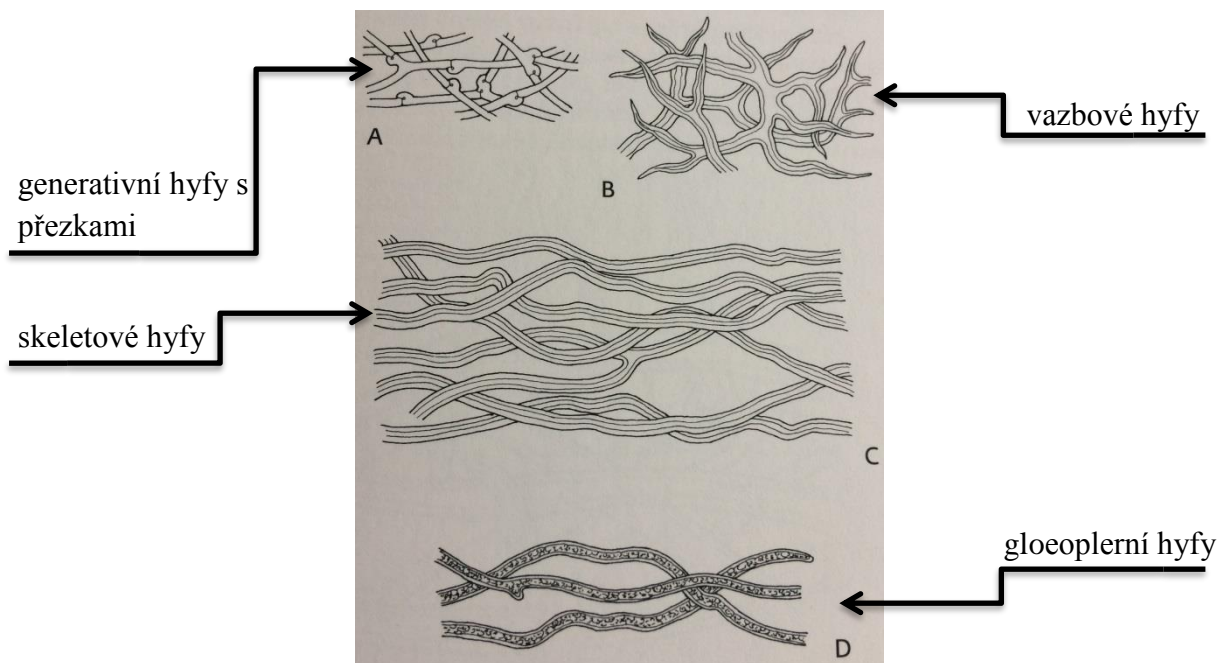
- **Generativní** – rozvětvené, přehrádkované, u některých druhů s přezkami. Bývají tenkostěnné, ale mohou být i tlustostěnné, jež dávají vznik bazidiím.
- **Vegetativní**
 - skeletové – nevětvené, téměř bez přehrádek, tlustostěnné. Jejich stěna často obsahuje barviva. Jsou základem tvrdých částí plodnic, např. dužniny víceletých chorošů.

- vazbové (legativní) – keříčkovitě větvené, bez přehrádek, více nebo méně tlustostěnné. Typické pro plodnice kožovitě tuhých až dřevnatě tvrdých hub, zejména chorošů.

Kromě základních typů hyf se u některých skupin nebo druhů hub vyskytují i další typy (Holec a Beran, 2012):

- **Laktiferní hyfy = mléčnice.** Obsahují mléčnou, často nápadně zbarvenou tekutinu (latex), která se po narušení stěny hyfy rozlévá ven. Obsahují malý počet přehrádek. Především u ryzců (*Lactarius* spp.) a některých helmovek (*Mycena* spp.).
- **Gloeoplerní hyfy** – dlouhé hyfy s malým počtem přehrádek. Obsahují krystalky nebo kapky, které je možno zvýraznit některými barvami používanými při mikroskopování.
- **Kapilicium = vlášení.** Tvoří ho větvené, tlustostěnné hyfy bez přehrádek. Nachází se u hub s geastrálními plodnicemi.

Obrázek č. 10 Typy hyf stopkovýtrusných hub



(Holec a Beran, 2012)

Hymenium u stopkovýtrusných hub tvoří bazidie, bazidiospory a cystidy a další nerozlišené hyfy. Bazidie mohou být neseptované (jednobuněčné) nebo septované (zpravidla čtyřbuněčné) (Carlile et al., 2001). Na bazidiích následně vznikají stopečky (sterigmata), které zpravidla bývají čtyři. Na koncích sterigmat se postupně vytváří výtrusy (bazidiospory). Poněkud zvláštní součástí některých druhů hub jsou cystidy, které se od

bazidií liší jak tvarem, tak i velikostí. Tvarově jsou velmi rozmanité a nacházejí se v pokožce třeně či klobouku. Cystidy mají několik funkcí, mezi něž patří ukládání a vylučování odpadních látek a zahrnují také funkci stavební. Méně známé jsou gloeocystidy, což jsou koncové buňky gloeoplerních hyf (Holec a Beran, 2012).

Důležitým poznávacím rysem plodnic je typ hymenoforu. Jde o tu část plodnice, jež nese na svém povrchu rouško a zvětšuje výtrusorodou plochu houby. Je známo několik typů hymenoforu (Holec a Beran, 2012):

- **Hladký** – nerozšiřuje plochu rouška, přítomen u holothecií a některých rozlitých plodnic (Hrouda, 2013).
- **Hrbolkatý** – hrbolky na rozlitých plodnicích (Holec a Beran, 2012).
- **Ostnitý** - většinou štíhlé a rozmanitě dlouhé ostny na rozlitých plodnicích či na spodní straně klobouku. Vyskytuje se u rosolovek (*Tremella* spp.) či lošáků (*Sarcodon* spp.) (Smotlacha, 2005).
- **Lupenatý** – lupeny jsou přítomny na spodní straně klobouku, kde jsou paprscitě seřazeny. Typickým zástupcem je např. holubinka (*Russula*) (Smotlacha, 2005).
- **Rourkatý** – rourky se nacházejí na spodní straně klobouku hříbových hub a plodnic chorošů. Jejich stěna je jednotná, tudíž nemají podobu jednotlivých trubiček (Holec a Beran, 2012).
- **Gastroidní** – stěny lamel, komůrek či dutin v glebě jsou zakryty hymeniem. Vyskytuje se u zavřených břichatkovitých plodnic, např. hvězdovka (*Geastrum*) (Sharma, 1989).

Hymenofor obsahuje pletivo, které je možno cestou od povrchu rozčlenit na tyto vrstvy (Hrouda a Dvořák, 2013):

- **Hymenium** – výtrusorodá vrstva, která je tvořena bazidiemi, na níž se vytvářejí výtrusy (Jablonský a Šašek, 2006).
- **Subhymenium** – tenká vrstva kompaktně větvených a přehrádkovaných hyf. Z koncových buněk vyrůstají bazidie a bazidioly (Holec a Beran, 2012).
- **Trama** – nachází se pod subhymeniem (Kalina a Váňa, 2005).

3.3.2.4 Tvorba plodnice

U lupenatých a hříbových hub vzniká plodnice (basidiokarp) z klubíčka hustě propletených hyf podhoubí (nodulus), ze kterého se pak může vyvinout zárodek plodnice

(primordium). V primordiu už jsou vytvořeny základy klobouku, třeně i rouška (hymenium). Bývají ukryté v půdě nebo vrstvě opadu, což je chrání proti vyschnutí. Další formou ochrany je obal (velum), vyvinutý jen u některých druhů hub. Poslední fází vývoje je zvětšování buněk díky příjmu vody a rozrůznění některých částí plodnice, zejména pokožky nebo pletiva lupenů či rourek (Holec a Beran, 2012).

3.3.2.5 Vývoj plodnic

Skládá se ze dvou procesů, kterými jsou iniciace a diferenciaci. Následkem stárnutí mycelia a vlivu prostředí (vlhkost, teplota atd.) postupně nastává iniciace, což je v podstatě nasazování zárodků (primordií). Pokud se zárodky utvářejí, dochází k diferenciaci, tzn. tvorbě reprodukčních struktur (Klán, 1989).

Rozdíl mezi růstem podhoubí a růstem houbového vlákna v plodnicích hub vychází především z apikálního (vrcholového) růstu houbových vláken podhoubí. Kdežto u plodnic se do vývinu zapojují všechny buňky, nikoli jen vrcholové (Klán, 1989).

Je znám vývoj angiokarpní, hemiangiokarpní a gymnokarpní. Vývoj angiokarpní není příliš běžný. Během tohoto rozvoje je hymenium neustále obklíčeno obaly. Tento průběh je typický pro kulovité plodnice prášivek (*Bovista* spp.) či pýchavek (*Lycoperdon* spp.). Častějším rozvojem plodnic je gymnokarpní styl růstu. Zde naopak hymenium není vůbec uzavřeno v obalech a v průběhu celého ontogenetického vývoje se nachází volně na povrchu. Příkladem jsou některé chorošotvaré houby (Klán, 1989).

U lupenitých a hříbovitých hub je pilothecium mladých plodnic mnohdy kryto obalem proti vyschnutí. Tento obal se nazývá plachetka (velum universale). Na začátku vývoje plachetka mizí a hymenium je během dalšího růstu odhaleno, jedná se o hemiangiokarpní vývoj. Pozůstatky plachetky zůstávají na třeni a klobouku jako šupiny, útržky, vlákna či ostny a také v podobě pouzdra při bázi třeně např. u muchomůrky šedivky (*Amanita spissa*). Existují i houby s neúplným obalem (velum partiale), jež se nazývá závoj. V podstatě jde o pletivo, které se táhne směrem k okraji klobouku a pokrývá hymenium (Kalina a Váňa, 2005). Jakmile se klobouk nachází ve stavu dospělosti a stále pokračuje v růstu, vytváří závoj blanitý prsten, který můžeme pozorovat např. u bedly vysoké (*Macrolepiota procera*) či muchomůrky červené (*Amanita muscaria*). Prsten může být rýhovaný, natažený vzhůru, visící, dvojitý popřípadě jako zbytek pavučinky (Smotlacha, 2005). Typickým znakem pavučinců (*Cortinarius* spp.) je právě pavučinka. Můžeme ji taky najít na třeni starších hub nebo na lupenech hub mladších (Kirk et al., 2001).

S růstem plodnic a jejich dalším vývojem jsou spojeny i styly přirůstání plodnic chorošotvarých a dalších stopkovýtusných hub. Choroše jsou známé okrajovým růstem, což znamená, že zábranu obrůstají a ta se tím pádem stane součástí plodnice. Tento neobvyklý růst se zakládá na apikálním růstu houbového vlákna v plodnicích. V podstatě se jedná o běžný růst houbového vlákna podhoubí v půdě. Plodnice zbylých druhů tuto vlohu postrádají a vyvíjí se typicky univerzálním způsobem. Pečárkotvaré, hřibotvaré nebo další stopkovýtusné houby nejsou schopny bariéru obrůst, za to mají schopnost ji za pomoci velké síly odsunout (Klán, 1989).

3.3.3 Výtrusy

Výtrusy neboli spory jsou útvary, které plní funkci rozmnožovací. Jsou přizpůsobeny k přežití v nepříznivých podmínkách na dlouhou dobu. Spory spadají k taxonomicky nejstálejším a nejvýznamnějším znakům (Svrček, 2005). Mnohdy je možné dle typu výtrusu rozlišit jednotlivé rody hub (Klán, 1989). Důležité jsou podle Holce a Berana (2012) zejména tyto znaky:

- velikost
- tvar
- počet přehrádek
- vzhled povrchu (hladké nebo ornamentované výtrusy)
- tloušťka
- stavba a barva stěny
- přítomnost nebo nepřítomnost klíčícího póru

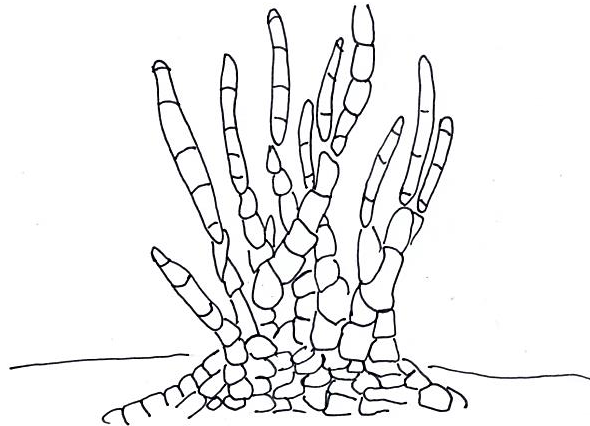
Výtrusy rozdělujeme na mitospory a meiospory. Už ze samotného názvu lze poznat, co předcházelo jejich vzniku. Mitózou vznikly mitospory a meiospory se vytvořily po meióze (redukční dělení). Funkcí těchto spor je množení, popřípadě přečkání nepříznivého období (Hrouda a Dvořák, 2013). Může se stát, že dojde k tvorbě mitospor a meiospor zároveň. Jde o vznik tzv. mitotické holomorfy. Holomorfa je druh, který zahrnuje anamorfu (nepohlavní stádium) a teleomorfou (pohlavní stádium) (Kalina a Váňa, 2005).

U oddělení Ascomycota dochází ke vzniku konidií (nepohlavní výtrusy hub) zevně na speciálně zaměřených odnožích houbového vlákna, tzv. konidioforech (Kalina a Váňa, 2005). Samotné konidiofory se utvářejí samostatně anebo ve zvláštních útvarech, které se jmenují

konidiomata. V podstatě jsou to útvary, jež se podobají plodnicím a dle Awasthi (2010) je členíme na:

- **Sporodochium (obr. č. 11)** – konidiofory jsou hustě seskupeny. Svrchní část utváří vrstva konidií. Nachází se u parazitických hub, např. kropidlák černý (*Aspergillus niger*).

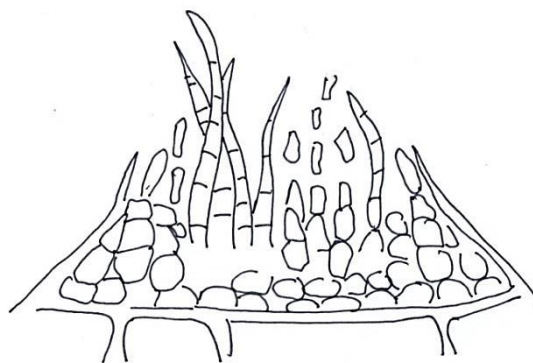
Obrázek č. 11 Sporodochium



(Hyráková, 2015)

- **Acervulus (obr. č. 12)** - konidiofory jsou krátké a jsou součástí plochého myceliálního polštářku. Podobá se sporodochiu, ovšem najdeme jej pod povrchem. Taktéž se nachází u parazitických hub, např. *Colletotrichum lindemuthianum*.

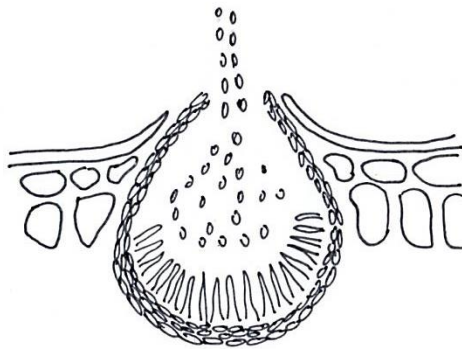
Obrázek č. 12 Acervulus



(Hyráková, 2015)

- **Pyknida (obr. č. 13)** – tvarem se podobá láhvi, jenž má ostiolum. Na první pohled vypadá jako perithecium, avšak vnitřní část je vyplněna konidiofory. Příkladem je *Sphaerellopsis filum*.

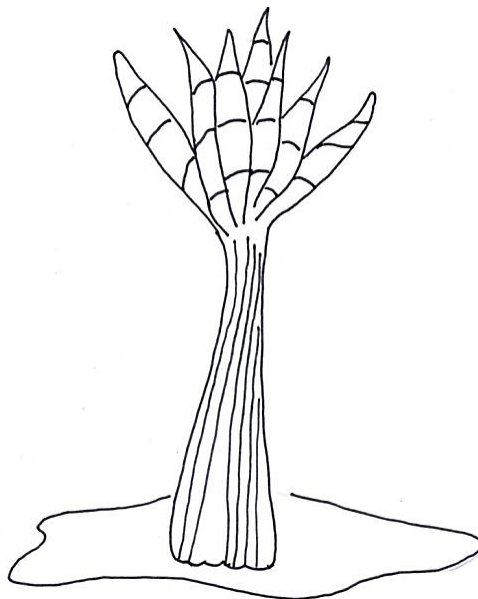
Obrázek č. 13 Pyknida



(Hyráková, 2015)

- **Synnema (obr. č. 14)** – jedná se chomáč vzájemně slepených a dlouze vztyčených konidioforů, který je na vrcholu keříčkovitě rozvětvený. Příkladem je *Braunomyces dictyosporus*.

Obrázek č. 14 Synnema



(Hyráková, 2015)

Spory, které vznikají u Ascomycota pohlavně, se nazývají askospory. Vytvářejí se uvnitř věcka, které jich zpravidla obsahuje osm. Rozměry výtrusů dosahují u věckovýtrusných hub cca 3 – 200 μm a často jsou vláknité a přehrádkované (Svrček, 2005).

Spory stopkovýtrusných hub, jež vznikají pohlavním způsobem, označujeme jako bazidiospory. Vytvářejí se zevně na stopkách neboli sterigmatech a jejich počet je čtyřčetný. Výtrusy dosahují velikosti 3 - 30 μm a jsou nepřehrádkované. I u oddělení Basidiomycota je popsáno nepohlavní rozmnožování. Nejjednodušším způsobem nepohlavního rozmnožování zůstává samozřejmě fragmentace stélky, nejčastěji sekundárního mycelia. Mohou však vznikat i různé druhy nepohlavních výtrusů čili konidie. U primitivnějších skupin se například poměrně často objevují blastospory a artrospory, které jsou typické pro parazity, jako jsou rzi a sněti, ale i některé kloboukaté houby, např. rovetka pýchavkovitá (*Asterophora lycoperdoides*) (Kout, 2004).

Je tedy očividné, že spory jsou značně malé a pouze malý závan větru vede k jejich neomezenému šíření. Ačkoliv je počet výtrusů velký, vyklíčí jen malá část a navíc k tomu musí být vhodné podmínky (např. vlhký porost) (Svatoň, 2000). U tlustostěnných výtrusů je růst klíčící hyfy umožněn ztenčeninou stěny v podobě klíčícího póru nebo klíčící štěrbin (Holec a Beran, 2012).

Přesto, že jsou spory energeticky bohaté na látky jako tuky, glykogen, tak je jejich metabolická činnost utlumena. Na rozdíl od hyfové buňky obsahují daleko menší množství vody. Různé typy hub mají odlišné způsoby uvolňování výtrusů, spadají sem i rozdílné uvolňovací mechanismy (Kout, 2004).

Zatímco aktivní uvolňování se opakuje v pravidelných intervalech, tak pasivní nemá stálý řád. Uvolňování je ovlivněno především okolnostmi prostředí (světlo, teplo, dostupnost živin) (Hrouda a Dvořák, 2013). Věckovýtrusné houby uvolňují askospory pomocí výstřelů několik centimetrů vysoko, ale i houby stopkovýtrusé uvolňují své bazidie aktivně vystřelováním (balistosporie) (Svrček, 2005).

Rozšiřování výtrusů se děje buď aktivním, nebo pasivním způsobem. Vítr je nejčastějším činitelem, který zprostředkovává transport výtrusů. Přenos spor za pomoci větru se nazývá anemochorie, např. u rosolovky (*Tremella*) nebo rzi travní (*Puccinia graminis*), pomocí vody hydrochorie (*Leptomitus lacteus*) a díky živočichům zoochorie (*Tuber*). Živočichové přenášejí výtrusy dvěma způsoby, a to buď za pomoci svého trávicího traktu (uvnitř těla), např. pancířníci (přenášejí houbu zvanou *Beauveria bassiana*), dále pak prasata (rozšiřují spory lanýžů) či medvědi (přenášejí výtrusy hřibovitých a holubinkovitých) nebo na svém povrchu, mezi něž patří např. roztoči a kůrovci (rozšiřují výtrusy houby *Ceratocystis*

ulmi) (Kout, 2004; muni, 2011). Na rozšiřování se podílí i člověk a tento jev se jmenuje antropochorie. Typickým příkladem antropochorie je květnatec Archerův (*Clathrus archeri*), jež byl do Evropy zavlečen z Austrálie. Je možné sem zahrnout i specifický způsob rozšiřování za pomoci mravenců neboli myrmekochorie. Známé jsou především rody *Atta* a *Acromyrmex*, které si pěstují houbu z tribu Leucocoprinae (Kout, 2004).

Houby vytvářejí nadměrné množství výtrusů, což má své opodstatnění. Je to zejména z toho důvodu, aby byl zachován patřičný druh. Spory je proto možné nalézt nejen v biosféře, ale jsou také součástí atmosféry. Majorita spor má s největší pravděpodobností vlohy k tomu, aby přečkala nepříznivé podmínky nebo se zachovala v doposud neprojeveném (latentním) stádiu (Svrček, 2005).

3.4 Rozmnožování

Reprodukce neboli rozmnožování je proces, kdy dochází ke vzniku zcela nového jedince téhož druhu. Je primární biologickou schopností všech hub (Kendrick, 2000). Houby se rozmnožují buď nepohlavním (produkce vegetativních spor, rozrůstání s následným rozpadem hyf) anebo pohlavním (produkce a spájení pohlavních spor) způsobem, jež je fylogeneticky mladší (Kout, 2014). Někteří z autorů respektují i třetí způsob rozmnožování tzv. vegetativní rozmnožování. V podstatě jde o to, že se určitá část z těla houby oddělí a zanedlouho se z ní vytváří nový jedinec stejného druhu (zpravidla se ale tento způsob reprodukce řadí k nepohlavnímu). Na základě znaku, zda je celá stélka začleněna, nebo pouze některé z jejích částí do produkce reprodukčních orgánů, můžeme houby rozdělit na dvě skupiny – holokarpické a eukarpické. Většina hub spadá do hub eukarpických, které jsou známé tím, že část své stélky transformují do reprodukčních orgánů a zbylá součást pokračuje normálně v somatické aktivitě (Sharma, 1989).

Některé skupiny hub jsou charakteristické svým způsobem rozmnožování. I právě určitý způsob reprodukce může být jedním ze znaků, podle kterého je možné zařadit houbu do správné taxonomické skupiny (Jablonský a Šašek, 2006).

3.4.1 Nepohlavní rozmnožování

Děje se mitotickým dělením, čímž je zajištěn rychlý proces rozmnožování a dochází tedy k tvorbě nových jedinců (Kout, 2014). Jednoduše řečeno při nepohlavním způsobu reprodukce neprobíhá střídání jaderných fází (karyogamie a meióza).

Lze tedy s jistotou říci, že rozmnožování probíhá na haploidním (Ascomycota, Zygomycota) nebo diploidním podhoubí (u hub, které podstupují rodozměnu nebo Oomycot (patří však do kmene Straminipila, říše Chromalveolata)) (Kalina a Váňa, 2005).

Nepohlavní rozmnožování můžeme dle Sharma (1989) dělit na:

- **Prosté dělení** – rozdělení buňky mateřské na dvě buňky dceřiné (u kvasinek).
- **Pučení** – průběh, kdy dochází k rozdělení jádra mateřské buňky, přičemž jedno z nově vzniklých jader přechází do dceřiné buňky, která se následně odčlení v nového jedince.
- **Fragmentace** – neboli rozpad houbového vlákna či stélky. Z vegetativní části organismu se vyčlení kousek hyfy nebo stélky, ze které posléze vzniká nový jedinec.
- **Tvorba nepohlavních spor** – u vláknitých hub se jedná o nejčastější typ nepohlavního rozmnožování.

3.4.2 Pohlavní rozmnožování

Průběh pohlavního rozmnožování je z hlediska genetiky o mnoho zajímavější, jelikož na zrodu nového jedince mají podíl genotypy obou rodičů (Kout, 2014). Individuálnost, jakou se určité skupiny hub pohlavně reprodukuje, je v podstatě jedním z nejdůležitějších kritérií, podle kterého je možné houby roztrždit (Jablonský a Šašek, 2006). Podstatou pohlavní reprodukce je plazmogamie (sjednocení cytoplazmy buněk) dvou rozdílných gamet (zralých pohlavních buněk). Proces dále pokračuje karyogamií neboli sjednocením jader gamet (zdvojnásobuje se počet chromozomů). Zajímavostí u hub (především u Ascomycot a Basidiomycot) je prostorově, ale i časově oddělená karyogamie s plazmogamií, což nazýváme dikaryofáze neboli dvoujaderná buňka. Dochází tedy k tomu, že dikaryofáze je různě dlouhá (Kalina a Váňa, 2005). Po splynutí plazmy buněčných obsahů nalezneme tzv. dikaryon (dvě jádra, která jsou schopná vzájemného souladu) v jednotné plazmě. Pak dochází ke karyogamii (splynutí jader); jádro, které vzniklo, může poté prodělat meiózu (jádro se redukčně dělí a vytvářejí se haploidní buňky) (Moore et al., 2011). Během meiózy dochází k přeskupení (rekombinaci) genetického materiálu mezi souhlasnými chromozomy. Tento proces se nazývá crossing-over (Jablonský a Šašek, 2006). Základním principem pohlavní reprodukce je tudíž přeskupení genetické informace (Gryndel a Němcová, 2013).

Celková rekapitulace:

- plazmogamie → karyogamie → meióza (Moore et al., 2011)

Následkem sjednocení dvou rozdílných gamet může být zygota (oplozené vajíčko obsahující diploidní počet chromozomů). Proces se může uskutečňovat také vnější formou, kdy dochází ke sjednocení cytoplazmy pohlavních orgánů gametangií (tvoří se v nich gamety). Gamety se vytvářejí z vegetativních buněk, nebo jak už bylo zmíněno, vznikají v gametangiích, což jsou specializované útvary, které mohou, ale také nemusejí být pohyblivé (Gryndler a Němcová, 2013).

Pokud pohlavně rozlišené gamety nebo gametangia vznikají na stejném jedinci, jedná se o druhy homothalické (hyfy, vzniklé klíčením spory těchto hub, obsahují současně jádra obou pohlaví nebo rozlišená gametangia). Pokud vznikají kopulující gamety/gametangia na dvou různých jedincích, jsou to druhy heterothalické, které nesou pohlavně rozlišené kmeny (hyfy, vzniklé klíčením spory těchto hub, obsahují pouze jádra/gametangia jednoho pohlaví) (Klán, 1989).

Všeobecně u hub narážíme na tyto typy pohlavní reprodukce (Gryndler a Němcová, 2013):

- 1) **Gametogamie** – mluvíme o ní pouze tehdy, jsou-li přítomny pohlavní buňky. U tohoto typu dochází ke sjednocení jader gamet (např. u Chytridiomycota) (Klán, 1989).
 - a) **Izogamie** – sjednocení tvarově totožných gamet (pohlavních buněk). Např. Chytridiales (Hrouda, 2013).
 - b) **Anizogamie** – sjednocení různě velkých a tvarově odlišných gamet (Gryndler a Němcová, 2013)
 - c) **Oogamie** – oosféra (nepohyblivá vaječná buňka velkých rozměrů) se spojuje s gametou, která je nebo není pohyblivá (Gryndler a Němcová, 2013).
- 2) **Gametangiogamie** – u převážné většiny zástupců z oddělení Ascomycota se jedná o nejčastější typ pohlavní reprodukce (Hrouda a Dvořák, 2013). Dochází ke sjednocení samičích a samčích pohlavních orgánů (gametangií) (Klán, 1989). Je možné se setkat s poměrně vzácnými přechody mezi gametangiogamií a gametogamií → gameto-gametangiogamie (u Ascomycota), gametangiogamií a somatogamií → somato-gametangiogamie (taktéž u Ascomycota) a také gametogamií a somatogamií → gameto-somatogamie, která se vyskytuje u rzí (Kalina a Váňa, 2005).

- a) Izogametangiogamie – sjednocení dvou přibližně stejných gametangií. Najdeme ji u Zygomycota.
 - b) Anizogametangiogamie – sjednocení dvou odlišných pohlavních orgánů/gametangií (samičího askogonu s trichogynem a samčích anteridií). Vyskytuje se u Ascomycota.
 - c) Oogametangiogamie – sjednocení samičího oogonia se samčím anteridiem. Gametangia jsou značně rozdílná, např. u Oomycota (Gryndler a Němcová, 2013).
- 3) **Somatogamie** – hovoříme o ní tehdy, pokud u některé ze skupin nejsou přítomny sexuální orgány (převážně u Basidiomycota, výjimečně pak u Ascomycota). Nastává sjednocení jader vegetativních buněk podhoubí (Hrouda a Dvořák, 2013)

3.5 Ekologie hub

Houby si opatřují živiny především dvěma hlavními způsoby, proto je z hlediska ekologie rozdělujeme na symbionty a saprofyty (Klán, 1989).

Symbionti čerpají živiny z těl živých organismů. Dělíme je na dvě primární skupiny, parazitické a mutualistické (Holec a Beran, 2012). Parazitičtí symbionti jsou pověstní tím, že získávají živiny pouze ve svůj prospěch. Kdežto symbionti mutualističtí, mezi které mimo jiné spadá i mykorhiza (vzájemné soužití hub s kořeny vyšších rostlin) a lichenismus (vzájemné soužití heterotrofní houby a autotrofní zelené řasy nebo sinice), uplatňují prospěšný vztah pro obě strany (Klán, 1989).

Mykorhizní houby čerpají od rostliny především organické látky a na oplátku poskytuje houba rostlině hlavně vodu, fosfor a dusík. Sjednocení kořenového systému a podhoubí vede u hub k ulehčení výživy a snadnější produkci plodnic. Rostlina získává příležitosti vyvíjet se na půdách s nedostatkem živin či extrémních stanovištích. Existuje několik typů mykorhiz, z nichž nejrozšířenější jsou arbuskulární endomykorhiza a ektomykorhiza (Gryndel, 2013).

Při arbuskulární endomykorhize pronikají houbová vlákna dovnitř do kořenových buněk rostliny a v nich tvoří keříčkovité útvary arbuskuly. Arbuskulární endomykorhiza zahrnuje výhradně specializované symbiotické houby, které jsou na svých hostitelích natolik závislé, že bez jejich podpory už nejsou schopny přežít; nejčastější houboví symbionti jsou z oddělení Glomeromycota např. *Gigaspora rosea*. Ektomykorhiza je méně častá. Většina ektomykorhizních hub jsou vřeckovýtrusné či stopkovýtrusné houby, tedy skupiny, k nimž

patří např. muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*) či klouzek sličný (*Suillus grevillei*) (Sharma, 2004).

Typický příklad mutualistické symbiózy mezi fotosyntetizujícím mikroorganismem (fotobiontem), kterým může být zelená řasa i sinice a houbou (mykobiontem) se nazývá lichenismus (Gryndler, 2013). Někdy se tento vztah spíše nazývá helotismus (ujařmení). V podstatě jde o to, že řasa žije v područí houby, tím pádem vztah není rovnocenný a houba má tedy dominantní postavení (Kout, 2014). To ovšem nemění nic na tom, že dochází ke vzniku nového komplexního organismu, který se nazývá lišejník. Na povrchu je kryt korovou vrstvou, jež je tvořena pseudoparenchymatickým pletivem. Pod touto vrstvou se nachází řídké plektenchymatické pletivo houby, které obsahuje buňky sinice nebo zelené řasy (řasová vrstva). Přítomna je taktéž nejtlustší vrstva, která je tvořená jen houbovými vlákny (dřeň). K substrátu je lišejník přirostlý houbovými vlákny – rhizoidy (Klán, 1989). Fotobiont procesem zvaným fotosyntéza vytváří cukry a jiné organické látky (pokud je v roli fotobionta sinice, je uplatněna její schopnost fixovat vzdušný dusík). Naproti tomu houba dodává vodu i minerální živiny získané naleptáváním hornin. Vzájemné soužití obou složek se projevuje i v nepohlavním rozmnožování, kdy se vytvářejí reprodukční orgány složené jak z fotobionta, tak mykobionta (Gryndler, 2013). Valnou většinu lišejníků utvářejí vřeckovýtrusné houby s plodnicemi typu apothecií, pouze u některých druhů najdeme perithecium (Kout, 2014). Lišejníky se nazývají průkopníci života, protože osidlují místa, kde doposud žádné jiné organismy nepřežily. Zároveň jsou to nejpomaleji rostoucí organismy, které se dožívají velmi vysokého věku (arktické lišejníky až 4000 let) (Gryndler, 2013). Lišejníky se považují za významné bioindikátory znečištění ovzduší (Klán, 1989).

Houby mohou parazitovat nejenom na rostlinách, ale také na živočiších, člověku či jiných houbách. Parazitismus je tedy vztah, kdy ze dvou zúčastněných organismů má prospěch výhradně parazit. Parazity lze rozdělit na fakultativní a obligátní (Kout, 2014). Mezi fakultativní parazity neboli nekrotrofně parazitické houby řadíme např. troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*). Tito zástupci parazitují na živých rostlinách, bohužel hostitele pomalu zabíjejí, až nakonec dojde k jeho usmrcení. Poté se z parazitů stávají saprofyty (Læssøe, 2004). Následujícím typem nekrotrofních parazitů jsou houby, jež parazitují především na hmyzu, tedy bezobratlých živočiších. Řadíme zde např. houbu *Ophiocordyceps unilateralis*, jež infikuje mravence druhu *Camponotus leonardi*. Tím, že houba infikuje mravence, si zabezpečuje přežití v prostředí deštného lesa, kde se oba druhy vyskytují. Jakmile houba pronikne do těla hostitele (mravence), začíná postupně získávat kontrolu nad jeho chováním. Konečnou fází celého procesu je vydání "rozkazu" ze strany houby mravenci, který sešplhá

dolů z hnízda, jež se nachází v korunách stromů a zakousne se do hlavní cévy listu na nižší rostlině a krátce na to umírá (Gregorová, 2009). Existují i půdní houby, jež jsou schopny lapit a usmrtit malé živočichy, hlavně hlístice (*Nematoda*) (Kout, 2014). Obligátní parazité se mnohdy zaměřují na specifického hostitele. Tento typ parazitismu je známý tím, že parazit svého hostitele nezabíjí, neboť je závislý právě na jeho živých buňkách. Řadíme sem např. sněti, rzi či padlí (Jablonský a Šašek, 2006).

Saprofyti čerpají živiny z odumřelých těl, jež jsou ve stavu rozkladu. Houby obsahují speciální enzymy, díky kterým jsou schopny rozkládat komplikované organické látky, jako například zbytky rostlinných těl, dřevo nebo opad stromů. Jde o enzymy, které rozkládají lignin a celulózu. Výsledným produktem rozkladu je humus. Jedinými organismy na celém světě, jež si dokáží poradit s rozkladem ligninu, jsou právě houby (Holec a Beran, 2012).

Holec a Beran (2012) kategorizují houby v závislosti na vlastnostech geologického podloží a půdy, kde se vyskytují, na:

- **Acidofilní** (kyselomilné) – rostou na kyselých půdách
- **Kalcifilní** (vápnomilné) – vyskytují se na vápnatých půdách
- **Humózní** – vyhledávají půdy bohaté na živiny
- **Mykorhizní a luční houby** – vyhýbají se místům s vyšším obsahem dusíku např. kyjanky (*Clavariaceae*) či voskovky (*Hygrocybe*).
- **Psamofilní** - vážou se na písčité prostředí
- **Hygrofilní** (vlhkomilné) – vyhledávají zřetelně vlhké prostředí
- **Xerofilní** (suchomilné) – dávají přednost suchému prostředí, avšak pro tvorbu plodnic jsou důležité vydatné srážky

Jednotlivé houby se liší i tím, zda dávají přednost přirozeným nebo člověkem ovlivněným až uměle vytvořeným stanovištím. Známe vyloženě synantropní druhy, které žijí v centrech měst a vesnic, např. pečárka polní (*Agaricus campestris*), na hnojištích, skládkách a hornických haldách se vyskytuje např. kalichovka (*Arrhenia chlorocyanea*). Většina hub dokáže růst v člověkem ovlivněných ekosystémech, jako jsou kulturní a polokulturní lesy např. závojenka (*Entomola vinaceum*), křoviny, pastviny např. polnička hlízkovitá (*Agrocybe arvalis*), louky např. pečárka ovčí (*Agaricus arvensis*), parky např. pečárka perličková (*Agaricus moelleri*), pole např. polnička polokulovitá (*Agrocybe pediades*) a hráze rybníků. Druhů vázaných pouze na přirozená a člověkem jen minimálně ovlivněná stanoviště není mnoho. Patří sem druhy rostoucí v pralesovitých porostech, suchých trávnících (kavylové

trávníky – špička obecná (*Marasmius oreades*), skalní stepi – bedla hranostajová (*Lepiota erminea*)), na rašeliništích např. penízovka hlíznatá (*Collybia tuberosa*) a v alpínském stupni hor např. kyjanka purpurová (*Alloclavaria purpurea*) (Holec a Beran, 2012).

3.6 Geografické rozšíření

Přesto, že si to neuvědomujeme, tak se s houbami ve volné přírodě setkáváme téměř všude. Jsou všudy přítomné, stejně jako viry a bakterie. Do přítomnosti hub se počítají i jejich výtrusy, jež jsou uvolňovány do okolního prostředí. Velikost výtrusů je mikroskopická, a tudíž okem člověka jsou nepozorovatelné (Svrček, 2005).

Výtrusy jsou nejenom malé, ale i značně lehké, což usnadňuje jejich šíření. Toto ovšem může být zavádějící a vést k myšlence, že na celé planetě vyrůstají totožné druhy hub. Dle spekulací by vítr měl být schopen přenést výtrusy hub i mezi kontinenty, pokud ovšem nenarazí na vhodné předpoklady pro vyklíčení mycelia, tak zůstávají v latentním stádiu. Jelikož houby jsou organismy, které se rozšiřují na velké vzdálenosti, je pro ně podklad nesmírně důležitým činitelem. Kromě výskytu vhodného podkladu musí být splněny i další podmínky např. klimatické. Houbové organismy kolonizovaly všechny stanoviště světa a velkou zásluhu na tom mají jejich ekologické nároky. Nynější rozšíření hub je ovlivněno totožnými okolnostmi jako u rostlin. Je to zejména proto, že houby mají velmi obdobný způsob šíření jak rostliny. Z hlediska mykologie je nezpochybnitelné to, že u někdejších druhů hub dochází k jejich úbytku, zatímco jiné se hojně rozmnožují (Kout, 2014). O tom, jaká houba se bude vyskytovat v dané lokalitě, rozhoduje soulad mezi biotopem a ekologickou náročností houby (Klán 1989).

3.6.1 Evropa

Jedná se o jeden z nejprozkoumanějších kontinentů světa, co se hlediska mykologie týče. S tím souvisí i značné množství vydaných děl o houbách Evropy. Působením člověka došlo ke změně rázu krajiny, což se projevuje tím, že jsou houby v ohrožení. Jedny z nejlepších podmínek pro existenci hub zaopatřují severské lesy. Saproxyltické druhy (organismy vázané na mrtvé dřevo) jsou zde nejrozmanitější skupinou organismů. Mezi druhy hub, jež do této skupiny patří a pojí se s přirozenými lesy, je např. ohňovec ohraničený (*Phellinus nigrolimitatus*) či troudnatec růžový (*Fomitopsis rosea*). Půjdeme-li na jih, nalezneme místa, kde se nacházejí listnaté opadavé lesy, které společně s ektomykorhizou vytvářejí onen hlavní rozdíl vůči tropickým lesům. Typickým zástupcem těchto lesů je např.

hřib satan (*Boletus satanas*) či pavučinec náramkovcový (*Cortinarius praestans*). Poměrně málo prozkoumaným stanovištěm, co se mykologie týče, jsou podmáčené lokality (Kout, 2014).

Evropa v mírném pásu zahrnuje mnohem více rodů holubinek, ryzců, muchomůrek a pýchavek nežli tropy (Klán, 1989).

3.7 Houby a člověk

3.7.1 Zásady sběru hub

Aby byl houbař v lese úspěšný a zároveň k lesu ohleduplný, je třeba dodržovat některé zásady. Sběru hub totiž předchází jejich hledání, jehož úspěch je závislý na talentu, intuici, přístupu a zkušenostech houbaře. Vlastním zážitkem je především okamžik nálezů. Pravidla, která by se měla stát houbařovými návyky, do sebe často zahrnují hledisko etické společně s estetickým (Holec a Beran, 2012):

- 1) Na houby vyrážíme vždy brzy ráno → jsme zde jedni z prvních, čímž máme větší šanci na pěkné nálezy.
- 2) Do lesa se vhodně obléct → praktické jsou dlouhé rukávy a nohavice, především kvůli nebezpečí chorob přenášených klíšťaty. Po návratu z lesa se vždy důkladně prohlédnout!
- 3) Dobře zvolená obuv → s ohledem na typ terénu, souvisí i s možným nebezpečím zmijího uštknutí.
- 4) Sběr hub do vzdušného košíku → z důvodu praktického (houby se neatlačí, nepolámou a především nezapaří) a také estetického (v košíku houby pěkně vypadají).
- 5) Houby neodřezáváme nožem od země, nýbrž celé plodnice otáčivým pohybem uvolňujeme ze substrátu. Vzniklou jamku zakryjeme, aby obnažené podhoubí, z něhož plodnice vyrostla, zbytečně nevysychalo.
- 6) Sbíráme plodnice, jež nejsou ani příliš mladé, ani přestárlé.
- 7) Najdeme-li plodnice hub, nerozhrabujeme okolí, abychom našli další → můžeme ohrozit život podhoubí!
- 8) Sbíráme jen ty druhy hub, které bezpečně známe. Pokud si nejsme jisti na sto procent, raději houbu ponecháme v lese, nebo nález konzultujeme se znalcem.
- 9) Při sběru hub kontrolujeme každou plodnici → může se stát, že na jednom místě rostou jedlé houby společně s jedovatými.

10) Nedoporučuje se sbírat houby v průmyslových zónách, v okolí frekventovaných silnic, dolů či v chemicky ošetřených porostech → houby mohou být kontaminované cizorodými látkami (např. těžkými kovy, radioaktivními látkami nebo herbicidy) (Holec a Beran, 2012).

Jedinou spolehlivou cestou jak se naučit bezpečně poznávat další druhy hub, je chodit do lesa opakovaně s někým, kdo houby opravdu zná. Totiž jedině v přírodě si můžeme poznávání hub bezpečně osvojit (Holec a Beran, 2012).

3.7.2 Jedlé, nejedlé, jedovaté a léčivé houby

Plodnice většiny hub obsahují velké množství vody (kolem 90% hmotnosti) a asi jen 10% sušiny. Díky tomu mají nízkou energetickou hodnotu s malým obsahem tuků a glykogenu. Jejich stravitelnost je malá, jelikož v buněčných stěnách obsahují nestravitelný polysacharid chitin. To má ale příznivý vliv na vysoké zastoupení vlákniny. Houby obsahují značné množství fosforu, draslíku, vitamínu B2 (riboflavin) a provitamínu D2. K příznivým zdravotním benefitům patří zejména protirakovinné látky, látky povzbuzující imunitní systém a další sloučeniny, důležité pro prevenci a léčbu některých civilizačních chorob (např. vysoké hladiny cholesterolu, alergií nebo vysokého krevního tlaku). Houby povzbuzují trávení, takže prospívají při redukčních dietách (Jablonský a Šašek, 2006).

3.7.2.1 Jedlé houby

Houby jedlé neškodí lidskému organismu ani při dlouhodobé konzumaci. Neobsahují jedy ani další zdravotně škodlivé látky (např. karcinogeny) (Svrček, 2005). Zvláštním případem jsou pak houby, které se stávají jedlými až po dostatečné tepelné úpravě (např. václavky či hřib koloděj). Samozřejmě i jedlé houby mohou způsobit otravu, pokud jsou zapařené nebo přestárlé. Jedlé houby vždy jíme uvařené, jelikož v syrovém stavu mohou vyvolat bolesti hlavy, třes, únavu, alergii nebo dokonce rozpad červených krvinek (Holec a Beran, 2012).

Dle kvality je možné jedlé houby dělit do několika kategorií (Holec a Beran, 2012):

- 1) **Běžné** – slouží jako hlavní plnidlo nebo doplněk houbového pokrmu (např. holubinky a některé penízovky).
- 2) **Dobré** – příjemná chuť a vůně (např. hřib hnědý či většina pečárek).

- 3) **Výborné** – velmi příjemná chuť a vůně (např. kotrč kadeřavý, bedla vysoká nebo hřib pravý).
- 4) **Vynikající** – považují se za delikatesy. Patří sem např. muchomůrka císařka či lanýže.

Příklady jedlých hub:

1) Vřeckovýtrusné

a) řád řasnatkotvaré (Pezizales):

- Chřapáč kadeřavý (*Helvella crispa*)
- Ucháč svazčitý (*Gyromitra fastigiata*)
- Kačenka česká (*Verpa bohemica*)
- Lanýž letní (*Tuber aestivum*)

2) Stopkovýtrusné

a) řád liškotvaré (Cantharellales)

- Liška obecná (*Cantharellus cibarius*)
- Stroček trubkovitý (*Craterellus cornucopioides*)

b) řád plesňákovitých (Thelephorales)

- Lošák jelení (*Sarcodon imbricatus*)
- Lošák šupinatý (*Sarcodon squamosus*)

c) řád chorošotvaré (Polyporales) – zpracovávají se pouze mladé plodnice

- Kotrč kadeřavý (*Sparassis crispa*)
- Trstnatec lupenitý (*Grifola frondosa*)
- Sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*)

d) řád holubinkotvaré (Russulales)

- Holubinka bukovka (*Russula heterophyla*)
- Holubinka namodralá (*Russula cyanoxantha*)
- Ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*)
- Ryzec smrkový (*Lactarius deterrimus*)

e) řád hřibotvaré (Boletales)

- Hřib dubový (*Boletus reticulatus*)
- Hřib hnědý (*Boletus badius*)
- Hřib kovář (*Boletus luridiformis*)
- Kozák habrový (*Leccinum pseudoscabrum*)
- Klouzek kravský (*Suillus bovinus*)

f) řád pečárkotvaré (Agaricales)

- Hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*)
- Šťavnatka pomrazka (*Hygrophorus hypothejus*)
- Václavka obecná (*Armillaria mellea*)
- Pečárka ovčí (*Agaricus arvensis*)

3.7.2.2 Nejedlé houby

Pojem nejedlé houby je široký a nepřesný. Většinou se jím označují ty druhy hub, které mají tuhé, zapáchající nebo odpudivě chutnající plodnice (nakyslé, hořké, palčivé) (Svrček, 2005). Hranice mezi jedlými a nejedlými houbami není ostrá → co někomu nechutná, jiní běžně konzumují. Jedlost nebo nejedlost vzácnějších druhů často není dostatečně prověřená nebo se údaje o ní rozcházejí. Například na Ukrajině a v Rusku konzumují palčivé ryzce, konkrétně se jedná o ryzec peprný (*Lactarius piperatus*). Samozřejmě houba se musí speciálně upravit, tzn. předvaří se a následně prochází 3-5 týdnů mléčným kvašením, které danou palčivost odstraní (Holec a Beran, 2012).

Příklady nejedlých hub:

Stopkovýtrusné

- a) řád chorošotvaré (Polyporales)
 - Troudnatec jasanový (*Perenniporia fraxinea*)
 - Měkkouš kadeřavý (*Plicaturopsis crispa*)
- b) řád holubinkotvaré (Russulales)
 - Holubinka černonachová (*Russula undulata*)
 - Holubinka vrhavka (*Russula emetica*)
 - Ryzec kravský (*Lactarius torminosus*)
- c) řád hřibotvaré (Boletales)
 - Hřib kříšť (*Boletus calopus*)
 - Hřib peprný (*Chalciporus piperatus*)
 - Hřib žlučník (*Tylopilus felleus*)
 - Čechratice černohuňatá (*Tapinella atrotomentosa*)
 - Měcháč písečný (*Pisolithus arhizus*)
- d) řád pečárkotvaré (Agaricales)
 - Šťavnatka oranžová (*Hygrophorus pudorinus*)
 - Helmovka krvavá (*Mycena sanguinolenta*)
 - Kukmák smrkový (*Volvariella hypopithys*)

- Pečárka dlouhonohá (*Agaricus altipes*)
- Pýchavka ocasatá (*Lycoperdon caudatum*)
- Hnojník hrotitý (*Coprinopsis acuminata*)
- Pavučinec fialový (*Cortinarius violaceus*)
- Pavučinec nesliský (*Cortinarius pseudocrassus*)

3.7.2.3 Jedovaté houby

Obsahují jedy, které už v malém množství způsobují výrazné zdravotní potíže. Většinou se jedná o lehké otravy, které způsobují nevolnost, zvracení, průjemy a nezanechávají trvalé následky. Při těžkých otravách dochází nejčastěji k poškození jater a ledvin. Smrtelné otravy jsou díky velmi dobré lékařské péči poměrně vzácné (Holec a Beran, 2012).

Různé druhy hub obsahují různé toxiny a podle toho se liší i průběh otrav. Určitý soubor vnitřních a vnějších příznaků otravy označujeme jako syndrom (Holec a Beran, 2012):

- **Muskarinový (neurotoxický) syndrom** – toxiny muskarin a cholin, které působí na nervová zakončení; příznaky se objevují během 20-30 minut; původce muchomůrka červená (*Amanita muscaria*), strmělka odbarvená (*Clitocybe rivulosa*) a vláknice začervenalá (*Inocybe erubescens*).
- **Hepatorenální syndrom** – toxiny amanitin a faloidin; amanitiny patří k nejprudším jedům vůbec; způsobují poškození jater a ledvin; příznaky se dostavují až po 6-12 hodinách; původce muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*) → smrtí končí zhruba 25% otrav, muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*), některé bedly (*Lepiota* spp.) a čepičatky (*Galeorina* spp.).
- **Renální (nefrotoxický) syndrom** – toxin orellanin, který zapříčiňuje poškození ledvin; příznaky se objevují až po několika dnech od snědení houby; původce pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*) a pavučinec výjimečný (*Cortinarius rubellus*).
- **Psychotropní syndrom** – toxiny psilocybin, psilocin, baeocystin a bufotenin, jež ovlivňují centrální nervový systém; příznaky se dostavují zhruba po hodině od požití houby; původce lysohlávka modrající (*Psilocybe cyanescens*), lysohlávka tajemná (*Psilocybe serbica*), kropenatec (*Panaeolus*), štitovka (*Pluteus*) a čepičatka (*Pholiotina*).

- **Parafaloidní syndrom** – toxin gyromitrin poškozující játra, otravy jsou spíše vzácností; příznaky podobné jako u *Amanita phalloides*; původce ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*).
- **Gastrointestinální syndrom** – příznaky nastupují 30-120 minut po jídle; projevují se křečemi, zvracením a průjmy; původci závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), pečárka zápašná (*Agaricus xanthodermus*), hřib kříšť (*Boletus calopus*) či bedla zahradní (*Chlorophyllum brunneum*). Existují zde i zástupci, u kterých při důkladné tepelné úpravě toxiny mizí a jsou tedy požitelné, např. václavky (*Armillaria*).
- **Koprinový syndrom** – látka koprin (v podstatě stejný účinek jako antabus) sama o sobě není jed, ale v kombinaci s alkoholem způsobuje otravu; příznaky se objevují 6-48 hodin od sněžení houby; původce hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*).

Mykology i houbaře v poslední době znepokojují zprávy o vzácných, ale těžkých až smrtelných otravách po požití jedlé čirůvky zelánky (*Tricholoma equestre*). Otravy byly zaznamenány ve Francii, ovšem kolem těchto případů jsou stále otazníky (Holec a Beran, 2012).

Je podstatné brát v potaz i to, že zdravotní nesnáze nám mohou způsobit i jedlé houby např. jejich špatné skladování (Smotlacha et al., 1999).

3.7.2.4 Léčivé houby

Existují i zástupci, kteří mají blahodárné a léčivé účinky na lidský organismus. Využívají se nejen v lékařství, ale také v kosmetickém průmyslu. Patří sem zástupci jak makromycet (např. hlíva ústřičná), tak mikromycet (např. *Penicilium chrysogenum*) (Kalač, 2008).

Co se týče léčebných účinků, byly houby již od nepaměti využívány zejména starověkými obyvateli Číny, Koreje, Japonska nebo v oblasti severní Sibiře (Kalač, 2008). V ženském lékařství se uplatňoval námel. Proti tuberkulóze a žloutence používali staří Číňané parazitickou tvrdohoubu zvanou housenice (Socha a Jegorov, 2014). V současnosti se některé druhy hub užívají v podobě léků nebo doplňků stravy (Kalač, 2008).

Do podvědomí lidí se různé preparáty zahrnující extrakty z hub dostávají za pomoci reklam. V pohodlí vlastního domova mohou někteří jedinci zušlechtovat organismy, které po následném zanoření do mléka či čaje vyrostou a vypouštějí do prostředí produkty látkové výměny. Vznikají tedy nápoje, jako kombucha nebo hindukušský hříbek, jež mohou

obsahovat léčebné látky. V obou případech se jedná o směs kvasinek a bakterií, které zapříčiňují poněkud neřízenou fermentaci tekutin (Antonín, 2013). V dnešní době je možné některé houby pěstovat přímo doma, např. hlívu ústřičnou (*Pleurotus ostreatus*) či Jidášovo ucho (*Hirneola auricula-judae*). Stačí získat substrát prorostlý podhoubím dané houby, který se dá běžně zakoupit v obchodu a při vhodných podmínkách (teplota, vlhkost, světlo) z něj začnou vyrůstat plodnice (Socha a Jegorov, 2014). Mezi další zástupce, jež obsahují léčivé látky, které se po extrakci uplatňují, patří např. rezavec šikmý neboli čaga (*Inonotus obliquus*) – protizánětlivé a antioxidační účinky; lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*) – protizánětlivá, snižuje hladinu krevního cukru či březovník obecný (*Piptoporus betulinus*), jehož výtažky slouží při dlouhodobém užívání jako protinádorová prevence nebo se také využívá při doplňkové léčbě žaludečních vředů (Socha a Jegorov, 2014).

Během posledních let bylo otestováno mnoho dalších druhů hub a z některých se podařilo získat účinná antibiotika (Socha a Jegorov, 2014).

3.7.3 Využití hub v průmyslu

Lidé využívají houby nejen ke konzumaci. Příkladem mohou být kvasinky, jež jsou nenahraditelnou součástí ve spoustě potravinářských odvětví. Spadá sem jak pekařství, tak i mlékárenství. Samozřejmě kvasinky jsou nepostradatelné při výrobě alkoholických nápojů. Kromě kvasinek se v potravinářském průmyslu využívají i plísňe, a to především rod *Penicilium*, který se uplatňuje při výrobě sýrů (hermelín, camembert, niva aj.) (Koukal, 2011; Mieslerová et al., 2016).

Zajímavá schopnost byla v roce 2008 zjištěna u houby rodu *Stachybotrys*. Tato houba se přirozeně rozvíjí v surové ropě a zároveň z ní aktivně odbourává síru. Jde o prvního zástupce hub, u něhož byly zpozorovány tyto schopnosti (Beran, 2008). Další zajímavou houbou v pořadí je *Gliocladium roseum*. Tento zástupce obývá deštné pralesy Patagonie a žije ve vzájemném soužití se stromem *Eucryphia cordifolia* neboli ulmo. Za omezené dodávky kyslíku houba vyrábí uhlovodíkové páry, které se svou strukturou podobají motorové naftě. Nabízí se tedy možnost, že zanedlouho bude nafta pěstována na houbových plantážích, namísto klasické těžby za pomoci těžebních vrtů (Koukal, 2011).

Nesmíme opomenout význam hub ve farmacii, kdy dochází k výrobě antibiotik, protirakovinných látek, vitamínů či enzymů. Některé druhy hub se využívají v léčitelství díky svým podpurným nebo léčebným účinkům. Tyto houby se mohou podávat buď za syrova, nebo po určité úpravě. Další možnost, jak využít houby, tkví v biologické ochraně vůči hmyzu

(insekticidy). Po nánosu látky na těle hmyzu vzniká mycelium, které se rozrůstá a způsobuje tak usmrcení jedince, např. *Beauveria bassiana* (Mieslerová et al., 2016).

3.7.4 Využití hub v kuchyni

Moderní pohled udává, že houby nejsou potravina. Jsou tedy nevhodné k tomu, aby tvořily základ naší výživy, za to jsou velmi cennou pochutinou. Je však řada lidí, kteří z nějakého důvodu houby nesnášejí, např. lidé s chorobami trávicího traktu nebo ledvin se jídel z hub musejí zříci nebo je konzumovat s velkou opatrností. Houby též nejsou vhodné pro děti do tří let (Holec a Beran, 2012).

Celkovou stravitelnost hub lze zlepšit jejich přípravou a úpravou. Dostatečně dlouhé dušení (40-60 minut, záleží na druhu hub a jejich konzistenci) zvyšuje jejich stravitelnost. Obecně lze říci, že tepelná úprava by nikdy neměla být kratší než 20 minut. Například u smrže či ucháce se doporučuje plodnice před vlastní tepelnou úpravou alespoň jednou spařit (Chaloupka, 2009).

Se zpracováním hub by se nemělo otálet. Čerstvě nasbírané houby až na vzácné výjimky, např. ryzec syrovinka (*Lactarius volemus*) či rosolovec červený (*Tremiscus helvelloides*), vyžadují tepelnou úpravu. Některé houby označované jako jedlé totiž za syrového stavu způsobují nepříjemné otravy. Při kuchyňské úpravě se doporučují používat směsi hub, neboť právě tak se uplatní různé chutě jednotlivých druhů. Nejvhodnější je zpracování čerstvých hub, kdy se nejlépe využijí všechny cenné látky, které jsou v nich obsaženy. Pokud zpracováváme houby několik dní od jejich sběru, je dobré se mít na pozoru. Houby totiž obsahují bílkoviny, které se podobně jako bílkoviny živočišného původu rozkládají na jedovaté aminy (Baier, 2003).

Nejběžnější způsob konzervace hub je jejich sušení. Některé druhy hub sušením dokonce získávají silnější aroma, např. hřib smrkový (*Boletus edulis*). Způsob sušení je dvojitý, a to buď na slunci, nebo za pomoci sušičky. Co se týče sušičky je k sušení vhodná teplota 35-45°C a dobré proudění vzduchu. Sušení by mělo probíhat bez přerušení, jinak hrozí riziko znehodnocení hub. Důležité je také správné uskladnění již usušených hub. Nejvhodnější jsou sklenice se šroubovacím uzávěrem nebo polyetylenové sáčky (nejlépe vakuované). Další možností konzervace je sterilizace ve vlastní šťávě. Provádíme ji při teplotě 100°C po dobu cca 30 minut. Doporučuje se po dvou dnech sterilizaci zopakovat, a to při dodržení stejných podmínek. Houby můžeme také zmrazovat. Po předešlé úpravě necháme houby vychladnout, vložíme je do polyetylenových sáčků, vysajeme z nich vzduch a uzavřeme. Následně je

uchováváme v mrazničce při teplotě pod -18 °C. Existují i další způsoby konzervace hub. U nás má tradici nakládání do octových nálevů, kdežto ve východní Evropě mléčné zkvašování (Chaloupka, 2009).

3.7.5 Ohrožení hub a jejich ochrana

Každá změna prostředí, ve kterém houby žijí, způsobuje změnu ve složení houbového společenstva. Houby jsou v tomto ohledu citlivější než rostliny (Holec a Beran, 2012).

Na odlehlá místa se zachovalou harmonickou krajinou dopadly a neustále dopadají neviditelné, ale o to nebezpečnější globální vlivy civilizace. V 70. a 80. letech 20. století to byly především kyselá deště, způsobené zplodinami z komínů továren a uhelných elektráren. V dnešní době to jsou zejména oxidy dusíku jako zplodiny z motorů aut, letadel či lodí. Jejich únik do ovzduší a přechod do vody a půd způsobuje eutrofizaci, na kterou mnohé houby reagují nepříznivě a vymizí. Ještě mohutnějším zdrojem eutrofizace je přehnojování polí a luk dusíkatými hnojivy a jejich následné splachy do okolí. Mezi globální vlivy patří i současné klimatické změny, především prudké a nečekané zvraty počasí (období sucha nebo dešťů) (Moore, 2001).

Houby jsou stejně jako jiné organismy nejvíce ohroženy ničením a změnami svých biotopů. Mnohé významné lokality zanikly zastavením, vytěžením (kácení lesa, vznik lomů) nebo změnou hospodaření (rozorání luk a pastvin, vysoušení mokřadů). Velkým nebezpečím pro lesní houby je drobení neboli fragmentace původně souvislých porostů. Například velkoplošné kácení či stavba sjezdovek způsobuje otevírání lesa a dochází k jeho vysoušení v důsledku pronikajících větrů a slunečního záření. Některé houby jsou ohrožené i mizením substrátů nebo ohrožením hostitele. Příkladem jsou houby vázané na dřevo jilmu horského, který z našich lesů téměř vymizel v důsledku tracheomykózního onemocnění (způsobují ho houby rodu *Ophiostoma*; příčinou je pravděpodobně celkové oslabení stromů vlivem společného působení řady činitelů, z nichž nejdůležitější je dlouhodobé sucho a imise) nebo druhy rostoucí na starých stromech či mohutných padlých kmenech, které se z lesů vyvázejí a mnohým houbám pak chybí substrát, na kterém by mohly žít (Moore, 2001).

Holec a Beran (2012) uvádějí tři způsoby ochrany hub:

- **Změna životního stylu** – menší spotřeba neobnovitelných zdrojů (ropa, uhlí, plyn), šetření vodou a potravinami, třídění odpadů, méně cest autem, citlivé formy turistiky aj.

- **Důsledná ochrana stanovišť** – ochranu stanovišť nám zaručí jen přátelská spolupráce těch, kdo na konkrétní lokalitě hospodaří (např. lesníci, zemědělci či rybáři), s těmi, kdo dovedou ocenit její přírodní hodnoty (např. přírodovědci, pracovníci ochrany přírody). Nejlepší péči o stanoviště hub by měla zajišťovat zvláště chráněná území (např. národní parky, chráněné krajinné oblasti, přírodní památky nebo evropsky významné lokality).
- **Přímá druhová ochrana** – zajišťuje nám ji rozumná osvěta lidí (např. ochrana hřibů na náměstí ve Strachách, kde jsou na ně obyvatelé hrdí a nesbírají je) nebo zákonná ochrana. V České republice máme podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí celkem 46 chráněných druhů. Červená kniha hub České republiky obsahuje 119 ohrožených druhů.

3.8 Exkurze ve výuce biologie na SŠ

Exkurze je organizační forma výuky realizovaná mimo školní prostředí, tj. ve volné přírodě, v botanické či zoologické zahradě, muzeu aj. Exkurze představují nenahraditelnou formu výuky biologie. Pozorování organismů v přírodě rozvíjí pozorovací schopnost žáků, umožňuje chápat složité vztahy organismů v ekosystému, vytváří vztah k ochraně přírody, motivuje k hlubšímu zájmu o biologii atd. Terénní výuka může skloubit učivo několika předmětů, což je významné z hlediska úspory času, ale především z hlediska uplatnění mezipředmětových vztahů. Na druhou stranu, terénní výuka je náročnější na přípravu učitele oproti běžné výuce ve třídě (Vinter a Králíček, 2016).

3.8.1 Organizace a vedení exkurze

Důležité je exkurzi pečlivě připravit po stránce organizační → doprava, zajištění odborného průvodce, naplánování trasy exkurze (zohlednit fyzickou zdatnost žáků). Dále po stránce odborné a didaktické (cíle, motivační prvky, úkoly pro studenty). Pokud neznáme trasu exkurze, snažíme se ji předem projít. Důležité je mít připravený náhradní program pro případ nepříznivého počasí (Smrtková et al., 2012).

Je potřeba studenty seznámit s termínem a organizací exkurze, cíli, rozdělením úkolů a materiálním vybavením (poznámkový blok, tužka, atlasy a klíče). Učitel by měl před exkurzí ověřit teoretickou připravenost žáků. Osvědčenou organizační formou na exkurzích je práce ve skupinách. V jejím průběhu je potřeba dbát na dodržování zásad ochrany přírody.

V samém závěru je důležité provést zhodnocení → shrnout plnění úkolů, vyhodnotit práci jednotlivců a skupin (Smrtková et al., 2012).

3.8.2 Bezpečnost v terénu

Účastníci musí být před každou akcí řádně poučeni. Je potřeba žáky seznámit s nebezpečnými místy a možnými zdravotními riziky → úžeh, úpal, alergie (bodnutí hmyzem, pyl), uštknutí zmijí nebo napadení klíšťaty (prevence – dlouhé rukávy a nohavice, repelenty). Eliminovat nebezpečí otrav jedovatými houbami (ochutnávat pouze známé houby) (Vinter a Králíček, 2016).

Při požití jedovatých hub je důležité co nejrychleji vyvolat zvracení. Následně postiženému dát několik tablet živočišného uhlí (pro malé děti rozdrcených do nápoje či dětské přesnídávky) a nechat dostatečně zapít vodou nebo čajem. Nevhodné jsou v tomto případě šumivé nápoje a bez porady s lékařem nepodáváme postiženému mléko. Pokud je stav vážnější, kontaktujeme lékaře nebo Toxikologické informační středisko (TIS), které se nachází v Praze na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy na linkách 224 919 293 či 224 915 402. Udáváme, pokud možno, druh houby nebo alespoň popíšeme, jak vypadá, v nejlepším případě houbu vyfotíme a uschováme např. v papírovém sáčku pro přesnou determinaci. Dále je důležité sdělit požití množství, příznaky, přibližnou dobu požití a dobu manifestace prvních příznaků intoxikace (Vinter a Králíček, 2016).

Zvýšenou pozornost je potřeba věnovat alergikům, astmatikům, epileptikům a jinak handicapovaným studentům (Vinter a Králíček, 2016).

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Sběr položek

Sběr položek hub (makromycet) probíhal od počátku června do poloviny října roku 2018 a v dubnu roku 2019 v lokalitách Starých Hutí, Kudlovské doliny a Salaše, které spadají do geomorfologického celku Chřibů. Posledním místem sběru jsou Vápenice, jež jsou součástí CHKO Bílých Karpat. Sběr položek tedy zaujmul celkem tři roční období (jaro, léto a podzim). Počet sesbíraných vzorků byl relativně rovnoměrně rozprostřen do jednotlivých měsíců. Nicméně měsíc září vykazoval největší počet nasbíraných zástupců. Co se týče lokality, jež poskytla nejvíce vzorků, patří prvenství Salaši. Položky jsou shrnuty v Tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Seznam položek nasbíraných hub

Položky nasbíraných hub			
Český název	Latinský název	Místo sběru	Datum sběru
Bedla vysoká	<i>Macrolepiota procera</i>	Salaš	24.9.2018
Březovník obecný	<i>Piptoporus betulinus</i>	Vápenice	18.9.2018
Čechratice černohuňatá	<i>Tapinella atrotomentosa</i>	Staré Hutě	19.8.2018
Čechratka podvinutá	<i>Paxillus involutus</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Holubinka bílá	<i>Russula delica</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Holubinka hlínožlutá	<i>Russula ochroleuca</i>	Kudlovská dolina	15.6.2018
Holubinka nazelenalá	<i>Russula virescens</i>	Kudlovská dolina	15.6.2018
Hřib borový	<i>Boletus pinophilus</i>	Salaš	24.9.2018
Hřib dubový	<i>Boletus reticulatus</i>	Kudlovská dolina	15.6.2018
Hřib koloděj	<i>Boletus luridus</i>	Vápenice	18.9.2018
Hřib kovář	<i>Boletus luridiformis</i>	Salaš	13.10.2018
Hřib hnědý	<i>Imleria badia</i>	Salaš	13.10.2018
Hřib políčkatý	<i>Xerocomus cisalpinus</i>	Kudlovská dolina	15.6.2018
Hřib smrkový	<i>Boletus edulis</i>	Salaš	24.9.2018

Hvězdovka červenavá	<i>Geastrum rufescens</i>	Salaš	13.10.2018
Klouzek sličný	<i>Suillus grevillei</i>	Salaš	13.10.2018
Kozák březový	<i>Leccinum scabrum</i>	Vápenice	18.9.2018
Kozák dubový	<i>Leccinellum crocipodium</i>	Staré Hutě	19.8.2018
Kozák habrový	<i>Leccinum griseum</i>	Staré Hutě	19.8.2018
Křemenáč březový	<i>Leccinum versipele</i>	Vápenice	18.9.2018
Křemenáč osikový	<i>Leccinum rufum</i>	Vápenice	18.9.2018
Lišák zprohýbaný	<i>Hydnum repandum</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Liška obecná	<i>Cantharellus cibarius</i>	Staré Hutě	19.8.2018
Muchomůrka červená	<i>Amanita muscaria</i>	Salaš	24.9.2018
Muchomůrka plavá	<i>Amanita fulva</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Muchomůrka růžovka	<i>Amanita rubescens</i>	Salaš	24.9.2018
Muchomůrka šedivka	<i>Amanita excelsa</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Muchomůrka zelená	<i>Amanita phalloides</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Opeňka měnlivá	<i>Kuehneromyces mutabilis</i>	Salaš	13.10.2018
Outkovka pestrá	<i>Trametes versicolor</i>	Salaš	13.10.2018
Pečárka zápašná	<i>Agaricus xanthodermus</i>	Salaš	13.10.2018
Penízovka kořenující	<i>Xerulata radicata</i>	Staré Hutě	8.7.2018
Penízovka širokolupenná	<i>Megacollybia platyphylla</i>	Salaš	13.10.2018
Pestřec obecný	<i>Scleroderma cintrinum</i>	Salaš	24.9.2018
Pýchavka hruškovitá	<i>Lycoperdon pyriforme</i>	Salaš	24.9.2018
Pýchavka palicovitá	<i>Handkea excipuliformis</i>	Vápenice	18.9.2018
Ryzec peprný	<i>Lactarius subterfucata</i>	Staré Hutě	19.8.2018
Řasnatka uhelná	<i>Peziza echinospora</i>	Salaš	6.4.2019

Slizečka porcelánová	<i>Oudemansiella mucida</i>	Vápenice	18.9.2018
Strmělka nálevkovitá	<i>Clitocybe gibba</i>	Salaš	24.9.2018
Špička obecná	<i>Marasmius oreades</i>	Salaš	24.9.2018
Štítovka jelení	<i>Pluteus cervinus</i>	Salaš	13.10.2018
Šupinovka kostrbatá	<i>Pholiota squarrosa</i>	Salaš	24.9.2018
Troudnatec kopytovitý	<i>Fomes fomentarius</i>	Staré Hutě	19.8.2018
Troudnatec pásovaný	<i>Fomitopsis pinicola</i>	Kudlovska dolina	15.6.2018
Václavka hlíznatá	<i>Armillaria gallica</i>	Salaš	13.10.2018

4.2 Metodika zpracování

Při sběru jednotlivých zástupců probíhala současně i jejich fotodokumentace pomocí mobilního zařízení iPhone 5S. Určení jednotlivých zástupců probíhalo na základě knihy Ottova encyklopedie hub s následnou konzultací u MDDr. Zuzany Sochorové (roz. Egertové).

Při tvorbě didaktické pomůcky sloužící k určování nejběžnějších makromycet, jsem se držel obecných didaktických zásad, především pak zásady názornosti, zásady srozumitelnosti, zásady posloupnosti, zásady přiměřenosti a v neposlední řadě zásady vědeckosti.

5 VÝSLEDKY

Výsledky mé diplomové práce jsou prezentovány jako powerpointová prezentace, pracovní listy a určovací klíč.

Vytvořené materiály jsou primárně určené pro středoškolské studenty, ať už se jedná o úplného neznalce hub či žáka se zaujetím pro mykologii. Z tohoto důvodu jsem se při přípravě prezentace zaměřil převážně na druhy, jež se uvádějí ve středoškolských učebnicích nebo které mají čtenáři možnost běžně spatřit ve volné přírodě.

Samotná prezentace slouží jen jako předloha a nikdy by neměla být využita bez doprovodného výkladu učitele. Doprovodný výklad by učitel měl načerpat z teoretické části této práce nebo jiných spolehlivých zdrojů. Prezentace obsahuje celkový průřez teoretickou částí mé práce.

Pracovní listy obsahují otázky a úkoly zaměřené na osvojení, upevnění a rozšíření nabytého učiva a zároveň mají žákům zpestřit výuku. Některá ze cvičení jsou obohacena obrázky a fotografiemi hub, jiná jsou tvořena spojováním či doplňováním slov. Je důležité zaměstnat žáky různými typy úloh, neboť stereotypní úlohy mají negativní dopad na proces učení. Samozřejmě nechybí autorské řešení vytvořených otázek.

Určovací klíč slouží k rozřazení hub do jednotlivých kategorií. Je sestaven tak, aby i žáci, jež nemají s houbami žádnou zkušenost, byli schopni jednotlivé zástupce zařadit tam, kam patří. Klíč je opatřen fotografiemi hub pro snadnější přehled.

Tato práce primárně slouží středoškolským studentům a učitelům, ale může najít uplatnění i v rukou široké veřejnosti.

6 DISKUZE

V podvědomí lidí slouží houby stále a pouze především jako pochutina, kterou je možno si za přívětivých podmínek opatřit v lese. Málo kdo ovšem pomyslí na to, že houby jsou nedílnou součástí při výrobě sýrů, piva či antibiotik. Nabízejí tedy lidem velké množství uplatnění, ať už v potravinářském, lékařském či zemědělském průmyslu. I díky tomuto využití člověk neustále bádá po nových informacích, týkajících se říše hub s cílem jejich širšího využití (Antonín, 2013)

Nicméně, my Češi se netajíme tím, že jsme houbařský národ, čemuž nasvědčuje i fakt, že v roce 2017 připadlo na jednu domácnost 10 kilogramů sesbíraných lesních plodů, z toho 6,7 kilogramu hub (www.CeskeNoviny.cz).

Tvorbou právě již zmíněného klíče chci poukázat na to, že není těžké rozeznat nejběžnější zástupce našich lesů za pomoci základních znaků, které se na dané houbě vyskytují. Usiluji o to, aby klíč napomohl nejenom samotným studentům, ale také učitelům, kteří jsou vůči tomuto tématu někdy zbytečně skeptičtí, ať už kvůli složitosti či neoblíbenosti u studentů.

V biologii pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2006) je říše Fungi věnována pozornost na pouhých 6 stranách. Jelikož se jedná o jednu z učebnic, která by studentům měla napomáhat v procesu učení, tak má podle mne pár zásadních nedostatků. Například zcela zde chybí nějaký jednoduchý určovací klíč, obrazovou přílohu této knihy považuji taky za zcela nedostačující.

Učebnice biologie rostlin (Kincl et al., 2006) je na tom o poznání lépe. Celková problematika je sepsána na 19 stranách. Houby vřeckovýtrusé jsou napsány podobným způsobem, jak je tomu v učebnici od Jelínka a Zicháčka. Naproti tomu houby stopkovýtrusé jsou podle mého názoru popsány o něco povedeněji. Autoři nás v textu seznamují s anatomii a morfologií hub a současně nás při tomto popisu odkazují na jednotlivé druhy hub, u kterých je možné dané struktury pozorovat. Je zde i zmínka o možné záměně některých druhů hub. Co se týče určovacího klíče, tak zcela chybí. Obrazovou přílohu shledávám taktéž za zcela nedostačující.

V knize odmaturoj z biologie (Benešová, 2003) jsou houby celkově popsány na pouhých 9 stranách. Jelikož se jedná o materiál, který má být nápomocný při přípravě nejen k maturitě, tak se zde vyskytují zcela zjevné nedostatky. Obrazková příloha jakýchkoliv zástupců zcela chybí. O určovacím klíči zde taktéž není ani zmínka. Dále se zde autoři zmiňují o jedlých a jedovatých zástupcích, ovšem opomněli zástupce hub nejedlých.

Informace o dřevokazných houbách mi přijdou nedostačující. Jak houby vřeckovýtrusé, tak i houby stopkovýtrusé jsou vždy popsány na stránce a půl, přičemž půl stránky vždy zabírá samotné rozmnožování.

Středoškolská biologie obsahuje spoustu informací, nebylo by tedy od věci některá z probíraných témat zredukovat či zcela vypustit. Zbylo by více času na vycházky do okolí školy a především exkurze v rámci hodin biologie. S čímž souvisí i časová dotace na výuku nejenom mykologie, ale celkově biologie, která je malá. Mělo by se jí věnovat více času, protože během školního roku se nedá stihnout vše, co by učitel stihnout chtěl. O čemž se zmiňují Kout a Sádliková (2015).

Domnívám se, že praktická ukázka, ať už se týká rostlin, hub či živočichů je pro studenty přínosnější, oproti prohlížení například herbářových položek z počátku 20. století. Samotná exkurze by pro studenty neměla být odpočinkovou záležitostí, jak se mnoho z nich domnívá. Ba naopak by mělo docházet k co největší aktivizaci studentů v jejím průběhu. Plánování této formy výuky je pro učitele velmi náročné ať už z pohledu organizace či problematiky tématu, jelikož učitel by se měl v dané problematice dobře orientovat a působit jako „expert“. Součástí každé exkurze by mělo být vytvoření pracovních listů pro studenty, které opět zaberou spoustu času (Pavlasová, 2015). Celkově tedy exkurze nejsou jednoduchou záležitostí, ale věřím, jak jsem již avizoval v úvodu odstavce, že mají velký potenciál.

Jelikož jsem již učitelem na plný úvazek a sbírám své první pracovní zkušenosti, co se školství týče, tak bych chtěl podotknout pár postřehů. Důležité je propojovat teorii s praxí a neustále nabádat studenty k nějakým aktivitám v přírodě, pokud je to možné. Zapojit nejenom jednotlivce, ale klidně celou školu do biologických soutěží, pořádat školní biologické olympiády a zájmové kroužky pro nadané, ale i méně bystré žáky (Vinter a Králíček, 2016).

Myslím si, že není důležité, aby studenti znali složité vývojové cykly hub, ale aby byli schopni rozeznat běžné zástupce hub našich lesů, dokázali popsat jednotlivé části plodnice a byli schopni říci o jejich pozitivním či negativním dopadu na zdraví člověka.

7 ZÁVĚR

Téma didaktická pomůcka k určování nejběžnějších makromycet využitelných k výuce studentů na SŠ jsem zpracoval do podoby určovacího klíče, Powerpointové prezentace a pracovních listů, které by středoškolské studenty a širokou veřejnost obohatily o nové poznatky týkající se hub. Byla vytvořena autorská fotodokumentace, která vznikala v průběhu roku 2018 a je součástí určovacího klíče. Určovací klíč je sestaven tak, aby i žáci, jež mají s houbami minimální nebo dokonce žádnou zkušenost, byli schopni nejčastější zástupce našich lesů správně rozdělit do jednotlivých kategorií. Pracovní listy slouží pak především na zopakování probírané látky.

8 ZDROJE

- Antonín, V. (2013): Houby jako lék. Ottovo nakladatelství, Praha, 199 s. ISBN 978-80-7451-257-5.
- Baier, J. (2003): Houby v lese a v kuchyni. Beta-Dobrovský, Praha, 204 s. ISBN 80-7306-088-4.
- Benešová, M. (2003): Odmaturuj! z biologie. Brno: Didaktis, 2003. Odmaturuj!. ISBN 80-86285-67-7.
- Carlile, M. J., Watkinson, S. C., Gooday, G. W. (2001): The fungi. 2nd ed. Academic Press, San Diego, 588 p. ISBN 978-0-12-738445-0.
- Holec, J., Beran, M. (2012): Přehled hub střední Evropy. 1. vyd. Academia, Praha, 622 s. ISBN 978-80-200-2077-2.
- Hyráková, T. (2015): Tvorba informačního a výukového materiálu s tématem "Anatomie a morfologie hub a houbových organismů". Diplomová práce. PřF Univerzita Palackého v Olomouci.
- Chaloupka, V. (2009): Houby v kuchyni. Ikar, Praha, 255 s. ISBN 978-80-249-1202-8.
- Jablonský, I., Šašek, V. (2006): Jedlé a léčivé houby: pěstování a využití. Brázda, Praha, 263 s. ISBN: 80-209-0341-0.
- Jones, E., Pang, K. (2012): Marine fungi and fungal-like organisms. De Gruyter, Boston, 532 p. ISBN 9783110263985.
- Kalina, T., Váňa, J. (2005): Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Vyd. 1. Karolinum, Praha, 606 s. ISBN 978-802-4610-368.
- Keizer, G. J. (1998): Encyklopedie hub. Praha: Rebo Productions. ISBN 80-85815-95-8.
- Kendrick, B. (2000): The Fifth Kingdom. Newburyport, MA: Focus Publishing, Waterloo, 386 s. ISBN 158-510-0-226.
- Kincl, L., Jakrlová, J., Kincl, M. (2003): Biologie rostlin. Fortuna, Praha, 255 s. ISBN 80-7168-736-7.
- Kincl, L., Jakrlová, J., Kincl, M. (2006): Biologie rostlin: po 1. Ročník gymnázií. 3., přepracování. vyd. Praha: Fortuna. ISBN 80-716-8947-5.

Kirk, P., Cannon, P. F., David, J. C., Stalpers, J. A. (2001): Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 9th ed. CAB International, Wallingford, 655 p. ISBN 085199377x.

Klán, J. (1989): Co víme o houbách. 1. vyd. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 310 s. ISBN 8004211437.

Kout, J. (2014): Vybrané kapitoly z mykologie. Západočeská univerzita, Plzeň, 151 s. ISBN 978-80-261-0349-3.

Kout, J. a M. Sádliková (2015): Neobvyklé houby ve výuce na různých stupních vzdělávání v rámci laboratorních prací. Arnica. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 5(1-2), 27-31. ISSN 1804-8366.

Lang, A. (2013): Houby [objevte a určete nejdůležitější druhy]. 1. české vydání. Praha: Svojtka & Co. Průvodce přírodou (Svojtka & Co.). ISBN 978-80-256-1057-2.

Macháček, T., Mikešová, K., Turjanicová, L. a V. Hampl (2016): Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii. Živa. Praha: Academia. 64(1), 27-30 s. ISSN 0044-4812.

Mieslerová, B., Sedlářová, M., Lebeda, A. (2016): Houby a houbám podobné organismy v biotechnologiích. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 199 s. ISBN 978-80-244-4983-8.

Moore, D. (2001): Fungal conservation: issues and solutions. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 262 p. ISBN 0521803632.

Moore, D., Robson, G. D., Trinci, A. P. J. (2011): 21st century guidebook to fungi. Cambridge University Press, New York, 627 p. ISBN 9780521186957.

Pavlasová, L. (2015): Přírodovědné exkurze ve školní praxi. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 83 s. ISBN 978-80-7290-807-3.

Prugar, J. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. 1. vyd. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 327 s. ISBN 9788086576282.

Rozsypal, S., a kol.(2003): Nový přehled biologie. Scientia, Praha, 797 s. ISBN 80-7183-268-5.

Semerdzieva, M., Veselský, J. (1986): Léčivé houby dříve a nyní. Academia, Praha, 180 s.

- Sharma, P. D. (2004): *The Fungi*. Rastogi Publications, India, 540 p. ISBN 81-7133-768-6.
- Smotlacha, M., Erhartová, M., Erhart, J. (1999): *Houbařský atlas: 180 druhů jedlých a nejjedovatějších hub: 100 osvědčených kuchařských receptů*. Trojan, Brno, 178 s. ISBN 80-85249-28-6.
- Smrtková, E., Zabadal, R., Kováříková Z. (2012): *Za Naturou na túru: metodika terénní výuky*. Praha: Apus. ISBN 978-80-260-1591-8.
- Socha, R., Jegorov, A. (2014): *Encyklopedie léčivých hub*. 1. vyd. Academia, Praha, 768 s. ISBN 978-80-200-2312-4.
- Svatoň, J. (2000): *Ochrana dřeva*. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 203 s. 80-7157-435-X.
- Svrček, M. (2005): *Houby*. 5. vyd. Aventinum, Praha, 279 s. ISBN 80-86858-08-1.
- Tedersoo, L., Sanchez-Ramirez, S., Koljalg, U., Bahram, M., Doring, M., Schigel, D., May, T., Ryberg, M., Abarenkov, K. (2018): "High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses". *Fungal Diversity*. 90 (1): 135–159.
- Valíček, P. (2011): *Houby a jejich léčivé účinky*. 1. vyd. Start, Benešov, 151 s. ISBN 978-80-86231-54-9.
- Váňa, P. (2003): *Léčivé houby podle bylináře Pavla*. Eminent, Praha, 185 s. ISBN 80-7281-113-4.
- Vinter, V., Králíček, I. (2016): *Začínající učitel biologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 62-64 s. ISBN 978-80-244-5021-6.
- Zicháček, V., Jelínek, J. (2006): *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, 304 s. ISBN 80-7182-217-5.

9 INTERNETOVÉ ZDROJE

Adl, S. M., et al. (2012): The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59(5):429–493. [online, cit. 26. 12. 2018]. Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23020233>>.

Beran, O. (2008): „Pekelná houba“ odstraňuje síru z ropy. *Osel.cz*. [online, cit. 21. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/3994-pekelná-houba-odstraní-síru-z-ropy.html>.

Češi loni nasbírali lesní plody za 6,6 miliardy korun | *ČeskéNoviny.cz*. České noviny | *ČeskéNoviny.cz* [online]. Copyright © Copyright 2019 ČTK [cit. 25.03.2019]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/cesi-loni-nasbirali-lesni-plody-za-6-6-miliardy-korun/1673529>

Blackwell, M. (2011): The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 milion species? *American Journal of Botany*, 98(3): 426-438. [online, cit. 11. 1. 2019]. Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21613136>>.

Dvořák, D., Hrouda, P. (2013): *Obecná mykologie*. *Sci.muni.cz*. [online, cit. 28. 1. 2019]. dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/botany/mycology/mykolog.htm>.

Gregorová, D. (2009): Houbou ovládané mravenčí zombie. *Osel.cz*. [online, cit. 14. 2. 2019]. dostupné z: <http://www.osel.cz/4560-houbou-ovladane-mravenci-zombie.html>.

Gryndler, M., Němcová, L. (2013): *Fylogeneze a systém nižších rostlin*. [online, cit. 5. 1. 2019]. Dostupné z: <http://old.biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_2014/Opora_Fylogeneze_a_system%20NR.pdf>.

Koukal, M. (2011): Houby nejsou jenom k pochutnání. *21.stoleti.cz*. [online, cit. 3. 2. 2019]. dostupné na: <http://21stoleti.cz/2011/08/21/houby-nejsou-jenom-k-pochutnani/>.

Lifemap. Lifemap - Welcome [online]. Copyright © or Open Street Maps. [online, cit. 1. 3. 2019]. Dostupné z: <<http://lifemap.univ-lyon1.fr/explore.html>>.

Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita. [online, cit. 1. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/botany/mycology/ekolhub.htm>.

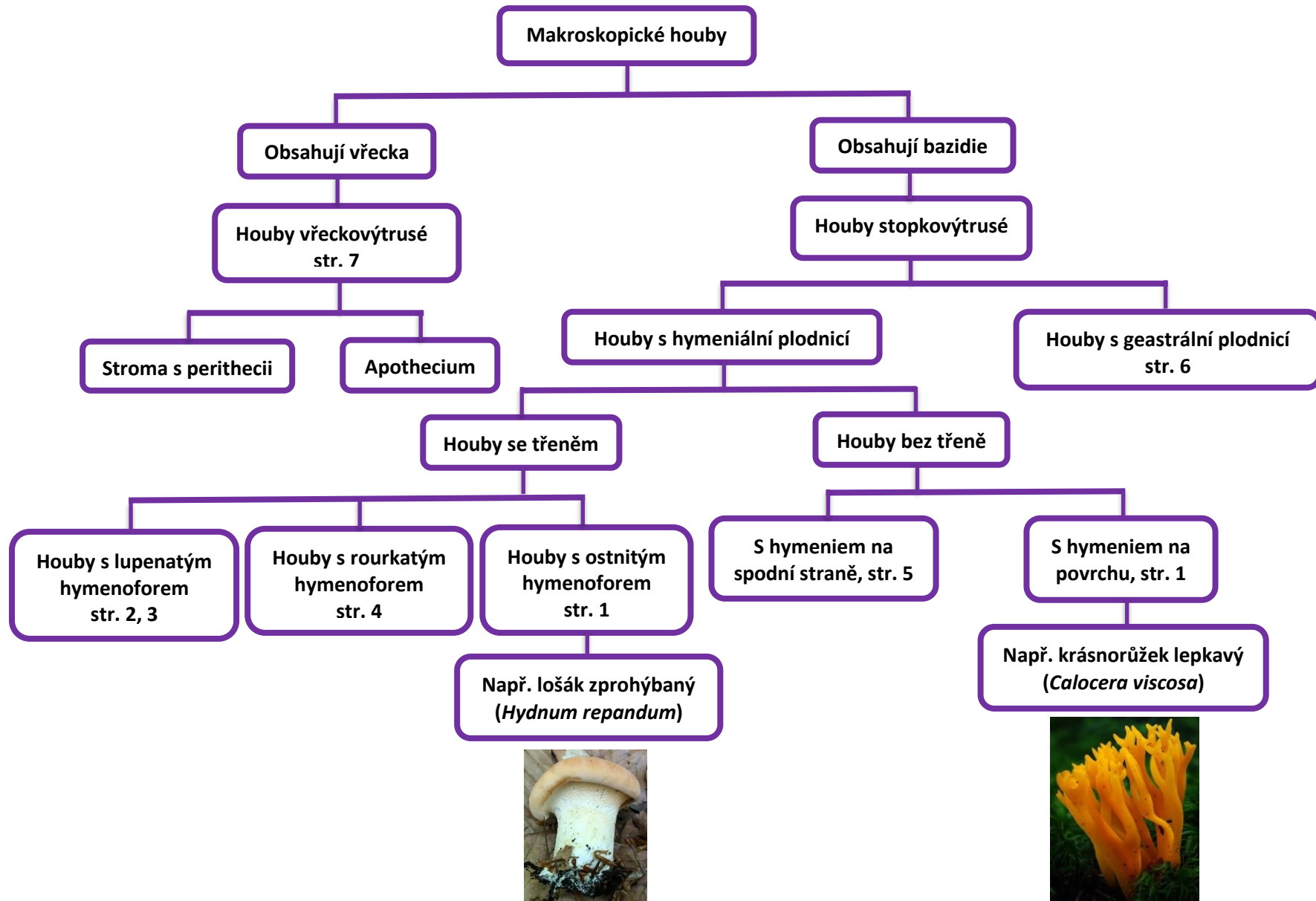
10 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Určovací klíč

Příloha č. 2: Powerpointová prezentace

Příloha č. 3: Pracovní listy

URČOVACÍ KLÍČ



Houby se třeněm

Houby s lupenatým hymenoforem

Houby s pochvou

Houby bez pochvy

Zelený hladký klobouk

Červený klobouk se strupy

Bez prstenu

S prstenem

Muchomůrka zelená
(*Amanita phalloides*)

Muchomůrka červená
(*Amanita muscaria*)



Jednotlivě

V trsech na dřevě

Klobouk bez hrbolku a šupin

Klobouk s hrbolkem a šupinami

Klobouk s šupinami

Např. žampion zápašný
(*Agaricus xanthoderma*)

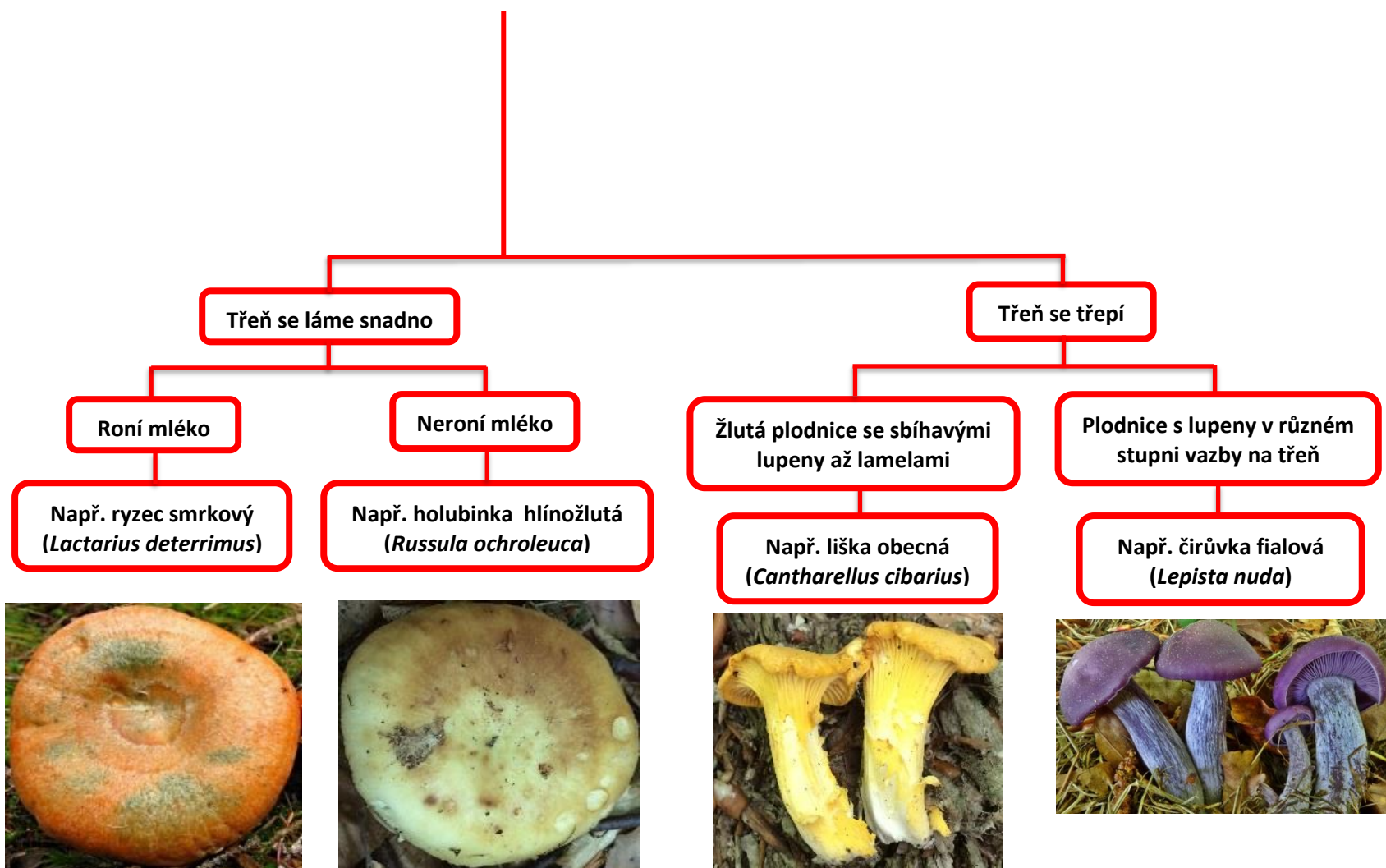


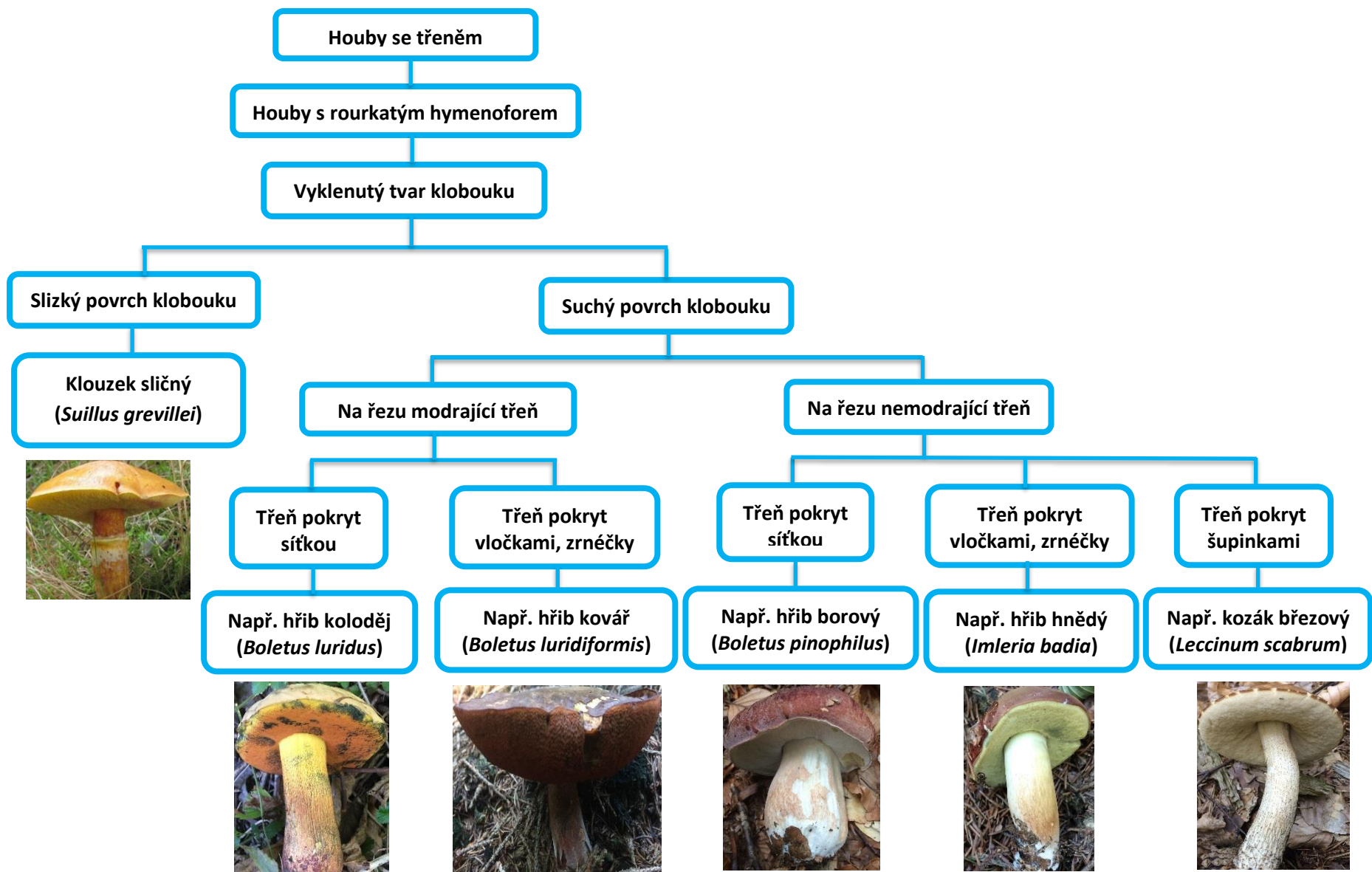
Např. bedla vysoká
(*Macrolepiota procera*)

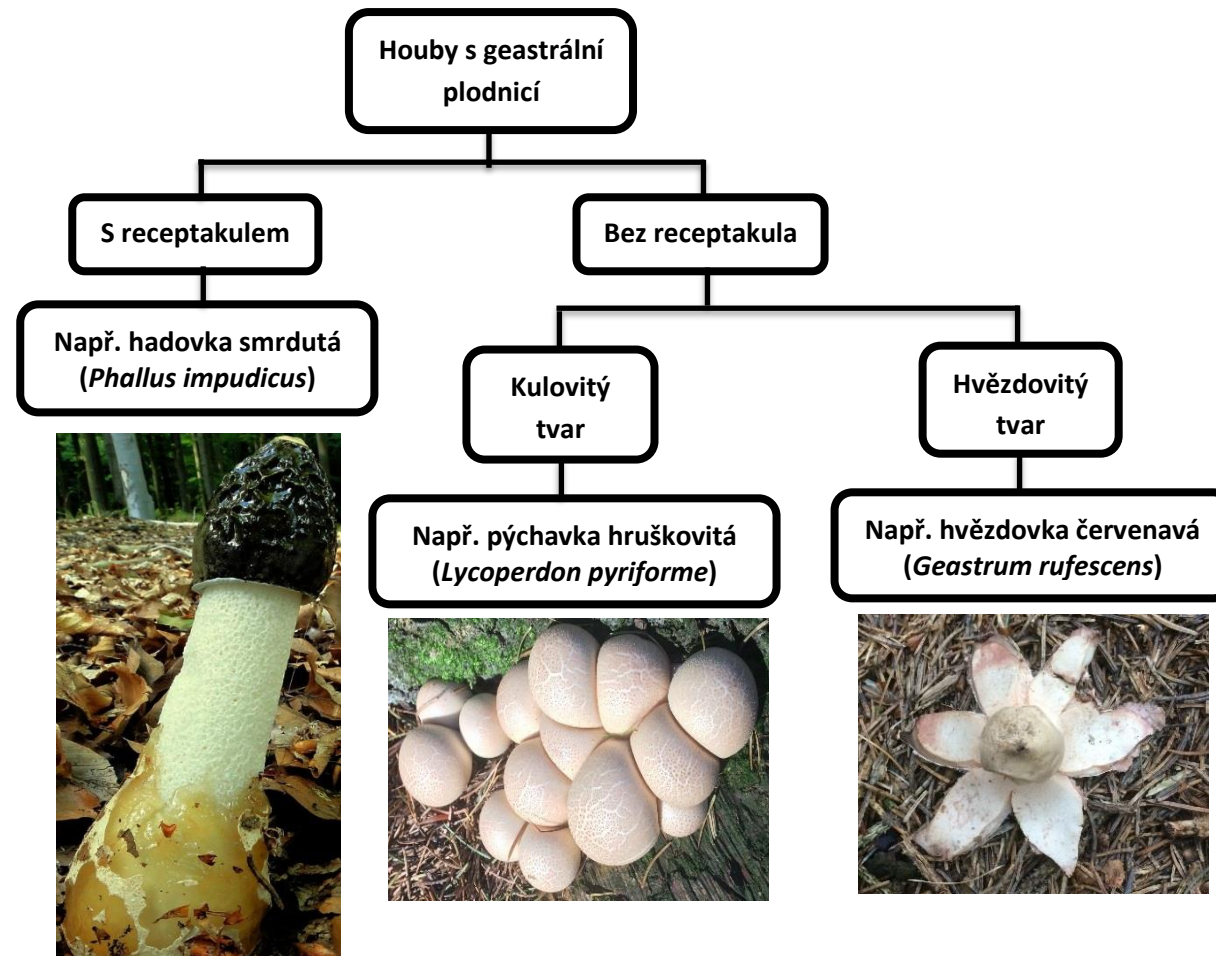


Např. václavka smrková
(*Armillaria ostoyae*)









Houby vřeckovýtrusé

Kyjovitý, parohovitý nebo kulovitý tvrdý útvar

Stroma s perithecií

Např. dřevnatka parohatá
(*Xylaria hypoxylon*)



Miskovitý tvar

Apothecium

Např. řasnatka uhelná
(*Peziza echinospora*)



1) Houby s hymeniální a geastrální plodnicí

S hymeniální plodnicí



Foto: D. Škrášek



Foto: D. Škrášek



Foto: D. Škrášek



Foto: D. Škrášek



Foto: L. Zíbarová

S geastrální plodnicí



Foto: D. Škrášek



Foto: F. Polášek



Foto: D. Škrášek

2) Typ klobouku

Vyklenutý



Foto: D. Škrášek

Konzolovitý



Foto: D. Škrášek

Límcovitý



Foto: D. Škrášek

S hrbolkem a šupinami



Foto: D. Škrášek

Bez hrbolku a šupin



Foto: D. Škrášek

3) Povrch klobouku

Suchý



Foto: D. Škrášek

Slizký



Foto: D. Škrášek

4) Typ hymenoforu

Rourkatý

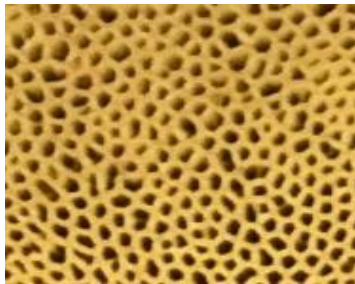


Foto: D. Škrášek

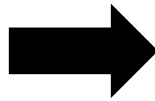


Foto: D. Škrášek

Lupenatý



Foto: D. Škrášek

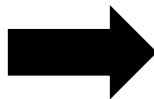


Foto: D. Škrášek

Ostnitý



Foto: I. Kudláček



Foto: I. Kudláček

5) Povrch třeně

Třeň pokryt sít'kou



Foto: D. Škrášek

**Třeň pokryt vločkami,
zrněčky**



Foto: D. Škrášek

**Třeň pokryt
šupinkami**



Foto: D. Škrášek



Foto: D. Škrášek

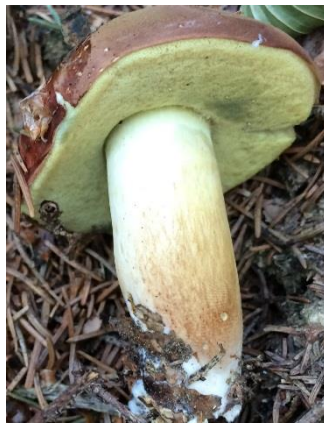


Foto: D. Škrášek



Foto: D. Škrášek

6) Třeň s pochvou a bez pochvy

S pochvou



Foto: D. Škrášek

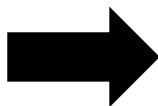


Foto: D. Škrášek

Bez pochvy



Foto: D. Škrášek

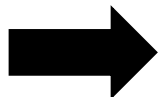


Foto: D. Škrášek

7) Třeň s prstenem a bez prstenu

S prstenem



Foto: D. Škrášek

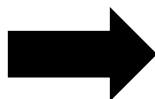


Foto: D. Škrášek

Bez prstenu



Foto: D. Škrášek



Foto: D. Škrášek

8) Třeň na řezu modrající a nemodrající

Modrající



Foto: L. Hejl

Nemodrající



Foto: M. Růžek

9) Třeň ronící a neronící mléko

Ronící mléko



Foto: K. Tejkal

Neronící mléko



Foto: D. Škrášek



Foto: K. Tejkal



Foto: D. Škrášek

PRACOVNÍ LISTY

I. V následujících testových otázkách (1. – 8.) vyber jednu správnou odpověď z nabízených možností.

1. K rozkvětu mykologie jakožto vědního oboru dochází:
 - a. koncem 16. století
 - b. koncem 17. století
 - c. koncem 18. století
 - d. koncem 19. století

2. Pokud houba produkuje plodnici, její pletivo se nazývá:
 - a. parenchym
 - b. sklerenchym
 - c. plektenchym
 - d. kolenchym

3. Výtrus (spora) vřeckovýtrusých hub se jmenuje:
 - a. askospora
 - b. bazidiospora
 - c. oospora
 - d. karpospora

4. Výtrus (spora) stopkovýtrusých hub se jmenuje:
 - a. askospora
 - b. bazidiospora
 - c. oospora
 - d. teliospora

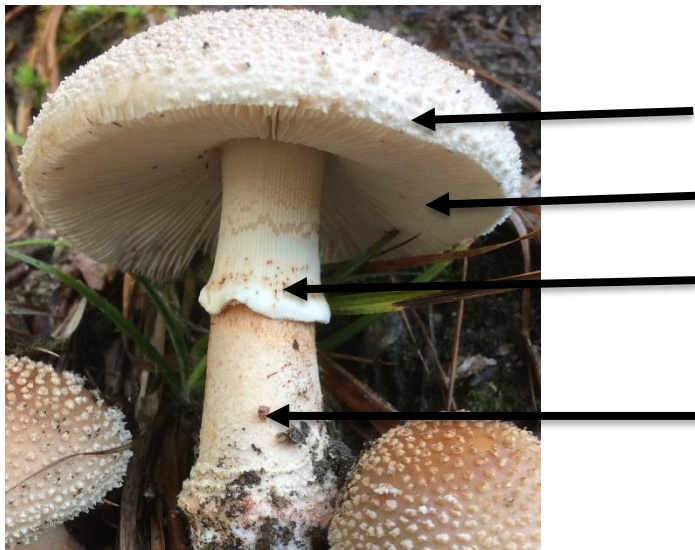
5. Tělo hub se nazývá:
 - a. stonek
 - b. kormus
 - c. třeň
 - d. stélka

6. Klíčovou úlohou podhoubí (mycelia) je:
 - a. rozšiřovat výtrusy
 - b. zprostředkovávat výměnu látek a energie mezi prostředím a houbou
 - c. přetrvat nepříznivé podmínky
 - d. ukotvit houbu v půdě

7. Vrchol houbového vlákna, který prostupuje tkání hostitele a slouží k nasávání živin, se jmenuje:
- haustorium
 - sklerocium
 - syrocium
 - ozonium
8. Houba, jež vytváří sklerocia, se nazývá:
- hřib smrkový
 - bedla vysoká
 - paličkovice nachová
 - muchomůrka červená

II. Doplň pojmy k šípkám.

prstenec, hymenofor, třeň, klobouk



III. Pravá strana obsahuje časové aspekty, levá zástupce hub. Spoj pojmy z levé a pravé strany tak, ať je vše správně.

letní aspekt

holubinky, ryzce

jarní aspekt

hlívy, strmělky

časně letní aspekt

hříby, holubinky

pozdně podzimní aspekt

smrže, závojenky

IV. Nakresli 3 základní typy plodnic, které z hlediska tvaru rozlišujeme u vřeckovýtrusých hub a pojmenuj je.

V. Doplň.

..... vykazují největší variabilitu, co se týče bohatství tvarů,
vůní a chutí plodnic z celé houbové říše. Co do velikosti mají zástupci tohoto oddělení
poměrně značný rozsah tzn. od několika až po desítky Mimo
jiné jsou zde i skupiny, jež plodnice (např. sněti a rzi).

barev	nevytváří	milimetrů
centimetrů		Basidiomycota

VI. Na obrázku máš vyobrazené houby. Tyto houby pojmenuj, zároveň urči, o jaký typ plodnice se jedná.





VII. Napiš 3 typy hymenoforu a ke každému přiřď jednoho zástupce.

.....

.....

VIII. Vyber správné tvrzení.

- | | |
|---|----------|
| a. Pozůstatky plachetky zůstávají na třeni a klobouku jako šupiny, útržky, vlákna či ostny a také v podobě pouzdra při bázi třeně např. u muchomůrky šedivky. | ANO – NE |
| b. Výtrusy neboli spory jsou útvary, které neplní funkci rozmnožovací. | ANO – NE |
| c. Přenos spor za pomoci větru se nazývá anemochorie a za pomoci živočichů antropochorie. | ANO – NE |
| d. Houby se rozmnožují jak pohlavním, tak i nepohlavním způsobem. | ANO – NE |

IX. V levém oválu se nacházejí rodová jména, v pravém jména druhová. Z každého oválu vyber vždy jeden pojem a spoj je dohromady tak, aby vznikly názvy skutečných hub. Názvy zapiš do řádku pod ovály.

klouzek hřib holubinka troudnatec ucho liška stroček	trubkovitý mandlová sličný pásovaný Jidášovo obecná koloděj
--	---

X. Dopln' bud' název syndromu, nebo jméno zástupce.

hepatorenální syndrom	
	pavučinec plyšový
psychotropní syndrom	
	muchomůrka červená
gastrointestinální syndrom	

XI. Z uvedených druhů vyber zástupce, kteří mají prstenec.

Hřib smrkový, bedla vysoká, klouzek modřínový, křemenáč osikový, kozák habrový, muchomůrka červená, sírovec žlutooranžový, václavka obecná, ryzec smrkový

XII. Napiš alespoň 4 názvy lupenatých a 4 názvy rourkatých hub, které znáš.

lupenaté:

.....

rourkaté:

.....

XIII. Roztříd' jednotlivé zástupce do vřeckovýtrusých a stopkovýtrusých hub.

pýchavka palicovitá, smrž obecný, kačenka česká, hřib hnědý, paličkovice nachová,
muchomůrka růžovka, hřib kovář, ucháč obecný, kvasinka pивní, outkovka pestrá

vřeckovýtrusé:

.....

stopkovýtrusé:

.....

Řešení

I. V následujících testových otázkách (1. – 8.) vyber jednu správnou odpověď z nabízených možností.

1. K rozkvětu mykologie jakožto vědního oboru dochází:
 - a. koncem 16. století
 - b. koncem 17. století
 - c. koncem 18. století
 - d. koncem 19. století

2. Pokud houba produkuje plodnici, její pletivo se nazývá:
 - a. parenchym
 - b. sklerenchym
 - c. plektenchym
 - d. kolenchym

3. Výtrus (spora) vřeckovýtrusých hub se jmenuje:
 - a. askospora
 - b. bazidiospora
 - c. oospora
 - d. karpospora

4. Výtrus (spora) stopkovýtrusých hub se jmenuje:
 - a. askospora
 - b. bazidiospora
 - c. oospora
 - d. teliospora

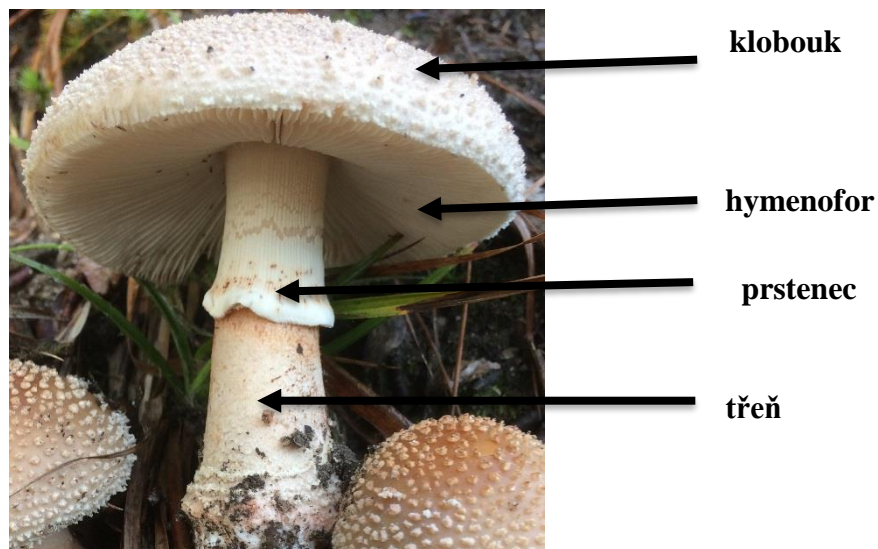
5. Tělo hub se nazývá:
 - a. stonek
 - b. kormus
 - c. třeň
 - d. stélka

6. Klíčovou úlohou podhoubí (mycelia) je:
 - a. rozšiřovat výtrusy
 - b. zprostředkovávat výměnu látek a energie mezi prostředím a houbou
 - c. přetrvávat nepříznivé podmínky
 - d. ukotvit houbu v půdě

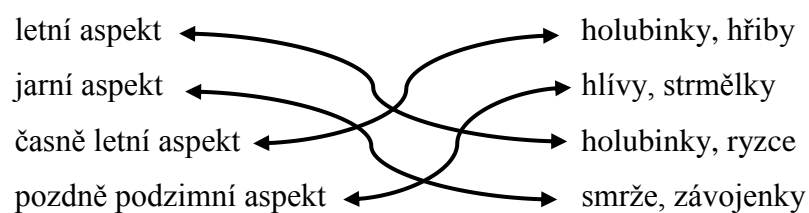
7. Vrchol houbového vlákna, který prostupuje tkání hostitele a slouží k nasávání živin, se jmenuje:
- haustorium
 - sklerocium
 - syrocium
 - ozonium
8. Houba, jež vytváří sklerocia, se nazývá:
- hřib smrkový
 - bedla vysoká
 - paličkovice nachová
 - muchomůrka červená

II. Doplň pojmy k šípkám.

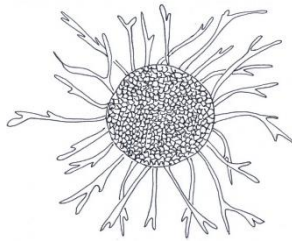
prstenec, hymenofor, třeň, klobouk



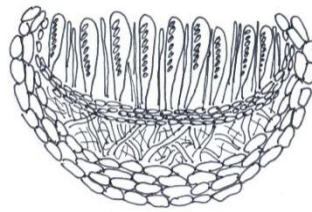
III. Pravá strana obsahuje časové aspekty, levá zástupce hub. Spoj pojmy z levé a pravé strany tak, ať je vše správně.



IV. Nakresli 3 základní typy plodnic, které z hlediska tvaru rozlišujeme u vřeckovýtrusých hub a pojmenuj je.



Kleistothecium



Apothecium



Perithecium

V. Dopln.

Basidiomycota vykazují největší variabilitu, co se týče bohatství tvarů, barev, vůní a chutí plodnic z celé houbové říše. Co do velikosti mají zástupci tohoto oddělení poměrně značný rozsah tzn. od několika milimetrů až po desítky centimetrů. Mimo jiné jsou zde i skupiny, jež plodnice nevytváří (např. sněti a rzi).

barev	nevytváří	milimetrů
centimetrů		Basidiomycota

VI. Na obrázku máš vyobrazené houby. Tyto houby pojmenuj, zároveň urči, o jaký typ plodnice se jedná.



hvězdovka červenavá
schizothecium



outkovka pestrá
krustothecium



muchomůrka zelená
pilothecium



kotrč kadeřavý
holothecium

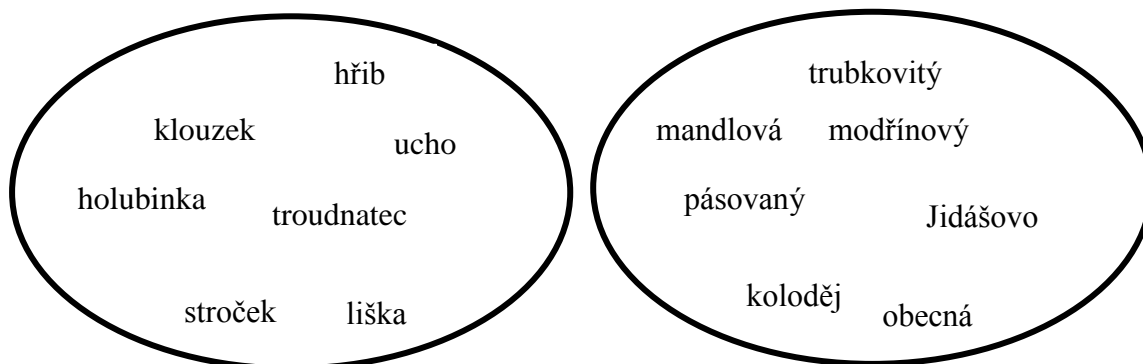
VII. Napiš 3 typy hymenoforu a ke každému přiřď jednoho zástupce.

ostnitý – lošák jelení, lupenatý – bedla vysoká
.....
rourkatý – hřib hnědý
.....

VIII. Vyber správné tvrzení.

- e. Pozůstatky plachetky zůstávají na třeni a klobouku jako šupiny, útržky, vlákna ANO – NE
či ostny a také v podobě pouzdra při bázi třeně např. u muchomůrky šedivky.
- f. Výtrusy neboli spory jsou útvary, které neplní funkci rozmnořovací. ANO – NE
- g. Přenos spor za pomoci větru se nazývá anemochorie a za pomoci živočichů antropochorie. ANO – NE
- h. Houby se rozmnořují jak pohlavním, tak i nepohlavním způsobem. ANO – NE

IX. V levém oválu se nacházejí rodová jména, v pravém jména druhová. Z každého oválu vyber vždy jeden pojem a spoj je dohromady tak, aby vznikly názvy skutečných hub. Názvy zapiš do řádku pod ovály.



..... **klouzek modřínový**

..... **holubinka mandlová**

..... **ucho Jidášovo**

..... **liška obecná**

..... **hřib koloděj**

..... **troudnatec pásovaný**

..... **stroček trubkovitý**

X. Doplň buď název syndromu, nebo jméno zástupce.

hepatorenální syndrom	muchomůrka zelená
renální syndrom	pavučinec plyšový
psychotropní syndrom	lysohlávka modrající
muskarinový syndrom	muchomůrka červená
gastrointestinální syndrom	hřib kříšť

XI. Z uvedených druhů vyber zástupce, kteří mají prstenec.

hřib smrkový, **bedla vysoká**, **klouzek modřínový**, křemenáč osikový, kozák habrový, **muchomůrka červená**, sírovec žlutooranžový, **václavka obecná**, ryzec smrkový

XII. Napiš alespoň 4 názvy lupenatých a 4 názvy rourkatých hub, které znáš.

lupenaté: **hnojník obecný,** **muchomůrka tygrovaná**
..... **holubinka bukovka,** **liška obecná**
.....

rourkaté: **křemenáč osikový,** **hřib borový**
..... **hřib satan,** **kozák březový**
.....

XIII. Roztříd' jednotlivé zástupce do vřeckovýtrusých a stopkovýtrusých hub.

pýchavka palicovitá, **smrž obecný,** **kačenka česká,** **hřib hnědý,** **paličkovice nachová,**
muchomůrka růžovka, **hřib kovář,** **ucháč obecný,** **kvasinka pивní,** **outkovka pestrá**

vřeckovýtrusé:
.....

stopkovýtrusé:
.....