

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Tvorba informačního a výukového materiálu s tématem
"Anatomie a morfologie hub a houbových organismů"**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce:	Bc. Tereza Hyráková
Studijní obor:	Chemie pro víceoborové studium - biologie
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí diplomové práce:	doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

Olomouc 2015

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením doc. RNDr. Barbory Mieslerové, Ph.D. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Souhlasím s tím, že práce je prezenčně zpřístupněna v knihovně Katedry botaniky, Přírodovědecké fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci.

Práce byla podporována grantem IGA PrF-2015-001.

V Olomouci dne

.....

Vlastnoruční podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především mé velice ochotné vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph.D. za její odborné vedení, poskytnuté rady se zpracováním práce i za cenný čas.

Dále děkuji i mojí rodině, která si nadevše uvědomuje starosti a povinnosti spojené se studiem na vysoké škole, a která mi tak po dobu mého pětiletého vysokoškolského studia poskytovala veškerou podporu.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Tereza Hyráková
Název práce: Tvorba informačního a výukového materiálu s tématem
"Anatomie a morfologie hub a houbových organismů"
Typ práce: Diplomová práce
Pracoviště: Katedra botaniky, PřF UP Olomouc
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc – Holice
Vedoucí práce: doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.
Rok obhajoby práce: 2015

Abstrakt: Předložená diplomová práce je zaměřena na vytvoření informačního a výukového materiálu s tématem „Anatomie a morfologie hub a houbových organismů.“ Tato publikace by měla pro zainteresované sloužit k získání základních znalostí o říši hub a zároveň posloužit k doplnění výukového materiálu představující říši Fungi.

V průběhu této práce byl vytvořen materiál mapující říši hub od jejich prvotního výskytu na naší planetě k vlastní charakteristice, taxonomickému zařazení a morfologii. Dále popisuje rozmnožování, ekologické skupiny, vysvětluje význam hub, chemické složení a geografické rozšíření. V poslední části mé diplomové práce jsou představeny metodické materiály, které mají sloužit jako praktická část tohoto díla k možnému obohacení výuky daného tématu. Jedná se o prezentaci, zahrnující vytvořenou fotodokumentaci a ilustrace vzorků nashromážděných z oblasti Třesín a Náměš' na Hané v podzimních měsících roku 2014. Fotodokumentace byla pořízena jak přímo v této lokalitě při sběru vzorků, tak v laboratoři za účelem získání snímků mikroskopické houbové struktury. Kresby doprovázející jednotlivé vybrané kapitoly byly vytvořeny jako názorná ukázka zachycující detaily a stádia vývoje hub. Vytvořené ilustrace však neslouží pouze k znázornění slovně popisovaného detailu, ale napomohly zároveň k poznání stupně obtížnosti při tvorbě kresby a tím i vlastní reálnosti namalování kresby žáky (studenty). Práce je doplněna pracovními listy, obsahujícími úkoly k dané problematice.

Klíčová slova: Mykologie, Fungi, Protozoa, Chromista, morfologické struktury, plodnice, mycelium, spory

Počet stran: 62

Počet příloh: 3

Jazyk: Český

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Tereza Hyráková
Title: Creation of informational and educational material on the topic "Anatomy and Morphology of Fungi and Fungi – like organisms"
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: 2015

Abstract: The theme of presented master thesis is "Anatomy and Morphology of Fungi and Fungi-like organisms" It will be focused on creating of information and educational material. This thesis should serve for the purpose of allowing stakeholders to gain basic knowledge of the kingdom Fungi and also to supplement teaching materials that represents the realm of fungi.

There was created material mapping the kingdom Fungi since their initial appearance on the planet to its own characteristics, taxonomic classification and morphology. It further describes reproduction, environmental groups, the importance of fungi, chemical composition and geographical distribution. In the last part of my master thesis, there are presented methodological materials that were created for this purpose, as the practical part of the work, serves to enrich the learning materials used. These are photo documentations and illustrations, created as samples that were collected from the area of Třesín and Náměšř' in Hana, in autumn 2014. The photographic documentations were taken both in the area of collection, and in the laboratory in order to obtain images of microscopic fungal structures. The used illustrations, were primarily to verbally describe the graphic depiction of detail. It also served as a means of recognizing the degree of difficulty in creating artwork and thus the inherent realism of painting and drawing by pupils (students). This thesis certainly does not aim to compete with established scientific publications on the topic of mycology. By focusing and composition, it is meant more as a complementary piece serving to increase the overall awareness of the vast realm of fungi with the use of texts in the teaching of Biology. The work is completed by worksheets containing the tasks on the matter.

Keywords: Mycology, Fungi, Protozoa, Chromista, morphological structure, fruiting body, mycelium, spore

Number of pages: 62

Number of appendices: 3

Language: Czech

OBSAH

1. ÚVOD	8 -
2. CÍLE PRÁCE	10 -
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11 -
3.1. Houby a jejich historie	11 -
3.2. Základní charakteristika houbové říše	13 -
3.3. Taxonomické zařazení	15 -
3.3.1. Říše: Protozoa	17 -
3.3.1.1. Oddělení: Acrasiomycota – buněčné hlenky.....	18 -
3.3.1.2. Oddělení: Myxomycota – hlenky	18 -
3.3.1.3. Oddělení: Plasmodiophoromycota	18 -
3.3.2. Říše: Chromista.....	19 -
3.3.2.1. Oddělení Labyrinthulomycota.....	19 -
3.3.2.2. Oddělení Oomycota.....	19 -
3.3.2.3. Oddělení: Hyphochytriomycota	20 -
3.3.3. Říše: Fungi	20 -
3.3.3.1. Oddělení: Chytridiomycota	20 -
3.3.3.2. Oddělení: Microsporidiomycota	21 -
3.3.3.3. Oddělení: Zygomycota – Houby spájivé.....	21 -
3.3.3.4. Oddělení: Glomeromycota	21 -
3.3.3.5. Oddělení: Ascomycota – houby vřeckovýtrusé	21 -
3.3.3.6. Oddělení: Basidiomycota – houby stopkovýtrusé.....	22 -
3.4. Morfologie hub	22 -
3.4.1. Podhoubí (mycelium).....	23 -
3.4.1.1. Modifikace hyf	23 -
3.4.2. Plodnice.....	24 -
3.4.2.1. Plodnice vřeckovýtrusých hub (askomata)	25 -
3.4.2.2. Plodnice stopkovýtrusých hub (bazidiomata)	26 -
3.4.2.3. Anatomie plodnic	27 -

3.4.2.4. Vývoj plodnic	- 28 -
3.4.3. Výtrusy (spory)	- 29 -
3.5. Rozmnožování.....	- 31 -
3.6. Ekologické skupiny hub.....	- 34 -
3.7. Význam hub	- 36 -
3.7.1. Význam pro člověka	- 36 -
3.7.1.1. Houby jako potravina	- 36 -
3.7.1.2. Průmyslové využití hub.....	- 40 -
3.7.2. Význam v přírodě	- 41 -
3.8. Chemické složení plodnic hub	- 43 -
3.9. Geografické rozšíření.....	- 45 -
3.9.1. Evropa.....	- 46 -
3.9.2. Severní Amerika a Asie	- 46 -
3.9.3. Tropické oblasti	- 47 -
4. MATERIÁL A METODY.....	- 48 -
4.1. Sběr položek.....	- 48 -
4.2. Metodika zpracování.....	- 49 -
5. VÝSLEDKY	- 51 -
6. DISKUZE.....	- 52 -
7. ZÁVĚR.....	- 54 -
8. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	- 55 -
9. SEZNAM PŘÍLOH.....	- 60 -

1. Úvod

Téma mé diplomové práce Anatomie a morfologie hub a houbových organismů jsem si vybrala cíleně kvůli osobnímu zaujetí, vztahu k houbám a mykologii jako takové. Stejně jako většina našeho národa tzv. houbařů vyrazím do lesů s nadšením a košíkem pro úlovky z lesa, které nám tam příroda vypěstovala. Snad právě tento fenomén zkreslil pro mnohé lidi vnímání této říše, protože v nich slovo houby evokuje pouze představu plného koše plodnic.

Přitom už si ale málo kdo uvědomuje jejich tvarovou různorodost a vlastní užití v průmyslových oborech jako je farmacie, potravinářství či zemědělství. Kdykoliv narazíme na slovo houby, většina lidí si ihned pod tímto pojmem představí pouze hříbky, muchomůrky a holubinky, s nimiž se setkáváme v lese. Avšak do této velké skupiny organismů patří také plísně vyrostlé na vlhkých potravinách či ovoci nebo kvasinky, bez kterých bychom nemohli vyrobit pivo, víno i chleba.

Houby bývají také původci některých nemocí člověka, zvířat či rostlin. Na druhé straně z hub připravená antibiotika jsou jen těžce nahraditelným prostředkem pro léčení řady infekčních nemocí, a proto se léčebné účinky hub staly jedním z nejdůležitějších objevů medicíny 20. století.

Jako potravinová složka jsou člověku houby známy už od pradávna, protože již první lovci a sběrači lesních plodů zaregistrovali v lesích okousané klobouky velkých druhů hub divokou zvěř, což pro ně bylo znamením požitelnosti tohoto doplňku stravy. S požíváním hub šlo ruku v ruce objevení halucinogenních účinků některých druhů hub, což bylo samozřejmě prisuzováno nadpřirozeným silám, se kterými mohli šamani kmene po jejich požití komunikovat. Cesta pokus–omyl vedla v pozdějších dobách dozajista k objevu smrtelných vlastností jedovatých druhů a je tedy pravděpodobné, že lidé používali houby nejen jako chutné potraviny, ale i jako vraždícího prostředku.

V dnešním civilizovaném světě nacházejí houby průmyslové uplatnění spíše při výrobě některých druhů léků nebo potravinářském průmyslu, ale také v přímé spotřebě či zušlechťování vlastností jiných potravin. Tak rozsáhlé využití vyžaduje evidentně jejich průmyslové pěstování v uměle vytvořených příhodných podmínkách jako je tomu např. u žampionů a hlívy ústříčné. Sběrání hub je stále nejrozšířenější mezi lidmi, a to zejména v našich zeměpisných šířkách. Každoročně se totiž vyrazí v ten pravý čas do lesů na sběr hříbků a nemalou zásluhu na tomto fenoménu naší doby má i možnost konzervace této

pochutiny. Navíc má takové jednání zcela jistě i propagační výsledky zejména na popularizaci zdravého životního stylu a vnímání ochrany životního prostředí. Proto bych touto svou prací ráda napomohla k rozšíření povědomí o této skupině a přispěla tím k její popularizaci, i když jsem si vědomá, že snad žádný vědní obor nemá tolik amatérských odborníků jako právě mykologie.

2. Cíle práce

Cílem mé diplomové práce bylo vytvoření informačního a výukového materiálu, který je zaměřen na morfologii a anatomii hub a houbových organismů. Zabývám se v ní charakteristickými znaky hub a houbových organismů, jejich taxonomickým zařazením a popisem anatomie i morfologie těchto organismů. Seznamuji zde také s historií hub, jejich geografickým rozšířením, chemickým složením a významem.

Cílem v praktické části byl samozřejmě samostatný sběr jednotlivých zástupců, následné vytvoření fotodokumentace a popis příslušných struktur u jednotlivých druhů. Hlavním cílem, však zůstalo vytvořit prezentaci a výukové listy, které by se daly využít při výuce a zároveň posloužily k zvýšení povědomí veřejnosti o tomto tématu.

3. Literární přehled

3.1. Houby a jejich historie

Houby patří bezesporu mezi nejstarší formy života na Zemi, což nám dokazují nálezy fosilních hub. Přičemž nejméně zachovaných nálezů je ze skupiny stopkovýtrosých hub, a to zejména u druhů s měkkými plodnicemi kvůli jejich rychlému rozkladu. Proto jsou nejčastějšími nálezy jen tvrdé části plodnic chorošů. Mnohem lépe zůstávají zachovány makroskopické části hub jako výtrusy rzí či mycelia hub ve fosilních dřevinách. Nejvíce nálezů těchto fosilií poskytují fosilní pryskyřice, rašeliniště, křídové útvary, travertinové kupy (u nás u Lúček na úpatí Chočského pohoří) a uhelné sloje (Sokolovská a Ostravská pánev). Z karbonu jsou nejčastější plísň pravé a vřeckovýtrusé houby, stopkovýtrosé se vyskytují až v permu. Fosilní nálezy hub patří k saprotrofním druhům, parazitům (rzí), ale existuje i mnoho nálezů fosilních mykorrhizních druhů rodu *Endogone* (Klán, 1989).

Prostá snaha lidstva o využití hub existuje už od pradávna, například staří Egyptané před 3000 lety považovali houby za posvátné, protože věřili, že si jejich konzumací prodlužují život. Nejstarší písemné zmínky o léčivých účincích hub pocházejí z Indie z doby před pěti tisíci lety. Četné zprávy o houbách jako potravině máme i z období starého Řecka a Říma, odkud se datuje i první písemná zmínka o otravě po požití hub popsaná Euripidem (480-406 př.n.l.) (Váňa, 2003).

Samotný původ hub byl často připisován temným a nadpřirozeným silám, protože jejich záhadný a náhlý růst v lidech vzbuzoval strach. Většího zájmu se houbám dostalo až v 16. století, kdy se botanici zajímali především o jejich léčebné a jedovaté účinky, a proto začaly vznikat velké herbáře. Vídeňský botanik C. Clusius (1526-1609) ve svém díle rozdělil houby na dvě skupiny: *Fungi esculenti* (houby jedlé) a *Fungi noxii et perniciosi* (houby škodlivé a jedovaté). Později, a to téměř současně, podali své vědecké zprávy francouzské akademii věd J. P. Tournefort (1656-1708) a J. Marchant (1650-1738), a to o svých pozorováních na pěstovaných žampionech. K tomuto objevu se v 17. stol. vztahují i první pokusy o cílené pěstování žampionů ve Francii a Anglii (Váňa, 2003).

Počátky pěstování byly problematické, ale postupem času se technologie zdokonalovala a dnes patří žampiony k nejvíce pěstovaným druhům hub na světě (Váňa, 2003).

Rozvoj mykologie jako vědního oboru začíná až koncem osmnáctého a trvá po celé devatenácté století. Se stoletím dvacátým přichází rozvoj i ostatních mykologických oborů, jako studium životních cyklů, cytologie, genetiky, lékařské a průmyslové mykologie a mykopatologie. Veškeré tyto uvedené skutečnosti nám dokazují, že v dlouhodobé historii lidstva byly houby vždy předmětem našeho mimořádného zájmu (Klán, 1989).

Sběr hub v českých zemích nemá sice tak dlouholetou historii jako jinde ve světě, zato má v naší zemi zakořeněnou tradici děděnou z pokolení na pokolení (Prugar, 2008).

První písemné zmínky o houbách u nás jsou ve veršovaných slovnících z doby Karla IV. z roku 1360 a 1365. Tadeáš Hájek z Hájku překládal v roce 1587 práci o houbách od italského lékaře Mathioliho. Tento překlad vyšel roku 1592 a jsou v něm uvedeny houby rostoucí u nás, které nejsou škodlivé a mohou se jíst, dále jsou zde vysvětleny základní poznávací znaky, místa výskytu a času, kdy rostou (Smotlacha et al., 1999).

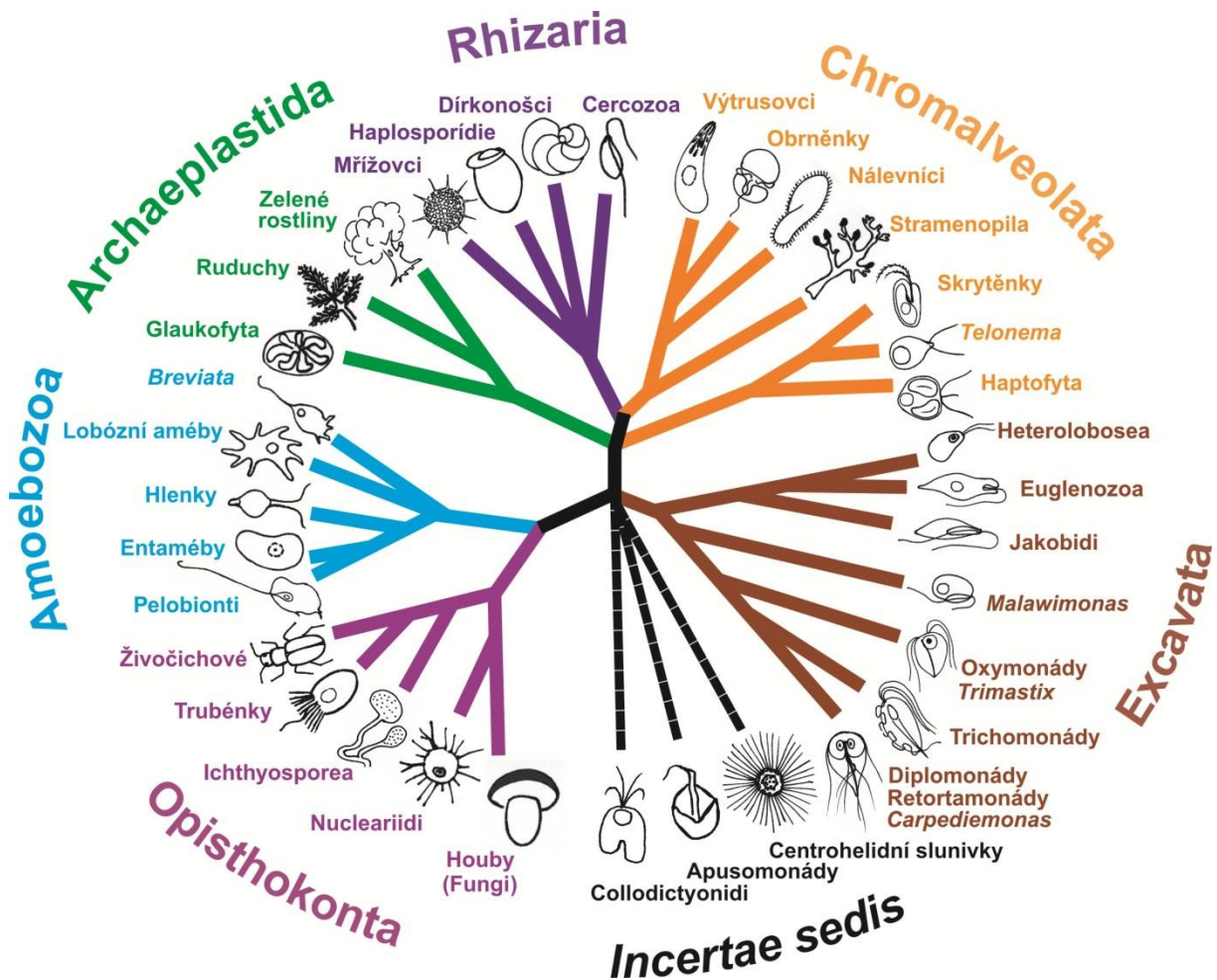
Zájem o houby jako o potravinu projevoval především venkovský lid, který v houbách viděl snadno získané jídlo, ale i šlechta si ráda touto pochutinou zpestřovala svůj jídelníček. Největší spis „Kuchařství“ napsal známý český alchymista Bavor mladší Rodovský z Hustiřan a toto jeho dílo vyšlo v Praze roku 1591 (Smotlacha et al., 1999).

Houby byly vždy velmi oblíbené zejména ve střední, východní a jižní Evropě. Mezi kmeny, které měly k houbám vždy velice kladný vztah, patří především Slované. V severských státech Evropy (Švédsko, Norsko, Finsko) a ani v anglosaských zemích se lidé sbírání hub moc nevěnují, a dokonce se neprodávají ani na tržnicích. V těchto zemích je o divoce rostoucí houby zájem především vědecký (Klán, 1989).

Podíváme-li se však na věc globálně, nejvíce zkušeností s pěstováním a konzumací hub mají asijské státy. V těchto zemích se houby po celá staletí využívají nejen jako pokrm, ale některé druhy našli své uplatnění i v lékařství (Valíček, 2011). Dodnes jsou v zemích jako Tchaj-wan, Japonsko a Čína vyhledávanou pochutinou, kterou si v mnoha domácnostech pěstují na myceliem prorostlých stelivech či v upravených pěstebních substrátech. Nejznámější pěstovanou houbou používanou v kulinářství je zde houževnatec jedlý („šiiitake“) anebo kukmák sklepní. Používání hub jako léku je v těchto zemích především doménou čínského lékařství. Staročínská medicína znala námel a používala ho především v ženském lékařství, parazitická tvrdohouba housenice čínská starým Číňanům sloužila jako prostředek proti žloutence, tuberkulóze a při léčení poranění (Klán, 1989).

3.2. Základní charakteristika houbové říše

Houby (**Fungi**) jsou již delší dobu vydělovány jako **samostatná skupina** organismů, do nedávna jako **paralelní** s rostlinnou a živočišnou říší. Dřívější zařazení hub do skupiny **Plantae** bylo neoprávněné, neboť mají znaky, jimiž se liší od rostlin, např. nepřítomnost plastidů, složení buněčné stěny nebo metabolické pochody (Kout, 2014). V současnosti však **systematická biologie** doznává mnoha změn, a říše houby (**Fungi**) je zařazována (paradoxně spolu s živočichy) do superskupiny **Ophisthokonta**. Další organismy, nazývané **houbám podobné organismy** (zástupci říše Chromista a Protozoa) však náleží do úplně odlišných superskupin (Adl et al., 2012).

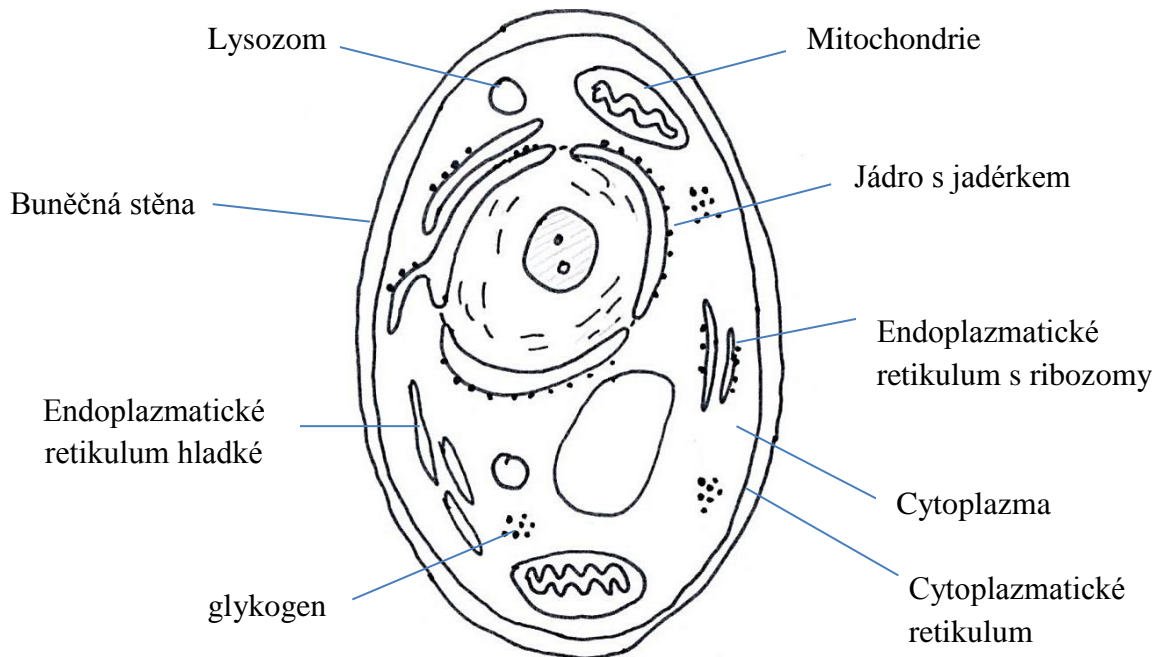


Obrázek č. 1 Postavení říše hub (Adl et al., 2012)

Termín houby je v širším slova smyslu používán pro **heterogenní, polyfyletickou** skupinu organismů rozmanitého vzhledu. Pokud budeme tuto skupinu blíže charakterizovat, jedná se o **eukaryotické** (mají pravé jádro), **heterotrofní**

(nefotosyntetizující) **stélkaté** organismy, jejichž hlavními **zásobními látkami** jsou **glykogen** a **tuky** (Moore et al., 2011).

Nepřítomnost **plastidů** a absence **asimilačních barviv** je zodpovědná za neschopnost **autotrofní výživy** (Svrček, 2005). Z hlediska výživy jsou na tom houby obdobně jako živočichové a jsou ve své výživě závislé na existenci autotrofních organismů. Nejsou si schopny samy vytvářet organické látky z anorganických látek (Kout, 2014).



Obrázek č. 2 Stavba buňky hub; autor: T. Hyráková (dle Váňa, 1996)

Podle způsobu získávání živin dělíme houby do dvou velkých ekologických skupin, **saprophyty** a **symbionty** (Klán, 1989).

Stélka hub může být v nejjednodušším případě jednobuněčná (**nepřehrádkovaná**) a odpovídá mikroskopickým rozměrům, případně vícebuněčná (**přehrádkovaná**) a má schopnost dosáhnout až několika desítek metrů. Vícebuněčné stélky jsou většinou tvořené protáhlými buňkami, které tvoří vlákna (**hyfy**) (Klán, 1989). Houbová vlákna (hyfy) se mohou dále větvit, vzájemně proplétat a vytvářet podhoubí (**mycelium**), na němž za určitých podmínek vnějšího prostředí vyrůstají rozmnožovací orgány (např. **plodnice**) (Svrček, 2005).

Počátkem 90. let se odhadovalo, že existuje 1,5 milionu druhů hub na Zemi. Vzhledem k tomu, že bylo popsáno pouze 70 000 druhů, stal se tento odhad podmětem k hledání dříve neznámých hub. Na základě nedávných odhadů, založených na vysoce

výkonných sekvenčních metodách, se odhaduje, že existuje 5,1 milionu hub. Možná k takovému množství přispěla i velká variabilita prostředí, ve kterém houby rostou (půda, voda a vztah s jinými organismy) (Blackwell, 2011).

Houby na celém světě nepřesahují svým počtem druhů počet rostlin ani živočichů, ale na menším území (například ve státu, pohoří apod.) je výskyt jejich druhů mnohem vyšší než u rostlin (Klán, 1989).

3.3. Taxonomické zařazení

Houby představují **samostatnou skupinu** organismů, která se odlišuje od rostlin a živočichů. Už v 18. století švédský mykolog **Fries** hovoří o houbových organismech jako o tzv. **třetí říši** a vyčleňuje ji z původního systému dvou říší organismů. Tímto způsobem pojatá říše hub dnes nepředstavuje jedinou samostatnou říši heterotrofních organismů (Váňa, 1996).

Robert Whittaker roku 1969 přišel s revolucí v tomto systému, jelikož poprvé uvádí říši hub (**Fungi**) rovnocennou skupinám rostliny (Plantae) a živočichové (Animalia), ale odlišnou od říše prvoků (Protista) a prokaryotických organismů (Monera) (Carlile et al., 2001).

Carl Woese a jeho kolektiv v roce 1990 na základě poznatků z molekulární biologie dospěli k závěru, že organismy lze rozdělit do tří velkých skupin. Zmiňované skupiny byly označeny jako impéria (**domény**) a jsou nejvyšší taxonomickou kategorií (Váňa, 1996).

V současné době jsou určena tři impéria: **Archaea**, **Prokarya** (Bacteria) a **Eukarya**. Do nedávna velmi používaný systém s šesti říšemi Bacteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi, Animalia vytvořil **Thomas Cavalier-Smith** (1998) (Kout, 2014).

Podle tohoto systému říše **Protozoa** zahrnuje převážně jednobuněčné plazmodiální organismy, pohyblivé alespoň v určité fázi života a bez buněčných stěn v trofické fázi (Kalina, Váňa, 2005). Do této říše řadíme tři skupiny houbových organismů **Myxomycota** (hlenky), **Plasmodiophoromycota** (nádorovky) a **Acrasiomycota** (Moore et al., 2011).

Do říše **Chromista** patří jednobuněčné či vláknité organismy. Společným znakem je přítomnost alespoň jednoho bičíku s vlášením a obsah celulózy v buněčné stěně. Z houbových organismů řadíme do této říše **Labyrinthulomycota**, **Hyphochytriomycota** a nejvýznamnější skupinu **Oomycota** (hlenky) (Moore et al., 2011).

Říše **Fungi** je poměrně kompaktní a zahrnuje jednobuněčné či vláknité organismy. Charakteristickým znakem je buněčná stěna tvořená převážně **chitinem**, a jestliže mají bičíky (pouze Chytridiomycota) nemají vlášení (Carlile et al., 2001).

Systém říše hub (Fungi) založený na 9. vydání Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi (Kirk et al., 2001) a upravený podle učebnice Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii (Kalina, Váňa, 2005) se dělí:

říše: Opisthokonta / Fungi (houby)

oddělení: Mikrosporidie (Microsporidiomycota)

oddělení: Chytridiomycety (Chytridiomycota)

oddělení: Houby spájkivé (Zygomycota)

oddělení: Glomeromycota

oddělení: Houby vřeckovýtrusé (Ascomycota)

oddělení: Houby stopkovýtrusé (Basidiomycota)

S rozvojem molekulárně genetických a biochemických metod, ale také díky zdokonalení počítačových programů pro molekulárně evoluční analýzu, došlo především v posledním desetiletí k významným změnám v klasifikaci hub (Rozsypal, 2003). Došlo k postupnému rozdělení organismů, jež studuje mykologie, do několika vývojových větví, které představují přirozenější skupiny než dříve uvedené říše (Protozoa, Rhizaria apod.) (Adl et al., 2012).

V tomto novém systému vypracovaného **dle Adle** rozeznáváme těchto šest říší: **Excavata**, **Amoebozoa**, **Rhizaria**, **Archaeplastida**, **Chromalveolata/SAR** a říši **Opisthokonta** (Adl et al., 2012).

Do říše **Opisthokonta** náleží kromě hub (říše Fungi) i živočichové (Animalia). Nejpodstatnějšími společnými znaky jsou jeden opisthokontní bičík (vyjma skupin, které nevytváří bičíkaté buňky) a mitochondrie s plochými kristami. Předmětem studia říše **Excavata** jsou jednoduché hlenky tzv. akrasie. Říše **Amoebozoa** se zabývá studiem hlenek náležící do této říše (**Myxomycota**). Zkoumání nádorovek (Plasmodiophoromycota) se věnuje říše Rhizaria. Do skupiny **Chromalveolata/SAR** patří **Labyrinthulomycota**, **Oomycota** a **Hyphochytriumycota** (Adl et al., 2012).

Tabulka č. 1 Porovnání dvou v současnosti nejznámějších systémů hub a houbám podobných organismů (upraveno dle Kalina, Váňa, 2005)

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

3.3.1. Říše: Protozoa

Od říše Fungi - od pravých hub se liší **absencí** vláknité **stélky**. Ve vegetativním stádiu se vyskytují ve formě neoblaněných buněk s **améboidním** pohybem. Jejich způsob výživy je holozoický (**fagotrofní**), tzn. pohlcování bakterií, kvasinek, spory dalších hub a podobně. Jsou známy ale i některé hlenky, které se živí i **osmotrofně**, což je charakteristické zejména pro **pravé houby** (Carlile et al., 2001).

3.3.1.1. Oddělení: Acrasiomycota – buněčné hlenky

Acrasiomycota jsou mikroskopické organismy vyskytující se na rostlinných zbytcích. Jejich stélka je tvořena **haploidními** pohyblivými **myxamébami**, které se shlukují za pomoci látky **akrasinu** a tvoří útvar **pseudoplasmodium**, v němž jsou buňky volně nahloučené (nespojují je plazmodesmy). Tyto buněčné hlenky vytváří plodnice zvané **sporokarpy**, které se vyznačují produkcí spor. Rozmnožují se nepohlavně a případné nepříznivé podmínky přečkávají ve formě **sférocytů**. Výživa probíhá holozoicky – **fogotrofně**, pohlcováním bakterií a kvasinek. Mezi zástupce patří: *Acrasis rosea* a *Guttulina flagellata* (Kalina, Váňa, 2005).

3.3.1.2. Oddělení: Myxomycota – hlenky

Dříve byly spojovány do jednoho oddělení s **Acrasiomycota**, se kterými mají některé společné znaky jako: **heterotrofní** výživa, konkrétně holozoická (**fagocytóza** - pohlcování jiných organismů). Vyskytují se ve formě měňavkovitých pohyblivých **myxaméb** nebo bičíkatých **myxomonád**. Tvoří také mnohojaderné slizovité útvary – **pseudoplasmodia** nebo **plasmodia**. Stejně jako buněčné hlenky produkují plodničky **sporokarpy** a spory s pevnou buněčnou stěnou. V klidové fázi vytváří **mikrocysty**, **sférocyty** případně **sklerocia**. Na rozdíl od akraasií jsou pro hlenky typické tyto znaky: vytváří ploché myxaméby, dochází u nich k pohlavnímu procesu, tvoří sporokarpy a vytváří celulózní buněčnou stěnu ale pouze jen u sporokarpu a výtrusů (Hrouda, 2008). Mezi typické zástupce patří slizovka třísloná (*Fuligo septica*), vlnatka červená (*Arcyria denudata*), vlčí mléko obecné (*Lycogala epidendrum*) či pazderek hnědý (*Stemonitis fusca*) (Kalina, Váňa, 2005).

3.3.1.3. Oddělení: Plasmodiophoromycota

Jedná se o silně specializovanou skupinu **obligátních endoparazitů** řas, oomycetů a cévnatých rostlin. Tvoří tzv. **paraplazmodia**, mnohojaderné útvary, které se liší od plazmodií hlenek, tím že nevznikají splýváním menších plazmodií. Na rozdíl od předešlých skupin se vyživují **osmotrofně** (ne holozoicky jako u hlenek) a postrádají stadium myxaméby. Hlavní složkou buněčné stěny (cyst, sporangií) je **chitin**, nevyskytuje se celulóza a **netvoří** se sporokarpy (možná adaptace na obligátní parazitismus) (Kalina, Váňa, 2005). K zástupcům patří: nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*), původce prašné strupovitosti brambor (*Spongospora subterranea*) (Carlile et al., 2001).

3.3.2. Říše: Chromista

Zahrnují druhy s **jednobuněčnými** nebo **cenocytickými** stélkami a **heterotrofní** výživou (Gryndler, Němcová, 2013). Jejich buněčná stěna je tvořena převážně **celulózou**. Mají-li bičíky, alespoň jeden z nich musí mít tuhé **mastigonemata** (jemné vlášení) (Moore et al., 2011).

3.3.2.1. Oddělení Labyrinthulomycota

Obývají mořské biotopy, jsou **saprofyté** nebo **parazité** mořských řas i vyšších rostlin. Obsahují pohyblivé buňky anebo nepohyblivé kulovité **stélky**. Buňky mají **ektoplasmatické výběžky** (bezblanné, neobsahují orgány) a těmi se spojují ve **filoplasmodia**. Rozmnožují se nepohlavně sporangii a produkují zoospory, se dvěma bičíky - jeden hladký a druhý tužší pětité, nebo **aplanospory** (Jones, Pang, 2012).

U této skupiny organismů bylo zaznamenáno **izogamické** rozmnožování. K zástupcům patří *Labyrinthula*, *Thraustochytrium* (Kalina, Váňa, 2005).

3.3.2.2. Oddělení Oomycota

Skupina vodních nebo suchozemských organismů. Zahrnuje jedince žijící **saprofyticky** popřípadě fakultativně či obligátně **paraziticky**. Stélka primitivních zástupců je jednobuněčná **endobiotická**, tzn. uvnitř protoplastu hostitele a bez buněčné stěny či **monocentrická** (ze stélky vzniká 1 sporangium), **eukarpická** (část stélky se přemění v rozmnožovací orgán) a ojediněle **holokarpická** (celá stélka se přemění v rozmnožovací orgán). U pokročilejších druhů je rozvětvené **cenocytické mycelium** a **eukarpická polycentrická stélka** – vzniká více sporangií. Pohlavní rozmnožování je **oogametangiogamie** – anteridia jsou hormonálně přitahována k oogoniím. Po jejich kontaktu přechází samčí jádra kopulačními kanálky do oogonia a z oplozené oosféry se vyvíjí tlustostěnná oospora (Kalina, Váňa, 2005). U nepohlavního rozmnožování jsou **sporangia** většinou terminální. Vzniklé zoospory mají **2 bičíky**. Jejich buněčná stěna obsahuje **celulózu**, **β-glukany**, a zásobními látky jsou **mykolaminariny** (Moore et al., 2011). Do tohoto oddělení řadíme tyto jedince: *Aphanomyces astaci*, *Saprolegnia parasitica*, plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*), plíseň okurková (*Pseudoperonospora cubensis*), aj. (Jones, Pang, 2012).

3.3.2.3. Oddělení: Hyphochytriomycota

Malá skupina jednoduchých půdních a sladkovodních organismů, morfologicky podobná zástupcům odd. **Chytridiomycota**, ale biochemicky podobná odd. **Oomycota**. Buněčná stěna je **dvojrstevná**; obsahuje celulózu (vnější vrstva) a chitin (vnitřní). U nejprimitivnějších druhů je **stélka** holokarpická a monocentrická, u odvozenějších eukarpická a monocentrická nebo polycentrická. V **zoosporangiích**, která jsou oddělena přehrádkami, dochází k tvorbě zoospor s **jedním** apikálním pěřitým **bičíkem**. Pohlavní rozmnožování probíhá **izogameticky** (Hrouda, 2008). Vyskytují se ve sladkovodních i mořských vodách a parazitují na řasách - například *Anisolpidium* sp., houbách, nebo na živočiších (Jones, Pang, 2012).

3.3.3. Říše: Fungi

Houby jsou **jednobuněčné** (méně často), daleko častěji však složité **vláknité** organismy - mají **hyfy** a mohou tvořit **mycelium**. Pokud vytvářejí plodnice, jejich pletiva se nazývají **plektenchymy**. V buněčné stěně hub převažuje **chitin** a **β- glukán**. Bičíky se vyskytují pouze u **Chytridiomycot** a jsou bez mastigonemat (Gryndler, Němcová, 2013).

3.3.3.1. Oddělení: Chytridiomycota

Vývojově nejspíše nejstarší linie říše Fungi zahrnující mikroskopické houby s vysokou adaptabilitou k nejrůznějším životním podmínkám. Hlavním znakem, kterým se tato skupina liší od ostatních skupin říše Fungi, je tvorba **bičíkatých zoospor** (Rozsypal, 2003). U méně vyspělých druhů je stélka **jednobuněčná** (holokarpní anebo eukarpní) s **rhizoidy** nebo **rhizomyceliem**. Vyvinutější typy mají stélku ve formě **coenocytického** (mnohojaderného) **mycelia**, přepážky (**septa**) oddělují pouze rozmnožovací orgány. Buněčné stěny podhoubí a výtrusů jsou tvořeny **chitinem** a **glukany** (Kalina, Váňa, 2005). Chytridiomycota projevují značnou variabilitu, co se týče pohlavního rozmnožování (**izogamie**, **anizogamie** i **oogamie**, vzácněji **gametangiogamie** nebo **somatogamie**) (Rozsypal, 2003). Primárně jde o vodní organismy, ale mnohdy se vyskytují i v půdě. Jsou **saprofyté** i **parazité** kulturních, ale i planých rostlin se schopností rozložit chitin, celulózu i keratin. Mezi nejdůležitější zástupce zařazujeme rakovinovec bramborový (*Synchytrium endobioticum*), lahvičkovku zelnou (*Olpidium brassicae*) a druh *Batrachochytrium dendrobatidis* (Jones, Pang, 2012).

3.3.3.2. Oddělení: Microsporidiomycota

Microsporidiomycota jsou malou, vysoce specializovanou skupinou jednobuněčných **intracelulárních parazitů**, kteří parazitují v cytoplazmě či vakuole živočichů (včetně člověka) (Kalina, Váňa, 2005). Z morfologického hlediska se výrazně odlišují od organismů ostatních jednobuněčných zástupců říše Fungi (např. kvasinek); došlo zde k **redukci buněčných komponent**: absence mitochondrií, Golgiho aparátu i bičíku. K významným parazitům patří hmyzomorka včelí (*Nosema apis*), hmyzomorka bourcová (*Nosema bombycis*) (Zicháček, Jelínek, 2006; Hrouda, 2008).

3.3.3.3. Oddělení: Zygomycota – Houby spájivé

U hub spájivých nalezneme rozsáhlé převážně **nepřehrádkované** mycelium, které může být přichycené k substrátu **rhizoidy** (Rozsypal, 2003). Hlavní složkou vícevrstevné buněčné stěny je **chitin** doprovázený **chitosanem** (Hrouda, 2008). Pohlavní rozmnožování probíhá **gametangiogamií**, případně **somatogamií** za vzniku zygosporangia s jedinou zygosporou. Při nepohlavním rozmnožování vznikají spory **endogenně** uvnitř sporangií (Carlile et al., 2001). Vyskytují se v půdě nebo na různorodém organickém materiálu. Značně obsazují substráty bohaté na cukr, například ovoce či potraviny. Používají se v **biotechnologii** k produkci organických sloučenin jako je kyselina mléčná, citronová, šťavelová (Rozsypal, 2003). Do tohoto oddělení přiřazujeme plíseň hlavičkovou (*Mucor mucedo*), kropidlovec černavý (*Rhizopus nigricans*) (Zicháček, Jelínek, 2006; Moore et al., 2011).

3.3.3.4. Oddělení: Glomeromycota

Glomeromycota jsou **obligátně symbiotické** organismy, které vytváří s cca 80 % cévnatých rostlin (vyjma *Brassicaceae*) **arbuskulární mykorhizu**. Jejich podhoubí proniká do buněk rostlin a vytváří zde rozvětvené keříčkovité útvary zvané **arbuskuly** či **vezikuly** (měchýřky). V těchto útvarech probíhá intenzivní výměna látek, jež pomáhá růstu a výživě hostitele (Kalina, Váňa, 2005).

3.3.3.5. Oddělení: Ascomycota – houby vřeckovýtrusé

Houby vřeckovýtrusé spolu s houbami stopkovýtrusými jsou považovány za tzv. **vyšší houby**. Podhoubí askomycet je **přehrádkované s jednoduchým pórem** (průchod plazmy a jader) a jejich stěny obsahují **chinin**, stejně jako v hyfách plodnic u hub (Svrček,

2005). Společným znakem je tvorba výtrusů ve **vřecku**, ve kterých jsou nejčastěji po **osmi**. Pohlavní část životního cyklu vřekových hub se nazývá **teleomorfa**. U mnohých druhů vzniká ještě nepohlavní (konidiové) stadium tzv. **anamorfa** (Carlile et al., 2001). K významným představitelům patří druhy z pododdělení *Saccharomycotina* – kvasinka pivní (*Sacharomyces cerevisiae*), kvasinka vinná (*Sacharomyces ellipsoideus*), či z pododdělení *Pezizomycotina* - *Penicillium notatum*, *Penicillium camembertii*, a další důležití zástupci *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus niger*, či padlí travní (*Blumeria graminis*) nebo smrž obecný (*Morchella esculenta*) (Zicháček, Jelínek, 2006; Jones, Pang, 2012).

3.3.3.6. Oddělení: Basidiomycota – houby stopkovýtrusé

Jedná se o vývojově nejvyšší skupinu hub s převážně **makroskopickými plodnicemi** (Rozsypal, 2003). Stélka je **vegetativní** myceliální (rozvětvená vlákna s přehrádkami), kde přehrádky mají speciálně utvářený soudkovitý pór (**doliporus**) (Semerdžieva, Veselský, 1986). Buněčná stěna je **chitinózní**, a navíc obsahuje **polyglukany** (Rozsypal, 2003). Znak, který je společný pro všechny stopkovýtrusé houby, je vznik výtrusů na zvláštních buňkách **bazidiích** (Svrček, 2005). Rozmnožování probíhá jak **pohlavním** tak i **nepohlavním** způsobem, které není tak časté a je méně nápadné (Hrouda, 2008). Žijí převážně jako **saprofyté** na odumřelých částech rostlin nebo přímo na zemi, někteří zástupci žijí v symbióze s kořeny zelených rostlin (Svrček, 2005). Mezi představitele toho oddělení patří z méně známých druhů sněti (sněť kukuřičná; *Ustilago maydis*) a rzi (rez travní; *Puccinia graminis*) a dále pak známé hřibovité houby, choroše, pýchavky, např. muchomůrka červená (*Amanita muscaria*), hřib smrkový (*Boletus edulis*), lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*), aj. (Moore et al., 2011).

3.4. Morfologie hub

Tělo hub se označuje termínem stélka (**thallus**) (Kout, 2014). Na rozdíl od rostlin má jednoduchou stavbu - není protkána cévními svazky a je diferenciována na pravá pletiva. U stélky rozlišujeme část **vegetativní**, zajišťující výživu a útvary umožňující **pohlavní rozmnožování**, jež vznikají pouze za určitých podmínek (Svrček, 2005).

Stélka může být v nejjednodušším případě **jednobuněčná** nebo **mnohobuněčná**, dosahující až desítek metrů. **Jednobuněčnou** stélku, nejčastěji kulovitěho tvaru, můžeme sledovat u kvasinek. Ale i u kvasinek můžeme pozorovat řetězce protáhlých buněk, tvořící

útvár tzv. **psedomycelium**. Tento útvár se nachází na okrajích kolonie například v tkáních u patogenních kvasinek (Gryndler, Němcová, 2013).

Většina hub je tvořena širokými větvenými vlákny, která nazýváme **hyfy**. Rozlišujeme hyfy **jednobuněčné** a **mnohobuněčné**. Jednobuněčnou hyfu nalezneme u primitivních skupin - pravých plísní. V porovnání s mnohobuněčnými hyfami postrádají přepážky (**septa**) a jejich buňky jsou mnohoaderné (Klán, 1989).

Hyfy diferenciuje na morfologicky odlišnou část nesoucí rozmnožovací orgány (**sporangiofory, konidiofory**) či plodnice a vegetativní tělo tvořené podhoubím nebo-li **myceliem** (Dvořák, Hrouda, 2013).

3.4.1. Podhoubí (mycelium)

Větší počet rozvětvených hyf vytváří podhoubí (**mycelium**). Mycelium je tvořeno pletivem **plektenchymem** a může být dvojího typu, a to buď **prozenchym** anebo **pseudoparenchym**. V případě, že pletivo obsahuje volně spletené hyfy, ležící těsně u sebe, hovoříme o **prozenchymu**. Naopak, obsahuje-li hustě stlačené hyfy, které svým vzhledem připomínající cévní svazky vyšších rostlin, jedná se o **pseudoparenchym**. Oba typy pletiv se podílejí na stavbě různých somatických a reprodukčních struktur (Ambrožová, 2004).

O existenci podhoubí se lze přesvědčit odkrytím horní vrstvičky půdy pod plodnicí, kde pozorujeme bílá pavučinovitá vlákna. Důležitou úlohou podhoubí je obstarávání výměny energie a látek mezi houbou a prostředím (Jablonský, Šašek, 2006).

3.4.1.1. Modifikace hyf

Hyfy mycelia se nejen větví, ale také spojují s postranními výběžky prostřednictvím spojek (**anastomóz**). Spojky slouží k výhodnějšímu zásobování vodou a živinami celého podhoubí. Nejjednodušší modifikaci můžeme sledovat např. u kropidlovce černavého (*Rhizopus stolonifer*). Málo větvené mycelium vytváří kořínky, tzv. **rhizoidy**, jenž slouží k čerpání živin, ale navíc plní i funkci upevňovací (Awasthi, 2010).

U hub parazitujících na rostlinách, dochází k tvorbě specifických orgánů, tzv. **haustorií**, které vytvoří mycelium uvnitř hostitelské buňky. Haustorium umožňuje čerpání živin a nalezneme ho např. u padlí (Svatoň, 2000).

Některé choroše mají mycelium srostlé s kmenem stromů v kompaktní měkký blanitý útvár zvaný **syrocium**. Tyto myceliové blány jsou dobře pozorovatelné, dojde-li ke zlomení kmenu. Syrocium nalezneme např. u troudnatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*) (Klán, 1989).

Další modifikaci hyf nalezneme nejlépe u václavky obecné (*Armillaria mellea*) mezi borkou a dřevem. Z hyf se vytváří specializované, černé, síťovitě uspořádané provazcovité útvary, tzv. **rhizomorfy**, které mohou měřit až několik metrů (Svatoň, 2000). Na rhizomorfe rozlišujeme tři zóny: vrcholovou čepičku - tvořenou apikálním meristémem, prodlužovací zónu a zónu, kde dochází ke vstřebávání živin (Sharma, 2004).

Stavebně jednodušší jsou tvrdé až kulovité útvary (**sklerocia**), vyskytující se u některých hub. Obsahují tukové zásobní látky a představují odpočinková stadia (Kalina, Váňa, 2005). Převážně jsou jednoleté, o velikosti špendlíkové hlavičky nebo až několika decimetrů. Asi nejznámější jsou tyto útvary u parazitické tvrdohouby námele (paličkovice nachové; *Claviceps purpurea*), kde vyrůstají v květenství některých trav a obilovin. Tyto růžkovitá sklerocia obsahují alkaloidy a jiné farmaceuticky účinné látky (Klán, 1989).

Odlišným tvarem jsou **stromata** – černé bochničky částečně ponořené ve dřevě nebo jiném substrátu. Vznikly sloučením hyf a slouží jako mechanická ochrana plodniček. Jsou typickým znakem pro vřeckovýtrusé houby (Carlile et al., 2001).

Poslední zmíněnou modifikací je **ozonium**. Tímto termínem označujeme spletená vzdušná hyfová vlákna, rostoucí na povrchu půdy nebo častěji dřeva. Ozonium má vzhled povlaku rezavě zbarvené plsti. Vyskytuje se hlavně u hnojníků (Klán, 1989).

3.4.2. Plodnice

Předtím, než se dostaneme k problematice vlastních plodnic, je na místě zmínit pojem **sporokarp** („plodnička“). Jedná se o plodnicím podobné útvary, ve kterých se tvoří spory u primitivnějších hub a houbám podobných organismů (Dvořák, Hrouda, 2013).

Uvnitř sporokarpu se nachází **kapilicium** (nebuněčná struktura, jednotlivá různě strukturovaná vlákna nebo jejich síť) nebo **pseudokapilicium** (nepravidelné nitřové či destičkovité útvary mezi sporami), popřípadě **kolumela** (ze stopky vybíhající silnější centrální útvar) a **spory** s celulózní buněčnou stěnou. Obal sporokarpu se nazývá **peridie** (Sharma, 2004).

Tvorba sporokarpů je známá zejména u hlenek a rozlišujeme tři typy (Gryndler, Němcová, 2013):

Sporangia – vznik z obvykle menších plazmodií, jedná se o drobné přisedlé či stopkaté útvary se "stromkovitou" strukturou (Sharma, 2004).

Aethalia – větší nestopkaté útvary, kryté jsou na povrchu pevnějším obalem – peridií. Fylogeneticky vzniklo nahromaděním a splynutím sporangií (Gryndler, Němcová, 2013).

Plazmodiokarp – vzniká z velkých částí síťovitého plazmodia, zachovává si síťovitě žilnatý tvar (Sharma, 2004).

Z fylogenetického hlediska je významnější tvorba sporokarpů u zástupců vlastních hub v odděleních Zygomycota a Glomeromycota, kde je možné pozorovat vývojovou návaznost na odvozenější skupiny (Dvořák, Hrouda, 2013).

Vlastní plodnice nacházíme pouze u některých skupin v oddělení Ascomycota a Basidiomycota (Dvořák, Hrouda, 2013). Jsou tvořeny propletenými hyfami, které nesou na povrchu či uvnitř pohlavně vzniklé spory (Kout, 20012). Jde o neobyčejně rozmanitý útvar, co do tvaru, zbarvení, tak i velikosti a to od mikroskopických rozměrů (rzi) až po desítky centimetrů (vatovec obrovský; *Langermannia gigantea*) (Klán, 1989).

Plodnice nese výtrusorodou vrstvu (hymenium) obsahující výtrusy. Tato výtrusorodá vrstva se může nacházet jak z vnitřní, tak i venkovní strany plodnice (Jablonský, Šašek, 2006).

3.4.2.1. Plodnice vřeckovýtrusých hub (askomata)

Askomata mohou být velmi odlišná, co se týče způsobu vzniku, velikosti, tvaru, ale i barvy. I přesto, že samotné plodnice poskytují mnoho určovacích znaků, pro přesné určení většiny vřeckovýtrusných hub je nutné pozorovat i mikroskopické znaky. Především velikost a vzhled vřecek (**ascus**), výtrusů (**askospory**) a parafýz (Holec, Beran, 2012).

Na základě tvaru plodnice diferenciuje tři základní typy:

Kleistothecium je kulovitá trvale uzavřená plodnice (Svrček, 2005). Má zřetelně vyvinutou stěnu s vřecky rozptýlenými uvnitř. Vřecka obsahují výtrusy, tzv. askospory. Plodnice jsou převážně mikroskopických rozměrů a na povrchu lze pozorovat jednotlivé hyfy, provazce podhoubí či různé tvarové přívěšky. Tuto plodničku nalezneme například u padlí (řád Erysiphales) nebo řádu Eurotiales (Klán, 1989).

Perithecium je hruškovitá až lahvicovitá plodnice na vrcholku s ústím (**ostiolum**), kterým se dostávají askospory ven. Na dně a bocích vnitřní dutiny jsou vřecka s parafýzami, což jsou sterilní hyfová vlákna, uspořádána v roušku. Perithecia jsou často (ne vždy) ponořena uvnitř tvrdého stromatu až po své ústí. Houby, obsahující tvrdá perithecia a stromata nazýváme tvrdohouby (Holec, Beran, 2012).

Apothecium je otevřená, zpravidla miskovitá či pohárovitá plodnice se stopkou nebo bez ní. Hymenium se zakládá miskovitě uvnitř v dutině. Je složeno z hustě nahlučených vřecek uvnitř s výtrusy. Podobně jako u tvrdohub se mezi vřecky nachází sterilní vlákna parafýzy (Kirk et al., 2001). Konzistenčně jsou apotecia dužnatá, tence

masitá, chrupavčitá a často křehká (Holec, Beran, 2012). Mezi tři nejčastější tvarové typy apothecií patří: miskovitý tvar se stopkou či bez ní (např. hlízenka, zvoneček, ohnivec), jazýčkovitý nebo kyjovitý tvar s hymeniem na povrchu (např. u čapulky, jazourku, lopatičky a patyčky), nebo je apotecium rozlišeno na dutý klobouk a třeň (např. smrž, ucháč) (Klán, 1989).

Kromě těchto apothecií existuje ještě značné množství odvozených tvarů. Tato tvarová pestrost se objevuje zvláště u plodnic s dobře vyvinutou a ostře odsazenou stokou. Nejvíce obměněným typem jsou uzavřené, hlízkovité plodnice podzemních (**hypogegických**) askomycetů, které jsou charakteristické např. pro lanýže (*Tuber* spp.) (Holec, Beran, 2012).

3.4.2.2. Plodnice stopkovýtrusých hub (bazidiomata)

Největší proměnlivost týkající se tvaru a zbarvení vykazují plodnice stopkovýtrusých hub. Jejich velikost se pohybuje v rozmezí několika milimetrů až desítek centimetrů. Avšak existují i skupiny, které plodnice netvoří (např. rzi a sněti) (Holec, Beran, 2012). Za touto pestrostí se skrývá jediný význam, a to zajistit co největší tvorbu výtrusů (**bazidiospor**) a přispět tím k jejich šíření. Bazidiospory se nachází na speciálních buňkách, tzv. **bazidiích**, které jsou uspořádány do výtrusorodé vrstvy (**hymenia**), které pokrývá různé části plodnic (Moore et al., 2011).

Na základě celkového tvaru plodnic stopkovýtrusých hub můžeme pozorovat tyto typy (Kout, 2014):

Pilothecium – jednoletá plodnice, dělená na klobouk a třeň s hymenoforem na spodní straně klobouku. Tento typ je přítomen u lupenatých hub a hříbovitých hub (Kout, 2014). Nejčastěji mívají houby třeň centrální, ale známe i druhy s excentrickou či dokonce postranní tření, například u hlív. Většinou bývá pevně přirostlá ke klobouku a nejde vylomit. Známé jsou i druhy (např. muchomůrky, bedly), které mají klobouk lehce oddělitelný od třeně, což je zapříčiněno křehkou vrstvičkou buněk na hranici klobouku a třeně (Klán, 1989). Tvar klobouku je různorodý, odlišujeme klobouky nízce vyklenuté, ploše rozložené aj. (Smotlacha, 2005).

Holothecium – plodnice bez vytvořeného klobouku a třeně a s hymenoforem na celém povrchu, například u krásnorůžku (*Calocera* sp.) či rosolovky (*Tremella* sp.) (Kout, 2014).

Krustothecium – víceletá i jednoletá, postupně se vyvíjející plodnice s různorodými tvary. Charakteristickým zástupcem, u nějž tuto plodnici najdeme, jsou choroše (Kout, 2014).

Schizothecium – uzavřená plodnice s dutinami schizogenního typu vystlané hymeniem, nachází se například u hvězdovek (*Geastrum* spp.), čišenek (*Cyathus* spp.), pýchavek (*Calvatia* spp.) aj. (Dvořák, Hrouda, 2013).

Klathrothecium – uzavřená plodnice, jejíž gleba, výtrusotvorné pletivo, je uvnitř plodnic rozdělena korálovitě větvenými lamelami. Povrch takovéto plodnice je pokryt více vrstevným obalem peridií. V době zralosti je gleba vynesena na povrch přídatným receptakulem. Například u hadovek (*Phallus* spp.) nebo u květnatce (*Anthurus* spp.) (Dvořák, Hrouda, 2013).

3.4.2.3. Anatomie plodnic

Plodnice vřeckovýtrusých i stopkovýtrusých hub se skládají z těsně propletených hyf – **plektenchymu**. Pokud jsou jednotlivé hyfy k sobě přiloženy souběžně nebo jsou propleteny nepravidelně, případně spolu podélně srůstají, avšak zůstávají mikroskopu rozeznatelné, mluvíme o stavbě **pseudoprozenchymatické**. V případě, že hyfy ztratily svůj vláknitý charakter a jsou oválné či izodiametrické, mluvíme o **pseudoparenchymu**.

Plektenchymatickou stavbu stopkovýtrusých hub tvoří složitá struktura hyfových soustav (Klán, 1989). Tyto soustavy obsahují jeden nebo více typů hyf, které rozlišujeme podle typu (Kirk et al., 2001):

Generativní – častá tvorba přezek (anastomóz), větvené, tlustostěnné i tenkostěnné

Skeletové – nikdy nepřezkují, málo větvené, téměř bez přehrádek, tlustostěnné

Vazbové (ligativní) – tlustostěnné prakticky bez příhrádek, značně se větvící

V plodnicích můžeme nalézt i další odvozené typy buněk, jako třeba **sférocysty** či **mléčnice**. Struktura povrchu plodnic se značně liší, přechází od jemné pokožky (**pellis**) na klobouku až po tvrdou krustu chorošů. Pokožkové buňky mohou vylučovat na povrch klobouku slizové nebo pryskyřičné látky (Klán, 1989).

U stopkovýtrusých hub je **hymenium** tvořeno bazidiosporami, cystidami, bazidiemi a dalšími nediferenciovanými hyfami. **Bazidie** jsou buď septované (většinou čtyřbuněčné) nebo neseptované, tedy jednobuněčné. Prstovým vychlípáním buňky vznikají na vrcholu nebo po stranách bazidie, stopečky (**sterigmata**) (Carlile et al., 2001). Většinou bývají čtyři, výjimečně dvě. Na jejich koncích postupně tvoří výtrusy (**bazidiospory**). Velmi neobvyklým prvkem některých druhů hub jsou **cystidy**, které jsou nápadně větší a tvarově

odlišné než bazidie. Jedná se o tvarově velmi různorodé buňky a vyskytují se v pokožce, klobouku a třeni, kde plní funkci sekrečních orgánů, které vylučují pryskyřičné látky a silice. Existují i **gleocystidy**, které mají olejovitý nebo hrubě zrnitý obsah (Holec, Beran, 2012).

Významným určovacím znakem plodnic je typ **hymenoforu**. Jedná se o strukturu, která pokrývá výtrusné rouško plodnic a tvoří různé tvary pro zvětšení výtrusorodého povrchu, na kterém vznikají výtrusy. Existují různé typy hymenoforu (Holec, Beran, 2012):

Hladký – plochu rouška nezvětšuje, vyskytuje se u některých rozlitých plodnic a holothecií (Holec, Beran, 2012).

Ostnitý – na spodní straně klobouku či rozlitých plodnicích nalezneme krátké či různě dlouhé, tenké i tupé ostny u lošáku (*Sarcodon* sp.) či rosolovky (*Tremella* sp.) (Smotlacha, 2005).

Rourkatý – na spodní straně plodnic chorošů a klobouků hřibovitých hub jsou přítomny rourky, které nemají podobu samostatných trubiček, neboť mají společnou stěnu (Holec, Beran, 2012).

Lupenatý – na spodní straně klobouku jsou paprscitě uspořádány lupeny, které můžeme vidět např. u muchomůrek (*Amanita* spp.) (Holec, Beran, 2012).

Pletivo **hymenoforu** můžeme směrem k povrchu rozdělit na tyto vrstvy (Hrouda, Dvořák, 2013):

Trama – pletivo hymenoforu, které se nalézá pod subhymeniem (Kalina, Váňa, 2005).

Subhymenium – úzká vrstva hustě přehrádkovaných a rozvětvených hyf, v níž vznikají hymeniové elementy (bazidie, cystidy, aj.) (Holec, Beran, 2012).

Hymenium – výtrusorodá vrstva obsahující výtrusy (Jablonský, Šašek, 2006).

3.4.2.4. Vývoj plodnic

Vývoj plodnic zahrnuje dva procesy, a to **iniciaci** a **diferenciaci**. Následkem vývojových změn ve vegetativním myceliu (stárnutí) a vlivu prostředí (teploty, vlhkost, aj.) dochází k **iniciaci**, tzn. nasazování zárodků (primordií). Jsou-li zárodky vytvořeny, nastává **diferenciace** – tvorba reprodukčních struktur (Klán, 1989).

Rozdíl mezi růstem hyf v plodnicích hub a růstem mycelia vychází z výhradně vrcholového (apikálního) růstu hyf mycelia, zatímco v plodnicích se na růstu podílí všechny buňky, nejen vrcholové (Klán, 1989).

Rozlišujeme vývoj **angiokarpní**, **gymnokarpní** a **hemiangiokarpní**. Méně častý je **angiokarpní** vývoj. V jeho průběhu je hymenium uzavřeno v obalech po celou dobu a je charakteristický pro kulovité plodnice – pýchavky, prašivky, aj. Častěji dochází k vývoji plodnic **gymnokarpním** způsobem. V tomto případě hymenium není zakryto žádnými obaly ani v mládí a během celého ontogenetického vývoje je volně na povrchu, jak je tomu u některých chorošotvarých hub (Klán, 1989).

Pilothecium, vyskytující se u hřibovitých a lupenitých hub, má mladé plodnice často chráněno proti vyschnutí obalem – plachetkou (**velum universale**). Plachetka na počátku růstu mizí a hymenium je v dalším vývoji obnaženo, jde o tzv. **hemiangiokarpní** vývoj. Zbytky plachetky přetrvávají na klobouku a třeni v podobě **útržků**, šupin, ostnů nebo vláken a při bázi třeně v podobě **pochvy**. Vyskytují se i houby pouze s částečným obalem (**velum partiale**), známější pod názvem závoj. Jedná se o pletivo směřující k okraji klobouku a zakrývá hymenium (Kalina, Váňa, 2005). V dospělosti s postupným růstem klobouku tvoří blanitý **prsten**, který může být visící, rýhovaný, dvojitý, natažený vzhůru případně v podobě zbytků pavučinky (**kortiny**) (Smotlacha, 2005). Pavučinka je typická pro pavučince (*Cortinarius* spp.), u mladších hub ji nalezneme na lupenech a u starších na třeni (Kirk et al., 2001).

Se samostatným vývojem plodnic a s jejich následným růstem souvisí i odlišné způsoby přirůstání plodnic chorošotvarých a dalších stopkovýtrusných hub. Pro choroše je typická výjimečná schopnost obrůstat překážku a zabudovat ji do plodnice, vyznačují se **okrajovým** růstem. Podstata tohoto nezvyklého způsobu růstu spočívá v apikálním růstu hyf v plodnicích, tedy identicky, jak rostou hyfy mycelia v půdě. Plodnice ostatních druhů tuto schopnost nemají a rostou typickým **všestranným** způsobem. Hřibotvaré či pečárkotvaré či jiné stopkovýtrusé houby nedokáží překážku obrůstat, ale jsou ji schopny odtlačit obrovskou silou (Klán, 1989).

3.4.3. Výtrusy (spory)

Výtrusy (spory) jsou struktury sloužící k rozmnožování, adaptované k rozšiřování a přežití i v nepříznivých podmínkách i na dlouhou dobu. Výtrusy náleží k taxonomicky nejzávažnějším a nejstálejším **znakům** (Svrček, 2005). Podle typu výtrusu lze z velké části rozeznat jednotlivé rody hub (Klán, 1989). Pro určování hub jsou důležité především tyto znaky: velikost, tvar, barva, počet přihrádek spor a vzhled povrchu buněčné stěny, který může být hladký či ornamentován (Holec, Beran, 2012).

V podstatě dělíme výtrusy na **mitospory**, jejichž vzniku předcházela mitóza a **meiospory**, které vznikly po meióze – redukčním dělení. Tyto spory slouží především k reprodukci, případně k přežívání určitého období (Hrouda, Dvořák, 2013).

Zoospory - nepohlavní spory u nižších skupin hub a houbám podobných organismů, jako jsou oddělení **Oomycota** a **Chytridiomycota**, vznikají endogenně ve **zoosporangiích**. Jedná se o jediné spory opatřené **bičíky**. U skupiny Oomycota nalezneme dva bičíky – jeden směřující vpřed s mastigonematy a druhý nese ojedinele vlášení (a daleko častěji je hladký). Zástupci skupiny Chytridiomycota mají zpravidla bičík pouze jeden. U vyšších skupin konkrétněji u **Zygomycota** vznikají bezbičíkaté **sporangiospory** uvnitř sporangií. Sporangia řady zástupců mají uvnitř sterilní sloupek, tzv. **kolumelu** a po rozpadu stěny sporangia zůstává na jeho bázi tzv. límeček. V případě oddělení Ascomycota vznikají **konidie** (konidiospory) exogenně na specializovaných odnožích hyf, tzv. **konidioforech** (Kalina, Váňa, 2005). Konidiofory se tvoří buď izolovaně nebo v útvarech zvaných **konidiomata**, což jsou plodnicím podobné útvary, které rozlišujeme na (Awasthi, 2010):

Sporodochium – útvar tvořený hustě uspořádanými konidiofory. Povrchová část je tvořena vrstvou konidií, vyskytuje se u parazitických hub.

Acervulus – plochý myceliální polštářek s krátkými seskupenými konidiofory. Podobný sporodochiu, ale nachází se pod povrchem hostitele.

Pyknida – lahvicovitý útvar s ostiolem. Vzhledem připomínající perithecia, ale vnitřek je vystlán konidiofory.

Synnema (koremium) – útvar tvořený svazkem dlouhých vzpřímených a navzájem slepených konidioforů, který je na vrcholku stromkovitě rozvolněný.

Pohlavně vzniklé spory u vyšších skupin Ascomycota a Basidiomycota jsou **askospory** a **bazidiospory**. Askospory vznikají endogenně ve vřecku (**ascus**), které obvykle obsahuje osm askospor. Zatímco bazidiospory se tvoří exogenně na stopkách (sterigamtech) a vyrůstají po čtyřech (Svrček, 2005).

Rozměry výtrusů se pohybují jen od několika málo až po desítky mikrometrů (Kout, 2014). Jsou tedy velmi malé, tudíž stačí poměrně slabý pohyb vzduchu, aby došlo k jejich pasivnímu šíření. Z velkého počtu výtrusů jich vyklíčí málo a jenom za předpokladu, že se dostanou do příznivých podmínek (např. do vlhkého porostu, do sklepa nebo jiných vlhkých částí) (Svatoň, 2000).

Jejich metabolická aktivita je potlačena, ale obsahují energeticky bohaté látky jako glykogen, tuky, zatímco obsah vody je značně nižší než u hyfové buňky. Vznikají

sporulací ve specializovaných útvarech. Uvolňování výtrusů se také odlišuje podle typu hub, navíc často mají různé **uvolňovací mechanismy** (Kout, 2014).

Aktivní uvolňování je často periodické, zatímco **pasivní** uvolňování pravidelně nebývá. Je ovlivňováno hlavně faktory prostředí (dostupnost živin, teplota, světlo, kyslík) (Hrouda, Dvořák, 2013). Například stopkovýtrusé houby spory uvolňují aktivně z bazidií a houby vřecovýtrusé z vřecek a vystřelují je do výšky několika cm (Svrček, 2005).

Výtrusy se mohou šířit buď **pasivní**, nebo **aktivní** cestou. Nejčastějším abiotickým faktorem sloužícím k přenosu spor je vítr. Disperze spor vzduchem prostřednictvím větru se nazývá **anemochorie**. Spory vodních hub se šíří vodou (**hydrochorie**) a jsou přizpůsobeny k přichycení na substrátu. Disperze pomocí živočichů se nazývá **zoochorie**. Probíhá buď na povrchu, nebo uvnitř těl živočichů (Kout, 2014).

Houby produkují nesmírné množství výtrusů, jimiž je zaplněna nejen biosféra naší planety, ale nalezneme je i v atmosféře. Většina spor má nejspíše schopnost přežít i za nepříznivých podmínek a přečkávat v latentním stádiu. Můžeme říci, že jsou všude přítomné, proto je jejich nadměrná reprodukce důležitá k zachování druhu (Svrček, 2005).

3.5. Rozmnožování

Rozmnožování je proces, při němž vznikají noví jedinci téhož druhu. Řadíme jej mezi základní biologické schopnosti všech hub (Garibová et al., 1989). Uskutečňuje se buď **pohlavně** (tvorbou a spájením pohlavních spor), nebo **nepohlavně** (tvorba vegetativních spor, rozrůstání a rozpad hyf), oba způsoby jsou běžné (Svrček, 2005). Způsob rozmnožování je charakteristický pro jednotlivé skupiny hub a slouží také jako kritérium pro zařazení do taxonomické skupiny (Jablonský, Šašek, 2006).

Nejjednodušší typ **nepohlavního rozmnožování** je rozpad podhoubí v jednoduché úlomky, tzv. **artrospory**. Další způsob je tvorbou nepohlavních výtrusů, např. odškrcováním samostatných rozmnožovacích spor (**konidií**) od zvláštních hyf (**konidioforů**), které bývají jednoduché nebo větvené. Konidie jsou variabilní co do tvaru, velikosti, zbarvení a mohou být buď jednobuněčné či mnohobuněčné. Kromě konidií houby tvoří i jiné druhy nepohlavních spor, jako jsou **chlamyospory**. Což jsou tlustostěnné rezistentní výtrusy, vzniklé z buněk podhoubí. Mohou vznikat apikálně, na konci myceliových vláken, nebo uprostřed, tedy interkalárně. Nalezneme je u některých kvasinkových hub (Hrouda, Dvořák, 2013).

Dále mohou nepohlavní spory vznikat uvnitř výtrusnice myceliového vlákna. Tímto způsobem vzniklé výtrusy nazýváme **sporangiospory**. Spory odlišující se od ostatních jsou **zoospory**. Ve výtrusnici jsou spory opatřeny jedním či více bičíky, které zajišťují aktivní pohyb výtrusu (Klán, 1989). Zoospory nalezneme u oddělení **Chytridiomycota** z říše Fungi, dále všech zástupců říše **Chromista** a **Protozoa**. Jedná se o fylogeneticky původní znak, který je spjat s adaptací na vodní prostředí (Klán, Váňa, 2005).

Pohlavní rozmnožování představuje z pohledu genetiky daleko zajímavější proces, neboť nově vzniklý jedinec si nese kombinaci genů od obou rodičů (Kout, 2014). Obecně se u hub setkáváme s následujícími typy pohlavního rozmnožování: (Gryndler, Němcová, 2013).

1) **Gametangiogamie**: nejčastější typ pohlavního rozmnožování (Hrouda, Dvořák, 2013). Jedná se o pohlavní proces, při kterém splývají samčí a samičí pohlavní orgány (**gametangia**) (Klán, 1989). Rozlišujeme (Kalina, Váňa 2005):

- a) **Izogametangiogamie**: splývání dvou morfologicky stejných gametangií, typické pro Zygomycota.
- b) **Anizogametiogamie**: splynutí rozlišených gametangií (samčích anteridií a samičího askogonu s trichogynem); u Ascomycota.
- c) **Oogametangiogamie**: dochází ke splynutí samčího anteridia se samičím oogoniem. Pohlavní orgány jsou velice odlišné. Vyskytuje se u Oomycota.

2) **Gametogamie**: rozlišují se tři dílčí způsoby pohlavního rozmnožování na základě morfologie a fyziologie gamet (Holec, Beran, 2012).

- d) **Izogamie** - dochází ke splynutí shodných gamet, tzn. morfologicky i fyziologicky stejných gamet různého původu (+) a (-).
- e) **Anizogamie** - splývají různě velké gamety, které jsou morfologicky a fyziologicky rozdílné.
- f) **Oogamie** – spojení pohyblivé samčí gamety s nepohyblivou samičí a stejně jako při anizogamii jsou tyto gamety morfologicky a fyziologicky rozdílné.

Somatogamie: pohlavní proces typický pro většinu hub z oddělení Basidiomycota a vzácně některá Ascomycota, která netvoří pohlavní orgány. Při somatogamii dochází ke splynutí jader, která pochází z buněk vegetativního mycelia (Hrouda, Dvořák, 2013).

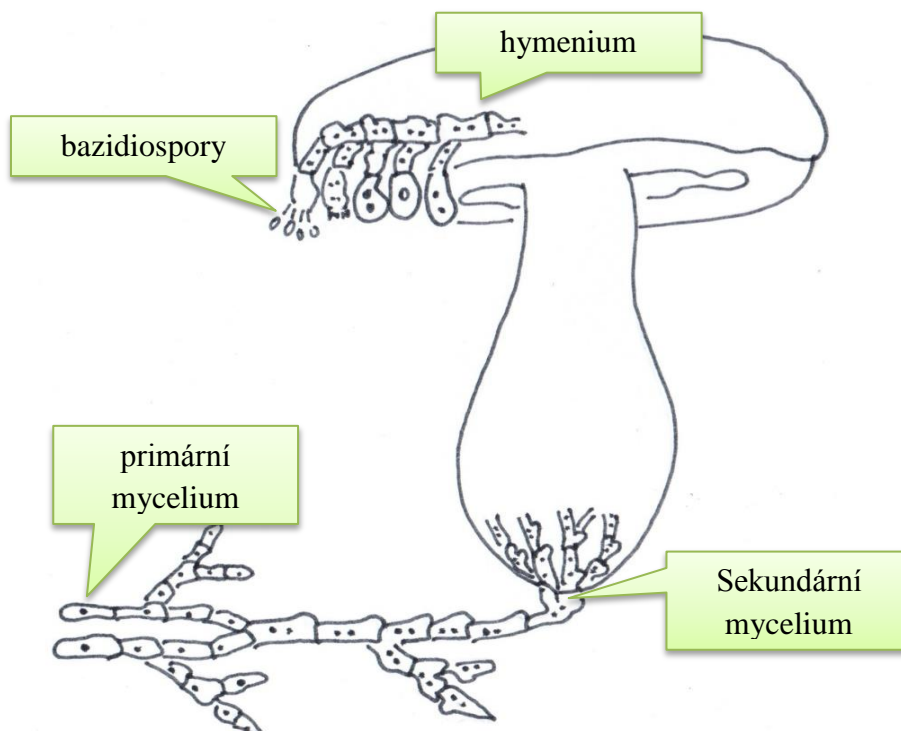
Podrobněji se zaměříme na **pohlavní rozmnožování** pouze u dvou skupin hub, a to **vřeckovýtrusých** a **stopkovýtrusých**.

Výtrusy klíčící v podhoubí jsou rozdílného pohlaví a mycelium je složené z hyf s jednojadernými buňkami. **Primární podhoubí** může růst dlouho a nemusí docházet

k vytváření pohlavního ústrojí. Dojde-li k setkání dvou jednojaderných podhoubí, dochází ke splynutí plazmy všech buněk v jedinou buňku ale se dvěma jádry tzv. **dikaryon**. Způsob jeho vzniku je u obou srovnávaných skupin odlišný, neboť pro skupinu Ascomycota je typický pohlavní proces typu gametangiogamie a pro skupinu Basidiomycota somatogamie (Klán, Váňa, 2005). Dikaryon se rozrůstá v **sekundární mycelium**, tvořené hyfami s dvoujadernými buňkami. Stejně jako primární mycelium, může toto podhoubí růst dlouho, avšak za příhodných vnějších podmínek se na něm vytváří tzv. **heterothalické** plodnice (Svrček, 2005).

Ke splynutí obou jader dikaryonu dochází na konci hyf v terminálních buňkách. Terminální buňky se přetvoří v bazidie či asky a vzniklé jádro splynutím dvou jader dikaryonu má dvojnásobný počet chromozomů ($2n$). Teprve redukčním dělením dochází ke snížení počtů chromozomů na původní stav (n). Z těchto jader vznikají výtrusy, na bazidiích tzv. **bazidiospory** a na vřecích **askospory** (Svrček, 2005).

Celý tento složitý proces můžeme shrnout do tří kroků. Nejprve dochází k **plazmogamii** (splynutí cytoplazmy buněk) poté ke **karyogamii** (splynutí haploidních jader, zdvojnásobuje se počet chromozomů) a poslední fází je **meioza** (redukční dělení jádra, vznik haploidních buněk) (Jablonský, Šašek, 2006).



Obrázek č. 3 Perokresba somatogamie u Basidiomycetes, autor: T. Hyráková, (podle Svřček, 2005)

3.6. Ekologické skupiny hub

Na základě způsobu získávání živin rozdělujeme houby do dvou hlavních ekologických skupin, a to na **saprofyty** a **symbionty** (Klán, 1989).

Saprotrofové získávají živiny rozkladem odumřelých částic. Schopnost štěpit složité organické látky jako dřevo, opadané listí či zbytky rostlinných těl je umožněna přítomností enzymů, jež houby bohatě obsahují. Jedná se především o enzymy štěpící celulózu a lignin. Konečným výsledkem rozkladné činnosti je vznik humusu. Houby jsou jedinými organismy, které dokážou štěpit lignin (Holec, Beran, 2012).

Symbionti získávají živiny z živých organismů a rozlišujeme jejich dvě základní kategorie, **parazitické** a **mutualistické**. Méně známá je skupina hub označována jako **endofytická**. Tyto houby žijí uvnitř svých hostitelů, ale po většinu života je nepoškozují a občas jim dokonce i prospívají (Holec, Beran, 2012). K mutualistické symbióze řadíme **lichenismus** (symbióza se zelenými řasami nebo sinicemi) a **mykorhizu** (symbióza s cévnatými rostlinami) a jedná se o oboustranně prospěšné vztahy. Zatímco u parazitických symbiontů je prospěch pouze u parazita (Klán, 1989).

Mykorhizní houby získávají od rostliny organické látky a rostlina od hub především dusík, fosfor a vodu. Díky propojení podhoubí a kořenového systému je usnadněna výživa u hub a tvorba plodnic. Rostlinný partner získá možnost růstu na extrémních stanovištích a živinami chudých půdách. Rozlišujeme mykorhizu dvou typů: **ektomykorhizu** a **endomykorhizu** (Gryndler, 2013).

Základní rozdíl spočívá v tom, že **ektomykorhizu** můžeme pozorovat i bez mikroskopu. Povrch kořínků hostitelské dřeviny je kryt hyfovým pláštěm. Hyfy pronikají i do mezibuněčných prostor korové vrstvy kůry a kolem buněk tvoří Hartigovu síť. U **endomykorhizy** pronikají houbové vlákna do buněk hostitele. Nejvíce vyvinutou mykorhizu mají jehličnany, dub, buk a bříza. U mnoha ovocných dřevin, javoru, lípy a lísky se nalezneme především endomykorhizu (Holec, Beran, 2012).

Lichenismus je založen na vzájemně prospěšných trofických vztazích mezi houbou a řasou, řidčeji sinicí. Vznikají komplexní organismy, tzv. **lišejníky**, jejichž jednotlivé komponenty můžeme rozlišit pouze mikroskopicky. Nově vzniklý podvojný organismus nalezneme na takových místech, kde by žádný z partnerů samostatně žít nemohl, např. na holých skalách (Gryndler, 2013). Převážná většina lišejníků je tvořena vřeckovýtusými houbami s plodnicemi typu apothecií, jen u některých druhů nalezneme peritheciium.

Lišejníky jsou kosmopolitní organismy se značně pomalým růstem a využívají se jako bioindikátory (Kout, 2014).

Je známo spousta druhů hub **parazitujících** na živočiších, rostlinách, jiných houbách, případně i na člověku. V tomto parazitickém vztahu má prospěch pouze jen jeden organismus zvaný **parazit**. Z hlediska své závislosti na hostiteli se parazité dělí na **obligátní** a **fakultativní** (Kout, 2014). **Biotrofní** parazité jsou představitelé obligátního parazitismu a často bývají specializovány na určitého hostitele. Takový parazit (rzi, sněti, aj.) svého hostitele neusmrcuje, neboť je schopen vyživovat se pouze na živých buňkách hostitele (Jablonský, Šašek, 2006). K fakultativním parazitům, nebo také **nekrotrofně** parazitickým houbám patří například troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*). Tito parazité žijí na živých rostlinách, ale postupně hostitele usmrcují a po jeho smrti se z nich stávají saprofyty (Læssøe, 2004). Dalším druhem nekrotrofních parazitů jsou houby parazitující na bezobratlých živočiších, obzvláště na hmyzu. Ten usmrtí a poté se na jeho rozkládajícím těle živí saprotrofně. Zástupcem těchto parazitů je houba s latinským názvem *Ophiocordyceps unilateralis*, která infikuje mravence druhu *Camponotus leonardi* (obr.č.4). Příčinou infekce je zabezpečení si přežití v prostředí deštného pralesa, kde oba druhy žijí. Po napadnutí mravence, začne houba ovládat jeho chování. Donutí ho sešplhat ze svého hnízda dolů z korun stromů a zakousnout se do hlavní cévy listu na nižší rostlině a tudíž zahynout (Gregorová, 2009). Některé druhy půdních hub dokáží aktivně chytat a usmrcovat drobné živočichy, především hlístice (*Nematoda*) (Kout, 2014).



Obrázek č. 4 Parazitující houba *Ophiocordyceps unilateralis* (Gregorová, 2009)

3.7. Význam hub

3.7.1. Význam pro člověka

Pozitivní význam hub pro člověka spočívá především v jejich všestranném **konzumním** (přímá spotřeba, konzervace sušením a zavařením) a **biotechnologickém či průmyslovém využití** (potravinářský průmysl, farmaceutický průmysl a lékařství, aplikace v lesnictví a zemědělství, environmentální biotechnologie). Naproti tomu mají houby pro člověka také negativní dopady jako např. **mykózy** (onemocnění člověka aj. živočichů způsobené houbami), **alergie** (způsobené sporama v ovzduší), **zneužití** halucinogenních hub, **mykotoxikózy** (otravy makromacety), degradace potravin a jiných průmyslových materiálů (mikroskopickými houbami, které produkují toxiny do potravin, dřevokazné houby) (Kout, 2014).

3.7.1.1. Houby jako potravina

Již první písemné prameny psané hieroglyfy dokazují, že staří Babyloňané, Řekové i Římané rozlišovali houby na **jedlé** a **jedovaté** (Koukal, 2011). V dnešní literatuře se můžeme setkat s různými názory na výživové hodnoty hub pro člověka. Počínaje tvrzením německého chemika **Kellnera**, který se domníval, že houby jsou naprosto nestravitelné pro vysoký obsah chitinových látek, a tudíž pro člověka **bezenné**. Oproti tomu český mykolog **František Smotlacha**, jako zastánce opačného názoru, vyzvedl hodnotu hub v naší **výživě**. Houby považoval za přírodní doplněk stravy, příznivě ovlivňující celý trávicí proces. Protože, podíváme-li se na složení těla hub, většinu tvoří **voda** (někdy až 95 %), dále zde nacházíme **tuky, cukry a vitaminy** – zejména skupiny B, C (lišky, hříby, pečárka lesní), D, E, K a biotin potřebný pro růst buněk. V některých houbách (např. hlíva ústříčná a japonská houba houževnatec jedlý - šiitake) navíc nalezneme látky příznivé pro náš **imunitní systém** a připisují se jim pozitivní účinky při podpůrné léčbě mnoha nemocí (Baier, Váňa, 1993).

Podle požitelnosti dělíme houby na **jedlé, nejedlé** a **jedovaté**. S tímto označením se setkáváme i v houbařské literatuře. Definovat pojem jedlá houba je opravdu obtížné. Až dosud se považují za jedlé ty houby, které po dostatečné tepelné úpravě nevyvolávají žádné zdravotní potíže (Svrček, 2005). Řadíme sem zejména zástupce hub:

A. Jedlé houby:

1. Vřeckovýtrusných – a) ř. Pezizales: Destice chřapáčová (*Discina perlata*)

Smrž obecný (*Morchella esculenta*)

2. Stopkovýtrusných – a) ř. Gomphales: Kuřátka žlutá (*Ramaria flava*)

b) ř. Cantharellales: Lišák zprohýbaný (*Dentinum repandum*)

Liška obecná (*Cantharellus cibarius*)

Stroček trubkovitý (*Craterellus cornucopioides*)

c) ř. Russulales: Krásnoporka mlynářka (*Albatrellus ovinus*)

Krásnoporka žemlička (*Albatrellus confluens*)

Ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*)

d) ř. Polyporales: Choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*)

Kotrč kadeřavý (*Sparassis crispa*)

U těchto výše uvedených zástupců chorošovitých se sbírají a dále zpracovávají jen mladé plodnice.

e) ř. Boletales: Hřib dutonohý (*Boletinus cavipes*)

Hřib hnědý (*Boletus badius*)

Klouzek kravský (*Suillus bovinus*)

Klouzek obecný (*Suillus luteus*)

Kozák březový (*Leccinum scabrum*)

Kozák osikový (*Leccinum aurantiacum*)

f) ř. Agaricales: Bedla vysoká (*Macrolepiota procera*)

Čirůvka fialová (*Lepista nuda*)

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)

Líha klubčítá (*Lyophyllum fumosum*)

Václavka obecná (*Armillaria mellea*)

g) ř. Auriculariales: Jidášovo ucho (*Hirneola auricula-judae*)

B. Houby nejedlé

Kategorie nejedlých hub je z hlediska zařazení nejproblematictější a nejhůře definovatelná. Nejedlé houby nejsou jedovaté, ale z různých důvodů (tuhost, chuť, špatná stravitelnost) jsou pro lidské tělo nepoživatelné. V literatuře jsou poznatky o jedlosti či nejedlosti mnohých druhů hub často rozporuplné. Všeobecně lze říci, že rozšiřování poznatků v tomto směru spíše rozšiřuje počet nejedlých a jedovatých hub než naopak (Svrček, 2005).

Mezi zástupce nejedlých hub řadíme i tyto vybrané druhy:

Hřib žlučník (*Boletus felleus*)

Hřib medotrpký (*Boletus albidus*)

Holubinka smrdutá (*Russula foetes*)

Holubinka hořkomandlová (*Russula laurocerasi*)

Ryzec plstnatý (*Lactarius piperatus*)

Bedla ostrošupinná (*Lepiota aspera*)

Čirůvka mýdlová (*Tricholoma saponaceum*)

Pavučinec kozlí (*Cortinarius traganus*)

Hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*)

Třepenitka cihlová (*Hypholoma sublateritium*)

Nedohub zelený (*Peckiella luteovirens*)

C. Houby jedovaté

Za jedovaté houby považujeme ty, po jejichž konzumaci dochází k poškození zdraví nebo do konce i ke smrti. Houbové jedy neboli toxiny (mykotoxiny) vznikají jako

produkty metabolismu hub, avšak jejich biosyntéza není spjata se základními procesy při tvorbě biomasy. Většinu toxinů proto považujeme za sekundární metabolity (Klán, 1989). Otravy způsobené požitím jedovatých hub můžeme podle jejich příznaků nebo typu toxinu zhruba rozdělit do několika kategorií (Svrček, 2005):

1. **Otravy faloidní** - toxin falotoxin - patří k nejzákeřnějším, protože se příznaky otravy projevují po dlouhé době, původce je muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*), muchomůrka bílá (*Amanita phalloides* var. *alba*) a muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*). Faloidní otravy způsobují také některé bedly druhu *Lepiota helveola*.
2. **Muskarínové otravy** - toxin muskarin - příznaky zhruba do dvou hodin, původce muchomůrka červená (*Amanita muscaria*), vláknice Patouillardova (*Inocybe patouillardii*) a strmělka bílá (*Clitocybe phalloides*).
3. **Psychotropní otravy**
 - a) otravy psychodysleptické - toxiny psilocybin, psilocin, baeocystin a norbaeocystin, původce lysohlávka (*Psilocybe*), kropenatec (*Panaeolus*), límcovka (*Stropharia*).
 - b) otravy psychotronické - toxin mykoatropin, intoxikace do tří hodin po jídle, původce muchomůrka tygrovaná (*Amanita phantherina*)
4. **Orellaninové otravy** - toxiny orellanin, grzymalin-nejdelší doba latence, intoxikace až sedmáct dní, původce pavučince (*Cortinarius* spp.)
5. **Otravy vyvolané jinými druhy hub** - toxiny nezjištěny, intoxikace různá podle druhu houby, čechratka podvinutá (*Paxillus involtus*) a závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*)

Mnoho dalších desítek druhů hub, uváděných v literatuře jako jedlé mají **alergizující vlastnosti**, avšak většinou jsou bez následků používány (Svrček, 2005). Je však důležité si uvědomit, že i některé jedlé houby mohou způsobit zdravotní potíže zapříčiněné špatným skladováním (sběr do igelitových sáčků) či nedostatečnou úpravou václavky (*Armillaria* sp.) a ryzce (*Lactarius* sp.) (Smotlacha et al., 1999).

D. Houby jako lék

Houby mají v lidském životě svou nezastupitelnou roli i kvůli svým léčivým či zdraví prospěšným vlastnostem, zvláštností určitě zůstává, že tyto vlastnosti lze pozorovat jak u **makročetů** (např. hlíva ústřičná *Pleurotus ostretatus*), tak u **mikromycetů** (např. *Penicillium chrysogenum*) (Kalač, 2008).

Léčebné nebo **preventivní účinky** řady vyšších druhů hub byly od pradávna využívány zejména v zemích východní Asie - Číně, Japonsku, Koreji a severní Sibiři (Kalač, 2008). Staročínská medicína znala námel, který používala v ženském lékařství. Parazitická tvrdohouba housenice čínská sloužila starým Číňanům jako posilující prostředek proti žloutence a tuberkulóze (Socha, Jegorov, 2014). Také v dnešní době se využívá léčebných účinků hub, a to jako léků či doplňků stravy (Kalač, 2008).

Značnou zásluhu na tom má pozitivní vliv reklamy, která doporučuje používat různé preparáty obsahující extrakty z hub. Léčivé houby s názvy indický hříbek, kombucha, japonské krystaly atd., které kolují mezi lidmi, představují směsnou kulturu mikroorganismů (baktérií, aktinomycetů, kvasinek). Domácí kultivací organismy ponořené do sladkých tekutin (mléko, čaj) rostou a vylučují do média produkty látkové výměny. Nápoje takto získané mohou mít léčebné účinky (Antonín, 2013). Z různých internetových obchodů lze také získat substráty prorostlé myceliem hub, např. Jidášova ucha (*Hirneola auricula-judae*) či hlívy ústřičné (*Pleurotus ostretatus*) známých z čínské medicíny, na kterých po tak zvaném nastartování začnou vyrůstat jejich plodnice. Léčivé účinky mají také extrakty získané z hub uvedených níže (Socha, Jegorov, 2014).

1. Lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*) - účinná při snížení hladiny krevního cukru, hepatoprotektivní a protizánětlivé účinky.
2. Penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*) - antialergen
3. Hlíva plicní (*Pleurotus pulmonarius*) - protizánětlivý účinek
4. Lesklokorka ploská (*Ganoderma applanatum*) - posílení imunity

V poslední době bylo v tomto směru podrobena výzkumu i mnoho dalších druhů hub a z některých se podařilo izolovat další účinné antibiotika (Socha, Jegorov, 2014).

3.7.1.2. Průmyslové využití hub

Houby neslouží člověku pouze ke konzumaci. Například **kvasinky** jsou nepostradatelné v mnoha potravinářských technologiích, jako je mlékárenství, pekařství nebo při výrobě alkoholických nápojů. Kromě zmiňovaných kvasinek se využívá druhů

rodu *Penicillium* při výrobě plísňových sýrů typu niva, camembert, hermelín aj. (Koukal, 2011). Jejich další významná úloha byla objevena roku 2008, kdy vědci při průzkumu teheránské ropné rafinerie objevili zvláštní houbu rodu *Stachybotrys*. Tento zástupce přirozeně roste v surové ropě a dokonce je mimořádně účinný při odstraňování síry z ní. Jedná se o prvního zástupce hub, u kterého byly zjištěny tyto schopnosti (Holec, Beran, 2008). Pro zajímavost, houby nejen čistí ropu, ale produkují i látky podobné motorové naftě. Gary Strobel spolu se svým týmem objevil houbu *Gliocladium roseum*, která žije v symbióze se stromem ulmo (*Eucryphia cordifolia*) v patagonském deštném pralese. Tato houba produkuje za omezeného přístupu kyslíku uhlovodíkové páry, podobné svým složením motorové naftě. Jedy možné, že se za pár let alternativně nebude nafta vyrábět z vytěžené ropy, nýbrž se bude pěstovat na houbových plantážích (Koukal, 2011). V neposlední řadě by se měl vyzdvihnout význam hub ve **farmacii** při umělé produkci enzymů, antibiotik, vitamínů, protirakovinných látek a alkaloidů. Dokonce jsou některé houby podávány v alternativním léčení pro jejich léčebné či podpůrné účinky k přímému užití, a to buď po šetrné úpravě nebo syrové. Další využití hub nacházíme v **biologickém boji** proti hmyzím škůdcům, kdy po aplikaci vyklíčí na těle hmyzu houbové spory a rozrůstající se mycelium ho následně zahubí (Kincl et al., 2003).

3.7.2. Význam v přírodě

Význam hub v přírodě je nepochybný. V přírodě působí jako **reducenti**, odumřelé organické látky bez ustání rozkládají na nejjednodušší složky (uhlík, dusík a anorganické prvky), které potřebují pro svůj vývoj rostliny (Baier, Váňa, 1993). Tlení a hnití organických látek, jež tvoří nejdůležitější složku v udržení přírodní rovnováhy, je důsledek společné práce bakterií a hub, které převádějí nahromaděné organické sloučeniny do znovu využitelné formy sloučenin anorganických (Svrček, 2005). Na **mineralizačním působení** se podílejí veškeré druhy hub od kloboukatých až po mikroskopické půdní (Koukal, 2011).

Z **vřeckovýtrusých hub** se na rozkladu dřevní hmoty podílejí vřeckovýtrusé houby (Ascomycota) např. dřevnatka parohatá (*Xylaria hypoxylon*, viz obr.č.5), která roste na starých pařezech a spadlých větvích různých listnatých stromů. Nebo rážovka rumělková (*Nectria cinabarina*), hojně se vyskytující na suchých větvích listnatých stromů (někdy však napadá i zdravé větve) (Příhoda, Urban, 1989).



Obrázek č. 5 Fotografie **A)** dřevomor (*Hypoxylon sp.*); **B)** dřevnatka parohatá (*Xylaria hypoxylon*); autor: T. Hyráková

Ze zástupců **stopkovýtrusých hub** (Basidiomycota) jsou to například kornatec bílý (*Corticium tuberculatum*), pevník chlupatý (*Stereum hirsutum*) a některé druhy chorošů (Polyporales), trámovka plotní (*Gloeophyllum sepiarium*, viz obr.č.6) roste na opracovaném dřevě borovic a smrků, hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*), klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*, viz obr.č. 6), žlutotřepeň svazčitá (*Nematoloma fasciculare*) (Příhoda, Urban, 1989).

Na rozkladu odumřelých **nedřevnatých částí** rostlin a živočišných těl, se podílejí zvláště zástupci řádu **Hnilobytkotvaré** (*Saprolegniales*) z třídy **houby vaječné** (*Oomycetes*), např. druhy rodů hnilobytka (*Saprolegnia*) a mlhovka (*Achlya*) (Příhoda, Urban, 1989).



Obrázek č. 6 Fotografie **A**) klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*); **B**) trámovka plotní (*Gloeophyllum sepiarium*); autor: T. Hyráková

Některé druhy hub se využívají jako **indikátory** stavu **životního prostředí**. Na druhé straně obrovské množství hub působí **choroby vyšších rostlin** (hlavně trav, ovocných stromů a keřů), např. rzi (*Puccinia*), padlí (*Erysiphales*), dále napadají larvy hmyzu (houboví predátoři) a působí **choroby obratlovců** (Semerdžieva, Veselský, 1986).

3.8. Chemické složení plodnic hub

Z potravinářského hlediska řadíme houby spíše mezi pochutiny, než potraviny. Houby přísluší mezi **nízkoenergetické potraviny**, ale obsahují řadu látek nezbytných pro lidský organismus, a proto se zařazují mezi potraviny s **vysokou výživovou hodnotou** (Prugar, 2008).

Z **významných látek** v houbách nalezneme například bílkoviny, aminokyseliny, sacharidy, tuky, vitamíny, pigmenty, enzymy, antibiotika a mnoho dalších biologicky cenných látek (Antonín, 2013). Na druhou stranu některé druhy hub mohou obsahovat

látky, které mohou být pro člověka velice **škodlivé**, případně i **smrtelné**. K těmto látkám patří například těžké kovy, toxiny a mykotoxiny, jež produkují pouze někteří zástupci hub (Kalač, 2008).

Čerstvé houby jsou převážně tvořeny **vodou** a její obsah se pohybuje v rozpětí 86 až 94 %, zbylých 6 až 14 % představuje tzv. **sušina** (suchá hmota). Obsah a množství sušiny je druhově specifický, ale je ovlivněn i řadou vnějších faktorů (klimatické podmínky, stáří plodnice, aj.) (Kalač, 2008).

Usušené houby obsahují v průměru kolem 32 % **bílkovin** (Kalač, 2008). Obsah bílkovin není u všech hub stejný. Jeho množství je závislé na druhu a stáří dané houby, nejvíce bílkovin nalezneme u mladých plodnic (Váňa, 2003). Srovnáním stravitelnosti bílkovin u hub a masa či jiných živočišných produktů bylo zjištěno, že stravitelnost bílkovin hub je nižší. Přičemž kvalitativně jsou bílkoviny hub rovnocenné, a to jak po obsahové stránce, tak i složením aminokyselin (Kovář, 1999). Pro správný vývoj a obnovu lidského organismu potřebuje člověk některé **aminokyseliny**. Ze základních 20 aminokyselin lidské tělo nedokáže syntetizovat (vytvořit) osm. Těchto osm aminokyselin se podílí na důležitých pochodech v organismu a jsou proto nepostradatelné – **esenciální**. Do těla se dostávají pouze z potravy a dnes již víme, že existují druhy hub, např. hříby a žampiony, které obsahují více esenciálních (nepostradatelných) aminokyselin než maso (Baier, Šašek, 2001).

Tuky v sušině tvoří 0,5 až 3,5 %, což je zanedbatelné množství. Většinou se jedná o glyceridy, glykolipidy, v menší míře se zde nachází fosfolipidy ve formě tukových kapének ve výtrusech či v pletivu hub (Svrček, 2005).

Vitamíny, antioxidanty, barviva či **steroly** jsou látky doprovázející tuky a jsou v nich rozpustné. Nejrozšířenějším steroidem v houbách je ergosterol. Představuje 60-70 % z hmotnosti všech sterolů a je důležitý pro výživu lidského těla vitamínem D₂ (ergokalciferolu). Dalšími zastoupenými látkami jsou fungisterol a ergosta-7,5-dienol (Kalač, 2008).

O něco bohatší zastoupení v sušině mají **cukry**, a to 1 až 6 %, převážně ve formě polymerů. Nalezneme zde i glykogen (zásobní polysacharid hub), manitol nebo stopy sorbitu aj. (Svrček, 2005). Jedním z charakteristických zástupců sacharidů přítomný pouze v mladých plodnicích je disacharid trehalóza (Valíček, 2011). Důležitou roli v lidském organismu sehrává i polysacharid chitin (základní složka buněčných stěn hub). Kvůli jeho přítomnosti patří houby mezi hůře stravitelné potraviny, neboť odolává účinkům žaludečních šťáv (Semerdžieva, Veselský, 1986).

K další významným složkám řadíme **vlákninu**, obsah v sušině je kolem 26 % v nerozpustné formě a 1 % v rozpustné formě (Valíček, 2011). Vlákna má blahodárny vliv na lidský organismus, snižuje hladinu cholesterolu a tuků v krvi, podporuje peristaltiku střev a vynáší řadu škodlivin z těla. Podílí se na prevenci chorob oběhového systému a nemoci střev (Kalač, 2008).

Další složkou, kterou nalezneme v houbách, jsou **minerální látky**. V houbách jsou zastoupeny pouze ve **stopovém množství** a nejčastěji se jedná o sodík, draslík, vápník, fosfor, železo, selen a měď. Množství minerálních látek závisí na místě růstu, složení půdy, věku a druhu houby (Kalač, 2008).

Houby také vstřebávají ze svého okolí nežádoucí prvky jako je olovo, rtuť, arzén (Kovář, 1999). Koncentrace v houbách může být i několikrát vyšší než je v okolní půdě. Proto se nedoporučuje sběr hub podél cest v okolí elektráren, průmyslových podniků, hliníkáren a hutních závodů (Kalač, 2008).

Tabulka č. 2 Základní složení sušiny plodnic hub (Kalač, 2008)

Druh houby	Obsah bílkovin (v %)	Obsah lipidů (v %)	Obsah sacharidů (v %)	Obsah vlákniny (v %)
hlíva ústříčná	24,60	4,40	33,00	30,00
čirůvka zemní	20,10	6,60	31,10	30,10
směs hřibů (8 vzorků)	21,60 -25,80	3,00-5,80	61,70-75,00	26,80-40,50

3.9. Geografické rozšíření

S houbami se v přírodě setkáváme na každém kroku, aniž si to uvědomujeme. Jsou všude přítomné asi jako bakterie nebo viry. Jejich přítomnost zůstává většinou našemu zraku utajena, protože výtrusy, ve kterých jsou zakódovány genetické informace specifické pro každý druh, mají specifické rozměry (Svrček, 2005).

Šíření hub pomocí malých a lehkých výtrusů může svádět k domněnce, že na celé zeměkouli rostou stejné druhy hub. Teoreticky mohou být větrem houbové výtrusy přenášeny dokonce i mezi kontinenty, ale pokud se výtrus nesetká s odpovídajícími

podmínkami, nevyklíčí v mycelium. Pro houby jako organismy šířené na velké vzdálenosti je limitujícím faktorem **substrát**. Vedle přítomnosti příhodného substrátu pro houbu musí být zřejmě splněny i další faktory, například klimatické (Klán, 1989). Houbové organismy osídlily **kosmopolitně** všechny biotopy díky značné ekologické vazbě. Současná distribuce hub je ovlivněna stejnými faktory jako u rostlin. Protože houby mají v podstatě podobný charakter rozšíření jako rostliny. Z mykologického pohledu je nesporné, že některé druhy hub se šíří a jiné ustupují (Kout, 2014). Plochu, kterou druh houby zaujímá na zemském povrchu, nazýváme **ekoareál**. Výskyt určitého druhu na dané lokalitě je výsledkem vzájemného vlivu biotopu a ekologických nároků houby, které tvoří ekologickou konstituci houby (Klán, 1989).

3.9.1. Evropa

Z mykologického hlediska patří evropský kontinent k **nejprozkoumanějším**, proto také existuje mnoho publikací o evropských houbách. Člověk však území Evropy značně změnil a tím přivádí houby v ohrožení, nejvýznamnější příčinou je změna krajiny. Nejzachovalejší životní prostředí si uchovávají **severské lesy**. Nejdiverzifikovanější skupinou organismů jsou zde **saproxylické druhy**, z hub zde nalezneme druhy vázané na **přírozené lesy** (*Fomitopsis rosea*, *Phellius nigrolimitatus*). Směrem k jihu se nacházejí oblasti s listnatými opadavými lesy a spolu s **ektomykorhizou** jde o zásadní rozdíl proti tropickým lesům. Mykologicky nepřilíš prostudovaným biotopem jsou zde **podmáčené lokality** (Kout, 2014).

Celkově se v Evropě vyskytuje daleko **více druhů** rodů muchomůrky (Amanitaceae), pýchavky (Lycoperdaceae), ryzce a holubinek (Russulaceae) v mírném pásu než v tropech (Klán, 1989).

3.9.2. Severní Amerika a Asie

Oblast Severní Ameriky patří spolu s Evropou do stejné fytogeografické oblasti- **Holoarctis**. Klimatické podmínky jsou zde podobné jako v Evropě, ale **biodiverzita** dosahuje vyšších hodnot z důvodů historických. Celkově není území Severní Ameriky z mykologického hlediska tak dobře prozkoumáno jako Evropa (Kout, 2014). Přesto zde bylo nalezeno 450 druhů chorošů a osmdesát pět procent evropských druhů roste i v Severní Americe. Svou rozlohou zaujímá širší **klimatické pásmo** než Evropa a má ve všech **vegetačních pásmech** větší spektrum hostitelů (Klán, 1989).

Většina Asie patří také do rozsáhlé oblasti Holoarctis. Z mykologického hlediska zde dominuje Čína, kde mají houby dlouholetou tradici. Zvláště v rodu lesklokorka (*Ganoderma*) bylo popsáno značné množství nových druhů, jejichž taxonomická hodnota je dost často sporná (Kout, 2014).

3.9.3. Tropické oblasti

Patří mezi druhově **nejbohatší oblasti** a oproti mírnému pásmu zde houby nacházejí vhodnější podmínky k životu (velká rozmanitost hostitelů, celkově variabilnější prostředí). Výjimku představují mangovníkové porosty, kde panuje nízká diverzita stromů a **lignikolní houby** zde vytvářejí společenstva o několika málo druzích. Z karibské oblasti je známo přes 11 000 druhů hub a předpokládá se i výskyt daleko vyšší. Počet **saprotrofních** hub bývá srovnatelný s **parazitickými**, ale počet symbiontů je malý. Nepočítáme-li lišejníky (a endomykorhizní houby bez plodnic), je to jen několik desítek druhů (Kout, 2014).

4. Materiál a metody

4.1. Sběr položek

Sběr vzorků probíhal na podzim roku 2014 ve volné přírodě České republiky. Většina položek byla pořízena na mykologické exkurzi, pořádanou katedrou botaniky PřF UP v Olomouci, v oblasti Třesín a Náměšti na Hané.

Tabulka č. 3 Seznam položek nasbíraných hub

Položky nasbíraných hub		
Český název	Latinský	Místo výskytu
Bedla vysoká	<i>Macrolepiota procera</i>	Třesín
Číšenka rýhovaná	<i>Cyathus striatus</i>	Náměšť na Hané
Dřevnatka mnohotvárná	<i>Xylaria polymorpha</i>	Náměšť na Hané
Dřevnatka parohatá	<i>Xylaria hypoxylon</i>	Náměšť na Hané
Dřevomor	<i>Hypoxylon</i> sp.	Náměšť na Hané
Hadovka smrdutá	<i>Phallus impudicus</i>	Náměšť na Hané
Hnojník	<i>Coprinus</i> sp.	Třesín
Hřib žlučník	<i>Tylopilus felleus</i>	Třesín
Hřib žlutomasý	<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Třesín
Hvězdovka	<i>Geastrum</i>	Náměšť na Hané
Chřapáč pružný	<i>Helvella elastica</i>	Náměšť na Hané
Klanolístka obecná	<i>Schizophyllum commune</i>	Náměšť na Hané
Krásnorůžek lepkavý	<i>Calocera viscosa</i>	Třesín
Křehutka	<i>Lacrymaria</i> sp.	Náměšť na Hané
Lošák	<i>Hydnum</i> sp.	Třesín
Muchomůrka červená	<i>Amanita muscaria</i>	Třesín
Pavučinec nevlídný	<i>Cortinarius torvus</i>	Náměšť na Hané
Pestřec bradavčitý	<i>Scleroderma verrucosum</i>	Náměšť na Hané
Pýchavka	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Třesín
Řasnatka	<i>Peziza</i> sp.	Náměšť na Hané
Rosolovka	<i>Tremella</i> sp.	Náměšť na Hané

Ryzec kařrový	<i>Lactarius camphoratus</i>	Třesín
Stroček trubkovitý	<i>Craterellus cornucopioides</i>	Náměšť na Hané
Šupinovka kořrbatá	<i>Pholiota squarrosa</i>	Náměšť na Hané
Troudňatec kopyťový	<i>Fomes fomentarius</i>	Náměšť na Hané
Vláknice	<i>Inocybe</i> sp.	Náměšť na Hané
Vlnatka červená	<i>Arcyria denudata</i>	Náměšť na Hané

Některé anatomické a morfologické struktury se fotily z již existujících sbírek oddělení fytopatologie Katedry botaniky PřF UP.

Tabulka č. 4 Seznam položek ze sbírky fytopatologie Katedry botaniky PřF UP

Položky hub ze sbírky oddělení fytopatologie PřF UP	
Český název	Latinský
Čerň zelná	<i>Alternaria brassicae</i>
Hladkoplodka	<i>Colletotrichum</i> sp.
Kropidlák	<i>Aspergillus</i> sp.
Kropidlovec	<i>Rhizopus</i> sp.
Padlí	<i>Microsphaera</i> sp.
Paličkovice nachová	<i>Claviceps purpurea</i>
Pazderek hnědý	<i>Stemonitis fusca</i>
Sněť kukuřičná	<i>Ustilago maydis</i>
Vřetenatka cibulová	<i>Peronospora destructor</i>

4.2. Metodika zpracování

Vzorky byly nasbírány v převážně v podzimních měsících, kdy je výskyt hub relativně nejčtetnější.

Po identifikaci jednotlivých druhů hub, a z důvodu ochrany vzorků proti infekci plísněmi, bylo provedeno jejich vysušení v sušičce. Následně byla provedena fotodokumentace příslušných druhů pomocí fotoaparátu Olympus E-420. Poté byly jednotlivé druhy popsány a označeny jménem příslušného rodu, druhu a uloženy na vhodné místo.

Pro pořízení mikrofotografií byl použit mikrofotografický systém Olympus DP70 kompatibilní se softwarem DP Manager, DP Controller. Fotografie byly opatřeny patřičným měřítkem pro lepší představení si velikosti těchto mikroskopických struktur.

Při nedostatečné kvalitě mikrofotografií, kdy byly některé struktury hůře rozlišitelné, se zvolil postup tvorby perokreseb. Kresby vznikaly na základě dostupných knižních materiálů ve srovnání s mikrofotografiemi.

V případě, že jsem patřičné morfologické struktury nemohla pořídit z vlastních sběrových položek, byly použity položky hub a houbových organismů, které jsou uloženy na katedře botaniky PřF UP.

5. Výsledky

Výsledky jsou zde podány jednak jako powerpointová prezentace, zaměřená na morfologii a anatomii hub a pak jako příslušné pracovní listy k dané problematice.

Powerpointová prezentace byla vypracována v podobě základní osnovy, popisující pouze nejdůležitější pojmy anatomie a morfologie hub. V prezentaci je kladen především důraz na dostatečné vizuální obohacení textu, a to prostřednictvím vlastní fotodokumentace a autorských perokreseb. V případě nedostatečné kvality autorských fotografií a perokresby, které by nevystihovaly reálnou podobu dané struktury, byly použity fotografie jiných autorů.

Přiložené pracovní listy byly vytvořeny za účelem zopakování probírané látky a připomenutí si důležitých pojmů a struktur.

6. Diskuze

Význam hub vidím kromě jejich nepostradatelnosti jako reducentů v koloběhu prvků v přírodě především v možnosti jejich využití člověkem. Houby nabízí lidem širokou škálu svého uplatnění v lékařství, zemědělství i potravinářském průmyslu. Především kvůli tomuto využití se člověk zabývá studiem těchto organismů, které vede k rozšíření poznatků o říši hub a tím i zvýšení možností jejich rozsáhlejšího využití (Antonín, 2013).

V současnosti jsou při vyučovacích hodinách využívány různé formy takzvaného moderního pojetí výuky. Jedná se především o dnes tak populární interaktivní metody, které vlastně svým způsobem představují určité vybočení ze zažitého způsobu výuky (Petty, 2013). Ale co to vlastně ty interaktivní metody jsou? Interaktivita je často prezentována jako pojem, který se hojně používá v nejrůznějších souvislostech, a to od procesu vzájemné komunikace a ovlivňování až po činnost, která vybočuje ze zajetých kolejí (Manovich, 2000).

Odborné literatury, která by mapovala toto pojmosloví je málo, a pokud přeci jen na nějakou narazíme, jedná se většinou o různé roztroušené fragmenty a změn nejrůznějších informací. Ve spojení s tímto pojmoslovím se stále vynořují problémy, které poukazují na to, zda interaktivní přístup k vědění dokáže poskytnout dostatek nových a účinných prvků, jež se budou moci do budoucna v praxi rozvíjet (Maňák, Švec, 2003). K uspokojivé odpovědi na tuto otázku si musíme nejprve pojem interaktivita vymezit. Pro samotný termín interaktivita stále neexistuje univerzální definice, která by nám vše vysvětlila. Ve volném překladu ji můžeme chápat jako reakci člověka na určité podněty. Podle slovníku se jedná o proces, ve kterém dochází k ovlivňování dvou subjektů (Cammack et al. 2008).

V dnešní době jsme zvyklí používat interaktivní zařízení, jako jsou obrazovky tabule či internet a můžeme jej nejen vnímat, ale dokonce i pracovat s tím, co nám nabízí. Mezi nejrozšířenější praktiky interaktivní výuky tak můžeme směle zařadit i powerpointové prezentace učiva (Klement et al., 2011). Tato stále oblíbenější forma výuky přináší studentům možnost práce s výkladem nejen při vlastní hodině, ale současně jim dává i možnost věnovat se dané problematice kdykoliv přes internet.

Pokud budeme chápat interaktivní formu výuky také jako vybočení ze zajetých kolejí, lze sem směle zařadit i hodiny biologie, které se konají v přírodě a jsou spojené se sběrem vzorků. V tomto případě se dá na předcházející hodinu úspěšně navázat ve školní

laboratoři, a to podrobnou analýzou nashromážděných vzorků, jejich fotodokumentací případně kresbou vybraných detailů doprovázenou podrobným popisem.

Při studiu psaného textu také často narazíme na problém udržení pozornosti studentů. V dlouhých statích odborných článků se začnou studenti často ztrácet a upadá i jejich soustředěnost. Proto jsem se při tvorbě této práce snažila o oživení výkladu pomocí mnou vytvořených fotografií a kreseb. Při výkladu bývá pro studenty vítanou změnou možnost zapojit se aktivně do výuky a varianta motivace studentů pomocí vlastnoruční kresby je podle mne dobrá alternativa interaktivní metody vyučování.

7. Závěr

Houby zůstávají v představách laické veřejnosti pořád pouze pochutinou, kterou si za příhodných podmínek mohou sami nasbírat v lese. To je především dáno oblíbeností hub, a to jak z hlediska jejich požitelnosti v kuchyni, tak při dopřání si požitku ze sběru samotného. Každý z houbařů je pro tento účel vybaven vědomostmi předanými z pokolení na pokolení. Což je samozřejmě zavádějící, ale dejme si ruku na srdce, kdo z nás Čechů by si přiznal, že houby vlastně nezná? Proto jsem si ve své diplomové práci kladla za cíl vytvořit tento materiál tak, aby posloužil k usnadnění výuky tématu hub na školách a zároveň představil velikou říši Fungi širší veřejnosti.

Pro účely praktické části této práce byl proveden sběr vzorků, který se uskutečnil na podzim roku 2014 v oblasti Hané. Celkově bylo nasbíráno přes 40 druhů hub, z nichž byli vybráni zástupci, u kterých byla nejlepší možnost zachycení významných anatomických a morfologických struktur, viz tabulka č. 3, str. 48. Po jejich identifikaci a následné konzervaci v sušičce (prováděné za účelem ochrany vzorků před infekcemi) byly vzorky vyfotografovány a uschovány pro případné použití v hodinách výuky. Mikrofotografie vytvořené prostřednictvím mikrofotografického systému Olympus DP70 slouží v této práci především k doplnění textové části, ale zároveň umožňují názornou ukázkou příslušných anatomických či morfologických struktur. Nekvalitní fotografie byly z důvodu co největší názornosti nahrazeny autorskými perokresbami. V případě, že patřičné morfologické struktury nemohly být pořízeny z vlastních sběrových položek, byly využity položky hub a houbových organismů, uložené na katedře botaniky PřF UP, viz tabulka č. 4, str. 49.

Tato fotodokumentace a autorské perokresby byly použity také do vytvořené prezentace a pracovních listů. Dále se v jednotlivých kapitolách této práce snažím postupně seznámit s historií výskytu hub na naší planetě a základní charakteristikou houbové říše. Vysvětluji význam hub pro člověka i přírodu a přes chemické složení a geografické rozšíření se dostávám k praktické části zaměřené na vlastní sběr vzorků a jejich dokumentaci. Textovou část celé diplomové práce jsem pro její větší názornost, doplnila vlastní kresbou a fotodokumentací.

Má diplomová práce je svým zaměřením a skladbou míněna spíše jako dílo, sloužící k zvýšení celkového povědomí o rozsáhlé říši hub s možností použití tohoto textu při výuce této látky na školách.

8. Přehled použité literatury

Awasthi, D. K. (2010): Diversity of Microbes, Fungi & Lichens. 2nd ed. Krishna Prakashan Media, Meerut, 428 p.

Antonín, V. (2013): Houby jako lék. Ottovo nakladatelství, Praha, 199 s. ISBN 978-80-7451-257-5.

Ambrožová, J. (2004): Mikrobiologie v technologii vod. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 244 s. ISBN 80-7080-534-x.

Baier, J., Šašek, V. (2001): Pěstujeme houby. Grada Publishing, Praha, 102 s. ISBN 80 – 247 – 0147 – 2.

Baier, J., Váňa, J. (1993): Co nevíme o houbách. 1. vyd. Artia, Praha, 63 s. ISBN 80-901-4434-9.

Cammack, R., et al. (2008): Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, 736p. ISBN 9780191727641.

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.

Garibová, L. V., Baier, J., Svrček, M. (1989): Houby: poznáváme, sbíráme, upravujeme. 2. vyd. Lidové nakladatelství, Praha, 302 s.

Holec, J., Beran, M. (2012): Přehled hub střední Evropy. 1. vyd. Academia, Praha, 622 s. ISBN 978-80-200-2077-2.

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.

Kalač, P. (2008): Houby: víme, co jíme? Dona, České Budějovice, 114 s. ISBN 978-80-7322-112-6.

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.

Kincl, L., Jakrlová, J., Kincl, M. (2003): Biologie rostlin. Fortuna, Praha, 255 s. ISBN 80-7168-736-7.

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.

Kovář, L. (1999): Breviř o houbách. Olympia, Praha, 160 s. ISBN 80-7033-593-9.

Læssøe, T. (2004): Houby. 1. vyd. Knižní klub, Praha, 304 s. ISBN 80-242-1194-7.

Maňák, J., Švec, V. (2003): Výukové metody. Paido, Brno, 219 s. ISBN 80-731-5039-5.

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

Petty, G. (2013): Moderní vyučování. 6.vyd. Portál, Praha, 562 s. ISBN 978-80-262-0367-4.

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

- Příhoda, A., Urban, L. (1986): Kapesní atlas hub. SPN, Praha, 254 s.
- Rozsypal, S., a kol.(2003): Nový přehled biologie. Scientia, Praha, 797 s. ISBN 80-7183-268-5.
- Semerdzieva, M., Veselský, J. (1986): Léčivé houby dřívě a nyní. Academia, Praha, 180 s.
- Sharma, P. D. (2004): The Fungi. Rastogi Publications, India, 540 p. ISBN 81-7133-768-6.
- Smotlacha, M. (2005): Smotlachův atlas hub: Oficiální příručka pro určování jedlých a jedovatých hub. 5. vyd. Ottovo nakladatelství, Praha, 271 s. ISBN 80-7181-311-7.
- 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.
- 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.
- Valíček, P. (2011): Houby a jejich léčivé účinky. 1. vyd. Start, Benešov, 151 s. ISBN 978-80-86231-54-9.
- Váňa, J. (1996): Systém a vývoj hub a houbových organismů. Karolinum, Praha, 164s. ISBN 8071841757.
- Váňa, P. (2003): Léčivé houby podle bylináře Pavla. Eminent, Praha, 185 s. ISBN 80-7281-113-4.

Zicháček, V., Jelínek, J. (2006): Biologie pro gymnázia. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, 304 s. ISBN 80-7182-217-5.

Internetové zdroje

Adl, S. M., et al. (2012): The Revised Classification of Eukaryotes. Journal of Eukaryotic Microbiology. Doi.wiley.com, dostupné na: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>, 1. 7. 2015

Beran, O. (2008): „Pekelná houba“ odstraňuje síru z ropy. Osel.cz, dostupné na: <http://www.osel.cz/3994-pekelná-houba-odstraní-síru-z-ropy.html>, 3. 4. 2015

Blackwell, M. (2011): The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? Amjbot.org, dostupné na: <http://www.amjbot.org/content/98/3/426.full>, 27. 6. 2015

Dvořák, D., Hrouda, P. (2013): Obecná mykologie. Sci.muni.cz, dostupné na: <http://www.sci.muni.cz/botany/mycology/mykolog.htm>, 11. 5. 2015

Gregorová, D. (2009): Houbou ovládané mravenčí zombie. Osel.cz, dostupné na: <http://www.osel.cz/4560-houbou-ovladane-mravenci-zombie.html>, 20. 6. 2015

Gryndler, M. (2013): Mykologie. Biology.ujep.cz , dostupné na: http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_2014/Opora_Mykologie.pdf, 6. 3. 2015

Gryndler, M., Němcová, L. (2013): Fylogeneze a systém nižších rostlin. Biology.ujep.cz, dostupné na: http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_2014/Opora_Fylogeneze_a_system%20NR.pdf, 16. 6. 2015

Hrouda, P. (2008): Systém a vývoj hlenek, hub a lišejníků. Sci.muni.cz, dostupné na: <http://www.sci.muni.cz/botany/studium/nr-houby.htm>, 19. 5.2015

Klement, M., et al. (2011): Metody realizace a hodnocení interaktivní výuky. Ivos.upol.cz, dostupné na: http://ivos.upol.cz/soubory/pdf_pokyny/IVOS_metody_interaktivni_vyuky_1%20vyd.pdf, 27. 7. 2015

Koukal, M. (2011): Houby nejsou jenom k pochutnání. 21.stoleti.cz, dostupné na: <http://21stoleti.cz/2011/08/21/houby-nejsou-jenom-k-pochutnani/>, 3. 2. 2015

9. Seznam příloh

Příloha č.1 Systém a hierarchie taxonů

Příloha č.2 Powerpointová prezentace

Příloha č.3 Pracovní listy

Příloha č.1 Systém a hierarchie taxonů (Kalina, Váňa, 2005; Kirk et al., 2001)

Říše: PROTOZOA

- **Oddělení:** Myxomycota (Mycetozoa) - hlenky
 - Třída: Protosteliomycetes
 - Třída: Dictyosteliomycetes
 - Třída: Myxomycetes
 - Podtřídy: Myxogastromycetidae, Stemonitomycetidae
- **Oddělení:** Acrasiomycota, třída: Acrasiomycetes
- **Oddělení:** Plasmodiophoromycota, třída: Plasmodiophoromycetes

Říše: CHROMISTA

- **Oddělení:** Labyrinthulomycota
- **Oddělení:** Oomycota - oomycety
 - Podtřídy: Saprolegniomycetidae, Peronosporomycetidae
- **Oddělení:** Hyphochytriomycota

Říše: FUNGI - houby

- **Oddělení:** Microsporidiomycota
- **Oddělení:** Chytridiomycota
- **Oddělení:** Zygomycota - houby spájkivé
 - Třída: Zygomycetes
 - Třída: Trichomycetes
- **Oddělení:** Glomeromycota
- **Oddělení:** Ascomycota - houby vřeckaté
 - Pododdělení: Taphrinomycotina
 - Třída: Schizosaccharomycetes
 - Třída: Taphrinomycetes
 - Pododdělení: Saccharomycotina
 - Pododdělení: Pezizomycotina
 - Třída: Laboulbeniomycetes
 - Třída: Eurotiomycetes
 - Třída: Pezizomycetes
 - Třída: Leotiomycetes
 - Podtřídy: Erysiphomycetidae, Leotiomycetidae

- Třída: Lecanoromycetes
- Třída: Sordariomycetes
 - Podtřídy: Hypocreomycetidae, Sordariomycetidae, Xylariomycetidae
- Třída: Dothideomycetes
- Třída: Chaetothyriomycetes
- **Oddělení:** Basidiomycota - houby stopkovýtrusné
 - Třída: Urediniomycetes
 - Třída: Ustilaginomycetes
 - Podtřídy: Ustilaginomycetidae, Exobasidiomycetidae
 - Třída: Agaricomycetes
 - Podtřídy: Tremellomycetidae, Agaricomycetidae