

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

Pozitivní účinky konzumace makromycet na zdraví člověka

Bakalářská práce

Aneta Bažantová

Studijní program: Biologie

Forma: Prezenční

Obor/ komb.: Biologie – Geografie (BI – Z)

Vedoucí práce: Mgr. Ondřej Kapuš, Ph.D.

Termín odevzdání práce:

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: *Pozitivní účinky konzumace makromycet na zdraví člověka* vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

dne

podpis

Poděkování

Ráda bych chtěla poděkovat Mgr. Ondřeji Kapušovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce, odbornou konzultaci a jeho drahocenný čas po celou dobu mé přípravy. Dále rovněž děkuji mé rodině, přítelovi a kamarádům za cenné rady a podporu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Aneta Bažantová

Název práce: Pozitivní účinky konzumace makromycet na zdraví člověka

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: Katedra botaniky PřF UP

Vedoucí práce: Mgr. Ondřej Kapuš, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2018

Abstrakt:

Bakalářská práce popisuje léčivé makromycety, jejich složení a tvar těla, rozdíly ve výskytu a vybrané druhy. Hlavním cílem je rešerše prací z oblasti pozitivních účinků na lidské zdraví a vypracování přehledu vybraných léčivých makromycet. Makroskopické typy plodnic vytváří oddělení *Ascomycota* a *Basidiomycota*, do kterých spadají všechny druhy léčivých makromycet uvedených v práci. Jejich léčivé vlastnosti jsou způsobeny zejména glukany, terpeny a nukleotidy. Největší využití makromycet a doplňků z nich spočívá v prevenci poruch imunity a udržení dobré kvality života u pacientů s imunodeficiencí, s různými druhy rakoviny, chronickými nemocemi krevních cest, s anémiemi, HIV či AIDS, Alzheimerovou chorobou, syndromem chřipkové únavy, hepatitidy typu B, C, D a také u pacientů podstupující chemoterapie či radioterapie. V současné době probíhá nespočet výzkumů na léčivé účinky různých druhů makromycet.

Klíčová slova: makromyceta, glukany, léčivé účinky

Počet stran: 69

Počet příloh: 4

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification

Autor's first name and surname: Aneta Bažantová

Title: Positive Effects of Macromycetes Consumption on Human Health

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Botany, Faculty of Science UP

Supervisor: Mgr. Ondřej Kapuš, Ph.D

The year of presentation: 2018

Abstract:

Bachelor thesis describes healing macromycetes, their composition and shape of body, differences in occurrence and selected species. The main goal is recherche of work from the field of positive effect on human health and elaboration of reviews of selected medicinal macromycetes. The macroscopic types of fruiting are created by the *Ascomycota* and *Basidiomycota* divisions, which include all types of medicinal macromycetes listed in the theses. Their healing properties are mainly caused by glucans, terpenes and nucleotides. The greatest use of macromycetes and their supplements is to prevent immune disorders and maintain good quality of life in patients with immunodeficiency, with various types of cancer, chronic diseases of the blood, with anemia, HIV or AIDS, Alzheimer's disease, influenza fatigue syndrome, hepatitis B, C, D and also in patients undergoing chemotherapy or radiotherapy. There are currently countless studies on the healing effects of various macromycetes.

Keywords: macromyceta, glucan, healing effects

Number of pages: 69

Number of appendices: 4

Language: Czech

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Charakteristika makromycet.....	10
3.1	Historie <i>Fungi</i>	10
3.2	Názvy hub a jejich pojmenování.....	11
3.3	Definice makromycet	12
3.4	Postavení makromycet v systému hub (<i>Fungi</i>).....	13
3.5	Složení těla makromycet	15
3.5.1	Biologicky aktivní látky obsažené v makromycetách	16
3.6	Stavba těla makromycet	17
3.7	<i>Ascomycota</i> (houby vřeckovýtrusé)	19
3.8	<i>Basidiomycota</i> (houby stopkovýtrusé).....	20
3.9	Členění makromycet dle možnosti jejich konzumace.....	21
3.9.1	Jedlé makromycety	21
3.9.2	Makromycety nejedlé	22
3.9.3	Jedovaté makromycety	23
3.9.4	Léčivé makromycety.....	24
3.10	Ekologie makromycet	24
4	Výskyt a přehled makromycet s léčivými účinky	26
4.1	Charakteristika makromycet s léčivými účinky.....	26
4.2	Podstata pozitivního působení makromycet na zdraví člověka	27
4.3	Mykogeografie léčivých makromycet	27
4.3.1	Léčivé makromycety rostoucí pod jehličnatými stromy.....	28
4.3.2	Léčivé makromycety rostoucí pod listnatými stromy.....	29
4.3.3	Léčivé makromycety rostoucí pod jehličnatými i listnatými stromy	35
4.3.4	Léčivé makromycety rostoucí na travnatých stanovištích (travnaté okraje lesů, louky, stepi, pastviny, pole)	41
4.3.5	Léčivé makromycety rostoucí v sadech, parcích, rumišťích, kompostech a na zahradách	43
4.4	Makromycety pěstované v domácnostech	44
4.5	Průmyslově pěstované makromycety.....	45
4.6	Využití makromycet ve farmaceutickém průmyslu	46

4.7	Přehled aktuálních poznatků pozitivního působení makromycet na zdraví člověka	47
5	Didaktická analýza odborného tématu	50
6	Závěr.....	57
7	Referenční seznam.....	58
7.1	Literární zdroje.....	58
7.2	Internetové zdroje	60
8	Přílohy	66
8.1	Seznam obrázků	66
8.2	Seznam léčivých makromycet použitých v práci.....	67
8.3	Pracovní list pro žáka	68
8.4	Řešení k pracovnímu listu pro žáka	69

1 Úvod

Makromycety jsou již po mnohá tisíciletí (zejména ve východoasijské tradiční medicíně) zařazeny v jídelníčku člověka, neboť jsou zdrojem potravy a velký počet druhů je léčivých. Čerstvé plodnice může člověk najít sám v lese, vypěstovat doma na vhodném substrátu či zakoupit v obchodě.

V posledních desetiletích bylo makromycetám, konkrétně jejich léčivým účinkům, věnováno nespočet výzkumů, ze kterých vzešly pozoruhodné výsledky. Makromycety jsou významné nutriční potraviny, materiály pro vývoj léčiv a doplňky stravy. Díky tomu houbový průmysl stále vzrůstá, vyvíjí nové technologie a zvyšuje počet kultivovaných druhů.

Tato práce představuje některé aktuální poznatky, které mají být prospěšné široké veřejnosti při sběru informací a rad. Zahrnuje také kapitolu didaktické analýzy, která má posloužit jako opora, motivace a zpestření vyučovacích hodin biologie hub.

2 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je rešerše prací z oblasti léčivých účinků makromycet na zdraví člověka. Základem pro zpracování jsou aktuální informační zdroje domácí i zahraniční (tištěné i elektronické).

Těžištěm práce je zpracování přehledu vybraných druhů hub s léčivými účinky, jejich charakteristika, dostupnost a podstata pozitivního působení na lidské zdraví. Součástí práce je také stručný přehled aktuálních poznatků z výzkumu zaměřeného na pozitivní účinky konzumace makromycet na lidské zdraví a didaktická analýza.

3 Charakteristika makromycet

3.1 Historie *Fungi*

Lidstvo pěstuje a využívá houby (*Fungi*) po tisíce let. Používání plodnic je zaznamenáno již v egyptských hieroglyfech. Faraoni v této době vydali nařízení, že obyčejní lidé se hub nesmí ani dotknout, neboť věřili, že právě houby jsou darem boha Osirise a jsou to nesmrtelné bytosti (Lepšová, 2001).

Na obrázku 1. jsou znázorněni faraon Akhenaton se svou manželkou, královnou Nefertiti, jak uctívají opojnou muchomůrku červenou (*Amanita muscaria*) (fungyofegypt.com/home).



Obrázek 1. Uctívání hub ve starověkém Egyptě (fungyofegypt.com/home)

Pro člověka byly houby vždy zdrojem potravy, lidovým lékem a měly významnou roli při slavnostech a náboženských obřadech. Jejich psychotropní látky využívali Aztékové a novodobé kmeny Indiánů. V 60. letech 20. století byly tyto houby taxonomicky určeny jako lysohlávky¹, jež způsobují těžkou nevolnost a dezorientaci. V nynější době probíhá mnoho studií, jež se snaží získat alternativní využití těchto sloučenin (Ferreira, 2005; Šašek a kol., 2001).

¹ odborným názvem rod *Psilocybe*, houby obsahující látku psilocybin, po požití vyvolávají intoxikaci (malátnost, poruchy rovnováhy, bolest hlavy) a psychotropní stavy (příznaky pocitu štěstí, smích, deprese, zuřivost, halucinace) (Šašek, 2001)

Dle Kováře (1999) a Šaška a kol. (2001) jsou písemné doklady o používání jedlých hub známy ze starověkého Řecka a Říma. Vládci měli své osobní sběrače, kteří jim dodávali vybrané houby na velké hostiny. Již v této době měli své houbové kuchařky, které uváděly předpisy, jak jednotlivé houby zpracovávat. Za největší delikatesu Římané považovali muchomůrku císařskou (*Amanita caesarea*), která je dnes vzácná a je chráněna, dále měli v oblibě hříby smrkové (*Boletus edulis*) a vyhledávali lanýže (*Tuber*). V této době byl také vymyšlen nejjednodušší systém rozdělení *Fungi* a to na jedlé a jedovaté, neboť docházelo k občasné otravě houbami. Kříž a Marounek (2016) ale uvádí, že první písemné zmínky o houbách s léčivými účinky se objevily v Indii, poté v Japonsku a dále v Koreji. Tradiční čínská medicína využívá léčivost hub již několik tisíc let, zatímco v západním světě se lidé této vlastnosti začali věnovat až ve druhé polovině 20. století.

K odbornému datování původu hub slouží nepřímá metoda molekulárních hodin (odhad evoluční vzdálenosti mezi dvěma druhy), jelikož původ hub nemůžeme dohledávat stejně jako je tomu u rostlin či živočichů. Struktury vytvářející houbové tělo jsou křehké a převážně tvořené vodou, proto tělo podléhá rychlému rozkladu a fosilních záznamů či zkamenělin existuje jen minimální množství. Fosilie svědčící o existenci hub se dochovaly z období miocénu (doba před 23–5,3 milionu let). Na zuhelnatělých kmenech stromů byly nalezeny vláknité útvary, které odpovídají houbám (Koukol, 2017).

V současné době probíhá mnoho výzkumů zaměřených na léčivé účinky *Fungi*.

3.2 Názvy hub a jejich pojmenování

Každá známá živá věc nese své jméno. Vědecký název se skládá ze dvou slov, z nichž první (podstatné jméno) odkazuje na rod (genus) a druhý na druh (species). Rod je skupina organismů, která sdílí mnoho společných znaků. Organismy v rámci druhu jsou schopny produkovat potomstvo, které se chová v souladu s vlastnostmi, jež druh vymezují. Jako příklad poslouží houba *Cantharellus cibarius* (liška obecná), jež je členem rodu *Cantharellus* a druhem *cibarius*. Za latinským názvem houby se také uvádí jméno či zkratka autora, který jako první houbu popsal. Při opakovaném odkazování na jednu a tu samou houbu se používá zkrácení rodového jméno pouze na první písmeno a to *C. cibarius* (Marley, 2009).

Každá země má vedle neměnicího se vědeckého pojmenování ještě svůj lidový název pro houbu. České názvosloví se stále mění a tak se objevuje i mnoho krajových názvů hub.

Například pro *C. cibarius* byl sestaven seznam více než devadesáti běžných jmen ve 25 jazycích, který ani v takovém počtu nebyl kompletní (Holec a kol., 2012; Marley, 2009).

Díky rodovým a druhovým názvům v latinském jazyce spolu mohou lidé po celém světě komunikovat o živých věcech a rozumět si, vyhledávat v cizojazyčné literatuře, webových stránkách či ve vědeckých časopisech. Latinské názvosloví hub je řízeno přísnými pravidly, které jsou jednou za 5–6 let novelizovány Mezinárodním botanickým kongresem a změny poté zaneseny v podobě číslovaných paragrafů do Mezinárodního kódu nomenklatury řas, hub a rostlin. Správná jména (correct name) jsou důležitá k tomu, aby bylo pro každou živou věc používáno jediné jméno, jež splňuje všechna pravidla Kódu (ib.).

3.3 Definice makromycet

Na celém světě je popsáno kolem 100 000 druhů hub (zástupci říše *Fungi*), odborníci ale odhadují, že skutečný počet činí přes milion. V České republice se vyskytuje asi 30 000 druhů, z toho zhruba 4 000 z nich vytváří plodnici, která je viditelná pouhým okem. Tyto zástupce poté označujeme jako velké houby, neboli odborně makromycety. Opakem makromycet jsou mikromycety, tedy mikroskopické houby, jejichž hlavní podstatné znaky rozlišíme za pomoci mikroskopu. Samotné mikromycety ale můžeme pozorovat ve formě povlaků či skvrn. Mikromycety můžeme nalézt ve vodě, v půdě na rostlinách, ale i na zvířatech. Příkladem mohou být houby spájivé ze třídy *Zygomycota* (Holec a kol., 2012; Socha a kol., 2014).

Obrázek 2. porovnává mikromycetu s makromycetou. Vlevo je fotografie mikromycety z rodu štětičkovec (*Penicillium*), která má charakteristický tvar a vytváří štětičku (penicillus) pozorovatelnou pod mikroskopem, vpravo vidíme makromycety hříbu dubového (*Boletus reticulatus*) s plodnicí viditelnou pouhým okem.



Obrázek 2. Porovnání mikromycety (vlevo) a makromycety (vpravo) (vlevo: Barron, 2013; vpravo: vlastní dílo)

„Velké houby jsou z biologického hlediska naprosto umělou skupinou, vymezenou čistě prakticky. Ani jejich označení není pevné – obvykle se píše, že makromycety mají plodnice větší než 2 mm (někdy dokonce 5 mm).“ (Holec a kol., 2012, s. 15). Makromycety jsou ale rozmanitou skupinou. Některé jsou viditelné při sběru hub z výšky očí, jiné musíme pozorovat v klečce či vleže, drobné zástupce také pozorujeme i pod lupou. Nelze tedy přesně definovat, od jaké velikosti plodnice se přímo o makromycetu jedná. Například u drobných zástupců můžeme pouhým okem pozorovat plodnici, avšak k jejímu ohledání musíme využít mikroskop. Tento stejný fakt platí i u druhů s velkými plodnicemi, jelikož u některých skupin je spolehlivé určení možné až za vyzobování mikroskopických znaků (Holec a kol., 2012).

3.4 Postavení makromycet v systému hub (*Fungi*)

Houby (*Fungi*) řadíme do vývojově pokročilé domény (skupiny) *Eukaryota*, též *Eukarya*. Organismy v této doméně mají pravé buněčné jádro ohraničené jadernou blánou a jejich buňky obsahují různé organely (například mitochondrie a u rostlin také plastidy). *Fungi* jsou samostatnou vývojovou říší v doméně *Eukarya* (Holec a kol., 2012).

Obrázek 3. ukazuje vymezení a fylogenezi hub a houbám podobných organismů.

V minulosti byly houbám podobné organismy řazeny do říše *Protozoa* (například nádorovky², hlenky³ a akrázie⁴) a říše *Chromista* (například oomycety⁵), neboť byly po dlouhou dobu za houby považovány. *Protozoa* se ale po podrobném studiu mykologů rozpadla a akrázie byly zařazeny do říše *Excavata*, do říše *Amoebozoa* pak hlenky a do říše *Rhizaria* nádorovky (Mieslerová a kol., 2015).

Hagara a kol. (2005) rozdělují houby do šesti systematických skupin. První z nich je *Ascomycota* (houby vřeckovýtrusé), jež zahrnuje přibližně 60 % známých druhů hub, které vytvářejí vřečka. Další skupinou je *Basidiomycota* (houby stopkovýtrusné), jejichž společným znakem je tvorba bazidií. Dále jsou to skupiny *Tremellomycetidae* (houby rosolovkoidní, což je nově vytvořená skupina, která byla dříve označována jako nižší stopkovýtrusné houby), *Agaricomycetidae* (houby agarikoidní, jež odpovídají dřívější skupině vyšších stopkovýtrusných hub), *Aphyllphorales* (houby nelupenaté, které mají velice rozmanité tvary plodnic) a *Agaricales* (houby lupenaté, jež mají plodnice obvykle rozdělené na klobouk, třeň a lupeny). Mieslerová a kol. (2015) však poukazuje na současné rozdělení vlastní říše *Fungi* na oddělení *Chytridiomycota* (houby buněkotvaré), *Microsporidiomycota* (mikrosporidie), *Zygomycota* (houby spájivé), *Glomeromycota*, *Ascomycota* a *Basidiomycota*. Díky mnoha výzkumům ale stále dochází ke změnám v taxonomii u jednotlivých skupin.

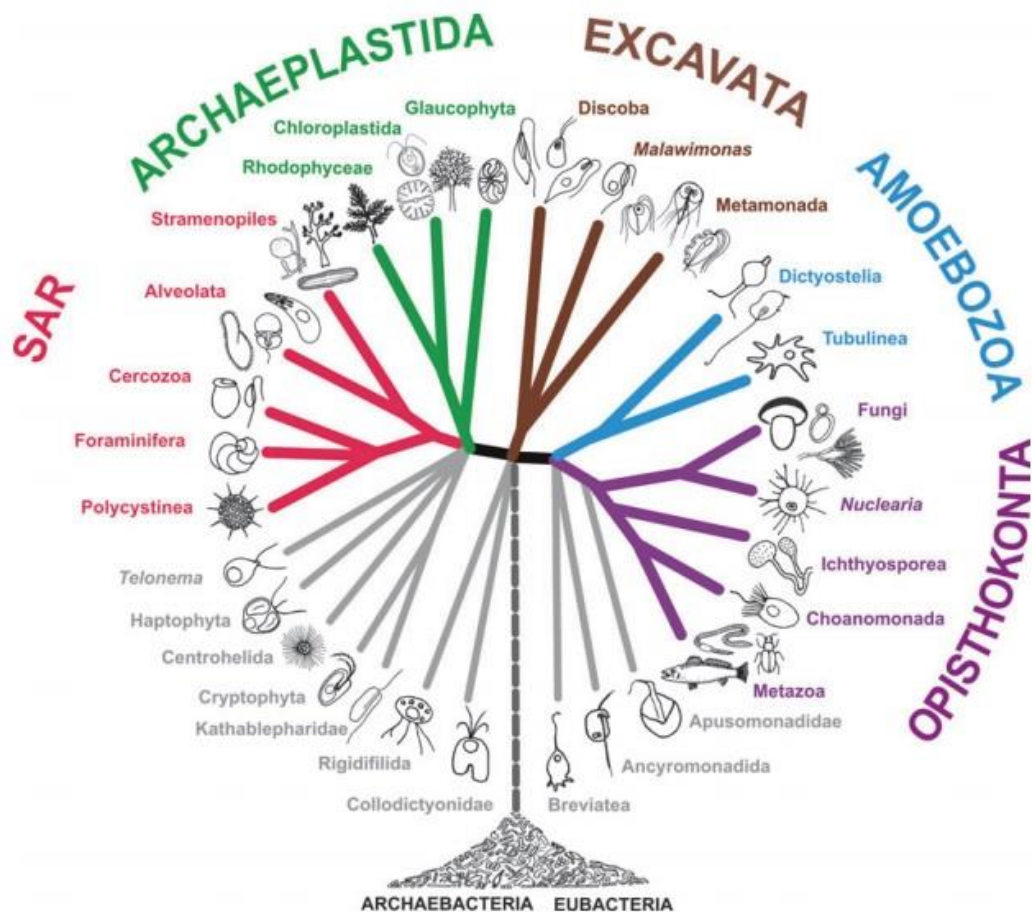
Do makromycet bychom zařadili oddělení *Ascomycota*, tedy houby vřeckovýtrusé a *Basidiomycota*, neboli houby stopkovýtrusé, neboť právě zástupci těchto dvou oddělení vytvářejí makroskopické typy plodnic (Mieslerová a kol., 2015).

² odborně *Plasmodiophoromycetes*, jsou specializovaní endoparazité hub, kteří způsobují škody na kulturních plodinách. Nejznámější je nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*) (sci.muni.cz/botany/mycology).

³ odborně *Myxomycota*, jsou heterotrofní organismy, které se díky svému slizovitému a často zbarvenému plazmodiu (mnohojaderné jednobuněčné útvary) mohou pohybovat. Jsou schopny měňavkovitého pohybu po podkladu, čímž se liší od hub (ohoubach.blogspot.cz/hlenky).

⁴ odborně *Acrasiomycetes*, jsou buněčné hlenky. Obsahují látku akrasin, díky níž se shlukují. Žijí na rostlinných zbytcích, pohlcují bakterie a kvasinky (old.botany.upol.cz/Systém hub 1).

⁵ odborně oddělení *Oomycota*, houby vaječné, třída *Oomycetes*. Jejich haustoria pronikají do buněčných stěn hostitele, parazitické druhy (old.botany.upol.cz/Atlas houbových organismů).



Obrázek 3. Stručné vymezení hub (*Fungi*) a houbám podobných organismů v rámci domény *Eukaryota* (Adl a kol., 2012)

3.5 Složení těla makromycet

Od rostlin (*Plantae*) se houby liší nepřítomností chloroplastů v buňkách, které nesou zelené asimilující barvivo chlorofyl. Díky absenci těchto plastidů nejsou houby autotrofními organismy, neboli nemohou vytvářet organické látky z energie ze slunečního záření a oxidu uhličitého. O houbách tedy hovoříme jako o organismech heterotrofních, neboť organické látky získávají ze svého okolí a převádějí je na látky anorganické (Holec a kol., 2012).

3.5.1 Biologicky aktivní látky obsažené v makromycetách

Čerstvé *Fungi* obsahují i 95 % vody, což znamená, že po usušení se jejich váha sníží na desetinu. I přesto, že jsou houby nízkoenergetickou potravinou, jejich výživová hodnota je důležitá z hlediska obsahu mnoha látek významných pro lidský organismus (bílkoviny, sacharidy, lipidy, vitaminy aj.), a proto v mnoha zemích světa umožnila lidstvu přežít období potravinového nedostatku (také pro jejich snadné pěstování) (Mieslerová a kol., 2015; Socha a kol., 2014).

V buněčných stěnách podhoubí a plodnic vláknitých hub je hlavní složkou polysacharid chitin, který se nachází také v krunýři koryšů a v kutikule hmyzu. Přítomnost chitinu v houbách způsobuje horší stravitelnost u mnoha druhů, ale zároveň přispívá k lepšímu trávení a obsahuje silné imunostimulační sloučeniny společné všem léčivým houbám. V buněčných stěnách *Fungi* se dále nachází sacharidy a bílkoviny, uvnitř buněk je přítomna voda, bílkoviny, cukry, tuky a stopové množství různých minerálních látek (Mieslerová a kol., 2015; Socha a kol., 2014; Stengler, 2005).

Obsah bílkovin v houbách je proměnlivý. Mladé houby a klobouky plodnic mají více bílkovin, nežli je ve třeni či u starších jedinců. Až stovky aminokyselin vytváří peptidy a proteiny, kterým se v posledních letech věnuje mnoho studií. Houbové proteiny vykazují protinádorové a imunomodulační (protialergenní) aktivity a také celá řada enzymů se začala využívat při likvidaci některých typů průmyslového odpadu, jelikož umožňují houbě rozkládat substrát (Socha a kol., 2014).

Hlavními zásobními látkami hub jsou lipidy a polysacharid glykogen, jehož obsah v sušině je 5 až 10 %. Sacharidy *Fungi* transportují pomocí alkoholových cukrů (mannitol, sorbitol aj.) a disacharidu trehalózy. Lipidy slouží jako zásoby a zdroje energie a jsou součástí houbových buněčných membrán (zejména polární fosfolipidy) (Mieslerová a kol., 2015; Socha a kol., 2014).

Nejdůležitější sterol, obsažený ve všech houbách, je ergosterol (stejný jako cholesterol lidském těle). Je to prekurzor vitamínu D₂, který je životně důležitý zejména pro vegany, jež se živí pouze potravinami neživočišného původu. Další vitaminy, vyskytujícími se v těle hub, jsou ze skupiny B (B₁, B₂, B₅, B₁₂), v menším množství také skupiny C a E (Socha a kol., 2014).

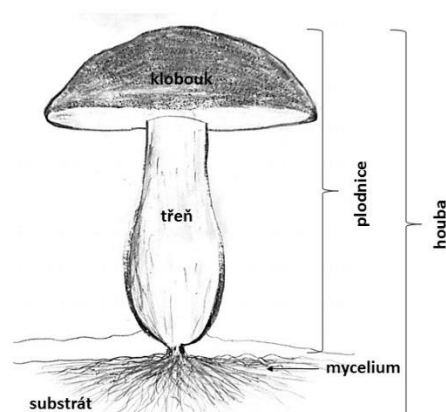
V houbách je přítomno relativně vysoké množství minerálních látek (kolem 1 %) jako je draslík, sodík, fosfor a hořčík, v menší míře také vápník, železo a měď. Množství minerálních látek je v plodnici proměnlivé, což je způsobeno rozdílnou schopností

jednotlivých druhů hromadit určitý prvek. Právě proto se nedoporučuje konzumace hub z oblastí průmyslově zatížených či kontaminovaných jadernou havárií, jelikož obsahují velké množství těžkých kovů a poškozují lidské zdraví (ib.).

3.6 Stavba těla makromycet

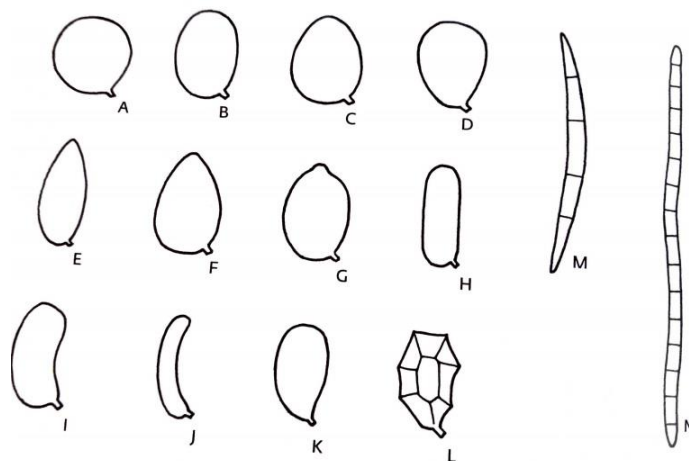
Protáhlé buňky hub nazýváme hyfy. Jsou to přehrádkovaná houbová vlákna s malým otvorem (pórem) uprostřed, jež vytváří stélky hub. Hyfy se rozvětvují a splétají, tím vytvářejí mycelium (vegetativní část hub, kterou nazýváme též podhoubím), generativní část makromycet nese plodnice. Jednotlivé hyfy nejsou viditelné pouhým okem, v přírodě či v pěstírně můžeme vidět právě mycelium. Hustě propletené hyfy vytvářejí za příznivých podmínek na myceliu plodnice (Holec a kol., 2012; Mieslerová a kol., 2015).

Na obrázku 4. je znázorněno schéma houby s myceliem, jež prorůstá substrátem.



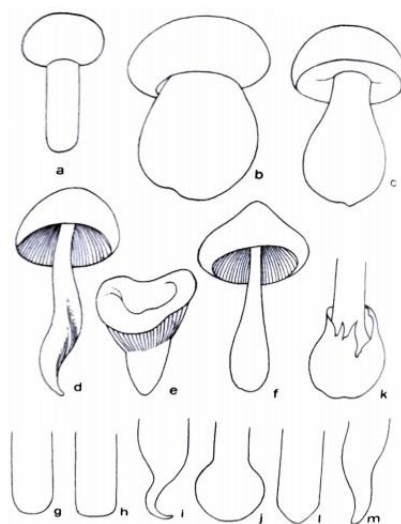
Obrázek 4. Schéma houby (vlastní dílo, dle Šašek a kol., 2001)

Plodnice slouží k tvorbě pohlavně vzniklých výtrusů neboli spor, jimiž se makromycety rozmnožují. Jsou to specializované útvary u stopkovýtrusých (*Basidiomycota*) a vřeckovýtrusých hub (*Ascomycota*) rozmanité ve své velikosti (rozměr výtrusu vřeckovýtrusé houby je kolem 3 až 200 μ , u stopkovýtrusé je to 3 až 30 μ), barvě, tvaru, struktuře, vůni i chuti. Různé typy spor jsou znázorněny na obrázku 5. Výtrusy se nejčastěji šíří vzduchem (což u mnoha lidí způsobuje alergie), dále vodou a prostřednictvím živočichů a lidí (Holec a kol., 2012; Mieslerová a kol., 2015).



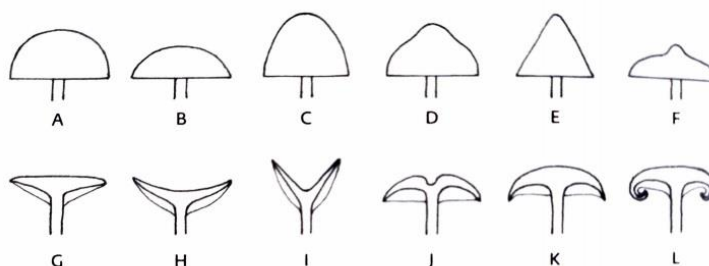
Obrázek 5. Tvary spor stopkovýtusných (A- L) a vřeckovýtusných (M-N) hub (Holec a kol., 2012, s. 42)

Plodnice je celá část houby, kterou sbíráme při sběru. Jejím důležitým znakem je noha (třeň), avšak u některých druhů může zcela chybět (například u rodu pýchavka – *Calvatia*). Základním tvarem nohy je válec a další typy třeně jsou znázorněny na obrázku 6. Barva třeně v dolní části je důležitý rozlišovací znak u druhů stejného rodu (například rod hřib – *Boletus*) (Kovář, 1999).



Obrázek 6. Typy třeně (a: válcovitý, b: soudkovitý, c: břichatý, d: vřetenovitý, e: kuželovitý, f: kyjovitý; ukončení báze třeně, g: zaokrouhlené, h: tupé, i: zahrocené, j: hlízovité, k: hlízovité s pochvou, l: kořenující, m: zúžené) (Smotlacha, 2015, s. 38)

Klobouk je druhou částí plodnice. Nabývá rozmanitých tvarů, znázorněných na obrázku 7., a mezi nejčastější patří rovný, podvinitý, sklopený, či zdvižený nahoru. Dužnina klobouku je tvořena hyfami, které mají různou kvalitu. U hřibovitých hub jsou důležitým znakem na klobouku rourky, u lupenatých hub to jsou lupeny (Kovář, 1999).



Obrázek 7. Tvar klobouku (A: polokulovitý, B: vyklenutý, C: paraboloidní, D: zvonovitý, E: kuželovitý, F: vyklenutý s hrbolem, G: plochý, H: prohloubený, I: nálevkovitý, J: vyklenutý s prohloubeným středem, K: okraj klobouku podehnutý, L: okraj klobouku podvinitý) (Holec a kol., 2012, s. 32)

3.7 *Ascomycota* (houby vřeckovýtrusé)

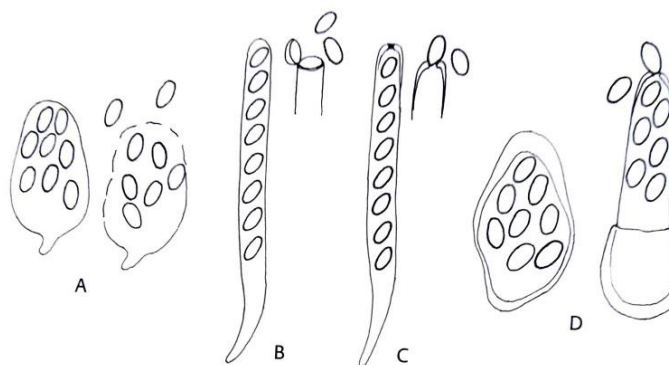
Pohlavní rozmnožování *Ascomycota* je založeno na tvorbě vřecka (ascus). Tato skupina zahrnuje cca 60 % známých taxonů a je tedy nejpočetnější, avšak mnoho zástupců žije jen v imperfektním stádiu zvaném anamorfa (nepohlavní stádium životního cyklu), jež vřecka za normálních podmínek nevytváří. Teleomorfoou se nazývá pohlavní část životního cyklu askomycet. Nepohlavní rozmnožování probíhá vzácně dělením či fragmentací stélky nebo konidiami⁶ (Mieslerová a kol., 2015; sci.muni.cz/Systém a vývoj hlenek, hub a lišejníků; Šašek a kol., 2001).

Pezizomycotina (*Ascomycotina*) je pododdělení vytvářející „pravé“ vřeckaté houby. Mycelium je přehrádkované s jednoduchým pórem uprostřed. Nepohlavní rozmnožování probíhá dělením (vzácně), u pohlavního se jedná o gametangiogamii⁷. Vřecka jsou vždy jednobuněčná a dle struktury jejich stěn rozlišujeme typy pro(to)tunikátní (stěna je

⁶ konidie je typ spory, jež vznikla nepohlavním rozmnožováním a tvoří se na hyfě či konidioforu (slovník-cizích-slov.abz.cz/konidie).

⁷ jedná se o pohlavní způsob rozmnožování u hub, kde dojde k splynutí samčích a samičích pohlavních orgánů, gametangií (biolib.cz/glossaryterm).

jednovrstevná, chybí otevírací aparát a spory se pasivně uvolňují), unitunikátní (dvouvrstevná stěna, obě části se otevírají současně pórem, či víčkem) a bitunikátní (stěna je vícevrstevná), znázorněna jsou na obrázku 8. Pohlavní plodnice dle morfologie rozdělujeme na kulovitá kleistothecia, lahvicovitá perithecia a miskovitá apothecia. Největší využití zástupců z tohoto pododdělení je v potravinářství a ve farmacii (zejména druhy rodu *Penicillium*) (ib.).



Obrázek 8. Typy vřecek (A: prototunikátní, B- C: unitunikátní, D: bitunikátní vřecko)
(Holec a kol., 2012, s. 22)

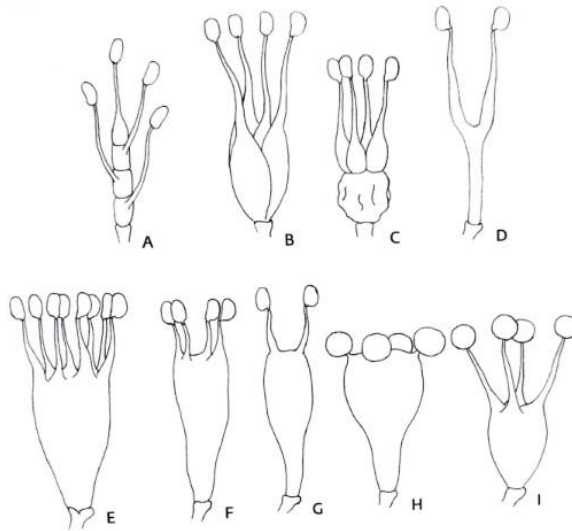
3.8 *Basidiomycota* (houby stopkovýtrusé)

Plodnice *Basidiomycota* nesou ve své výtrusorodé vrstvě (hymenium) stopky (bazidie) s výtrusy (též bazidiospory), které se vytvářejí na stopečkách (sterigmatech). Mycelium je vláknité a přehrádkované a jeho spletením vznikají pevné provazce, jež nazýváme rhizomorfy či sklerocia (Mieslerová a kol., 2015; sci.muni.cz/Systém a vývoj hlenek, hub a lišejníků; Šašek a kol., 2001).

Při pohlavním rozmnožování stopkovýtrusých hub se vůbec nevytváří gametangia. Nejčastějším pohlavním procesem je tedy somatogamie (splnutí) dvou mycelií. U nepohlavního rozmnožování se vytváří konidie (ib.)

Plodnice *Basidiomycota* dělíme na typy hymeniální a geastrální. Hymeniální plodnice obsahují hymenium, ve kterém dochází k tvorbě bazidií (zobrazeny na obrázku 9.) a sterilních buněk zakončujících hyfy. Hymenium pokrývá celý povrch plodnice, nebo jen specializovanou část povrchu hymenofor (lupeny, rourky atd.). Plodnice dělíme na typy holothecium (hymenium pokrývá celý povrch plodnice, příkladem jsou kuřátka, *Ramaria* spp.), krustothecium (plodnice s postupným vývojem, hymenofor pokrývá spodní část

klobouku a nalezneme jej u chorošů, *Polyporus*) a pilothecium (jednoletá plodnice rozdělená na klobouk a třeň, hymenofor pokrývá spodní část klobouku a vytváří se plachetka, typickým zástupcem je hřib, *Boletus*). Pokud je plodnice u stopkovýtrusých hub uzavřená, tedy výtrusy se nacházejí uvnitř, jedná se o tzv. glebu, jejíž povrch je pokryt obalem (peridie) a hovoříme o plodnici geastrálního typu (ib.)



Obrázek 9. Typy bazidií (Holec a kol., 2012, s. 23)

Basidiomycota se vyskytují často ve spojení s určitými porosty vyšších rostlin v různých suchozemských biotopech (Mieslerová a kol., 2015; sci.muni.cz/Systém a vývoj hlenek, hub a lišejníků; Šašek a kol., 2001).

3.9 Členění makromycet dle možnosti jejich konzumace

Makromycety, dle možnosti jejich konzumace, členíme na jedlé, nejedlé a nepoživatelné, jedovaté a léčivé (Socha a kol., 2014).

3.9.1 Jedlé makromycety

Pro člověka jsou neškodné jedlé houby. Využívají se v gastronomii pro jejich chutnost a nutriční význam. Před konzumací ale musíme dbát na správnou tepelnou úpravu

(za syrového stavu jsou některé druhy i jedlých hub jedovaté) a nesbíráme houby staré (Socha a kol., 2014).

Nejběžnějším příkladem je hřib smrkový (*Boletus edulis*), jež je ukázán na obrázku 10., křemenáč krvavý (*Leccinum aurantiacum*), klouzek obecný (*Suillus luteus*), muchomůrka růžovka (*Amanita rubescens*), bedla vysoká (*Macrolepiota procera*) a další druhy (houbareni.cz/houby; Socha a kol., 2014).



Obrázek 10. Hřib smrkový (*Boletus edulis*) (vlastní dílo)

3.9.2 Makromycety nejedlé

Nejedlé a nepoživatelné houby mají hořkou chuť či nepříjemný zápach, jako je například hadovka smrdutá (*Phallus impudicus*), proto se nekonzumují. Na obrázku 11. je hadovka znázorněna. Do této skupiny ale patří i zástupci chorošovitých (*Polyporales*), neboť to jsou druhy dřevnaté, a také houby, o kterých neznáme bližší údaje o možnostech konzumace. Typickým hořkým zástupcem je hřib žlučník (*Tylopilus felleus*). Zapáchající je například holubinka smrdutá (*Russula foetens*) (houbareni.cz/houby; Socha a kol., 2014).



Obrázek 11. Hadovka smrdutá (*Phallus impudicus*) (houbareni.cz/hadovka smrdutá)

3.9.3 Jedovaté makromycety

K otravě lidského těla a k poškození zdraví dochází po konzumaci jedovatých hub. Tyto houby obsahují různé toxické látky a jedy, které po požití způsobují otravu či dokonce smrt. Houbové jedy mohou poškozovat játra, mozkovou tkáň či ledviny, vyvolávat halucinace, způsobovat kožní či alergické reakce nebo jiné otravy. V České republice patří mezi nejnebezpečnější muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*) znázorněna na obrázku 12., muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*), závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), vláknice začervenalá (*Inocybe erubescens*) a další (houbareni.cz/houby; Socha a kol., 2014).



Obrázek 12. Muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*) (Jirásek, 2002)

3.9.4 Léčivé makromycety

Léčivé houby se vyznačují svými pozitivními a léčivými účinky. Lidé je mohou využívat jako prevenci či na léčbu různých onemocnění. Zástupci této skupiny v sobě nesou bioaktivní látky, jež mohou potlačovat různé infekce či růst nádorů, podporovat trávení a mnoho dalšího. Léčivou makromycetou je hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) zobrazena na obrázku 13., ucho Jidášovo (*Auricularia auricula – judae*), houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*) a další (houbareni.cz/houby; Socha a kol., 2014).



Obrázek 13. Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) (Příbyl, 2006)

V současné době jsou makromycety podrobovány vědeckým výzkumům a stále se u nich objevují nové účinné látky (Socha a kol., 2014).

3.10 Ekologie makromycet

Fungi rozdělujeme dle vztahu k jejich životnímu prostředí na saprotrofní (rozkládají dřevo), mykorhizní (žijí v symbióze) a parazitické (organické látky získávají ze svého hostitele) (Holec a kol., 2012).

Saprotrofní houby mají schopnost štěpit organické látky pomocí enzymů. Jako jediný organismus jsou schopné rozkladu dřeva, čili ligninu. Druhy saprotrofů žijí na opadaném listí a jehličí, odumírajícím mechu, rašeliníku či bylině, na spáleném dřevě nebo popelu starých šišek jehličnanů, plodech rostlin, starých plodnicích jiných hub či na odumřelých částech těl živočichů. Léčivým saprotrofem z makromycet je boltcovitka ucho Jidášovo

(*Auricularia auricula – judae*), hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) a další (Holec a kol., 2012; mykoweb.cz/atlas hub).

Mykorhizní houby jsou podhoubím propojeny s kořenovým systémem stromu či byliny, s nímž žijí v symbióze (oboustranně prospěšném vztahu). Houba od rostliny získává organické látky a rostlině dodává zejména dusík, vodu a fosfor. Rostlina tak může žít na extrémním stanovišti, chudých půdách na živiny či s nepříznivou formou humusu. Houbám symbióza usnadňuje výživu a podporuje tvorbu plodnic. Seznam symbiotických léčivých makromycet je ale oproti saprotrofům krátký, neboť byly studovány méně. Do této skupiny patří kolem 5 % všech léčivých makromycet, hlavně ty hříbovitě (Ferreira a kol., 2017; Holec a kol., 2012).

Mezi parazitické léčivé makromycety patří mnohé choroše, jež strom zabíjí mechanicky tím, že oslabí pevnost jeho kmene (například březovník obecný – *Piptoporus betulinus*, či lesklokorka lesklá – *Ganoderma lucidum*) (Holec a kol., 2012; mykoweb.cz/atlas hub).

4 Výskyt a přehled makromycet s léčivými účinky

Fungi napomáhají při léčbě člověka ale i přírody. Rozkládají mrtvé stromy a rostliny, čímž očišťují životní prostředí. Podle Stenglera (2005) existuje pro člověka asi 700 druhů hub, které lze konzumovat jako výživné potraviny a velmi důležité zůstávají právě léčivé makromycety, jež poskytují přínos pro lidské zdraví a přispívají k prevenci a k léčbě různých onemocnění. Ferreira a kol. (2017) ale uvádí, že celkový počet užitečných hub, které jsou definovány jako jedlé a léčivé, se odhaduje na více než 2 300 druhů.

4.1 Charakteristika makromycet s léčivými účinky

Makromycety produkují medicínsky léčivé metabolity, nebo mohou být použity právě pro výrobu takových metabolitů za využití biotechnologií. Za uplynulé desetiletí získaly houby a houbové doplňky na vysoké popularitě, což je způsobeno pevnými vědeckými výzkumy a šířícími se zprávami o jejich léčivých účincích. Stále více jsou oceňovány pro své nutriční vlastnosti, jelikož jsou potravou chutnou a zdravou s nízkým obsahem tuků. Mnohé klinické výzkumy prokázaly u nemocných pacientů, jež konzumovali léčivé makromycety, posílení imunitního systému při boji s různými nemocemi. Kromě nutričních vlastností byly houby rozsáhle studovány na základě jejich léčivých složek a to především díky bohatosti na bioaktivní sloučeniny (Ferreira, 2017; Stengler, 2005).

Moderní medicína využívá především polysacharidy s protinádorovými a imunostimulačními vlastnostmi, jelikož je známo přes 200 jejich léčivých vlastností. Úspěšně byly dokončeny klinické studie několika houbových polysacharidových sloučenin a v Asii se již intenzivně používají k léčbě různých typů rakovin a dalších onemocnění. Nedávno studované léčivé účinky *Fungi* zahrnovaly protinádorové, imunomodulační, antioxidační, antivirální, antibakteriální, antiparazitické, detoxikační, antidiabetické a některé další efekty. Látky získané z léčivých hub mohou být také použity při snížení cholesterolu a jako léky proti bolesti (Ardigò, 2017).

Největší využití houbových léčiv a doplňků z nich ale spočívá v prevenci poruch imunity a udržení dobré kvality života u pacientů s imunodeficiencí, s různými druhy rakoviny, chronickými nemocemi krevních cest, s anémiemi, HIV či AIDS, Alzheimerovou chorobou, syndromem chřipkové únavy, virovou infekcí hepatitidy typu B, C, D a také u pacientů podstupující chemoterapie či radioterapie (ib.).

4.2 Podstata pozitivního působení makromycet na zdraví člověka

Glukany, nacházející se uvnitř buněčných stěn léčivých hub, jsou specifickým typem polysacharidu, jež způsobují imunostimulační účinky. Vytváří komplexní polysacharidy a složité trojrozměrné tvary, které dávají molekulám jejich jména. Termín „ β -glukan“ je klasifikace založená na strukturních vlastnostech s konkrétními označeními, jako je β 1–4 nebo β 1–3, a dále popisuje spojení v molekule s dlouhým řetězcem. Struktura β -glukanů je tvořena šesti atomy uhlíku a každý z nich je potenciálním počátečním či koncovým bodem vazeb (Stengler, 2005).

V osmdesátých letech minulého století zjistili vědci z Harvardské univerzity, jak kriticky důležitý je tvar a struktura molekuly β -glukanu pro imunitní posilovací schopnost. Molekula β -glukanu totiž spojuje s receptory na povrchu důležité imunitní buňky. Zaznamenali tak klasický vztah mezi „zámkem a klíčem“. Místa receptoru byla nalezena i na jiných imunitních buňkách a bylo zjištěno, že různé formy β -glukanů způsobují různé imunitní odpovědi, jež zlepšily výsledek mnoha vážných onemocnění (od zánětů až po autoimunitní onemocnění) (ib.).

Od konce 20. století se vědci věnovali stále více terpenům, což jsou další malé molekuly obsažené v houbách. Tyto látky jsou schopné ovlivnit buněčnou DNA a zabránit vniknutí viru do jádra buňky, kde by se dále rozmnožil. Jsou důležité také pro zánětlivé a imunitní onemocnění a snižují vysoký krevní tlak (Ardigò, 2017).

Vedle hlavních účinných látek (β -glukanů a terpenů) jsou důležité nukleotidy. Hlavním nukleotidem je adenosin, který ovlivňuje krevní cévy srdce, mozku, sítnice, ledvin, svalů, kůže a obecně celého těla. Dále má antiagregační vlastnosti, jež mohou snížit viskozitu krve a je účinným protistresovým činidlem, které uvolňuje svaly (ib.).

4.3 Mykogeografie léčivých makromycet

Houbové organismy jsou kosmopolitně rozšířeny ve všech biotopech⁸, což způsobily geologické pochody při historickém vývoji jednotlivých oblastí (například zalednění ve čtvrtohorách, dělení kontinentů) (Kout, 2014).

⁸ definice biotopu: „Soubor veškerých biotických a abiotických činitelů, které vytvářejí životní prostředí určitého organismu nebo organismů.“ (priroda.cz/slovník).

Fungi jsou v úzké vazbě s jejich rostlinami (mykorhizní vztah⁹), tudíž jejich nynější distribuce je ovlivněna stejnými faktory, jež ovlivňují právě rostliny (změna klimatu, nové druhy indukované člověkem) (ib.).

Současná změna krajiny a znečištění prostředí v Evropě, ale i mimo ni, způsobuje, že louky, jakožto důležitý biotop pro *Fungi*, mizí, a houby jsou proto vytlačovány do lesů. Na loukách se nachází už jen nepatrné množství druhů makromycet (zvláště léčivých) a většinový počet druhů je rozšířen v listnatých a hlavně v jehličnatých lesích (ib.).

Léčivé makromycety rostou v lese a při okrajích lesů, na loukách, pastvinách, ale i v parcích a zahradách. Některé léčivé houby preferují pouze určité typy dřevin, zatímco jiné rostou pod různými stromy (jehličnaté, listnaté či jehličnaté i listnaté). Jejich výskyt lze pozorovat jednotlivě či v menších skupinách (velmi často v pruzích či tzv. „čarodějných“ kruzích). Makromycety rostou na kyselých vápničitých, zásaditých, vápenito-křemičitých, hlinitopísčitých, na humus bohatých, podmáčených půdách a na rašeliništích (Socha a kol., 2014).

Stručný popis vybraných léčivých zástupců makromycet, spolu s jejich rozdělením dle charakteru růstu, je sepsán v podkapitolách níže.

4.3.1 Léčivé makromycety rostoucí pod jehličnatými stromy

V České republice tvoří jehličnaté lesy více než 65 % porostní plochy všech typů lesů, avšak jen vzácně je nalezneme v přirozené formě (často se jedná o smrkové monokultury). Nejčastějšími dřevinami jsou smrky (*Picea*, vlhčí části), borovice (*Pinus*, sušší stanoviště), modřiny (*Larix*) a jedle (*Abies*). Celkově tvoří jehličnaté stromy 75 až 90 % stromů v tomto typu lesa. Můžeme zde nalézt makromycety jako je například hřib kovář (*Boletus luridiformis*), klouzek zrnitý (*Suillus granulatus*), smrž kuželovitý (*Morchella conica*) atd. (Mikšík, 2013).

⁹ mykorhiza je symbiotický vztah mezi houbou a rostlinou (původ slova pochází z řeckého *mykés*, což znamená houba, a *rhiza* neboli kořen). Tento vztah je pro oba partnery velmi důležitý, neboť dřevina bez houby roste pomalu, stejně jako houba bez symbiózy s kořeny, která ale většinou neroste vůbec a plodnice nevytváří nikdy. Rovnováha mykorhizy se v průběhu ontogenetického vývoje mění (dáno také i množstvím vody atd.), avšak zůstává fakt, že rostlina dává houbě vodu a minerální látky, zatímco houba převádí nerozpustné sloučeniny fosforu na rozpustné a rostlině tím usnadňuje práci a šetří energii. Houba také do stromu dodává dusík a zabráňuje rozšíření patogenů do kořenů. Většina hub, jež vytváří velké plodnice, patří právě mezi mykorhizní (Kovář, 1999).

- **Pečárka lesní**

Agaricus sylvaticus Schaeff.

Hojně roste od července až do října převážně ve smrčinách a pod borovicemi (*Pinus*). Průměr klobouku je 3 až 10 cm, v mládí je tmavohnědý a polokulovitý, později posetý hnědými šupinami a plochý. Lupeny jsou šedočervené a v dospělosti tmavohnědé. Třeň je štíhlá, válcovitá. Pečárka lesní (*Agaricus sylvaticus*) je znázorněna na obrázku 14. (Smotlacha a kol., 2004).

Léčivé účinky: obsahuje látky stimulující krevní a imunitní systém a látky vykazující protirakovinné, antioxidační a hypoglykemické účinky. Podle studie prováděné v roce 2014 na Univerzitě Pará v Brazílii bylo zjištěno, že *Agaricus sylvaticus* je druh houby bohaté na antioxidanty, která pomáhá v léčbě HIV. Do studie byly zahrnuty ty děti, které se s virem narodily. Pečárka lesní jim byla podávána po dobu tří měsíců a na konci klinického testování byla patrná větší obranyschopnost u pozorovaných jedinců. Podávání *Agaricus sylvaticus* pacientům s virem HIV se může stát doplňkovou strategií při jejich léčbě (Figueira a kol., 2014).



Obrázek 14. Pečárka lesní (*Agaricus sylvaticus*) (Kesl, 2005)

4.3.2 Léčivé makromycety rostoucí pod listnatými stromy

Listnaté lesy se nachází zejména v pahorkatinách a nížinách, kde je vyšší průměrná teplota. Opadavé listnaté stromy jsou v tomto typu lesa zastoupeny v poměru 75 % na 25 % ostatních jehličnatých dřevin (Mikšík, 2013).

Listnaté lesy jsou bohaté na druhy léčivých makromycet, jako je například početná václavka obecná (*Armillaria mellea*) či penízovka dubová (*Gymnopus dryophilus*). V tomto typu lesa jsou makromycety vázány zejména na dub letní (*Quercus robur*), habr (*Carpinus*), jasan (*Fraxinus*), lípu (*Tilia*), topol (*Populus*), javor (*Acer*), buk (*Fagus*), břízu (*Betula*) a ovocné stromy v sadech (ib.).

- **Březovník obecný**

Piptoporus betulinus (Bull.) P. Karst.

Piptoporus betulinus je parazitická houba kmenů a větví listnatých stromů, zvláště bříz (*Betula*). Po několika letech může zavinit i pád celého stromu, jelikož způsobuje hnědou hnilobu dřeva. Roste hojně po celý rok. Klobouk je 10 až 30 cm široký, okrouhlý, většinou kopytovitý, ke stromu přirůstá jen zúženou částí boční strany. Barva je šedavá či béžově bělavá až hnědá, ve stáří světle hnědá až bělavá. Rourky jsou bílé s drobnými póry. Dužnina je bílá, tuhá, tlustá a pružná. Březovník obecný (*Piptoporus betulinus*) je ukázán na obrázku 15. (Gerhardt, 2015; Kříž a kol. 2016).

Léčivé účinky: vykazuje protinádorové účinky zejména proti rakovině žaludku. Lze ho konzumovat i jako prevenci v podobě namletého prášku z usušených plodnic či v nálevech. Dále působí antibakteriálně (byla z něho izolována antibiotika), antivirálně a protizánětlivě. Obsahuje mnoho zdravých prospěšných látek, jako jsou glukany, nukleové kyseliny, betulin z bříz a další (Kříž a kol., 2016).



Obrázek 15. Březovník obecný (*Piptoporus betulinus*) (Zíbarová, 2008)

- **Houževnatec jedlý**

Lentinula edodes (Berk.) Pegler

Tato léčivá makromyceta neroste v České republice ani jinde v Evropě ve volné přírodě, vyskytuje se v subtropickém a mírném pásu jihovýchodní Asie, kde vyrůstá na dřevě různých listnatých stromů, zejména dubů (*Quercus*) a kaštanovníků (*Castanea*). V současné době se houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*) pěstuje především průmyslově a to ve specializovaných pěstírnách na uměle připravovaných substrátech. Klobouk je 5 až 20 cm široký, v mládí kuželovitý až vyklenutý, v dospělosti rozložený a někdy s širokým tupým hrbolem. Barva je světle hnědá až tmavohnědá s tmavým středem a šupinatou pokožkou. Lupeny jsou bělavé, později růžové, zoubkaté. Třeň je šupinatá, bělavá až nahnědlá, tuhá. Dužnina je pevná a bílá. Houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*) je znázorněn na obrázku 16. (Antonín, 2003; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: v tradiční čínské medicíně se *Lentinula edodes* využívá již po 1000 let, kdy jej ctili i japonští císaři. Užívá se zejména při léčbě nachlazení, chřipky a kardiovaskulárních onemocnění. Bylo prokázáno, že zvyšuje imunitu a prodlužuje život u pacientů s rakovinou, vykazuje antibakteriální (včetně HIV, hepatitidy B, tuberkulóze atd.) účinky, snižuje hladinu cholesterolu a vysoký krevní tlak (Stengler, 2005).

Příklad jednoho z provedených výzkumů na *Lentinula edodes* je uveden v podkapitole 4.7.



Obrázek 16. Houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*) (Fiala, 2015)

- **Rezavec šikmý**

Inonotus obliquus (Ach. Ex Pers) Pilát

Jedná se o parazitickou makromycetu listnatých stromů, zejména bříz (*Betula*), buků (*Fagus*), olší (*Alnus*), dubů (*Quercus*), javoru (*Acer*) a jílmů (*Ulmus*), rostoucí po celý rok. Vytváří pohlavní a nepohlavní stádium. Pohlavní (teleomorfní) stádium má podobu tenké vrstvy tmavě rezavých rourek s drobnými póry a vytváří se v poslední fázi odumírání stromu. Nepohlavní (anamorfní) stádium může na živém stromě vytrvávat i 10 let. Houba postupně rozkládá dřevo a má podobu černých, tvrdých, až 20 cm velkých nádorů, které se na povrchu rozpadají, jako je ukázáno na obrázku 17. (Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: je to jedna z nejznámějších makromycet s protinádorovými účinky (hlavně při rakovině plic a trávicího ústrojí). Využívá se také k prevenci proti rakovinám, zmírňuje vedlejší účinky chemoterapie, snižuje krevní tlak, působí proti bolestem břicha, jater a srdce, čistí krev a posiluje celý organismus. Používá se při chronických gastritidách, kožních nemocech, žaludečních vředech, léčí paradontózu a vykazuje antibakteriální, antioxidantní, antivirální a protizánětlivou aktivitu (ib.).

Aktuální poznatky o *Inonotus obliquus* jsou vypsány v podkapitole 4.7.



Obrázek 17. Rezavec šikmý (*Inonotus obliquus*) (Zíbarová, 2006)

- **Slizečka porcelánová**

Oudemansiella mucida (Schrad.) Höhn.

Často se vyskytuje v přirozených lesích, kde je dostatek ležícího dřeva. Vyrůstá na živých či mrtvých kmenech především buků (*Fagus*), dále na pahýlech či tlustých spadných větvích. Hlavní období růstu je mezi srpnem a listopadem. Plodnice vyrůstají v trsech či ve skupinách zesponu kůry. Klobouk je 3 až 10 cm široký s tlustou vrstvou slizu, v mládí světle až olivově šedookrový, v dospělosti převážně bílý. Lupeny jsou bílé barvy, řídké ale tlusté. Třeň je tuhá, štíhlá, bělavá s blanitým prstenem. Dužnina je bílá a pružná, avšak v třeni tuhá. Obrázek 18. znázorňuje slizečku porcelánovou (*Oudemansiella mucida*) (Gerhardt, 2015; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: z plodnic slizečky porcelánové (*Oudemansiella mucida*) byla izolována látka mucidin (antibiotikum) a vyráběn lék Mucidermin, používán při kožních mykózách. Dále má také antibakteriální a cytostatické účinky (ib.).



Obrázek 18. Slizečka porcelánová (*Oudemansiella mucida*) (Zíbarová, 2015)

- **Trsnatec lupenitý**

Grifola frondosa (Dicks.) Gray

Roste v teplejších oblastech ve vlhkých listnatých lesích na dubu (*Quercus*), zejména koncem léta a na začátku podzimu (srpen až říjen). Jednotlivé kloboučky mají průměr do 10 cm. Na povrchu jsou šedookrové až tmavohnědé, vespod s bílými až krémovými rourkami a jsou lopatkovitého tvaru. Kloboučky jsou bočně propojeny a vytváří tak objemné trsy, někdy i s hmotností přes 30 kg a šířkou až 60 cm. Mohutná třeň vyrůstá na dubovém kmenech a mnohonásobně se větví. Dužnina je bílé barvy, tuhá a příjemně voní. Trsnatec lupenitý (*Grifola frondosa*) je znázorněn na obrázku 19. (Kříž a kol., 2016; Smotlacha, 2015).

Léčivé účinky: snižuje nežádoucí reakce během léčby chemoterapií (vypadávání vlasů, bolest a nevolnost) a činí ji účinnější s boji proti rakovině (zejména prsu, prostaty a jater). Další použití je proti únavě, vysokému krevnímu tlaku, jaterním onemocněním, HIV atd. (Stengler, 2005).



Obrázek 19. Trsnatec lupenitý (*Grifola frondosa*) (Zíbarová, 2012)

- **Ucho Jidášovo**

Auricularia auricula-judae (Bull.) Quél.

Vyskytuje se nejčastěji na mrtvém dřevě listnáčů (kmeny a spadlé větve), především na bezu černém (*Sambucus nigra*) či buku (*Fagus*). Roste především v lesích, dále také v zahradách a parcích po celý rok. Plodnice tvoří hojně ve vlhkých podmínkách, zvláště po deštích, kdy jsou pružné, chrupavčité, světle až tmavě hnědé barvy, 3 až 10 cm široké a výrazně připomínají tvar ušního boltce. Jejich vnější strana je sametová, vnitřní hladká a lesklá. Za sucha plodnice tvrdnou a jsou téměř černé barvy. Po jejich opětovném namočení se jim vrací původní konzistence i tvar. Obrázek 20. znázorňuje ucho Jidášovo (*Auricularia auricula-judae*) (Antonín, 2003; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: v této makromycetě je přítomna celá řada polysacharidů, zejména různé druhy glukanů, které u lidí snižují hladinu cukru v krvi. Pomocí metody *in vitro* bylo také zjištěno, že polysacharidy stimulují syntézu nukleových kyselin v lymfocytech u lidí, vykazují antimutagenní aktivitu a snižují hladinu cholesterolu. Dále mají imunostimulační, antibiotické, antioxidační, antidiabetické a protizánětlivé účinky. Polysacharidy obsažené v *Auricularia auricula-judae* působí proti srážení krevních destiček a v budoucnu by mohla

být používána jako doplněk výživy a preventivní prostředek proti ateroskleróze a hypertenzi (Socha a kol., 2014).

Příklad jednoho z provedených výzkumů na *Auricularia auricula-judae* je uveden v podkapitole 4.7.



Obrázek 20. Ucho Jidášovo (*Auricularia auricula-judae*) (Zíbarová, 2015)

4.3.3 Léčivé makromycety rostoucí pod jehličnatými i listnatými stromy

Některé druhy léčivých makromycet nejsou vyhraněné na určitý typ hostitele, a proto rostou pod listnatými stromy i jehličnany (Socha a kol., 2014).

- **Hlíva ústříčná**

Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm.

Roste zejména na mrtvém dřevě listnáčů, hlavně buků (*Fagus*), občasně i na smrku (*Picea*), od nížin po horské oblasti. Pokud je období bez mrazů, roste po celý rok, tedy i v zimě a na jaře, hojně převážně od října do prosince. Plodnice vyrůstají v trsech, někdy i několik metrů nad zemí, klobouk je 5 až 20 cm široký, jazykovitého či vějířovitého tvaru. Jeho barva je popelavá, hnědá až šedomodrá. Lupeny jsou bělavé barvy. Dužnina je v mládí šťavnatá a pružná, postupně tvrdne směrem ke třeni, která bývá krátká. Na obrázku 13. je hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) znázorněna (Hagara, 2006).

Léčivé účinky: obsahuje významné bioaktivní látky β -glukany, které vykazují antioxidační, imunomodulační a protizánětlivé účinky. V tradiční čínské medicíně je hlíva

ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) podávána jako prostředek na prodloužení života, při léčbě bolestí bederní oblasti či strnulosti šlach. Používá se ke snížení hladiny cholesterolu a cukru v krvi a doporučené dávkování je 250 až 300 g čerstvých plodnic, či 25 až 30 g prášku z rozdrcených usušených hlív denně. Hlíva ústřičná (*Pleurotus ostreatus*) dále obsahuje ergosterol, terpeny (antimikrobiální a protirakovinná aktivita), lektiny (antibiotické, protiplísňové, protirakovinné účinky), aminokyseliny, proteiny, tuky, vlákninu, mastné kyseliny (hlavně linoleovou a olejovou), další steroly, vitaminy (C, K, P, B a zejména kyselinu listovou B₉, jejíž nedostatek vede k poruchám růstu kostí a vlasů, zánětům v ústní dutině a snížení počtu bílých krvinek) a minerální látky (draslík, železo, fosfor) (Socha a kol., 2014).

Příklad jednoho z mnoha aktuálních poznatků o hlívě ústřičné (*Pleurotus ostreatus*) je uveden v podkapitole 4.7.

- **Holubinka namodralá**

Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.

Roste v listnatých, smíšených a někdy i v jehličnatých lesích od června do října. Vyskytuje se na světlejších místech, okrajích lesa či podél lesních cest u dubů (*Quercus*) a buků (*Fagus*). Klobouk je 5 až 15 cm široký, v mládí polokulovitý a podehnutý, v dospělosti plochý s prohloubením uprostřed, masitý, pružný a na okraji ztenčený, ve stáří pak jen krátce a slabě rýhovaný. Barva je modrá až modrofialová, místy narůžovělá, uprostřed světlejší, někdy modrozelená a vzácně také žlutozelená. Pokožka klobouku je za sucha paprscitě vrásčitá, za vlhka lepkavá. Lupeny jsou husté, ke třeni přirostlé až krátce sbíhavé. Třeň je 5 až 10 cm dlouhá, tlustá, válcovitá až mírně kyjovitá, v dospělosti změkklá. Dužnina je bílá, ve stáří slabě šedne. Obrázek 21. znázorňuje holubinku namodralou (*Russula cyanoxantha*) (Socha a kol., 2007).

Léčivé účinky: holubinka namodralá (*Russula cyanoxantha*) se využívá zejména pro své protirakovinné, antimikrobiální a antioxidační účinky. Patří mezi několik druhů makromycet, v nichž byl identifikován ergon, jež má protirakovinnou a imunosupresní aktivitu. Obsahuje také velké množství mastných kyselin, z nichž nejvíce byly zastoupeny kyselina olejová a linoleová (Socha a kol., 2014).



Obrázek 21. Holubinka namodralá (*Russula cyanoxantha*) (Zíbarová, 2017)

- **Hřib smrkový**

Boletus edulis Bull.

Rozšířen je v celé Evropě, v listnatých, ale hlavně v jehličnatých lesích, neboť je úzce svázán se smrkem ztepilým (*Picea abies*). Je to mykorhizní makromyceta také buku lesního (*Fagus sylvatica*), borovic (*Pinus*) a dalších stromů. Jeho výskyt je stále vzácnější, neboť je u houbařů oblíben, a v současné době je chráněn zákonem. Dobře snáší chladnější podmínky a roste od června do listopadu. Klobouk je 8 až 25 cm široký, polokulovitý, v mládí světle hnědý s hladkou, oslzlou a lesklou pokožkou. V dospělosti je různě hnědě zbarvený a ploše klenutý. Póry a rourky v mládí bělošedé, v dospělosti žlutoolivové. Třeň je 5 až 15 cm dlouhá, bělavě až hnědavě žíhaná. V horní třetině bývá pokryta bělavou síťkou. V mládí má třeň soudkovitý tvar, v dospělosti je válcovitá se zakulacenou bází. Dužnina je bílá, v mládí pevná a později houbovitá. Typickým znakem je jeho častý růst v blízkosti muchomůrky červené (*Amanita muscaria*). Hřib smrkový (*Boletus edulis*) je znázorněn na obrázku 10. (Lang, 2013).

Léčivé účinky: již v tradiční čínské medicíně byly známy zdraví prospěšné vlastnosti hříbu smrkového (*Boletus edulis*), jelikož se v něm nachází velký počet mastných kyselin. Jeho léčivé účinky jsou protizánětlivé, antioxidační a antimikrobiální (Kříž a kol., 2016).

- **Klanolístka obecná**

Schizophyllum commune Fr.

Kosmopolitně rozšířená makromyceta rostoucí hlavně na odumřelých stromech či poraněných živých stromech, také v parcích či zahradách. Vyrůstá po celý rok v hustých skupinách zejména na buku (*Fagus*), dubu (*Quercus*), lípě (*Tilia*), olši (*Alnus*), vzácně i na

jehličnanech jako jsou borovice (*Pinus*) či smrky (*Picea*). Vytváří menší plodnice s kloboukem širokým 1 až 3 cm, s tenkým, mušlovitým až vějířovitým tvarem. Za vlhka je pružný, na povrchu bělavě až šedavě chlupatý, za sucha tvrdne. Třeň chybí, k substrátu přirůstá bokem. Lupeny jsou hnědavé až nařiaovělé, řídké. Obrázek 22. znázorňuje klanolístku obecnou (*Schizophyllum commune*) (Antonín, 2003; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: *Schizophyllum commune* se vyznačuje protirakovinovými, imunostimulačními, chemoprotektivními a antimikrobiálními účinky. Bylo zjištěno, že glukany obsažené v makromycetě působí proti mnoha typům tumorů a prodlužují dobu přežití lidí s neoperovatelnou rakovinou žaludku, střev či děložního krčku.



Obrázek 22. Klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*) (Zíbarová, 2012)

- **Lesklokorka lesklá**

Ganoderma lucidum (Curtis) P. Karst.

Vyskytuje se v oblasti teplomilné květeny od června do listopadu v listnatých a smíšených lesích (převážně na kořenech a pařezech), hlavně na dubu (*Quercus*), habru (*Carpinus*), jedlém kaštanu (*Castanea sativa*) či smrku (*Picea*). Klobouk je 3 až 10 široký, tuhý okrouhlý až vějířovitý, v mládí vyklenutý a v dospělosti zploštělý. Na povrchu je lesklý, červenohnědý a směrem k okraji více do žlutooranžova, zespodu s bělavými a ve stáří nahnědlými póry. Třeň rostoucí z kořene je až 15 cm dlouhá, pokud ale plodnice roste bočně z kmenu, je krátká a někdy dokonce chybí. Lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*) je znázorněna na obrázku 23. (Antonín, 2003; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: zlepšuje celkové zdraví a je vyhledávána k prodloužení života. Často ji používají horolezci v boji proti výškové nemoci a je obsažena v mnoha produktech pro sportovce. Lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*) má několik různých aktivních složek,

z nichž jednou jsou polysacharidy, které prokazují různé imunitní vlastnosti, a druhou jsou triterpeny, jež mají antialergenní a další účinky. *Ganoderma lucidum* také snižuje krevní tlak, inhibuje agregaci destiček, podporuje imunitní systém (využití hlavně jako přídatná léčba rakoviny), snižuje krevní cukr (diabetes), má protizánětlivé účinky a pomáhá při léčbě hepatitidy typu C (Stengler, 2005).

Aktuální poznatky o lesklokorce lesklé (*Ganoderma lucidum*) jsou uvedeny v podkapitole 4.7.



Obrázek 23. Lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*) (Zíbarová, 2011)

- **Outkovka pestrá**

Trametes versicolor (L.) Lloyd

Roste na živém i odumřelém dřevě listnáčů, hlavně na pařezech dubů (*Quercus*), bříz (*Betula*), buků (*Fagus*), vrb (*Salix*), habrů (*Carpinus*) a ojediněle i na jehličnanech jako je smrk (*Picea*), hojně po celý rok. Klobouk je 2 až 8 cm široký, plochý s koncentricky pásovaným povrchem zbarveným šedě, okrově hnědě, červenavě, hnědě, modravě a ve stáří až černě. Okraj klobouk je bělavě olemován. Plodnice jsou přisedlé bokem a vyrůstají ve střechovitě uspořádaných skupinách. *Trametes versicolor* je znázorněna na obrázku 24. (Antonín, 2006; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: byl z ní odvozen jeden z předních světových protinádorových léčiv. Bylo publikováno více než 400 studií, které demonstrují její významné imunomodulační vlastnosti. Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) je dobře známá ve východoasijské medicíně a má zde dlouhou historii v používání. Extrakt z *Trametes versicolor* se používá jako přídatná léčba rakoviny jícnu, plic, žaludku, prsu a tlustého střeva a také jako prevence před nežádoucími účinky při chemoterapii a ozařování. Užívá se dále při infekcích

(dýchacích, močových a zažívacích cest), hepatitidě B a jiných jaterních onemocnění, HIV a proti kožním onemocněním (Stengler, 2005).

Jedna z mnoha nových studií o *Trametes versicolor* je představena v podkapitole 4.7.



Obrázek 24. Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) (Zíbarová, 2017)

- **Penízovka sametonohá**

Flammulina velutipes (Curtis) Singer

Vyskytuje se na mrtvém či živém dřevě listnáčů, jako jsou vrby (*Salix*), olše (*Alnus*), topoly (*Populus*), buky (*Fagus*), jasany (*Fraxinus*), lípy (*Tilia*), břízy (*Betula*), černé bezy (*Sambucus nigra*) a ojediněle se objevuje na jehličnanech. Roste ve skupinách či v trsech v zimním období bez mrazů (převážně září až květen). Klobouk je 1 až 5 cm široký, může dosáhnout velikosti až 10 cm. Barva je žlutá až oranžově hnědá, povrch holý a slizký. Třeň je válcovitá, hlavně ve spodní části typicky sametová a dále tmavne. Lupeny jsou v mládí bělavé, později žluté. Dužnina je pružná. Obrázek 25. znázorňuje penízovku sametonohou (*Flammulina velutipes*) (Gerhardt, 2015; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: posiluje správnou funkci slinivky břišní a imunitní systém. Používá se při léčbě onemocnění jater a žaludečních vředů. Dále obsahuje látky snižující hladinu cholesterolu, krevního tlaku a látky proti stresu či nespavosti (Kříž a kol., 2016).

V podkapitole 4.7 je uveden aktuální poznatek o penízovce sametonohé (*Flammulina velutipes*).



Obrázek 25. Penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*)
(kudlufotoatlashub.blog.cz/penízovka sametonohá, 2011)

4.3.4 Léčivé makromycety rostoucí na travnatých stanovištích (travnaté okraje lesů, louky, stepi, pastviny, pole)

Travnaté porosty bývají na počet druhů léčivých makromycet poměrně chudé. Na těchto lokalitách rostou některé makromycety v početných skupinách často v „čarodějných“ kruzích či pruzích. Vnitřek takového kruhu obsahuje zakrnělou či odumřelou travu (což je dáno růstem mycelia), zatímco na obvodu rostou plodnice hub v početných skupinách. V době růstu houby podhoubí (mycelium) potřebuje mnoho výživných látek (jako je voda, minerální látky, organické látky), a tak nezbyvá potrava ani voda pro zelené rostliny uvnitř kruhu (Mikšík, 2013; Socha a kol., 2014).

- **Čirůvka májovka**

Calocybe gambosa (Fr.) Donk

Roste na otevřených travnatých místech (na loukách často v „čarodějných kruzích“ či pruzích), v křovinách, na okrajích listnatých lesů a luk, na hrázích rybníků, v sadech či v parcích. Hojně se vyskytuje od dubna do června a za příznivých podmínek vyroste ojedinele i na podzim. Klobouk je 4 až 12 cm široký, v mládí vyklenutý s podvinutým okrajem, v dospělosti plochý, nepravidelně zprohýbaný či hrbolatý, na okraji mírně ztenčený. Nejčastěji je bělavé barvy, může být i smetanový, béžový, nahnědlý a někdy

okrově žlutý, jako je vidět na obrázku 26. Pokožka klobouku je za sucha hladká, lysá, někdy nepatrně lesklá, u starších plodnic rozpukaná. Za vlhka je pokožka spíše matná. Lupeny jsou husté, tenké, zoubkem připojené ke třeni. Třeň je 4 až 9 cm dlouhá, nepravidelně tlustá až břichatá, někdy štíhlá a válcovitá, dlouho pevně masitá a v době zralosti uvnitř houbovitě změkklá. Dužnina je masitá až šťavnatá, v mládí bílá a ve stáří se sklonem k okrovatění (Socha a kol., 2012).

Léčivé účinky: snižuje hladinu cukru v krvi a potlačuje zdravotní potíže způsobené cukrovkou. Vykazuje antioxidační a antibakteriální účinky, dále také pozitivně působí na zažívací trakt. Lze ji též použít proti alergiím v podobě namletého prášku z usušených plodnic (Kříž a kol., 2016).



Obrázek 26. Čirůvka májovka (*Calocybe gambosa*) (Zíbarová, 2013)

- **Pečárka polní**

Agaricus campestris L.

Vyskytuje se v trávnících, na loukách a polích v období od června do října. Klobouk je až 10 cm široký, v mládí zploštěle kulovitý, v dospělosti plochý. Lupeny masově růžové, ve stáří černohnědé. Třeň je válcovitá s tenkým bílým prstenem. Pečárka polní (*Agaricus campestris*) je znázorněna na obrázku 27. (Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: obsahuje látky, jež vykazují protinádorovou a antibakteriální aktivitu (účinek proti různým bakteriím, například proti původci tyfu). V minulosti byla z pečárek izolována látka s výrazným antialergickým účinkem, z níž se vyráběl přípravek Campestryl (Kříž a kol., 2016; Socha a kol., 2014).



Obrázek 27. Pečárka polní (*Agaricus campestris*) (Zíbarová, 2017)

4.3.5 Léčivé makromycety rostoucí v sadech, parcích, rumištích, kompostech a na zahradách

Místa ovlivněná člověkem jsou biotopem pro mnoho druhů makromycet po celý rok. V sadech a zahradách lze nalézt různé druhy smržů (*Morchella* spp.), zejména na zbytcích kůry a v kůrové drti. Plodnice sírovce žlutooranžového (*Laetiporus sulphureus*) rostou na ovocných stromech, travnaté plochy v městských zástavbách jsou bohaté na žampiony (*Agaricus*), které vyrůstají také na zbytcích slámy a kompostech spolu s řasnatkou voskovou (*Peziza vesiculosa*) (Mikšík, 2013; Socha a kol., 2014).

- **Pečárka dvouvýtrusá**

Agaricus bisporus (J. E. Lange) Imbach

Vyskytuje se převážně jako průmyslově pěstovaná makromyceta ve více než sedmdesáti zemích světa, dále na člověkem ovlivněných stanovištích mimo les, jako jsou zahrady, parky, komposty či pohnojená místa od dobytka. V pěstírnách se nejefektivněji pěstují na koňském hnoji policovým způsobem. Klobouk je až 12 cm široký, v mládí polokulovitý, v dospělosti plochý. Lupeny v mládí bělavé, poté hnědé a ve stáří černohnědé. Třeň je bílé barvy, válcovitá s tlustým prstenem. Pečárka dvouvýtrusá (*Agaricus bisporus*) je znázorněna na obrázku 28. (Kovář, 1999; Kříž a kol., 2016).

Léčivé účinky: antioxidační a imunomodulační aktivita (velké množství glukanu), metabolický účinek (pozitivní ovlivnění cholesterolu, snižuje hladinu cukru v krvi), protinádorová aktivita (zejména u rakoviny prsu), protizánětlivá aktivita, zdroj antibiotik, užívání při kožních poruchách (Bhushan a kol., 2018).



Obrázek 28. Pečárka dvouvýtrusá (*Agaricus bisporus*)
(kudlufotolashub.blog.cz/pečárka dvouvýtrusá, 2012)

4.4 Makromycety pěstované v domácnostech

Díky moderním technologiím, jako je například internet, a většímu poznání hub, se stále více rozmáhá trend, kdy nadšenci – amatéři, pěstují houby podomácku. Naleznou zde potřebné informace k pěstování různých specialit, ale i návody a rady pro pěstování běžných druhů hub (Lepšová, 2001).

Kovář (1999) ve své knize uvádí několik druhů léčivých makromycet, které lze pěstovat v domácnostech. Patří sem zejména druhy žampionů (*Agaricus* L.), hlívy (*Pleurotus*), ucho Jidášovo (*Auricularia auricula- Judae*), houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*) a mnoho dalších druhů, ke kterým najde amatér návody a rady. V této kapitole jsou shrnuty způsoby pěstování některých léčivých makromycet. Jejich popis a pozitivní účinky na lidské zdraví jsou uvedeny v podkapitolách 4.3, dle jejich přirozeného výskytu.

Nejčastější pěstování pečárek (*Agaricus* L.) v domácnostech je policovou metodou

jako v pěstírně, avšak v menším měřítku. Dále lidé využívají již připravené kultury v substrátu, pěstují žampiony v pařeništi nebo přímo na čerstvém vzduchu, což je metoda nejméně namáhavá a levná, avšak s nezaručenými výnosy (výsledek je ovlivněn počasím, škůdci a dalšími faktory) (Kovář, 1999).

Hlívy (*Pleurotus*) pěstují amatéři na dřevě, pařezech a špalcích z listnatých stromů, jež se umístí na teplé místo na zahradě a vynesou na 1 m² dřeva až 200 kg hub za rok. Pěstování hlívy na slámě je pro amatéry značně obtížné, jelikož vyžaduje technologie a zkušenosti. Nejjednodušším způsobem je zakoupení naočkovaného substrátu v pytli, který obsahuje i vhodný návod a v příznivých podmínkách lze získat mnoho kilogramů plodnic. Na vlhkých a slatinných místech lze hlívu pěstovat i ve špalcích, které se naskládají na sebe a sadba se umístí mezi ně. Také lze špalky navrtat vrtákem či vyříznout klíny, do kterých se vloží sadba a postačí jen zalévat a sklízet (Kovář, 1999).

Ucho Jidášovo (*Auricularia Auricula-judae*) lze zakoupit jako sadbu a pěstovat na špalcích a větvích listnatých stromů (Kovář, 1999).

Houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*) se nejlépe pěstuje na špalcích či silných větvích dubů (*Quercus*), buků (*Fagus*), habrů (*Carpinus*) a bříz (*Betula*). Do špalků se navrtají čtyři otvory, naplní se sadbou a utěsní voskem. Po prorůstání mycelia se špalky přemístí do skleníku či volně do stínu a rosí se vodou. Plodnice se poté objevují ve vlnách (od jara do podzimu) a z jednoho špalku můžeme sklízet i pět let (Kovář, 1999).

4.5 Průmyslově pěstované makromycety

V dávné minulosti byla pro člověka záměrná výroba hub obtížná, jelikož ji dlouhou dobu nedokázal sám zvládnout. Písemné doklady ze světa o promyšleném pěstování pochází z 3. století před naším letopočtem. V tomto období se v Číně pěstovaly boltcovitky (*Auricularia*) a o století později začali Japonci s pěstováním houževnatce jedlého (*Lentinula edodes*). Ve 3. století před naším letopočtem také Theofrastos popsal mykorhizní podzemní houby lanýže (*Tuber*) (Kovář, 1999; Šašek a kol., 2001).

Kovář (1999) ve svém díle uvádí, že první ověřené zprávy o pěstování makromycet v Evropě pochází z 15. století z Francie. Jednalo se zejména o žampiony (*Agaricus*), jež byly pěstovány v pařeništích po melounech. Ke kulturnímu pěstování makromycet v Evropě došlo až v 17. století po objasnění životních podmínek a fází vývoje. Šašek a kol. (2001)

poukazuje ale na to, že pěstování žampionů bylo po dlouhou dobu empirické, neboť pozorování probíhalo v přírodních podmínkách s nestabilními a nízkými výnosy.

Pěstování makromycet je po ekonomické stránce pro zemědělce velice výnosné, jelikož základem substrátu jsou zejména odpadní či sekundární produkty jiných odvětví zemědělské výroby. Aby mohly být druhy makromycet průmyslově pěstovány, musely se vyšlechtit na produktivní kmen (zejména z ekonomických důvodů) a splňovat tyto podmínky: růst dobře na odpadních surovinách (sláma, hnůj, piliny, kukuřičná sláma atd.), jejich plodnice musí tvořit dostatečné množství, splňovat hmotnost, být zdravotně nezávadné a samozřejmě chutné (Kovář, 1999; Šašek a kol., 2001).

Hlavní průmyslově pěstované makromycety v České republice jsou zejména žampiony (*Agaricus*) a hlívy (*Pleurotus*). V menším množství dále límcovka vrásčitoprstenná (*Stropharia rugosoannulata*), vyšlechtěné kultivary z Japonska penízovky sametonohé (*Flammulina velutipes*), houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*) a ucho Jidášovo (*Auricularia auricula-judae*), které však roste poměrně hojně v přírodních podmínkách na bezu černém (*Sambucus nigra*) a dalších stromech (Kovář, 1999).

Stručný popis průmyslově pěstovaných léčivých makromycet spolu s jejich léčivými vlastnostmi je uveden v podkapitolách 4.3.

4.6 Využití makromycet ve farmaceutickém průmyslu

Farmaceutický průmysl vyvinul celou řadu houbových doplňků, avšak jen velmi malé množství z nich odpovídá podobným účinkům, jež byly a jsou používány v tradiční (alternativní) asijské medicíně. Zásadními problémy zůstávají výrobní metody a kvalita a účinnost produktu. Způsob, jakým je houbový doplněk vyráběn, je kriticky důležitý k dosažení zdravotních přínosů. Východoasijská tradiční medicína používala doplňky získané extrakcí horké vody (výroba čajů či odvarů), což zůstává z hlediska zdravotní účinnosti nejlepší výrobní metodou. Dalším výrobním způsobem je mletí celých sušených hub a mycelií na prášek, který se ale nedoporučuje v tradiční medicíně ani při lékařských výzkumech, neboť hrozí rozbití důležitých struktur. Pro člověka, jež si chce zakoupit potravinový doplněk, je důležité pochopení popisu na štítku houbového doplňku, neboť právě tam lze nalézt jeho složení (Stengler, 2005).

Léčivý přípravek v České republice je látka či kombinace látek, jež má léčebné či preventivní vlastnosti v případě onemocnění lidí nebo zvířat. Registrace takového léčiva je

prováděna na základě farmaceutických zkoušek, dále preklinického a klinického testování, což zajistí účinek a bezpečnost. Na druhé straně jsou poté doplňky stravy, u nichž není vyžadováno klinického testování, jelikož se posuzuje pouze jejich zdravotní nezávadnost a schvaluje je Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Účinky houbových doplňků nejsou nikým posuzovány a výrobce tak může jako popis uvádět pouze obecné vyjádření podpůrných a zdravotních vlastností, nelze uvést jejich léčivost. Největší množství léčivých látek tedy stále zůstává v čerstvě nasbíraných či zakoupených makromycetách (Socha a kol., 2014).

4.7 Přehled aktuálních poznatků pozitivního působení makromycet na zdraví člověka

Kapitola představuje aktuální poznatky vybraných druhů makromycet, které pozitivně působí na lidské zdraví.

- **Hlíva ústříčná** (*Pleurotus ostreatus*)

Využití houbových odpadů, jakožto zdroje hodnotných sloučenin, je důležitým přístupem k udržitelnému rozvoji lidské společnosti. β -glukan, extrakt z hub a houbových odpadů, je jedním z nejvíce studovaných proteinových komplexů, který je známý svými pozitivními účinky na lidské zdraví, jako je snížení hladiny glykémie, snížení cholesterolu či protinádorová aktivita atd. (Frioui a kol., 2017).

Frioui a kol. (2017) studovali vliv β -glukanu, extrahovaného z makromycety *Pleurotus ostreatus*, po přidání do mouky, jež byla dále použita k výrobě pekařského chleba. Srovnávací studie poté ukázala pozitivní charakter těsta získaného přidáním extraktu z hlívy ústříčné a otevřela tak možnost přípravy nových funkčních potravin v oblasti pekařského průmyslu.

- **Houževnatec jedlý** (*Lentinula edodes*)

Makromycety jsou v současné době široce zmiňovány díky svým léčivým vlastnostem. Přesto bylo provedeno jen velmi málo klinických testů na lidech. Cílem jedné z mnoha studií prováděných v roce 2015 bylo zjistit, zda konzumace celých, sušených makromycet *Lentinula edodes* může zlepšit imunitní funkci člověka (Dai a kol., 2015).

52 zdravých mužů a žen se zúčastnilo čtyřtýdenní studie, při níž konzumovali 5 až 10 g houževnatce jedlého. Na konci studie bylo prokázáno, že konzumace těchto makromycet zlepšuje buněčné efektorové funkce. Pravidelná konzumace *Lentinula edodes* tedy zlepšuje imunitu (Dai a kol., 2015).

- **Lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*)**

Léčivé houby se používají v populární medicíně především kvůli své protinádorové a imunomodulační činnosti. *Ganoderma lucidum* je druh houby, který je již po dlouhou dobu využíván k lékařským účelům. Studie prováděná v Brazílii hodnotila právě protinádorové a imunomodulační vlastnosti lesklokorky lesklé na myších. Výsledky ukázaly, že polysacharidy, jako jsou β -glukany a další metabolity hub, mohou případně podporovat dominanci T- buněk (T- lymfocyty, druh bílých krvinek), která je nezbytná k omezení růstu nádorů (Rubel a kol., 2018).

Výzkum prováděný v USA popisuje vznikající mechanismy působení protirakovinných funkcí hub, které slibují jejich využití v praxi. Doplnková a alternativní medicína je stále oblíbenější a stává se součástí onkologické péče. Lidé vyhledávají mykoterapii, jelikož zlepšuje celkovou účinnost onkologické léčby, zvyšuje imunitu a snižuje vedlejší nežádoucí účinky. Kvůli své tvrdé struktuře není *Ganoderma lucidum* jedlá houba, ale je konzumována v podobě čajů, bylinných nápojů či doplňků a v mnoha asijských zemích se intenzivně kultivuje. V současné době je ale potřeba dokončit mnoho prováděných klinických testů na lidech, aby byly všechny potenciální léčivé účinky potvrzeny (Rossi a kol., 2018).

- **Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*)**

Druhy *Trametes* představují bohatý zdroj výživných sloučenin s důležitými farmakologickými vlastnostmi, jako jsou antioxidační, protizánětlivé a protirakovinné účinky. Faktory, jako je genetické pozadí, doba sklizně, geografická poloha, klimatické podmínky a další, ovlivňují charakter bioaktivních sloučenin a jejich koncentraci v outkovkách (Pop a kol., 2018).

Cílem studie prováděné na univerzitě v Rumunsku bylo stanovit antioxidační kapacitu atd. ve dvou druzích outkovek, z nichž jedna byla právě *Trametes versicolor*. Tyto makromycety jsou potenciálně přínosné pro lidské zdraví (ib.).

Byly analyzovány extrakty a získané výsledky naznačují, že druhy *Trametes* jsou důležité zdroje bioaktivních sloučenin a jejich složení je ovlivňováno původem zeměpisné

oblasti. Látky získané z outkovek budou velice důležité pro budoucí vývoj nových léčiv (ib.).

- **Penízovka sametonohá** (*Flammulina velutipes*)

Z penízovky sametonohé (*Flammulina velutipes*) byl extrahován nový polysacharid rozpustný ve vodě (FVP1) tradiční metodou (extrakce vodou a srážení alkoholu). Fyzikálně chemická charakterizace ukázala, že FVP1 je homogenní polysacharid, který je složen z manózy, glukózy a galaktózy. FVP1 vykazoval imunitní aktivitu a také významnou aktivitu povrchové protilátky proti hepatitidě B (Zhang a kol., 2018).

Tyto výsledky naznačují, že FVP1 má novou úlohu jako imunomodulátor v doplňcích stravy k prevenci hepatitidy B (ib.).

- **Rezavec šikmý** (*Inonotus obliquus*)

Využívání rezavce šikmého pochází zejména z východního Ruska, kde se z něho připravoval tradiční čaj k léčbě rakoviny, virových onemocnění, bakteriálních infekcí a trávicích poruch (Powell, 2014).

Mezi hlavní aktivní složky *Inonotus obliquus* patří kyselina betulinová, která vykazuje rozsáhlou protinádorovou aktivitu. Polysacharidové složky obsažené v makromycetě působí imunomodulačně a dohromady s kyselinou betulinovou pozitivně ovlivňují léčbu rakoviny prsu, žaludku, plic, kůže a tak dále (ib.).

Léčivé doplňky musí být vyrobeny z divoce rostoucího rezavce šikmého, neboť právě ty obsahují hlavní aktivní složky získané z kůry hostitelského stromu. Většina tradičních použití je založena na extrakci horké vody (čaje), avšak deriváty kyseliny betulinové jsou rozpustné v alkoholu a z toho důvodu se někdy používají tinktury nebo jiné extrakty na bázi alkoholu (ib.).

- **Ucho Jidášovo** (*Auricularia auricula-judae*)

Rychlá a rostoucí hrozba pro lidské zdraví na celém světě je obezita, jelikož je zodpovědná za velkou část celkového zatížení nemocí. Kontrola obezity by se měla stát důležitým faktorem, který by zabránil mnoha chorobám. Nedávná studie zkoumala aktivitu a mechanismus z extraktu *Auricularia auricula-judae* při metabolické poruše jater u myši. Byly zkoumány jaterní výsledky, které ukázaly, že tělesná hmotnost a hmotnost tukové tkáně byly významně sníženy, což naznačuje, že *Auricularia auricula-judae* může snížit riziko hepatální steatózy (Reza a kol., 2015).

5 Didaktická analýza odborného tématu

Téma bakalářské práce spadá dle RVP pro gymnázia do vzdělávací oblasti Biologie, konkrétně Biologie hub. Očekávaným výstupem je „*posouzení ekologického, zdravotního a hospodářského významu hub a lišejníků*“ (RVPG, 2007).

Téma dvou vyučovacích hodin nese název Pozitivní účinky konzumace makromycet na zdraví člověka, které jsem zařadila do prvního ročníku čtyřletého všeobecného gymnázia. Mezi hlavní cíle vyučovacích hodin patří rozeznání pozitivních účinků konzumace makromycet na zdraví člověka, dále také aktivní zapojení žáků při vyplňování pracovního listu a nákres schématu makromycety. Kognitivní cíl žáka je charakterizovat houby (*Fungi*), rozeznat rozdíl mezi mikromycetou a makromycetou, vyjmenovat zástupce léčivých makromycet a vysvětlit jejich léčivé účinky. Afektivním cílem žáka bude aktivně se zapojit do vyplňování pracovního listu. Psychomotorický cíl bude pro žáka nakreslit schéma makromycety dle předlohy. Jako organizační formu výuky jsem si zvolila hromadnou (frontální) výuku. Jako organizační metody jsem vybrala výklad, rozhovor a práci s pracovním listem (Obst, 2017).

Níže přikládám pracovní list pro pedagogy a v příloze pracovní list pro žáky spolu s řešením. Tyto materiály lze využít jako oporu, motivaci i zpestření vyučovacích hodin biologie hub.

Pozitivní účinky konzumace makromycet na zdraví člověka

Zpracovala Aneta Bažantová

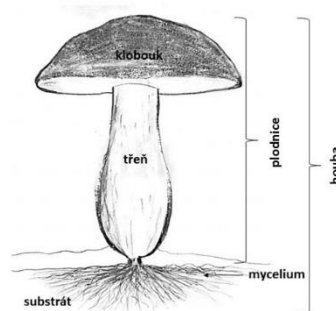
Časová náročnost	2 vyučovací hodiny
Zařazení dle RVP (mezipředmětové vztahy)	Biologie – biologie hub
Doporučené metody a organizační formy	<i>Metody výuky:</i> Instruktaž, diskuse, práce s textem <i>Organizační formy výuky:</i> hodina základního typu
Téma	Léčivé makromycety
Základními pojmy	taxonomie hub, makromycety, mikromycety, chitin, plodnice, klobouk, třeň, léčivé účinky
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák dokáže posoudit ekologický, zdravotní a hospodářský význam makromycet • žák dokáže charakterizovat makromycety • žák dokáže vysvětlit rozdíl mezi makromycetou a mikromycetou • žák dokáže aktivně aplikovat získané poznatky na předloženém materiálu • žák dokáže nakreslit a popsat makromycety
Klíčové kompetence	<ul style="list-style-type: none"> • kompetence k učení: žáci jsou vedeni k užívání správné terminologie, žáci si rozšiřují poznatky o makromycetách, poznatky upevňují pozorováním; • kompetence k řešení problémů: žáci porovnávají makromycety a mikromycety; • kompetence komunikativní: žáci diskutují o problematice makromycet, jsou vedeni k samostatnému vyjadřování; • kompetence sociální: žáci řeší samostatně zadané úkoly, žáci jsou vedeni k uvědomování si schopností a dovedností jednotlivců; • kompetence pracovní: žáci si vytváří potřebné poznatky a uvědomují si nutnost systematické práce.
Teoretický úvod	<p><u>Houba</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • heterotrofní organismus (organické látky získává ze svého okolí a převádí na látky anorganické) • v buňkách nejsou chloroplasty (jako je tomu u rostlin) • na světě popsáno kolem 100 000 druhů

Vnější stavba

- *hyfy* – protáhlé buňky hub
- *mycelium* – podhoubí (spletené hyfy)
- *plodnice* - za příznivých podmínek vytvářeny na myceliu
 - slouží k tvorbě spor
 - tvořena nohou (třeň) a kloboukem

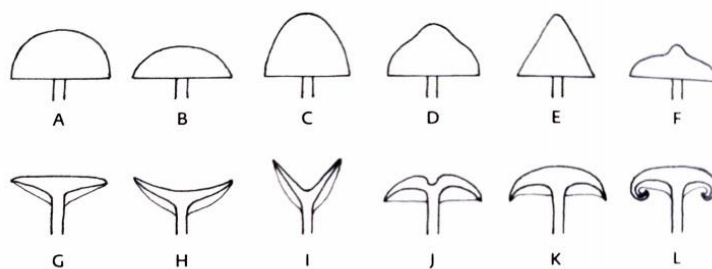
Vnitřní stavba

- čerstvé houby tvořeny převážně vodou (až 95 %)
- *chitin* – hlavní složka buněčné stěny podhoubí a plodnic, polysacharid
- v buněčných stěnách hub dále přítomna voda, bílkoviny, cukry, tuky, minerální látky



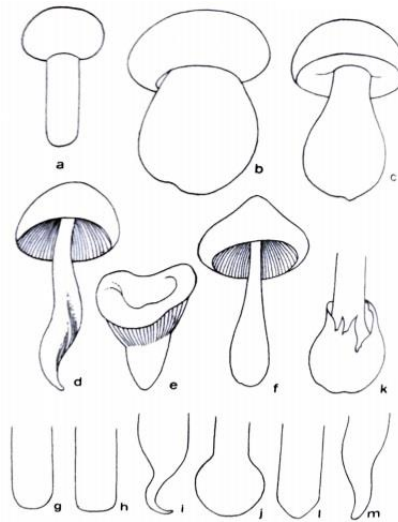
Obrázek 1. Schéma houby (vlastní dílo, 2018; dle Šašek a kol., 2001)

Tvary klobouku



Obrázek 2. Tvar klobouku (A: polokulovitý, B: vyklenutý, C: paraboloidní, D: zvonovitý, E: kuželovitý, F: vyklenutý s hrbolem, G: plochý, H: prohloubený, I: nálevkovitý, J: vyklenutý s prohloubeným středem, K: okraj klobouku podehnutý, L: okraj klobouku podvinutý) (Holec a kol., 2012, s. 32)

Typy třeně



Obrázek 3. Typy třeně (a: válcovitý, b: soudkovitý, c: břichatý, d: vřetenovitý, e: kuželovitý, f: kyjovitý; ukončení báze třeně, g: zaokrouhlené, h: tupé, i: zahrocené, j: hlízovité, k: hlízovité s pochvou, l: kořenující, m: zúžené)

(Smotlacha, 2001, s. 38)

Taxonomické rozdělení hub

- *Chytridiomycota*
- *Microsporidiomycota*
- *Zygomycota*
- *Chlomeromycota*
- *Ascomycota* (houby vřeckovýtrusé)
 - pohlavní rozmnožování založeno na tvorbě vřecka (ascus)
 - nejpočetnější skupina hub
 - využití v potravinářství a farmacii
- *Basidiomycota* (houby stopkovýtrusé)
 - plodnice nesou ve své výtrusorodé vrstvě (hymenium) stopky (bazidie) s výtrusy (bazidiospory), které se vytváří na stopečkách (sterigmatech)

Makromyceta

- houba s plodnicí viditelnou pouhým okem
- zahrnuje oddělení *Ascomycota* a *Basidiomycota*
- dle jejich konzumace je dělíme na- jedlé
 - nejedlé a nepoživatelné
 - jedovaté

- léčivé

- opakem je mikromyceta (plodnice viditelná pod mikroskopem)

Léčivé makromycety

- mají pozitivní a léčivé účinky
- užívají se na léčbu nemocí či na prevenci
- posilují imunitní systém, působí protinádorově, antioxidačně, antibakteriálně, antiparaziticky, detoxikačně a látky z nich snižují cholesterol, krevní tlak a mnoho dalšího

Rozšíření léčivých makromycet

- pod jehličnatými stromy
- pod listnatými stromy
- pod jehličnatými i listnatými stromy
- travnatá stanoviště (travnaté okraje lesů, louky, stepi, pastviny, pole)
- sady, parky, rumiště, komposty, zahrady
- pěstování v domácnostech
- průmyslové pěstování
- využití ve farmacii

Významní zástupci léčivých makromycet

- březovník obecný (*Piptoporus betulinus*)
- hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*)
- houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*)
- choroš oříš (*Polyporus umbrallatus*)
- klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*)
- lesklokorka lesklá (*Ganoderma lucidum*)
- outkovka pestrá (*Trametes versicolor*)
- pečárka dvouvýtrusá (*Agaricus bisporus*)
- penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*)
- rezavec šikmý (*Inonotus obliquus*)
- slizečka porcelánová (*Oudemansiella mucida*)
- trsnatec lupenitý (*Grifola frondosa*)
- ucho Jidášovo (*Auricularia auricula – judae*)

<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<p>HOLEC, J., BIELICH, A., BERAN, M. <i>Přehled hub střední Evropy</i>. 1. vydání. Praha: Academia, 2012. 624 s. ISBN 978-80-200-2077-2</p> <p>KŘÍŽ, M., MAROUNEK, D. <i>Zázračné houby: Léky najdete v lese</i>. 1. vydání. Praha: BVD, 2016. 146 s. ISBN 978-80-87090-85-5</p> <p>MIESLEROVÁ, B., SEDLÁŘOVÁ, M., LEBEDA, A. <i>Praktické využití hub a houbám podobných organismů v potravinářství, zemědělství, lékařství a průmyslu</i>. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 175 s. ISBN 978-80-244-4703-2</p> <p>MIKŠÍK, M. <i>Poznáváme jarní houby</i>. Praha: Grada, 2013. ISBN: 978-80-247-4403-2</p> <p>SOCHA, R., JEGOROV, A. <i>Encyklopedie léčivých hub</i>. 1. vydání. Praha: Academia, 2014. 768 s. ISBN 978-80-200-2312-4</p> <p>SMOTLACHA, M., <i>Kapesní atlas hub</i>. Praha 3: Ottovo nakladatelství, 2015. 304 s. ISBN 978-80-7451-462-3</p> <p>ŠAŠEK, V., JABLONSKÝ, I., BAIER, J. <i>Pěstujeme houby</i>. 1. vydání. Příbram: Grada Publishing, 2001. 108 s. ISBN 80-247-0147-2</p>
<p>Pomůcky nutné k výuce:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • psací potřeby • pracovní list pro žáky • atlas hub
<p>Plán realizace výuky:</p>	<p>Před započítím výuky je třeba zajistit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vytvořit seznam doporučených knih • vypůjčení knih z knihovny (atlasů) • zajistit pracovní list pro každého žáka <p>V průběhu výuky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • učitel musí průběžně kontrolovat práci studentů • řešit případné problémy s vyplněním pracovních listů

Doporučení pro učitele	<ul style="list-style-type: none"> • Při rozdělování žáků do skupin je třeba zohlednit individuální potřeby žáků a sestavit dvojice tak, aby byly svými schopnostmi vyrovnané. • Na navrženém hodnocení by se měli podílet také žáci. • Po skončení práce je vhodné předložit žákům dotazník pro zpětnou vazbu pedagoga.
Přílohy	<p>Příloha č. 3: Pracovní list pro žáky</p> <p>Příloha č. 4: Řešení k pracovnímu listu pro žáka</p>

6 Závěr

Práce se zabývá historií makromycet, jejich postavením v systému hub (*Fungi*), složením a stavbou těla, mykogeografií, podstatou jejich pozitivního účinku na lidské zdraví a aktuálními výzkumy.

Veškeré informace byly získány z knižních a elektronických zdrojů, domácích i zahraničních, z oblasti léčivých účinků makromycet na zdraví člověka. Byly zpracovány vybrané druhy makromycet, které vykazují léčivé vlastnosti, jejich charakteristika, dostupnost, podstata pozitivního působení při různých onemocněních a stručný přehled aktuálních poznatků z výzkumů zaměřených na pozitivní účinky makromycet na lidské zdraví. Další léčivé druhy makromycet nebyly předmětem bakalářské práce.

V tradičním východoasijském léčitelství jsou makromycety, jako zdroj léčiv, využívány po mnohá staletí, avšak západní civilizace začala s jejich užíváním a zkoumáním o poznání později. V posledních desetiletích je tento obor velice perspektivní, jelikož spousta druhů makromycet je podrobena výzkumům, které lidské civilizaci pomohou při léčbě a prevenci řady onemocnění.

7 Referenční seznam

7.1 Literární zdroje

ANTONÍN, V. *Encyklopedie hub a lišejníků*. Praha: Libri, 2006. 472 s. ISBN 80-200-1476-4

ANTONÍN, V. *Houby: česká encyklopedie*. Praha: Reader's Digest Výběr, 2003. 448 s. ISBN 80-861-9671-2

ARDIGÒ, W. *Healing with Medicinal Mushrooms: A practical handbook*. Roma, Italy: Youcanprint Self- Publishing, 2017. 392 s. ISBN 9788892646858

FERREIRA, I. C. F. R., BARROS, L., MORALES., P. *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Foods Properties and Applications*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2017. 496 s. ISBN 978-1-118-94462-2

GERHARDT, R. *Houby: klíč ke spolehlivému určování: 3 znaky*. 9. vydání. Čestlice: Rebo International CZ, 2015. 239 s. ISBN 978-80-255-0958-6

HAGARA, L., ANTONÍN, V., BAIER, J. *Velký atlas hub*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2005. 432 s. ISBN: 80-7360-334-9

HAGARA, L. *Houby: atlas*. Martin: Neografie, 2006. 416 s. ISBN 80-88892-71-6

HOLEC, J., BIELICH, A., BERAN, M. *Přehled hub střední Evropy*. Praha: Academia, 2012. 624 s. ISBN 978-80-200-2077-2

KOUT, J. *Vybrané kapitoly z mykologie*. Plzeň: Západočeská univerzita, Ústav celoživotního vzdělávání, 2014. ISBN 978-80-261-0349-3

KOVÁŘ, L. *Breviř o houbách*. Praha: Olympia, 1999. 160 s. ISBN 80-7033-593-9

KŘÍŽ, M., MAROUNEK, D. *Zázračné houby: Léky najdete v lese*. Praha: BVD, 2016. 146 s. ISBN 978-80-87090-85-5

LANG, A. *Houby: Objevte a určete nejdůležitější druhy*. Praha: Svojtka & Co, 2013. 256 s. ISBN 978-80-256-1057-2

LEPŠOVÁ, A. *Zázračná houba? Hlíva ústříčná*. Vimperk: Víkend, 2001. 63 s. ISBN 80-7222-181-7

MARLEY, G. *Mushrooms for Health: Medicinal secrets of Northeastern Fungi*. East Peoria, Illinois: Down East Books, 2009. 112 s. ISBN: 978-0-89272-808-4

MIESLEROVÁ, B., SEDLÁŘOVÁ, M., LEBEDA, A. *Praktické využití hub a houbám podobných organismů v potravinářství, zemědělství, lékařství a průmyslu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 175 s. ISBN 978-80-244-4703-2

MIKŠÍK, M. *Poznáváme jarní houby*. Praha: Grada, 2013. ISBN: 978-80-247-4403-2

OBST, O. *Obecná didaktika*. 2. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. 176 s. ISBN 978-80-244-5141-1

POWELL, M. *Medicinal Mushrooms: The Essential Guide*. Oxford: Mycology Press, 2014. 67 s. ISBN 978-0-9566898-2-5

SMOTLACHA, M., ERHARTOVI M. a J. *Houbařský atlas: s osvědčenými kuchařskými recepty*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2004. 178 s. ISBN 80-7181-863-1

SMOTLACHA, M., *Kapesní atlas hub*. Praha 3: Ottovo nakladatelství, 2015. 304 s. ISBN 978-80-7451-462-3

SOCHA, R., BAIER, J., HÁLEK, V. *Sbíráme čirůvky aneb další chutné houby do naší kuchyně*. Praha: Aventinum, 2012. 253 s. ISBN 978-80-7442-025-2

SOCHA, R., BAIER, J., HÁLEK, V. *Sbíráme holubinky aneb jak nasbírat houby, když nerostou hříby*. Praha: Aventinum, 2007. 199 s. ISBN 80-86858-29-4

SOCHA, R., JEGOROV, A. *Encyklopedie léčivých hub*. Praha: Academia, 2014. 768 s. ISBN 978-80-200-2312-4

STENGLER, M. *The Health Benefits of Medicinal Mushrooms*. Laguna Beach, CA: Basic Health Publications, Inc., 2005. 44 s. ISBN 978-1-59120-143-4

ŠAŠEK, V., JABLONSKÝ, I., BAIER, J. *Pěstujeme houby*. Příbram: Grada Publishing, 2001. 108 s. ISBN 80-247-0147-2

7.2 Internetové zdroje

Adl, S. M. a kol. (2012). *The Revised Classification of Eukaryotes*. Doi.wiley.com [online]. [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x/epdf>

Atlas hub online. *Houbaření* [online]. [cit. 2016-03-31].

Dostupné z: <http://www.houbareni.cz/houby.php>

Atlas saprofytických a parazitických dřevokazných hub. *Dřevokazné houby: Hlenky* [online]. [cit. 2016-07-15]. Dostupné z: <http://ohoubach.blogspot.cz/2011/01/hlenky.html>

Barron, G. (2013). *Penicillium- monovercillate*. Atrium.lib.uoguelph.ca [online].

[cit. 2016-09-11]. Dostupné z: https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/6119/Penicillium_monovercillate.jpg?sequence=1&isAllowed=y

Bhushan, A., Kulshreshtha, M. (2018). *The Medicinal Mushroom Agaricus bisporus: Review of Phytopharmacology and Potential Role in the Treatment of Various Diseases*. Journal of Nature and Science of Medicine [online]. [cit. 2018-07-16]. Dostupné z: <http://www.jnsmonline.org/article.asp?issn=2589-627X;year=2018;volume=1;issue=1;spage=4;epage=9;aulast=Bhushan>

Biological Library. *Gametangiogamie* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id4115/>

Dai, X., Stanilka, J., M., Rowe, Ch., A. a kol. (2015). *Consuming Lentinula edodes (Shiitake) Mushrooms Daily Improves Human Immunity: A Randomized Dietary Intervention in Healthy Young Adults*. Journal of the American College of Nutrition [online]. [cit. 2018-07-24]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2014.950391>

FIALA, M. *Lentinula edodes BioLib: Biological Library* [online]. 2015 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/image/id281900/>

Figueira, M., S., Sá, L., A., Vasconcelos, A., S. a kol. (2014). *Nutritional Supplementation with the Mushroom Agaricus sylvaticus Reduces Oxidative Stress in Children with HIV*. Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology [online]. [cit. 2018-07-17]. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/cjidmm/2014/609016/abs/>

Frioui, M., Shamtsya, M., Gaceu, L. a kol. (2017). *Rheological Influence of (1-3) (1-6) Mushrooms β - Glucan, used as Flour Substitution in Bakery Industry*. Web of Science [online]. [cit. 2018-07-18]. Dostupné z: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=E1HIZtAq7fNxmyEcgx2&page=1&doc=2

Fungi of Egypt. *Home*. [online]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.fungiofegypt.com/index.html>

Houbaření- atlas hub. *Hadovka smrdutá* [online]. [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: http://www.houbareni.cz/houba/hadovka_smrduta

JIRÁSEK, S. *Amanita phalloides*. *BioLib: Biological Library* [online]. 2002 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id14752/?taxonid=60473>

KESL, M. *Agaricus sylvaticus*. *BioLib: Biological Library* [online]. 2005 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id14061/?taxonid=60506>

KOUKOL, O. Původ hub. *Živa*. Praha 1: Academia, 2017, 2017(5), 198- 200. ISSN 0044-4812. Dostupné také z: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/puvod-hub.pdf>

Kudlův fotoatlas hub. *Pečárka dvouvýtrusá* [online]. [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://kudlufotoatlashub.blog.cz/1204/pecarka-dvouvytrusna-hneda-agaricus-bisporus>

Kudlův fotoatlas hub. *Penízovka sametonohá* [online]. [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://kudlufotoatlashub.blog.cz/1101/penizovka-sametonoha-flammulina-velutipes-var-velutipes>

Myco Group s. r. o. *Mykoweb* [online]. [cit. 2018-06-28]. Dostupné z: <http://www.mykoweb.cz/atlas-hub>

Pop, R., M., Puia, I., C., Puia, A. a kol. (2018). *Characterization of Trametes versicolor: Medicinal Mushroom with Important Health Benefits*. Web of Science [online]. [cit. 2018-07-20]. Dostupné z: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=F4FX9llnx7I8yYXr4Iv&page=1&doc=3

PŘIBYL, T. *Pleurotus ostreatus*. *BioLib: Biological Library* [online]. 2006 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id13904/?taxonid=60374>

Příroda.cz. *Slovník: Biotop* [online]. [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/slovník.php?detail=118>

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. *Systém a fylogeneze „nižších rostlin“ (pro pokročilé)* [online]. [cit. 2016-07-15]. Dostupné z: http://www.sci.muni.cz/botany/mycology/repetit/i_myxomycota+oomycota.pdf

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (2007): *Biologie*. Výzkumný ústav pedagogický v Praze. Praha. [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/684/>

Reza, A., Hossain, A., Damte, D. a kol. (2015). *Hypolipidemic and Hepatic Steatosis Preventing Activities of the Wood Ear Medicinal Mushroom Auricularia auricula-judae (Higher Basidiomycetes) Ethanol Extract In Vivo and In Vitro*. International Journal of Medicinal Mushrooms. [online]. [cit. 2018-07-24]. Dostupné z: <http://dl.begellhouse.com/journals/708ae68d64b17c52,5c93eb0962bab6ac,64487fc072778873.html>

Rossi, P., Diffrancia, R., Quagliariello, V. a kol. (2018). *B-glucans from Grifola frondosa and Ganoderma lucidum in breast cancer: an example of complementary and integrative medicine*. National Center for Biotechnology Information. [online]. [cit. 2018-07-23]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5973856/>

Rubel, R., Santa, H., S., D., Santos, L., F. a kol. (2018). *Immunomodulatory and Antitumoral Properties of Ganoderma Lucidum and Agaricus brasiliensis (Agaricomycetes) Medicinal Mushrooms*. International Journal of Medicinal Mushrooms. [online]. [cit. 2018-07-23]. Dostupné z: <http://www.dl.begellhouse.com/journals/708ae68d64b17c52,31a39db86881b79c,4008c65255bf2a2a.html>

Sedlářová, M. (2007). *Systém houbových organismů* [online]. [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: http://old.botany.upol.cz/prezentace/sedlarova/System_hub_1.pdf

Sedlářová, M., Vašutová M. (2004 – 2007). *Atlas houbových organismů*. [online]. [cit. 2016-09-11]. Dostupné z: <http://old.botany.upol.cz/atlas/system/oomygota.php>

Slovník cizích slov. *Pojem konidie* [online]. [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/konidie>

Ústav botaniky a zoologie, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. *Systém a vývoj hlenek, hub a lišejníků*. [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/botany/studium/nr-houby.htm#ascomycota>

Zhang, T., Ye, J., Xue, CH. a kol. (2018). *Structural characteristics and bioactive properties of a novel polysaccharide from Flammulina velutipes*. ScienceDirect.com [online]. [cit. 2018-07-19]. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861718306234>

ZÍBAROVÁ, L. *Agaricus campestris*. *Mykologie.net* [online]. 2017 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/lupenate/item/2571-agaricus-campestris>

ZÍBAROVÁ, L. *Auricularia auricula-judae*. *Mykologie.net* [online]. 2015 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/rosoly/item/111-auricularia-auricula-judae>

ZÍBAROVÁ, L. *Calocybe gambosa*. *Mykologie.net* [online]. 2013 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/lupenate/item/786-calocybe-gambosa>

ZÍBAROVÁ, L. *Ganoderma lucidum*. *Mykologie.net* [online]. 2011 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/chorose/item/410-ganoderma-lucidum>

ZÍBAROVÁ, L. *Grifola frondosa*. *Mykologie.net* [online]. 2012 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/chorose/item/745-grifola-frondosa>

ZÍBAROVÁ, L. *Inonotus obliquus*. *Mykologie.net* [online]. 2006 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/chorose/item/2326-inonotus-obliquus>

ZÍBAROVÁ, L. *Mucida mucida*. *Mykologie.net* [online]. 2015 [cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/lupenate/item/253-mucidula-mucida>

ZÍBAROVÁ, L. Piptoporus betulinus. *Mykologie.net* [online]. 2008 [cit. 2018-07-25].
Dostupné z: <http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/chorose/item/577-piptoporus-betulinus>

ZÍBAROVÁ, L. Russula cyanoxantha. *Mykologie.net* [online]. 2017 [cit. 2018-07-25].
Dostupné z: http://www.mykologie.net/index.php/houby/item/674-russula_cyanoxantha

ZÍBAROVÁ, L. Schizophyllum commune. *Mykologie.net* [online]. 2012 [cit. 2018-07-25].
Dostupné z: http://www.mykologie.net/index.php/houby/item/741-schizophyllum_commune

ZÍBAROVÁ, L. Trametes versicolor. *Mykologie.net* [online]. 2017 [cit. 2018-07-25].
Dostupné z: http://www.mykologie.net/index.php/houby/item/192-trametes_versicolor

8 Přílohy

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1. Uctívání hub ve starověkém Egyptě (fungyofegypt.com/home)	10
Obrázek 2. Porovnání mikromycety (vlevo) a makromycety (vpravo) (vlevo: Barron, 2013; vpravo: vlastní dílo).....	13
Obrázek 3. Stručné vymezení hub (<i>Fungi</i>) a houbám podobných organismů v rámci domény <i>Eukaryota</i> (Adl a kol., 2012)	13
Obrázek 4. Schéma houby (vlastní dílo, 2018; dle Šašek a kol., 2001)	13
Obrázek 5. Tvary spor stopkovýtusných (A- L) a vřecovýchýtusných (M-N) hub (Holec a kol., 2012, s. 42)	18
Obrázek 6. Typy třeně (a: válcovitý, b: soudkovitý, c: břichatý, d: větvenovitý, 18 e: kuželovitý, f: kyjovitý; ukončení báze třeně, g: zaokrouhlené, h: tupé, i: zahrocené, 18 j: hlízovité, k: hlízovité s pochvou, l: kořenující, m: zúžené) (Smotlacha, 2015, s. 38).....	18
Obrázek 7. Tvar klobouku (A: polokulovitý, B: vyklenutý, C: paraboloidní, D: zvonovitý, E: kuželovitý, F: vyklenutý s hrbolem, G: plochý, H: prohloubený, I: nálevkovitý, J: vyklenutý s prohloubeným středem, K: okraj klobouku podehnutý, L: okraj klobouku podvinutý) (Holec a kol., 2012, s. 32)	19
Obrázek 8. Typy vřeců (A: prototunikátní, B- C: unitunikátní, D: bitunikátní vřec) (Holec a kol., 2012, s. 22)	20
Obrázek 9. Typy bazidií (Holec a kol., 2012, s. 23).....	21
Obrázek 10. Hřib smrkový (<i>Boletus edulis</i>) (vlastní dílo)	22
Obrázek 11. Hadovka smrdutá (<i>Phallus impudicus</i>) (houbareni.cz/hadovka smrdutá)	23
Obrázek 12. Muchomůrka zelená (<i>Amanita phalloides</i>) (Jirásek, 2002)	23
Obrázek 13. Hlíva ústříčná (<i>Pleurotus ostreatus</i>) (Příbyl, 2006).....	24
Obrázek 14. Pečárka lesní (<i>Agaricus sylvaticus</i>) (Kesl, 2005)	29
Obrázek 15. Březovník obecný (<i>Piptoporus betulinus</i>) (Zíbarová, 2008)	30
Obrázek 16. Houževnatec jedlý (<i>Lentinula edodes</i>) (Fiala, 2015)	31
Obrázek 17. Rezavec šikmý (<i>Inonotus obliquus</i>) (Zíbarová, 2006).....	32
Obrázek 18. Slizečka porcelánová (<i>Oudemansiella mucida</i>) (Zíbarová, 2015).....	33
Obrázek 19. Trsnatec lupenitý (<i>Grifola frondosa</i>) (Zíbarová, 2012)	34
Obrázek 20. Ucho Jidášovo (<i>Auricularia auricula-judae</i>) (Zíbarová, 2015).....	35
Obrázek 21. Holubinka namodralá (<i>Russula cyanoxantha</i>) (Zíbarová, 2017).....	37
Obrázek 22. Klanolístka obecná (<i>Schizophyllum commune</i>) (Zíbarová, 2012)	38
Obrázek 23. Lesklokorka lesklá (<i>Ganoderma lucidum</i>) (Zíbarová, 2011)	39
Obrázek 24. Outkovka pestrá (<i>Trametes versicolor</i>) (Zíbarová, 2017)	40
Obrázek 25. Penízovka sametonohá (<i>Flammulina velutipes</i>) (kudlufotoatlashub.blog.cz/penízovka sametonohá, 2011)	41
Obrázek 26. Čírůvka májovka (<i>Calocybe gambosa</i>) (Zíbarová, 2013).....	42
Obrázek 27. Pečárka polní (<i>Agaricus campestris</i>) (Zíbarová, 2017)	43
Obrázek 28. Pečárka dvouvýtrusá (<i>Agaricus bisporus</i>) (kudlufotoatlashub.blog.cz/pečárka dvouvýtrusá, 2012).....	44

8.2 Seznam léčivých makromycet použitých v práci

1. **Březovník obecný** - *Piptoporus betulinus*
2. **Čirůvka májovka** - *Calocybe gambosa*
3. **Hlíva ústříčná** - *Pleurotus ostreatus*
4. **Holubinka namodralá** - *Russula cyanoxantha*
5. **Houževnatec jedlý** - *Lentinula edodes*
6. **Hřib smrkový** - *Boletus edulis*
7. **Klanolístka obecná** - *Schizophyllum commune*
8. **Lesklokorka lesklá** - *Ganoderma lucidum*
9. **Outkovka pestrá** - *Trametes versicolor*
10. **Pečárka dvouvýtrusá** - *Agaricus bisporus*
11. **Pečárka lesní** - *Agaricus sylvaticus*
12. **Pečárka polní** - *Agaricus campestris*
13. **Penízovka sametonohá** - *Flammulina velutipes*
14. **Rezavec šikmý** - *Inonotus obliquus*
15. **Slizečka porcelánová** - *Oudemansiella mucida*
16. **Trsnatec lupenitý** - *Grifola frondosa*
17. **Ucho Jidášovo** - *Auricularia auricula-judae*

8.3 Pracovní list pro žáka

LÉČIVÉ MAKROMYCETY

1) Charakterizuj makromycety.

.....
.....

2) Napiš rozdíl mezi mikromycetou a makromycetou.

MIKROMYCETY	MAKROMYCETY

3) Nakresli schéma makromycety a popiš ji.

4) Uveď oddělení hub, která spadají do makromycet.

.....
.....

5) Uveď 3 zástupce makromycet, které mají pozitivní vliv na člověka, a pokud možno i jejich léčivé účinky.

8.4 Řešení k pracovnímu listu pro žáka

LÉČIVÉ MAKROMYCETY

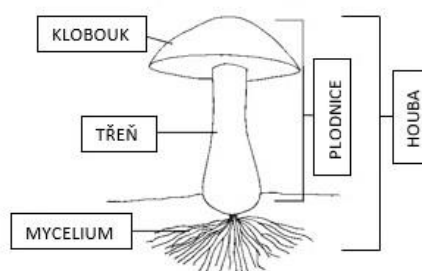
1) Charakterizuj makromycety.

Makromycety jsou uměle vytvořenou skupinou hub, jež vytváří plodnice viditelné pouhým okem. V České republice je kolem 4 000 zástupců makromycet.

2) Napiš rozdíl mezi mikromycetou a makromycetou.

MIKROMYCETY	MAKROMYCETY
Plodnice viditelná za použití mikroskopu	Plodnice viditelná pouhým okem

3) Nakresli schéma makromycety a popiš ji.



4) Uveď oddělení hub, která spadají do makromycet.

Ascomycota

Basidiomycota

5) Uveď 3 zástupce makromycet, které mají pozitivní vliv na člověka, a pokud možno i jejich léčivé účinky.

- hlíva ústříčná- imunomodulační, protizánětlivé, protirakovinné, antioxidační
- penízovka sametonohá- snižuje cholesterol a krevní tlak
- pečárka dvouvýtrusá- antioxidační, imunomodulační, protizánětlivý, zdroj antibiotik