

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie



Bakalářská práce

Nataša Nováková

Houby a houbám podobné organismy v ochraně přírody

Olomouc 2020

Vedoucí práce: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

Abstrakt:

Předložená bakalářská práce má převážně přehledový charakter. Pozornost byla zaměřena na houby a houbám podobné organismy v rámci systému živých organismů, kde zastávají specifickou úlohu. Houbové organismy tvoří jednu z nejdůležitějších složek v koloběhu živin v přírodě. Bez jejich činnosti by došlo k zhroucení celého ekosystému planety. Významnou roli mají také jako bioindikátory stavu lesního ekosystému. Jejich role však není jenom pozitivní, ale také negativní. Cílem této bakalářské práce je na základě poznatků z odborných zdrojů (literatury, článků a doplňkově také internetových zdrojů, a to jak českých, tak i zahraničních) popsat, v čem konkrétně úloha houbových organismů spočívá a vyčlenit rody hub jako možné bioindikátory kvality prostředí. Bakalářská práce je rozdělena celkem do tří kapitol. První z nich pojednává o obecné charakteristice hub a houbám podobných organismů, čili jaká je jejich morfologie, růst, jak se rozmnožují a šíří. Druhá kapitola je věnována již houbovým organismům a jejich roli v přírodě. Pozornost je také věnována houbám, jako indikátorům stavu prostředí a jejich ochraně. Třetí kapitola představuje diskusi zjištěných poznatků z odborných zdrojů.

Klíčová slova:

Houby, houbám podobné organismy, ochrana přírody, ekosystém, bioindikátor, morfologie

Abstract:

The submitted bachelor thesis represents an overview-like study. Attention was focused mainly on fungi and fungal-like organisms within the system of living organisms, where they play a specific role. Fungal organisms are one of the most important components in the nutrient cycle in nature. Without their activity, the entire ecosystem of the planet would collapse. They also play important role as bioindicators of the forest ecosystem condition. However, their role is not only positive but also negative. The aim of this bachelor thesis is to describe, based on knowledge from expert sources (literature, articles and additionally also internet sources, both Czech and foreign), where the exact role of fungal organisms lies and distinguish fungal genera as possible bioindicators of environmental quality. The bachelor thesis is divided into three chapters. The first chapter deals with the general characteristics of fungi and fungi-like organisms, i.e. their morphology, growth, reproduction and spread. The second chapter is dedicated to fungal organisms and their role in nature. Attention is also paid to fungi as environmental indicators and their protection. The third chapter presents a discussion of the findings from expert sources.

Keywords:

Fungi, fungal-like organisms, nature protection, ecosystem, bioindicator, morphology

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem použila jen uvedených zdrojů.

V Olomouci, dne 20. 4. 2020

.....

Nataša Nováková

Ráda bych poděkovala Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při psaní této bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat panu Jiřímu Polčákovi a Jiřímu Burelovi z mykologického spolku v Přerově za čas, který mi ochotně věnovali k poskytnutí cenných informací o činnosti mykologických spolků a souhlas s použitím jejich krásných fotografií.

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíle bakalářské práce.....	9
3. Obecná charakteristika hub a houbám podobných organismů.....	10
3.1. Růst a rozmnožování hub.....	11
3.1.1. Rozmnožování.....	12
3.2. Význam mykologie	12
3.3. Šíření a rozšíření hub.....	13
3.3.1. Evropa	13
3.3.2. Asie	14
3.3.3. Severní Amerika.....	14
4. Funkce houbových organismů	16
4.1. Jedlé houby.....	17
4.2. Nejedlé houby	17
4.3. Jedovaté houby.....	18
4.4. Léčivé houby.....	19
4.5. Saprotrofní houby.....	20
4.6. Mykorhizní houby.....	23
4.6.1. Lichenizované houby	23
4.7. Houby jako ukazatelé stavu prostředí	24
4.7.1. Význam hub při hodnocení stavu znečištěného životního prostředí	25
4.8. Ochrana hub	30
4.8.1. Osvěta a činnost mykologických spolků.....	32
5. Diskuse.....	35
6. Závěr.....	37
7. Seznam použitých zdrojů.....	39
Seznam tabulek a obrázků.....	43
Příloha	44

1. Úvod

Houby a houbám podobné organismy jsou velmi bohatou skupinou, které tvoří jednu z nejdůležitějších složek v koloběhu látek v přírodě. Odhaduje se, že je popsáno asi 100 000 druhů hub. Většina z nich je viditelná pouze mikroskopicky a nazývají se mikromycety. Větší pozornost se však věnuje houbám, které tvoří větší plodnice, tzv. makromycety (Valverde a kol., 2015).

Vyskytují se téměř všude kolem nás. Lze je nalézt v lesích, na loukách i polích, v zahradách, na smetištích, spáleništích, v dolech i lidských příbytcích. Pravdou je, že největší množství jich roste v lesích kde je dostatek organických látek (sacharidů), které jim poskytují výživu. V lesnictví mají houby, které tvoří symbiotický vztah s rostlinami, velmi důležitou roli. Základem existence lesa je, že dřeviny a houby tvoří navzájem životní společenství. Proto bychom o nich měli vědět co nejvíce a poznat i důvody jejich výskytu na rozličných místech (Hofrichter, 2018).

Zastoupení a přítomnost různých druhů hub závisí na stavu lesa, jeho zdravotním stavu, věku a růstových podmínkách. Lesní porosty narušené různými faktory (znečištění ovzduší, vítr, sníh, hmyz, sucho) jsou oslabené a výskyt některých druhů hub se více či méně liší od spektra hub v optimálních růstových podmínkách (Mikšík, 2018). Globální, zejména klimatické změny, které byly zaznamenány v posledních desetiletích, mají negativní dopady na životní prostředí. V dnešním moderním světě ovlivňují lesní porosty i mnohé necitlivé zásahy lidské činnosti (změny vodního režimu, stavební činnost, hospodářské zásahy). Imise se obecně považují také za jednu z hlavních příčin hynutí makromycetů. Předpokládá se, že mykorrhizní symbiózy mohou být rozhodujícím faktorem při vysvětlování snížené vitality dřevin postižených novodobým poškozováním lesa (Karlsson, 1999).

Houby se považují za velmi staré organismy. Jelikož je stélka hub jemná, je známo jen málo fosilních nálezů ze starších geologických dob. Vlákna mikroskopických hub spolu se sinicemi byly nalezeny v ontarijském křemenu a pocházejí z nejstarší geologické éry (prekambria). V devonu (před 340 až 400 miliony let) byly nalezeny výtrusy cizopasných hub a houbových pletiv. V třetihorách se objevují v uhelných vrstvách fosilní nálezy plodnic chorošů, ale nejvíce jich pochází z období před třemi miliony let (Antonín a kol., 2003). Druhy s měkkými plodnicemi ze skupiny stopkovýtrusných hub (Basidiomycota) patří k nejméně zachovalým nálezům z důvodu jejich rychlého rozkladu. Lépe zůstávají zachovány výtrusy rzí (Uredinales) nebo mycelia hub ve fosilních dřevinách (Klán, 1989).

Houby mají i vlastnosti a schopnosti, které mohou člověku způsobovat určité problémy a ztráty, například v hospodářství. Také mohou být nebezpečné díky toxickým látkám, které obsahují, ale jsou i zdrojem mnoha užitečných léčivých látek v nich obsažených. Z důvodů zvyšujícího se počtu různých alergií a poruch imunitního systému bychom si jich měli vážit, jako užitečných pomocníků při léčbě různých nemocí (Socha a Jegorov, 2014).

Nejstarší zprávy o léčivých vlastnostech hub pocházejí z období před pěti tisíci lety ze spisů indické a čínské kultury avšak není v nich zmíněno, o jaké druhy hub jde. Ve východních zemích, hlavně Číně a Koreji, byly houby neodmyslitelnou součástí medicínských praktik (Hobbs, 1995). Účinky jedovaté paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*) známé jako námel využívali v porodnictví a gynekologii k zastavení krvácení. Housenici čínskou (*Ophiocordyceps sinensis*) k léčbě tuberkulózy, žloutenky a různých poranění. Houby mají významnou roli i v čínské a japonské kuchyni. Například houževnatec jedlý (*Lentinula edodes*), který se odedávna v těchto zemích uměle pěstuje (Socha a Jegorov, 2014).

O léčivých účincích hub věděli už naši prapředci, což je doloženo z archeologických vykopávek, nástěnných maleb a starých rukopisů. Tradici využívání léčivých hub v Evropě můžeme najít i v různých dokumentech, jako jsou: Lékopis Polského království (1817), Polský vojenský lékopis (1831), Polský nemocniční lékopis (1831) a v novodobých Polských lékopisech (II.-1937, III.-1954, IV.-1965), ve kterých se nachází popis mnoha druhů léčivých hub a jejich využití při léčbě různých nemocí (Dube, 2015).

Na konci 40. let minulého století byly zaznamenány účinky rosolovky mozkovité (*Tremella mesenterica*) při léčbě zánětů očí. V 50. a 60. letech se kladl důraz na halucinogenní houby, které využívali šamani při různých magických a náboženských rituálních obřadech. Látka měnící stav vědomí (psilocybin) byla izolována z lysohlávky mexické (*Psilocybe mexicana*). V posledních letech došlo k velkému rozmachu výzkumu léčivých látek v houbách obsažených. Prvořadou prioritou byl výzkum hub zejména pro Japonce a Číňany, nyní se však přesouvá do Ameriky a Evropy (Socha a Jegorov, 2014).

2. Cíle bakalářské práce

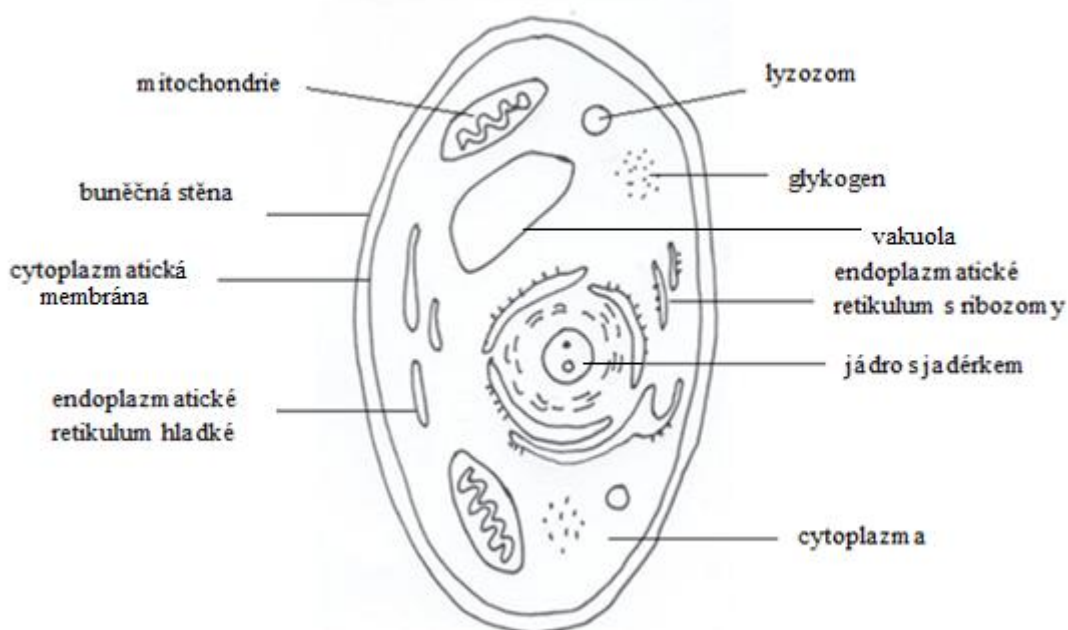
Hlavním cílem této bakalářské práce je:

1. Studium odborné literatury a vytvoření literární rešerše týkající se houbových organismů a jejich ochrany
 - 1.1. Konkrétní úloha houbových organismů v přírodě
 - 1.2. Vyčlenit rody hub jako možné bioindikátory kvality prostředí

3. Obecná charakteristika hub a houbám podobných organismů

Houby jsou rozmanitou skupinou eukaryotických, heterotrofních stélkatých organismů. K houbám náleží i různé skupiny jednobuněčných i mnohobuněčných organismů, které nazýváme houbám podobné organismy (zástupci říše Protozoa a Chromista) (Kalina a Váňa, 2005). Do eukaryotických organismů houby řadíme na základě společných znaků s živočichy. Mezi tyto společné znaky patří zásobní látka glykogen a tuky, buňky s jádrem, lyzozomy a jadernou membránou, která se u bakterií a sinic nevyskytuje (Obrázek 1). Převažující složkou buněčných stěn hub je chitin, který bývá někdy nahrazen celulózou jako je u zástupců říše Chromista (Váňa, 1996).

Houbám, shodně jako živočichům, chybí fotosyntetická barviva (chlorofyl) a nejsou schopny si samy vytvářet organické látky. Proto se živí heterotrofně již hotovými organickými látkami vytvořenými jinými autotrofními organismy (rostlinami) (Mikšík, 2018).



Obrázek 1. Stavba buňky hub (upraveno dle Váňa, 1996, autor perokresby: N. Nováková).

Tělo hub není členěno na jednotlivé orgány a nazývá se stélka (thallus). Stélky představují buňky oválného tvaru vytvářející houbová vlákna (hyfy), které mohou růst volně v substrátu nebo vytvářet pletiva (plektenchym). Větvená stélka se vyskytuje u většiny hub z říše Fungi a Oomycota. Také může být jednobuněčná, podobně jako u kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*, nebo může vytvářet pseudomycelium, což je nepravé podhoubí (mycelium). Hyfy se mohou větvit, proplétat a vytvářet vlastní tělo houby, podhoubí (Kalina a Váňa, 2010).

3.1. Růst a rozmnožování hub

Za prvotní podmínku vytvoření podhoubí a následně růstu plodnice se považuje vyklíčení výtrusu houby. Výtrusy jsou především vzdušným prouděním roznášeny i do vzdáleností několika tisíc kilometrů. I přes obrovské množství výtrusů, které se uvolňují ze zralých plodnic hub je pravděpodobnost jejich vyklíčení a vytvoření plodného podhoubí velmi malá (Antonín a kol., 2003). Většina výtrusů při transportu ztrácí klíčivost, nebo v novém prostředí nenacházejí potřebné podmínky pro další existenci, případně jejich vyklíčené podhoubí nenajde partnera v podobě opačného pohlaví. Pro své vyklíčení potřebují určitou kvalitu podkladu s vhodnou vlhkostí, kyselostí a teplotou, přičemž nároky různých druhů hub se v tomto směru značně liší (Pavlík, 1998).

U většiny hub rostou plodnice při nižší teplotě než podhoubí. To znamená, že kromě vlhkosti je nutný i pokles teploty. Zejména u žampionů (*Agaricus*) roste podhoubí při teplotě 20 – 25 ° C a plodnice při teplotě 15 – 18 ° C. U václavky (*Armillaria*), která je velmi citlivá ke kolísání teplot začíná období růstu při teplotě 8 – 13 ° C, ale pokud teplota vzduchu stoupne na 15 ° C, výskyt plodnic se zastaví. Nejrychleji rostou břichatkovité houby, jako je hadovka smrdutá (*Phallus impudicus*), jejíž nosná část (receptakulum) dokáže vyrůst 5 mm za minutu (Garibovová a kol., 1985). Důležité je, aby nebyly velké rozdíly mezi denní a noční teplotou. Růst a tvorba plodnic se zpomaluje při nedostatku vody, naopak vysoká vlhkost znemožňuje makromycetám dýchání a dlouhodobé působení zapříčiňuje smrt (Mikšík, 2013).

Proměnlivost tvaru plodnic závisí na intenzitě osvětlení. Střídání světla a tmy, například u houževnatce tygrovaného (*Lentinus tigrinus*), zaručuje normální vývoj plodnic, ale při nedostatku světla k tvorbě nedochází nebo vznikají deformace. Sluneční záření, ale není až tak podstatné. Podhoubí roste lépe ve tmě a pro normální vývoj výtrusů v plodnicích je potřeba malé množství světla. Vhodný substrát (půdy bohaté na humus, lesní hrabanka, dřevní hmota a rostlinné zbytky) ovlivňuje rozmístění hub. Množství humusu v půdě je

důležité pro saprotrofní houby (rozkládající odumřelou hmotu), jelikož rostou v jeho vrchní vrstvě a přispívají k jeho přeměně na jemný humus (Garibovová a kol., 1985).

Velmi důležitá je kyselost půdy (pH) zejména pro houby žijící v symbióze, které rozlišují vápnaté a nevápнатé podloží a vyhýbají se místům s vysokým obsahem dusíku. Většině hub vyhovuje mírně kyselé prostředí s pH 5,0 až 6,5 (Pavlík, 1998).

3.1.1. Rozmnožování

Houbové organismy se mohou rozmnožovat jak nepohlavně, tak pohlavně. Pohlavní formu (rozmnožování haploidními spory) v životním cyklu houby nazýváme teleomorfa a nepohlavní formu (rozmnožování zejména konidiami) anamorfa (Carlie a kol., 2001).

Nepohlavní rozmnožování probíhá buď dělením buněk, pučením (u kvasinek), rozpadem vláken nebo stélky (fragmentací) jako je u většiny vláknitých hub. Nejčastějším způsobem rozmnožování je tvorba různých typů jednobuněčných nebo vícebuněčných nepohyblivých výtrusů (spor). Houba jich je schopna vytvářet velké množství. Podle místa a způsobu vzniku je rozlišujeme na spory (endospory), které vznikají uvnitř výtrusnic (sporangii) a nazývají se zoospory (u Chytridiomycota) nebo sporangiospory (u Zygomycota). Spory vznikající uvnitř nebo na koncích speciálních hyf (konidioforech) se nazývají konidie (konidiospory) (Hagara a kol., 2005). Nepohlavní rozmnožování má význam pro uchování druhu, jelikož se jeho cyklus může opakovat víckrát za vegetační období a vede ke vzniku mnoha jedinců (Garibovová a kol., 1985).

Při pohlavním rozmnožování dochází ke splnutí dvou odlišných pohlavních buněk (plazmogamii), splývání buněčných jader (karyogamii), k redukčnímu dělení diploidního jádra a vzniku haploidních buněk (meióze) (Pavlík, 2006). Dikaryofáze (současně probíhající mitózy) je přítomná pouze u oddělení vřekovýtrusných (Ascomycota) a stopkovýtrusných hub (Basidiomycota) stejně jako tvorba plodnic (Kalina a Váňa, 2005).

3.2. Význam mykologie

Naukou o životě, vlastnostech, činnosti a významu hub v živé přírodě se zabývá mykologie. Její význam spočívá ve zkoumání tvaru a stavby orgánů hub a také ve výzkumu tvorby a vývoji samotných organismů. Výzkumné metody přispěly ke sledování vzájemného působení mezi houbovými organismy a prostředím. Fytopatologie je jedno z nejdůležitějších

odvětví mykologie zabývající se chorobami rostlin. Její základy položil výzkum parazitických druhů hub. Ke klasické mykologii, která se zabývá popisem a systematikou hub se připojila biochemie, genetika a půdní mykologie zkoumající úlohu hub v půdotvorném procesu. Také byl izolován čistý preparát penicilínu a dalším studiem byly objeveny nové druhy hub a bakterií. Jedním z důležitých směrů byl výzkum původců houbových chorob zemědělských plodin (Garibovová a kol., 1985). Mykologie také zkoumala, za jakých podmínek lze extrahovat aktivní látky získané šlechtěním penicilínu. Studiem samotných hub se podařilo objevit řadu znaků (příbuznost polysacharidu glykogenu v buněčném obsahu u hub stejně jako u živočichů), které zpochybnily zařazení hub k rostlinám (Dube, 2015).

3.3. Šíření a rozšíření hub

Houbové organismy díky ekologické vazbě kosmopolitně osídlily všechny biotopy. Je to dáno snadným přenosem výtrusů hub (Kout, 2014). Výtrusy se mohou šířit prouděním vzduchu (anemochorie) jako rez travní (*Puccinia graminis*), sněti a padlí. Pomocí živočichů (zoochorie) se přenáší druhy rodu hadovka (*Phallus*). Skrz trávicí trakt měchomršť (*Pilobolus*). Vodou (hydrochorie) se šíří například hlenky (Oomycota). Člověkem (antropochorie) květnatec Archeův (*Clathrus archeri*) zavlečený z Austrálie a plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) zavlečená z Ameriky. Mohlo by se zdát, že na všech kontinentech ve stejném klimatickém pásu se musí vyskytovat stejné druhy hub. Houby, ale mají své nároky na prostředí a schopnost existovat v různých biotopech. Proto má každý kontinent druhy jiné endemické, které jinde nerostou (Klán, 1989).

3.3.1. Evropa

V horských polohách ve střední Evropě nalezneme houby vázané na přirozené smrkové lesy. Příkladem jsou saprotrofní druhy rodu penízovka (*Rhodocollybia*) a špička (*Marasmiellus*), mykorrhizní druhy rodu ryzec (*Lactarius*), holubinka (*Russula*) a parazitické václavky (*Armillaria*). V lužních lesích s olšemi a jilmem rostou různé druhy chorošů (*Polyporus*) a houževnatců (*Lentinus*) vázaných na mrtvé dřevo. Na pastvinách a loukách nalezneme saprotrofy rozkládající humus, mezi které patří voskovka (*Hydrocybe*), čirůvka (*Tricholoma*) a závojenka (*Entoloma*) (Kout, 2014).

U Rusů je obliba převážně velkých ryzců jakým je ryzec citronový (*Lactarius citriolens*) nebo ryzec peprný (*Lactarius piperatus*). Národ Rusů patří mezi velké houbaře. V 70. letech dokonce vypravovali houbařské vlaky a speciální letecké spoje. Ve staré Rusi byla roční spotřeba hub odhadnuta až na 1,3 milionů tun. Některé pokrmy (Kuba, hubník) se podobně jako na našem území staly obřadními jídly. Za nejkvalitnější houbu v Bělorusku je považován hřib baravík (*Boletus edulis*) nazýván „spravedlivý hřib“ (Hagara a kol., 2005).

3.3.2. Asie

Daleko více druhů hub než u nás roste v zemích východní Asie. Je to dáno větším množstvím dřevin a vyšší vlhkostí než v Evropě (Kout, 2014). Japonci, kteří jsou známí svým vztahem k přírodě a láskou k houbám si pokrm bez hub neumějí představit. V minulosti pořádali slavnosti sběru hub, kdy se houbaření věnoval jak prostý lid, tak šlechta. Sběr borových hub, například čirůvky větší (*Tricholoma matsutake*), se stal jejich národním sportem (Socha a Jegorov, 2014).

3.3.3. Severní Amerika

V Severní Americe roste většina stejných druhů hub jako u nás. Jelikož, ale zaujímají širší klimatické pásmo, mají více hostitelů zejména pro dřevokazné (lignikolní) houby (Klán, 1989). V minulosti měli Indiáni v oblibě mladé plodnice chorošovce sírového (*Laetiporus sulphureus*), který získal indiánský název - dřevní kuře, protože svou chutí připomínal kuřecí maso. Američané nepatří mezi vášnivé houbaře, ale houby jsou pro ně pouze obchodem (Hagara a kol., 2005).

3.3.4. Africký kontinent

Mezi nejméně probádané kontinenty patří Afrika. Houby zde hrají významnou úlohu zejména u národů žijících v oblasti pralesů jihozápadní Nigérie, kde houby nesbírají jen pro svoji potřebu, ale hlavně na prodej. Nejčastěji sbíraným druhem je termitovník obrovský (*Termitomyces titanicus*) a hřib sudánský (*Boletus sudanicus*). Jeho obvod klobouku dosahuje až 120 centimetrů a váží 5 kilogramů. V Jihoafrické republice se často sbírá hnojník obecný (*Coprinus comatus*) nebo ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*). Také zde můžeme najít jedovaté houby, jako muchomůrku zelenou (*Amanita phalloides*), muchomůrku kapskou (*Amanita*

capensis), pečárku zápašnou (*Agaricus xanthoderma*) nebo vláknici kuželovitou (*Inocybe rimosa*), které jsou známé i u nás (Kout, 2014).

4. Funkce houbových organismů

V přírodě mají houby klíčovou roli, jelikož se podílejí na rozkladu (dekompozici) organické hmoty, na tvorbě půdy a mnoha mykorhizních symbióz (Dighton, 2003). Na mineralizaci se podílejí všechny druhy hub od mikro až po makromycety (Koukal, 2011). Bez jejich činnosti by došlo k narušení biogeochemických cyklů (dusíku, uhlíku, minerálních živin), což by představovalo zhroucení celého ekosystému na Zemi (Knoop, 1999).

Vlivem lidské činnosti, například stavební činností a vypalováním lesů, může dojít ke zničení lokality určitého druhu. Odvodňováním půd (meliorace) nebo naopak zavlažováním jsou způsobeny změny vodního režimu (změna hladiny podzemní vody). Kácením a fragmentací (rozdrobením) lesů, z důvodu zřizování sjezdovek a lesních cest, dochází k jejich oteplování a vysoušení. Tím dochází k úbytku substrátu pro mnohé druhy hub (Hrouda, 2010). Kromě zmíněných vlivů mohou být houby ohrožovány také sběrem plodnic, ale zejména sešlapem svrchních vrstev půd. Dochází k narušení podhoubí a snižuje se tvorba plodnic. Podhoubí je, ale ukryto v půdě a sběr plodnic zatím neznamená zánik určitého druhu (Garibovová a kol., 1985).

Houby svou přítomností, či nepřítomností mohou signalizovat cenná stanoviště a předpovídat další vývoj i vývoj pro ostatní organismy. Podílí se na biochemickém zvětrávání, jelikož produkují látky (kyselinu citrónovou, šťavelovou), které rozpouští minerály. Některé houby, zejména chorošotvaré (*Polyporales*), jsou zdrojem potravy různých organismů (savců, hmyzu). Houby svou činností (vytvářením mrtvého dřeva, stromových dutin) vytvářejí podmínky pro život mnohým bezobratlým. Uplatňují se v biotechnologiích, chemickém, farmaceutickém, potravinářském a krmivářském průmyslu (Heilmann-Clausen a kol., 2014).

V biotechnologiích při výrobě piva se využívá kvasinka pивní (*Saccharomyces cerevisiae*), která má schopnost zkvašovat cukr na etanol a oxid uhličitý (CO₂). Rovněž se využívá pro výrobu sušených kvasnic (droždí) a také při výrobě vína. Druh *Saccharomyces fragilis* slouží ke zkvašování mléčných výrobků (kefíru). V chemickém a farmaceutickém průmyslu se využívají některé druhy rodu *Eremothecium* a *Ashbya* pro jejich schopnost vytvářet látky jako je riboflavin (vitamín B₂), lipidy a steroidy (Kalina a Váňa, 2005). Živé kvasinky, řazeny do probiotik, jsou využívány jako krmivo pro hospodářská zvířata, jelikož zlepšují jejich celkový stav, což má vliv na hospodářské výsledky chovu dobytka (Kincl a kol., 2003). Štětíčkovec žlutavý (*Penicillium chrysogenum*) produkuje antibiotika a

štetičkovec šedohnědý (*Penicillium griseofulvum*) se používá v boji proti kožním onemocněním (Koukal, 2011).

Mikroskopické houby mají nejen pozitivní, ale také negativní účinky. Kvasinky rodu *Candida* mohou způsobovat infekce trávicího traktu, zejména u lidí se sníženou imunitou (HIV pozitivních), a onemocnění kůže (dermatomykózy) (Klán, 1989). Kropidlák různobarvý (*Aspergillus versicolor*) produkuje nebezpečné látky (mykotoxiny) ovlivňující zdraví lidí i zvířat. Onemocnění dýchacích cest, rohovky oka a středního ucha u živočichů včetně člověka, způsobuje kropidlák zakouřený (*Aspergillus fumigatus*). Kropidlák černý (*Aspergillus niger*) vytváří černou plíseň na ovoci a zelenině (hroznovém víně, cibuli). Patří mezi časté plísně v půdě i vnitřním prostředí, ale také se využívá v biotechnologiích k produkci organických kyselin (Kalina a Váňa, 2010).

Pro člověka význam hub také spočívá v různém způsobu zpracování. Houby můžeme konzumovat čerstvé po tepelné úpravě, můžeme je zamrazit, pasterizovat ve vlastní šťávě, konzervovat v soli, oleji nebo sušit. Také je můžeme používat jako houbové koření, k přípravě čajů a odvarů ze sušených nebo čerstvých hub (Socha a Jegorov, 2014). Největší radost lidem, ale přináší jejich sběr, proto je důležité, aby každý sběrač dokázal houby rozeznávat (Gerhardt, 2006). Hagara a kol. (2005) rozlišuje houby na jedlé, nejedlé, jedovaté a léčivé.

4.1. Jedlé houby

Jedlé houby neškodí, jsou chutné a pro člověka slouží nejen ke konzumaci, ale mají i nutriční význam. Patří mezi nízkoenergetické potraviny pro malé množství tuků, které obsahují a jejich výživná hodnota, jelikož obsahují důležité látky (bílkoviny, vitamíny, sacharidy) je pro člověka významná (Socha a Jegorov, 2014).

Z vřeckovýtrusných hub patří mezi jedlé houby smrž obecný (*Hydnotrya michaelis*). Ze stopkovýtrusných liška obecná (*Cantharellus cibarius*), ryzec pravý (*Lactarius deliciosus*), kozák březový (*Leccinum scabrum*) nebo kuřátka žlutá (*Ramaria flava*) (Hagara a kol., 2005).

4.2. Nejedlé houby

Houby nejedlé jsou ke konzumaci nevhodné z důvodu jejich hořké chuti nebo nepříjemnému zápachu. Pro svou palčivou chuť mohou být používány jako houbové koření. K houbám nejedlým patří hřib žlučník (*Tylopilus felleus*), holubinka smrdutá (*Russula*

foetens), závojenka játrová (*Entoloma pleopodium*). Také vzácně se vyskytující druh pavučinec Bulliardův (*Cortinarius bulliardii*), který roste na stinných místech pod duby a buky (Socha a Jegorov, 2014).

4.3. Jedovaté houby

Jedovaté houby svými toxickými látkami poškozují zdraví člověka a způsobují vážné otravy. Mezi houby obsahující toxické látky (amanitin) patří muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*), muchomůrka jarní (*Amanita verna*), muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*) a pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*). Silně jedovatá vláknice začervenalá (*Inocybe erubescens*) způsobuje zdravotní potíže již během jídla a po konzumaci většího množství může způsobit i smrt. Na nervový systém člověka má vliv muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*). Všechny tyto uvedené houby řadíme k nejnebezpečnějším jedovatým druhům hub, které poškozují játra, ledviny a zachráněným lidem způsobují trvalé následky (Kalač, 2008).

Hnojník inkoustový (*Coprinus atramentarius*) po požití alkoholu způsobuje silnou otravu. Mezi příznaky patří zrudnutí obličeje, bušení srdce a dušnost. Stav opojení a halucinace způsobují lysohlávky (*Psilocybe*) (Obrázek 2). Ucháč obecný (*Gyromitra esculenta*) může způsobovat velmi vážné otravy, jelikož jed vařením přechází do vody a způsobuje její jedovatost. Sušením houby se obsah jedu snižuje. Žampion ovčí (*Agaricus arvensis*), bedla vysoká (*Macrolepiota procera*) jsou schopné ve svých plodnicích vázat těžké kovy (olovo, kadmium, rtuť) a suchohřib hnědý (*Boletus badius*) radioaktivní látky (cézium) (Svrček, 2005).



Obrázek 2. *Psilocybe serbica* lysohlávka česká (Foto J. Burel).

4.4. Léčivé houby

Léčivé houby mají v životě lidí důležitou roli díky svým příznivým a léčebným vlastnostem. Tyto vlastnosti můžeme pozorovat u makromycet, jako je hlíva ústříčná (*Pleurotus ostretatus*) i u mikroorganismů - štětičkovce žlutavého (*Penicillium chrysogenum*) (Kalač, 2008). K zastavení krvácení pomáhá troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*). Při léčbě onkologických problémů se využívá outkovka pestrá (*Trametes versicolor*). Boltcovitka ucho Jidášovo (*Hirneola Auricula-judae*) pomáhá při křečích končetin, je vhodná ke snižování vysokého krevního tlaku, při bolesti kloubů a žaludku. Dříve sloužila jako obklad proti zánětům očí, krku a také při výrobě krémů proti vráskám. Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) posiluje imunitní systém a její antioxidační účinky zpomalují proces stárnutí. Potravinové doplňky z této houby se používají také jako podpůrné prostředky k úpravě krevního tlaku, při rozedmě plic a léčbě ekzémů (Jablonský a Šašek, 2006). Penízovka sametová (*Flammulina velutipes*) je přírodní antibiotikum k léčbě dermatóz a jako zásyp na krvácející rány sloužila prášivka černavá (*Bovista nigrescens*). Její výtrusný prach se používal jako pudr na nos a také se přidával do mastí na hnisající rány. Z ryzce smrkového (*Lactarius deterrimus*) bylo izolováno antibiotikum proti tuberkulóze (Hagara a kol., 2005).

4.5. Saprotrófní houby

Saprotrófní houby představují skupinu organismů, do které patří většina hub. Řadíme je mezi rozkladače (reducenty), jelikož svými enzymy rozkládají spolu s dalšími mikroorganismy (bakteriemi) spadané listy, jehličí a odumřelá těla rostlin a živočichů. Tím vzniká bohatý humus, na kterém závisí úrodnost půd (Garibovová a kol., 1985). Některé houby, jako například dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*), rozkladem vrací zpět do půdy nebo ovzduší látky (vodu, oxid uhličitý), které jsou opětovně využívány rostlinami. Významně se tak podílejí na koloběhu látek a živin na Zemi, které jsou nezbytné pro stavbu a funkci organismů. Do skupiny saprotrófních hub patří druhy rodu strmělka (*Clitocybe*), špička (*Marasmius*), penízovka (*Collybia*) a štětičkovec (*Penicillium*). Některé saprotrófní houby se také mohou chovat jako parazitické (Hagara a kol., 2005).

Parazitické houby se vyživují na úkor jiného organismu. Jejich život se proto nazývá parazitický. Z buněk hostitelů odebírají výživné látky, což způsobuje jejich oslabení nebo celkové zničení. Vyskytují se v každé skupině hub od mikromycet, jako jsou plísně rodu *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, až po makromycety. Příkladem jsou druhy rodu spálenka (*Ustilina*), rážovka (*Nectria*), václavka (*Armillaria*). Parazitické houby mohou být obligátní (závazné) nebo fakultativní (příležitostné) (Černý, 1989).

Obligátní parazité (Peronosporales, Taphrinales, rzi, sněti, padlí) jsou druhy vázané na živé rostliny nebo živočichy. Jedná se tak o biotrofii. Hostitele nezabíjí, ale na jejich povrchu způsobují časté deformace (Klán, 1989). Nazýváme je ektoparazité. Fakultativní parazité jsou organismy, které mohou žít volně v substrátu nebo mohou pronikat do hostitelů. Pokud jsou schopné po jejich smrti v nich dále žít, hovoříme o saproparazitech. Houby, které prorůstají přímo do buněk hostitelů, buňky neusmrcují, ale způsobují jejich zvětšení (hypertrofie) nebo zmnožení (hyperplazie) nazýváme endoparazité. Příkladem je druh *Synchytrium endobioticum* původce rakoviny brambor, či celosvětově rozšířená nádorovka kapustová (*Plasmodiophora brassicae*). Napadá kořeny košťálové zeleniny a způsobuje tvorbu nádorů (Váňa, 2001).

Obligátním parazitem rostlin je plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) napadající listy i stonky brambor na kterých tvoří olovnaté skvrny. Olejové skvrny na svrchní straně listů révy vinné způsobuje vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*). Kadeřavost listů broskvoní působí palcatka broskvoňová (*Taphrina deformans*). Rez travní (*Puccinia graminis*) parazituje na pšenici (Rosypal, 2003). Prašná sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*) na nadzemních orgánech rostlin způsobuje veliké nádory výtrusů (Novák a Skalický, 2008). Na

listech révy vinné cizopasí padlí révové (*Uncinula necator*). Parazitem bezobratlých je hmyzomorka muší (*Entomophthora muscae*), která cizopasí na těle hmyzu a je původcem mušního moru. Zástupci rodu *Phythium* se vyznačují fytopatogenní účinky (Kalina a Váňa, 2010).

Pokud houby (zejména stopkovýtrusné) svými enzymy rozkládají dřevní hmotu (lignin nebo celulózu) hovoříme o houbách dřevokazných. K dřevokazným houbám řadíme vyklenutku habrovou (*Pezicula carpinea*) a šupinovku kostrbatou (*Pholiota squarrosa*). Mnoho druhů se vyskytuje na živých kmenech a větvích stromů, kde způsobují různé hniloby dřeva. Saproparazit, choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*), způsobuje bílou hnilobu (rozklad celulózy a ligninu) na mrtvých, ale i poškozených živých stromech (Svobodová, 2008), sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*) parazituje na dubech, břízách a ovocných stromech (Socha a Jegorov, 2014).

Dřevomor kořenový (*Hypoxylon deustum*), známý jako spálenka skořepatá (*Ustulina deusta*), způsobuje bílou hnilobu dřeva. Tím dochází k narušení statiky stromu a rozkladu opěrného systému. Následkem je vyvrácení nebo zlomení kmene. Kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*) u jehličnatých stromů (borovic, smrků) ojediněle i listnáčů způsobuje hnilobu kořenů (Pavlovčíková, 2014). Častější bílou hnilobu způsobuje i troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*), hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*) nebo václavka obecná (*Armillaria mellea*) (Klán, 1989). Hnědou hnilobu dřeva (rozklad celulózy) způsobuje troudnatec pásovitý (*Fomitopsis pinicola*), březovník obecný (*Piptoporus betulinus*) či dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*), která v lidských příbytcích způsobuje škody na trámech, skladovaném dřevě, aj. (Kalina a Váňa, 2005). V mokřém dřevě s vysokým obsahem dusíku se vyskytuje měkká hniloba (rozklad celulózy) a je způsobena zejména zástupci vřeckovýtrusných hub (Meislerová a kol., 2015).

Ve vodním prostředí se vyskytují jen některé druhy hub. Na rozkládajících zbytcích rostlin nebo dřeva plovoucích na vodě nebo přichycených ve vodním prostředí můžeme nalézt vzácnou míhavku potoční (*Vibrisssea filisporia*) (Obrázek 3) nebo vodničku potoční (*Cudoniella clavus*) (Obrázek 4), které patří mezi indikátory čisté vody (Paterson a kol., 2016).



Obrázek 3. *Vibrissia filisporia* míhavka potoční. (Foto J. Burel).



Obrázek 4. *Cudoniella clavus* vodnička potoční. (Foto J. Burel).

4.6. Mykorhizní houby

Mykorhiza představuje oboustranně prospěšné partnerství houby s kořeny rostlin. Pokud mycelium tvoří vnější plášť okolo kořene partnerské rostliny, nazývají se ektomykorhizní (Klán, 1989). Pokud pronikají do kořenových buněk hostitele, nazývají se endomykorhizní. Mycelium ektomykorhizních hub roste dále jako kořeny hostitelské rostliny, což znamená, že přinese živiny ze vzdálenějších zón. Mycelium rostlinám zvyšuje příjem dusíku, mědi, zinku a zejména fosforu. Zajišťuje jim příjem vody a minerálních látek. Zvyšuje odolnost vůči těžkým kovům, zlepšuje jejich zdravotní stav, rozšiřuje kořenový systém a tím zlepšuje jejich zakořeňování. Rostliny houbám naopak poskytují uhlík a sacharidy (Pavlík, 2013). Výskyt mykorhizních hub ovlivňuje kvalita a množství humusu, geologické podloží, stáří porostu, typ půdy a způsoby jejího využití. Důležitá je také přítomnost hostitelské dřeviny na dané lokalitě (Hagara a kol., 2005).

Mykorhiza také významně podporuje tvorbu plodnic (fruktifikaci). Nejznámější rod *Boletus* bez mykorhizního partnera plodnice nevytváří. Mykorhizu s dřevinami tvoří zejména některé druhy kozáků (*Leccinum*) a klouzků (*Suillus*). Symbiontem dubů i buků je kozák březový (*Leccinum scabrum*), klouzek modřínový (*Suillus grevillei*) je v symbióze s kořeny modřínů. Vzácně se u nás vyskytuje lanýž letní (*Tuber aestivum*), který tvoří mykorhizu s duby, lískami i borovicemi. Jeho výskyt prozrazuje přítomnost lanýžovitých mušek, které jsou lákány jeho intenzivní vůní (Garibovová a kol., 1985).

4.6.1. Lichenizované houby

Soužitím houby se sinicí nebo zelenou řasou dochází ke vzniku morfologicky odlišného organismu. Jedná se o dva organismy s rozdílným způsobem výživy. Jedním organismem je houba (mykobiont). Ta představuje složku houbovou. Druhým organismem je sinice nebo zelená řasa (fykobiont, fotobiont), která představuje složku řasovou, sinicovou. Houbová vlákna poskytují řasám nebo sinicím vodu a minerální látky. Řasa (sinice) houbě organické látky vytvořené fotosyntézou (Kout, 2014).

K lichenizovaným houbám patří pětina všech hub. Větší část tvoří vřeckovýtrusné houby, jako je terčovka bublinatá (*Hypogymnia physodes*), terčovník zední (*Xanthoria parietina*) a provazovka obecná (*Usnea filipendula*). Ze stopkovýtrusných hub je v mykoflóre zastoupeno jen několik druhů. Například kalichovka (*Lichenomphalia*) a kyjanka (*Multicavual*). Typickým příkladem lichenizmu jsou lišejníky (Rosypal, 2003).

Lišejníky můžeme nalézt v pouštích i vysokohorských oblastech. Spojení houby s řasou umožňuje lišejníkům růst i na místech kde by houba ani řasa samostatně žít nemohla (skály, krunýře želv). Většina druhů roste na suchých místech a jen málo druhů je vodních. Rostou velmi pomalu a během delší doby jejich přírůstek činí jen jeden milimetr. Růst je ovlivněn vlhkostí a čistotou vzduchu, proto se většina lišejníků nevyskytuje v průmyslových, ale horských oblastech. Sloučeniny těžkých kovů, brom a radioaktivní spad negativně ovlivňují jejich růst (Zlatník a kol., 1970).

Druh puklěčka islandská (*Cetraria islandica*) je citlivý na kouřové plyny, hlavně oxid siřičitý, které neumožňují fotosyntézu a narušují vnitřní stabilitu buněk, což se projevuje absencí lišejníku od místa tohoto znečištění. Buelie tečkovaná (*Buellia punctata*) a misnička práškovitá (*Lecanora conizaeoides*) jsou schopny růst na kmenech stromů i při vyšších koncentracích oxidu siřičitého. V mírně znečištěném prostředí se vyskytuje terčovka brázditá (*Parmelia sulcata*) a terčovka bublinatá (*Hypogymnia physodes*). Důlkatec plicní (*Lobaria pulmonaria*) a rožd'ovka jasanová (*Ramalia fraxinea*) patří k nejcitlivějším druhům. Lze je nalézt pouze na místech nenarušených nebo jen nepatrně kontaminovaných (Schubert, 1991).

Význam lišejníků na extrémních místech spočívá v jejich půdotvorné činnosti. Jelikož jsou prvními organismy na skalách, připravují půdu pro jiné rostliny. Svými kyselinami rozrušují skalnatý substrát a urychlují proces zvětrávání. Význam mají i jako potrava některých zvířat. Dutohlávka sobí (*Cladonia rangiferina*) slouží jako potrava pro soby v arktických oblastech (Kalina a Váňa, 2005). Puklěčka islandská (*Cetraria islandica*) se využívá v lidovém léčitelství, jako složka čaje proti kašli. Z druhu známého jako lišejník vlka (*Letharia vulpina*) se získávají barviva (lakmus) a větvičnick slívový (*Evernia prunastri*) je využíván při výrobě parfémů (Zlatník a kol., 1970).

4.7. Houby jako ukazatelé stavu prostředí

Na všechny biologické systémy od nejjednodušších forem až po celá společenství působí v přírodních podmínkách celý komplex faktorů prostředí. Mezi důležité řadíme ty, které jsou pro růst, vývoj a přirozené životní pochody biologických systémů nezbytné. Patří zde zejména růstové faktory, teplo, světlo, voda a živiny (Hekera, 2013).

Pokud intenzita přirozeně působícího faktoru nabývá takové hodnoty, která překračuje toleranční rozsah organismu, nastává nespecifická obranná reakce organismu tzv. stres. Biologický systém tak reaguje na určitý stresor. Tento poznatek nám podává hlavní myšlenku

a hlavní princip fungování biomonitoringu. Biodiagnostika umožňuje získávat informace o stavu a kvalitě konkrétní lokality pomocí organismů (bioindikátorů), kteří svým chováním a svou přítomností charakterizují dané prostředí. Lze je tedy využít jako ukazatele stavu prostředí (Vávrová, 2005).

Chytrý a kol. (2001) člení indikační druhy (Tabulka 1) na konstantní druh - pravidelně se vyskytující na daném typu stanoviště, dominantní – hojně se vyskytující druh pouze na konkrétním stanovišti, diagnostický – vyžadující určitý typ stanoviště, vzácný – ojediněle se vyskytující druh na daném typu stanoviště a druh indikující větší kvalitu stanoviště – jeho výskyt na konkrétním stanovišti charakterizuje zachovalost nebo přirozenost stanoviště.

Tabulka 1. Členění indikačních druhů podle Chytrý a kol. (2001).

Druh	Popis
Konstantní	druh pravidelně se vyskytující na daném typu stanoviště
Dominantní	hojně se vyskytující druh pouze na konkrétním stanovišti
Diagnostický	druh vyžadující určitý typ stanoviště
Vzácný	ojediněle se vyskytující druh na daném typu stanoviště
Indikující vyšší kvalitu stanoviště	druh, jehož výskyt na konkrétním stanovišti charakterizuje zachovalost nebo přirozenost stanoviště

4.7.1. Význam hub při hodnocení stavu znečištěného životního prostředí

Podle průzkumu Gápera (1998) lze pozorovat na imisně zatížených lokalitách zřetelný úbytek mykorhizních hub. Tento úbytek jednoznačně souvisí s celkovým zdravotním stavem porostů. Imisemi oslabené porosty nejsou schopny produkovat dostatečné množství organických látek. Jejich pokles spolu s přímým toxickým působením škodlivých složek v prostředí způsobuje rozrušení mycelia v půdě a mizení citlivých mykorhizních hub. Tyto druhy jsou obvykle nahrazeny rezistentními a méně náročnými druhy, avšak symbióza s takovými druhy je pro dřeviny méně efektivní.

Příjem důležitých látek (zejména fosforu, růstových hormonů a regulátorů růstu), které zajišťoval houbový symbiont, se zastaví a výrazně se sníží i ochrana kořenů dřevin před nemocemi, kterou houby dřevinám zajišťují. Houbový plášť totiž působí jako mechanická a

chemická bariéra proti vnikání patogenů do kořenů rostlin. Při porušení této činnosti dochází k dalšímu podstatnému oslabení porostů a ke snížení jejich odolnosti. Velmi silně poškozené lesní porosty mají redukovanou druhovou diverzitu hub a někdy až drasticky zredukovanou produktivitu (Pavlík, 1998).

Pro velkoplošné sledování kumulace škodlivin v jednotlivých orgánech se používají zejména jehličnaté a listnaté dřeviny, mechy, lišejníky a dřevokazné houby. Tyto organismy reagují na zhoršení prostředí snížením růstu nebo úplnou absencí některých druhů (Markert a kol., 2004).

Se zhoršujícím se stavem životního prostředí a prostřednictvím dálkového přenosu znečištění je stále větší pozornost věnována zjišťování kontaminujících látek v plodnicích hub. Houby, jako bedla vysoká (*Macrolepiota procera*) a žampion ovčí (*Agaricus arvensis*), snadno akumulují kovy (rtuť, olovo, kadmium a radioaktivní látky) a jsou tak dobrými indikátory zatížení prostředí těmito kovy. Výsledky ukazují, že například houby rostoucí na rozkládající organické hmotě mají vyšší akumulační schopnost než houby mykorhizní (Kulich a kol., 2002).

Houby tyto těžké kovy spolu s kouřovými zplodinami (oxid siřičitý, oxidy dusíku) získávají ze znečištěného ovzduší prostřednictvím kyselých dešťů. Ve značném rozsahu dochází k zakyselení půd (acidifikaci) zejména ve vyšších oblastech. V současnosti je na přibližně 25 % lesních půd silně kyselá reakce. Dlouhodobým problémem zůstává také lokální až regionální kontaminace půd těžkými kovy a imisemi v blízkosti škodlivých zdrojů (Zlámalová Gargošová, 2017).

Největší pozornost je tedy věnována roli hub v nemocných a umírajících porostech. Terénní a laboratorní experimenty jsou zaměřeny na zkoumání účinků kontaminantů na spektrum hub. Výsledky monitorování změn ve spektru makromycetů můžeme používat pro posuzování změn životního prostředí v těchto ekosystémech, jakož i k hodnocení zdravotního stavu, poškození porostu a celkového poškození ekosystémů (Pavlík, 1998).

Škodlivost imisí nespočívá pouze v tom, že rostlinu poškodí, ale dojde i k odumření celého lesního komplexu a k porušení společenství po ekologické stránce (Pavlík a Kmeť, 2015). Během posledních desetiletí se za jednu z hlavních příčin poklesu výskytu makromycet považuje vliv lidské činnosti nebo imisní faktory (Pavlík, 2008).

Mykorhizní houby a dřeviny jsou základními složkami zdravých a stabilních hospodářských lesů. Aktivní a plně funkční ektomykorhizní symbióza poskytuje ochranu a výživu pro lesní dřeviny a zvyšuje jejich schopnost odolávat škodlivým činitelům. Rychlé snížení zdravotního stavu a stability dřevin v českých lesích je spojeno se změnami ve druhovém složení hub uvnitř těchto lesů. Všechny škody v lesních porostech způsobené abiotickými (světlo, teplo, voda aj.) a biotickými (potravní, mezidruhové vztahy) faktory jsou doprovázeny i změnami v druhové skladbě hub. Změna v podílu mykorhizních, saprotrofních a parazitických druhů hub může vést ke změnám zdravotního stavu, odolnosti a stabilitě lesních porostů (Pavlík, 2008).

Celkový stav dřevin nebo porostu odpovídá podmínkám, ve kterých se nacházejí. Často jsou přítomny suché větve, jehličí, listí v pokročilém stadiu rozkladu. Ale na povrchu půdy můžeme najít i velký počet odumřelých suchých korun. Většinou jsou poškozeni střední jedinci, kteří jsou často napadeni hnilobou s významnou ztrátou listů (defoliace). Hojně množství mrtvého dřeva slouží jako substrát pro velký počet saprotrofních hub. Nejznámějším druhem rostoucím na spodní straně starých buků je parazitická houba spálenka skořepatá (*Ustulina deusto*). Skvrny na stoncích a větvích buků způsobují houby rodu rážovka (*Nectria*). Ve znečištěném porostu bylo nalezeno jen málo ektomykorhizních druhů hub, menší počet parazitických a větší počet saprotrofních hub (Dighton, 2003).

Ani přítomnost plodnic nám nedá jednoznačný důkaz o funkční symbióze na okolních kořenech, ani o rozsahu ektomykorhizních hub. Je třeba rozlišit rozdíl mezi přítomností a fungováním těchto hub (Markert a kol., 2004). Předpokládá se, že ektomykorhizní symbióza by mohla být rozhodujícím faktorem při vysvětlování snížení vitality mykotrofních stromů, které byly zasaženy moderním poškozením lesa. Houby mohou reagovat na změny v prostředí dříve než stromy samotné (Gulden a kol., 1992).

Jednotlivé složky lesa (dřeviny a houby) umožňují výměnu látek a informací, jelikož jsou propojeny myceliem ektomykorhizních hub. A to je místo, kde jsou nahromaděny škodlivé látky pocházející z imisí. Jemné kořeny a ektomykorhizní symbióza se nevyvíjí dobře a správně ve znečištěných porostech nebo je jejich činnost výrazně snížena. Proto jsou houby používány jako bioindikátory znečištěného prostředí (Pavlík a Kmet', 2015).

Ektomykorhizní houby jsou citlivé na změny chemického složení v půdě a na zdravotní stav svých symbiontů. Zvýšená koncentrace hliníku ve stromech kazí ektomykorhizní houbové symbionty (Entry a kol., 1987).

Naše nejvíce rozšířená dřevina buk byla považována za druh relativně neohrožený s dobrým zdravotním stavem a dobrou stabilitou. K určení příčiny slábnutí buku je třeba vyhledat cesty k jeho stabilizaci. Jedním z důvodů je tlak imisí a následný pokles ektomykorhizní symbiózy v lesních porostech. Vzhledem k nesporné důležitosti ektomykorhizních hub pro pěstování a vitalitu lesních stromů, schopnosti mykoflóry rychle reagovat na změny prostředí, je velmi důležité získat co nejvíce informací o mykoflóře v bukových lesních porostech (Gulden a kol., 1992). Zřetelný pokles ektomykorhizních hub byl zaznamenán v bukovém porostu, kde k nečekanému odlesňování došlo vlivem vichřice nebo námraze. Otevřené a nechráněné lesní porosty nejsou nejvhodnější pro vývoj ektomykorhizních hub. Nicméně radikální a rychlá změna ve struktuře houbových druhů za 3 až 4 roky je velmi zajímavá a důležitá (Pavlík a Kmeť, 2015).

Podle výsledků Pavlíka (2008) i podle zjištění Khana a kol. (2012) podíl mykorhizních druhů klesá v poškozených a umírajících porostech. Už Fellner (1989) doporučuje tento poznatek použít při hodnocení vitality porostu, přičemž je třeba zohlednit fakt, že zmíněný podíl se přirozeně mění podle vegetačního typu. Spektrum rodů a druhů nám může dát užitečnou informaci o stavu mykocenózy a tudíž i vitality lesního porostu. Nízké zastoupení některých druhů v porostu může být časným upozorněním. Varováním může být zvýšený výskyt jiných druhů typických pro zakyselené stanoviště. Fellner (1989) navrhl druh holubinka kolčaví (*Russula mustelina*), jako velmi častý druh v kyselých horských a podhorských smrkových lesích ve střední Evropě, za bioindikátor imisí.

Lepšová (1988) navrhla následující možnosti použití makromycetů jako bioindikátorů zatížení prostředí toxickými kovy:

- k posouzení kontaminace vrchních vrstev humusu, kde se toxické prvky hromadí nejvíce, je vhodné využít saprotrofní druhy hub,
- mykorhizní druhy hub jsou vhodné, pokud se do studia zahrne i symbiotická dřevina,
- použití dřevních saprotrofů je méně vhodné, protože většinu živin čerpají z dřevního substrátu, ve kterém je koncentrace toxických prvků nižší
- saprotrofní a mykorhizní houby přijímají ze substrátu mikroelementy (železo, jód, zinek, měď, mangan) v dostupné formě, a pokud nejsou kontaminovány spadem, podávají důležitou informaci o dostupných formách prvku.

Pro konkrétní podmínky vybraných lesních porostů Pavlík (1998) vyčlenil rody mykorhizních hub, které jsou citlivé na imisní zatížení, jakož i rody terestrických (pozemních)

saprotrofních hub, které ze zvýšené imisní zátěže profitují. Pomocí matematicko-statistických metod byly vyhodnoceny všechny získané údaje o vlastnostech prostředí a byly vyčleněny faktory ovlivňující výskyt a produkci hub:

- faktor půdně-hydrologických podmínek, v němž má největší význam množství srážek, vlhkost půdy a poměr obsahu hliníku s vápníkem a poměr obsahu uhlíku a dusíku v půdě,
- faktor saprotrofně-klimatický, kde význam má počet saprotrofních a mykorhizních druhů hub, defoliace (odlistění) dřevin a nadmořská výška,
- faktor živých stromů je vyhodnocen jako třetí nejvýznamnější a v něm má největší důležitost počet mykorhizních a parazitických hub,
- růst a produkci hub ovlivňuje faktor zakmenění.

Z hlediska výzkumu, ale i potřeb lesní praxe, lze považovat za významné zhodnocení zdravotního stavu sledovaných lesních porostů vzhledem k jejich rozdílné imisní zátěži. Hlavním přínosem výsledků práce Pavlíka (1998) pro ochranu přírody je možnost využití makromycetů jako bioindikátorů zatížení porostů imisemi. V imisně zatížených porostech klesá podíl mykorhizních a zvyšuje se podíl saprotrofních druhů hub. V těchto porostech se snižuje výskyt, respektive se vůbec nevyskytují mykorhizní houby rodu pavučinec (*Cortinarius*) (Obrázek 5), holubinka (*Russula*), liška (*Cantharellus*) nebo lošák (*Hydnum*). Zároveň v těchto porostech roste počet terestrických saprotrofních hub rodu strmělka (*Clitocybe*), penízovka (*Collybia*) a hnojník (*Coprinus*).



Obrázek 5. *Cortinarius orellanus* pavučinec plyšový (Foto J. Polčák).

4.8. Ochrana hub

Častou otázkou je, zda mají být houby chráněny stejně jako rostliny. Houbám, ale shodně jako rostlinám, můžeme způsobovat stejné škody poškozením jejich životního prostředí nebo změnou podmínek na lokalitě (Gerhardt, 2006).

Snahy o ochranu hub začaly ve dvacátých letech minulého století. V sedmdesátých letech vznikla komise, která se tématu ochrany hub věnovala ve svých seminářích. Později, na konci 80. let minulého století, došlo k vyhlášení prvních chráněných území (Velký vrch na Lounsku, Rendezvous u Valtic) z důvodu výskytu vzácných druhů hub. Legislativní ochranu hub přinesla vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky č. 395/1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Nalezneme v ní 46 zákonem chráněných druhů hub České republiky. Příkladem uvedu některé z nich. Kriticky ohrožené druhy: čirůvka hnědočervenavá (*Tricholoma inodermeum*), lanýž letní (*Tuber aestivum*). Silně ohrožené druhy: klouzek žlutavý (*Suillus flavidus*), pavučinec nancyský (*Cortinarius nanceinensis*) a ohrožené druhy: holubinka olšinná (*Russula alnotorum*), hvězdovka uherská (*Geastrum hungaricum*) (Antonín a kol., 2003).

Houby, které by si také zasloužily ochranu, najdeme v Červené knize nižších rostlin a hub Slovenské republiky a České republiky (Kotlaba, 1995). V červeném seznamu makromycetů České republiky nalezneme houby, jako například kuřátka žlutá (*Ramaria flava*) (Obrázek 6), které jsou řazeny mezi druhy potenciálně ohrožené. Nejlepším a osvědčeným způsobem ochrany hub je ochrana celých biotopů jako chráněných území (národní přírodní rezervace, národní přírodní památka) (Antonín a kol., 2003).

V některých zemích (Švýcarsko, Itálie) je ochrana hub zajišťována omezením jejich sběru pouze na určité dny v týdnu a váhové množství, které si může houbař za jeden den z lesa odnést. Také byl sběr zcela zakázán, aby měly houby čas na regeneraci. Z hlediska ochrany hub u nás, na rozdíl od Itálie či Švýcarska, ke zvláštnímu omezení sběru hub nebylo přistoupeno a nadále je povolen prodej volně rostoucích druhů hub (Hagara a kol., 2005).



Obrázek 6. *Ramaria flava* kuřátka žlutá (Foto J. Polčák).

4.8.1. Osvěta a činnost mykologických spolků

Mykologické spolky sdružují odborníky i amatérské osoby, jejichž společným zájmem jsou zejména makromycety. Jejich poradenská činnost a osvěta spočívá ve vysvětlování nutnosti ochrany hub, způsobu jejich využití a seznamování veřejnosti s chráněnými druhy například pomocí různých výukových letáčků. Což mě inspirovalo k vytvoření kresleného letáčku, který by mohl být použit ve školách pro výuku dětí (viz Příloha 1). Po celé České republice pořádají přednášky a výstavy pro veřejnost, kam jsou zváni odborníci z oboru mykologie, doplněné ukázkami momentálně rostoucích hub. Organizují fotografické soutěže, jejichž obsahem jsou fotografie hub v jejich přirozeném prostředí. Výtvarné soutěže a vycházky do terénu, které slouží k poučení a pořízení fotografií různých druhů hub. Spolupracují s oficiálními orgány ochrany přírody v záležitostech týkajících se průzkumu výskytu a rozmanitosti hub. Mykologické spolky provádí tyto inventarizační mykologické průzkumy pro odbory životního prostředí různých krajů (Polčák, 2020).

Na základě ústního sdělení ze dne 9. března 2020 se pan Polčák v roce 2019 zúčastnil provádění mykologického inventarizačního průzkumu v přírodní rezervaci Obřany. Tato rezervace se nachází v lokalitě Chvalčov v okrese Kroměříž uvnitř přírodního parku Hostýnské vrchy. V této lokalitě jsou velmi zachované původní dřeviny s dostatkem rozkládající se dřevní hmoty, která příznivě působí na růst hub. Byly nalezeny tři ohrožené druhy – houžovec medvědí (*Lentinellus ursinus*) (Obrázek 7), hlíva chlupatá (*Panus lacomtei*) (Obrázek 8), kuřátka lososová (*Ramaria subbotrytis*) (Obrázek 9). Dva téměř ohrožené druhy – mísenka oranžová (*Aleuria aurantia*), hlíva hnízdovitá (*Phyllostopsis nidulans*). Tři zranitelné druhy – ryzec pásovaný (*Lactarius zonarius*), zvonkovka žlutavá (*Tarzetta catinus*), čirůvka růžovolupenná (*Tricholoma orirubens*) a jeden vzácný druh – kuřátka žlutá (*Ramaria flava*).



Obrázek 7. *Lentinellus ursinus* houžovec medvědí (Foto J. Polčák).



Obrázek 8. *Panus lacomtei* hlíva chlupatá (Foto J. Polčák).



Obrázek 9. *Ramaria subbotrytis* kuřátka lososová (Foto J. Polčák).

5. Diskuse

Pojmenování houba se obecně užívá pro rozmnožovací orgán tohoto organismu – plodnice. Její výskyt však závisí na množství faktorů prostředí. Narůst může jen při jejich optimální kombinaci. Aby došlo k vytvoření podhoubí a růstu plodnice je podmínka vyklíčení výtrusu. K tomu výtrusy potřebují vhodné prostředí (vlhkost, teplotu aj.), přičemž nároky různých druhů hub se v tomto směru značně liší (Pavlík, 1998).

Kromě zmíněných přírodních činitelů růst hub ovlivňuje i množství jiných faktorů, přičemž hlavně vliv lidské činnosti je v posledních desetiletí velmi významný. V této práci bylo mimo jiné pozorováno, jaký vliv mají tyto činitele na kvalitu a kvantitu jednotlivých druhů hub. Zjištěním počtu různých druhů hub je možné získat informace nejen o šíření mycelia v substrátu, ale také o celkovém zdravotním stavu sledovaných lesních porostů. Při hodnocení výskytu hub na mnohých stanovištích je důležité si povšimnout výrazného podílu jednotlivých druhů hub, ale i poměru mezi mykorhizními a nemykorhizními houbami. Prostřednictvím takového hodnocení určujeme mykorhizní procento, které je určujícím faktorem zdravotního stavu porostu. Vyšší počet mykorhizních druhů hub je znakem nízké antropogenní zátěže určité lokality (Pavlík, 2008).

Čím více jsou mykorhizní druhy v daném porostu zastoupeny, tím větší je předpoklad pro dobrou produkční schopnost stanoviště, kvalitní dřeviny a vhodné přírodní a klimatické poměry. Kromě povšimnutí si jednotlivých druhů hub je možné sledovat i množství hub na různých druzích stanovišť (Pavlík, 1998).

Podobnou problematikou se zabývalo několik autorů, například Gordienko a Gorlenko (1987), Fellner (1989), Gulden a kol. (1992), Gáper (1998), Pavlík (1998, 2008), Khan a kol., 2012, Pavlík a Kmet' (2015). Mnoho z nich hodnotilo zdravotní stav porostů prostřednictvím různých druhů hub. Většina zaznamenala výraznější rozdíl mezi jednotlivými druhy hub podle životního typu. Tento fakt je ovlivněn v první řadě tím, že byly sledovány lokality různých typů z hlediska imisního zatížení nebo nadmořské výšky a podobně. Lokality byly v tomto případě vybrány od nejpříznivějších až po nejvíce znečištěné a lokalizované v těsné blízkosti imisního vlivu. Porosty, které si autoři zvolili pro zkoumání stavu prostředí prostřednictvím hub, se často nacházely poměrně blízko sebe. Klimatické podmínky stanovišť byly tedy přibližně stejné. Rozdíly se nacházely přímo v charakteristice porostu, zakmenění a defoliaci.

Studium kvantity druhů a plodnic hub je velmi důležité při hodnocení stavu porostu nebo posouzení stupně změn v něm. Počet plodnic a počet druhů mykorrhizních, saprotrofních a parazitických hub, jakož i jejich vzájemný poměr, závisí na množství faktorů, ale faktor imisní zátěže je jedním z nejdůležitějších. Údaje o kvantitativním zastoupení druhů hub se využívají při biologickém monitorování změn v lesních ekosystémech pod vlivem imisí a umělých zásahů do ekosystému. To také zmiňuje ve svých výzkumech a poznatcích Fellner (1989) nebo Gulden a kol. (1992). Nicméně existují i názory, že kvantitativní studie populací ektomykorrhizních hub poskytují pouze částečné informace o činnosti a přítomnosti hub v ekosystému (Zlámalová Gargošová, 2017).

Gordienko a Gorlenko (1987) konstatují, že v imisním zatížení porostů se odehrávají kvantitativní a kvalitativní změny. Podle jejich zjištění zde nejčastěji dochází k ohrazení druhového spektra hub a ubývají zejména mykorrhizní druhy. Na druhé straně se však mnohé druhy, jako například klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*), bránovitec jedlový (*Trichaptum abietinum*), václavka obecná (*Armillaria mellea*), rážovka rumělková (*Nectria cinnabaria*), ještě více rozšiřují.

Přesto, že jsou listnaté dřeviny odolnější vůči škodlivým činitelům, podle Pavlíka a Kmetě (2015) lze taktéž v následujících letech očekávat nárůst odumírání i některých listnatých dřevin (buků, dubů). Jejich odolnost závisí na aktuálních klimatických podmínkách. V případě přetrvávajícího sucha, jak je pro Českou republiku charakteristické v posledních několika letech, lze očekávat oslabení dubových porostů, což se může projevit nárůstem napadení houbami. I z tohoto důvodu by bylo třeba věnovat se problematice hodnocení zdravotního stavu porostů prostřednictvím hub i v následujících letech.

Kvantitativní změny v různém imisním zatížení mykocenóz jsou evidentní z výsledků výzkumů autorů, kde byly vymezeny četné ovlivňující faktory. Jedním z ukazatelů mohou být změny v produkci plodnic a druhů hub, nebo změny v druhové rozmanitosti ve sledovaných lokalitách. Důležité jsou změny v poměru saprotrofních a mykorrhizních druhů hub. Při hodnocení kvalitativních změn v mykocenózách se autoři zaměřují na sledování změn v množství a druhovém složení parazitických hub, či na hodnocení stupně hnilobnosti dřevin ve sledovaném lesním porostu. Počet plodnic mykorrhizních hub se různí mezi mnohými zkoumanými lokalitami. Vymírají rody hub vyskytující se v oblastech silně imisně zatížených nebo v lokalitách s prováděním nadměrného hnojení nebo zakyselování, než rody zastoupené v čistých lokalitách. K těmto rodům hub se řadí pavučinec (*Cortinarius*), holubinka (*Russula*), liška (*Cantharellus*) nebo lošák (*Hydnum*).

6. Závěr

Pro racionální zhodnocení negativních vlivů na jednotlivé složky ekosystému a pro postupy při jejich ochraně je základní podmínkou, abychom zajistili dostatečný rozsah kvalitních informací o zdravotním stavu prostředí.

Houby v systému živých organismů hrají specifickou roli a je důležité, abychom v současnosti již nerozlišovali houby z profesionálního hlediska jen na jedlé a jedovaté, ale houby vnímali, jako biologicky nepostradatelné. Měli bychom registrovat jejich přítomnost, přičemž bychom si měli všimnout zejména jejich kvality a kvantity. Tato bakalářská práce má především přehledový, tj. rešeršní charakter, kdy za pomoci různých zdrojů představuje poznatky vztahující se k tématu významu hub v ochraně přírody.

Důležitým poznatkem této práce je, že houbové organismy představují spolehlivý ukazatel stavu lesního ekosystému a jsou také odrazem předchozího hospodaření s lesem. I na základě přítomnosti rozličného spektra hub bychom měli přizpůsobit výchovné a obnovné postupy v lesních porostech.

Pomocí specifických vlastností a životního typu hub se podařilo popsat, jak lze přítomností různých druhů hub zjistit, jaký je zdravotní stav lesního ekosystému, pokud se v něm vyskytuje méně či naopak více určitých druhů hub. Důležitý je v tomto ohledu zejména poznatek, že podíl mykorhizních hub klesá v daném lesním prostředí se zhoršenou kvalitou porostu a zároveň se zvyšuje podíl saprotrofních druhů hub.

Absence plodnic hub nemusí znamenat absenci druhu, jde však o varovný signál, že zdravotní kondice lesního porostu je narušena a nejsou v něm nastaveny optimální podmínky pro správné fungování koloběhu živin.

Dalším poznatkem této bakalářské práce je, že houby obecně jsou zodpovědné za děje ovlivňující rostlinná společenstva. Jde především o mykorhizní druhy hub. Výsledky některých výzkumů se vztahovaly pouze na studium makromycet, proto mohly být výsledky bioindikace zkreslující tímto limitem. Důležité je si uvědomit nezbytnost sledování i jiných indikačních prvků v prostoru jako například vegetace. Určitou nevýhodou při hodnocení zdravotního stavu lesů jen prostřednictvím hub je, že jejich výskyt je ovlivněn počasím na dané lokalitě. Tento faktor může výrazně ovlivnit výskyt i spektrum hub během jednotlivých let.

Zjištěné poznatky mohou být podkladem pro praktický výzkum v lesním ekosystému, jakož i pro lesnickou praxi. Hlavním záměrem této práce bylo popsat nejen konkrétní úlohu houbových organismů, ale také vyčlenit rody hub jako možné bioindikátory kvality prostředí. Podařilo se dojít ke zjištění, že v oblastech imisně zatížených nebo v lokalitách s prováděním nadměrného hnojení nebo zakyselování klesá podíl mykorhizních druhů a zvyšuje se podíl saprotrofních druhů z celkového počtu druhů hub.

7. Seznam použitých zdrojů

ANTONÍN, V., BIEBEROVÁ, Z., KLUZÁK, Z. *Houby: česká encyklopedie. Neobvyklá kniha o světě hub u nás i v cizině, praktická příručka houbaře pro určování, sběr, ochranu, pěstování a zpracování hub*. Praha: Reader's Digest Výběr, 2003. ISBN 80-86196-71-2.

CARLIE, M., WATKINSON, S. C., GOODAY, G. W. *The fungi*. San Diego: Academic Press, 2001. ISBN 978-0-12-738445-0.

ČERNÝ, A. *Parazitické dřevokazné houby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0090-X.

DIGHTON, J. *Fungi in Ecosystem Processes*. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003. ISBN 978-0-203911-44-0.

DUBE, H. C. *An Introduction To Fungi*. 4th ed. Jodhpur: Scientific Publishers, 2015. ISBN 978-81-7233-743-8.

ENTRY, J. A. et al. The effect of pH and aluminium concentration on ectomycorrhizal formation. In: *Abiesbalsamea. Canadian Journal of Forest Research*, 1987, Vol 17, pp. 865-871. ISSN 0045-5067.

FELLNER, R. Management of fungi in nature reserves affected by air pollution. In: *Tenth Congress of European Mycologists*, Tallinn, 1989, Abstracts, p. 31.

GÁPER, J. Symbiotické huby, mykorízne symbiózy a ich význam. *Enviromagazín*, 1998. [online, cit. 10. 3. 2020]. Dostupné z: <http://www.enviromagazin.sk/enviro3-3/huby22html>.

GARIBOVOVÁ, L., BAIER, J., SVRČEK, M., V. *Houby: poznáváme, sbíráme, upravujeme*. Praha: Lidové nakladatelství, 1985. ISBN 26-052-85/13-34.

GERHARDT, E. *Sbíráme houby – Ale správně*. Praha: Knižní klub, 2006. ISBN 80-242-1540-3.

GORDIENKO, P. V., GORLENKO, M. V. Antropogennoje rozdejstvie na razvitie gribnich boleznej lesa. In: *Mikologija i fitopatologija*, 1987, Vol. 21, pp. 377-378. ISSN 0026-3648.

GULDEN, G. et al. *Macromycetes and air pollution*. Stuttgart: J. Cramer, 1992. ISBN 3-443-59045-4.

HAGARA, L., ANTONÍN, V., BAIER, J. *Velký atlas hub*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2005. ISBN 978-80-7360-334-2.

- HEILMANN-CLAUSEN, J., BARRON, E. S., BODDY, L. a kol. *A fungal perspective on conservation biology*. Conservation Biology, 2014. [online, cit. 30. 3. 2020].
- HEKERA, P. *Monitoring životního prostředí*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3475-9.
- HOBBS, CH. *Medicinal Mushrooms: An Exploration of Tradition, Healing, and Culture*. Summertown: Botanica Press, 1995. ISBN 1-57067-143-5.
- HOFRICHTER, R. *Tajný život hub: zázraky skrytého světa*. Brno: CPress, 2018. ISBN 978-80-265-0771-0.
- HOLEC, J., BERAN, J. *Přehled hub střední Evropy*. Praha: Academia, 2012. ISBN 978-80-200-2077-2.
- HROUDA, P. *Ekologie a význam hub*. 2010. [online, cit. 10. 4. 2020]. Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/botany/mycology/ekolhub.htm>
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, N. *Katalog biotopů České republiky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, (eds.) 2001. ISBN 80-86064-55-7.
- JABLONSKÝ, I., ŠAŠEK, V. *Jedlé a léčivé houby: pěstování a využití*. Praha: Nakladatelství Brázda, 2006. ISBN 80-209-0341-0.
- KALÁČ, P. *Houby: víme, co jíme?* České Budějovice: Dona, 2008. ISBN 978-80-7322-112-6.
- KALINA, T., VÁŇA, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1.
- KALINA, T., VÁŇA, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1036-8.
- KARLSSON, P. E. et al. *Ozone and Forests: Can We link Biological Risk to Economic Risks?* Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 1999. ISBN 92-893-0307-7.
- KHAN, A., HALEEM, A., MOHAM KARUPPAYIL, S. Fungal pollution of indoor environments and its management. In: *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2012, Vol. 19, pp. 405-426. ISSN 1319-562 X.
- KINCL, L., KINCL, M., JAKRLOVÁ, J. *Biologie rostlin*. Praha: Fortuna, 2003. ISBN 80-7168-736-7.

- KLÁN, J. *Co víme o houbách*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. ISBN 80-04-21143-7.
- KNOOP, M. *Houby: určování, sběr, příprava*. Praha: Knižní klub, 1999. ISBN 80-7176-947-9.
- KOTLABA, F. *Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů SR a ČR. Vol. 4. Sinice a riasy. Huby. Lišajníky. Machorasty*. Bratislava: Příroda, (ed.) 1995. ISBN 80-07-00735-0.
- KOUKAL, M. *Houby nejsou jenom k pochutnání*. 21. století.cz, 2011. [online, cit. 8. 4. 2020]. Dostupné z: <http://21století.cz/2011/08/21/houby-nejdou-jenom-k-pochutnani/>
- KOUT, J. *Vybrané kapitoly z mykologie*. Plzeň: Západočeská univerzita, Ústav celoživotního vzdělávání, 2014. ISBN 978-80-261-0349-3.
- KULICH, J., PIGULA, J., GUTZEROVÁ, N., HRUBÝ, P. *Bioindikace a biomonitoring, aneb, jak poznat, v jakém prostředí žijeme*. Horní Maršov: Středisko ekologické výchovy a etiky Rýchory SEVER, 2002. ISBN 80-902976-7-6.
- LEPŠOVÁ, A. *Význam studia plodnic makromycetů pro biomonitorování změn v lesním ekosystému. Dizertační práce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1988.
- MARKERT, B. A., BREURE, A. M., ZECHMEISTER, H. G. *Bioindicators & Biomonitors: Principles, Concepts, and Applications*. London: Elsevier, 2004. ISBN 0-08-044177-7.
- MEISLEROVÁ, B., SEDLÁŘOVÁ, M., LEBEDA, A. *Praktické využití hub a houbám podobných organismů v potravinářství, zemědělství, lékařství a průmyslu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4703-2.
- MIKŠÍK, M. *Houby: příruční atlas*. Praha: Knižní klub, 2018. ISBN 978-80-242-6286-4.
- MIKŠÍK, M. *Poznáváme jarní houby*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4403-2.
- NOVÁK, J., SKALICKÝ, M. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Powerprint, 2008. ISBN 978-80-904011-1-2.

- PATERSON, R. RUSSEL, M., LIMA, N. *Molecular Biology of Food and Water Borne Mycotoxigenic and Mycotic Fungi*. New York: CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4665-5988-2.
- PAVLÍK, M. *Možnosti využitia schopností a vlastností vybraných druhov drevokazných a terestrických húb*. Zvolen: TUZVO, 2013. ISBN 978-80-228-2583-2.
- PAVLÍK, M. Occurrence of ectomycorrhizal mushrooms in disturbed forest stands. In: LELLEY, J. I., BUSWELL, J. A. et al. *Mushroom biology and mushroom products: proceedings of the sixth international conference*. Krefeld: GAMU GmbH, Institut für Pilzforschung, 2008, pp. 287-297.
- PAVLÍK, M. *Pestovanie a využitie húb*. Zvolen: Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 2006. ISBN 80-228-1704-X.
- PAVLÍK, M. *Výskyt ektomykorizných húb v rôzne imisne zaťažených bukových porastoch. Dizertačná práca*. Zvolen: Technická univerzita ve Zvoleni, 1998.
- PAVLÍK, M., KMEŤ, J. Mushrooms of the polluted beech forest stand. In: *15th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2015: water resources. Forest marine and ocean ecosystems*, Sofia: STEP92 Technology, 2015. ISBN 978-619-7105-37-7.
- PAVLOVČÍKOVÁ, D. *Kořenovník vrstevnatý. Atlas poškození rostlin*. Brno: Ústav ochrany lesa a myslivosti LDF MENDELU v Brně, 2014. [online, cit. 6. 4. 2020]. Dostupné z: <http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/412-korenovnik-vrstevnaty.html>
- POLČÁK, J., člen české mykologické společnosti a mykologické poradny v Přerově, 2020: ústní sdělení 9. 3. 2020
- ROSYPAL, S. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-718-3268-5
- SCHUBERT, R. et al. *Bioindikation in terrestrische Ökosystemen*. Jena: Fischer, 1991. ISBN 3334004-02-3.
- SOCHA, R., JEGOROV, A. *Encyklopedie léčivých hub*. Praha: Academia, 2014. ISBN 978-80-200-2312-4.
- SVOBODOVÁ, V. *POLYPORUS SQUAMOSUS (Huds.) Fr. – choroš šupinatý/trúdník šupinatý*. BOTANY, 2008. [online, cit. 6. 4. 2020]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/polyporus-squamosus/>
- SVRČEK, M. *Houby*. Praha: Adventinum, 2005. ISBN 80-86858-08-1.

VALVERDE, M. E., HERNÁNDEZ-PÉREZ, T., PAREDES-LOPEZ, O. Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*, 2015, Vol. 2015, pp. 14. ISSN 1687-918X.

VÁŇA, J. *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. Praha: Karolinum, 2001. ISBN 80-7184-611-2.

VÁŇA, P. *Systém a vývoj hub a houbových organismů*. Praha: Karolinum, 1996. ISBN 80-7184-175-7.

VÁVROVÁ, M. *Využití bioindikátorů při hodnocení starých zátěží terestrického ekosystému*. 2005. [online, cit. 17. 4. 2020]. Dostupné z: <http://phytosanitary.org/old/projekty/2004/vvf-12-04.pdf>.

ZLÁMALOVÁ GARGOŠOVÁ, H. *Význam bioindikace a ekotoxikologie při hodnocení kontaminace životního prostředí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM, 2017. ISBN 978-80-214-5538-2.

ZLATNÍK, A., KRIŽO, M., SVRČEK, M., MANICA, M. *Lesnická botanika speciální*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970. ISBN 07-061-70.

Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1. Členění indikačních druhů (Chytrý a kol., 2001).

Obrázek 1. Stavba buňky hub (perokresba: Nováková N. dle Váňa, 1996).

Obrázek 2. *Psilocybe serbica* lysohlávka česká. (foto: Burel, J. 2016).

Obrázek 3. *Vibrissea filisporia* míhavka potoční. (foto: Burel, J. 2016).

Obrázek 4. *Cudoniella clavus* vodnička potoční. (foto: Burel, J. 2016).

Obrázek 5. *Cortinarius orellanus* pavučinec plyšový. (foto: Polčák, J. 2019).

Obrázek 6. *Ramaria flava* kuřátka žlutá. (foto: Polčák, J. 2019).

Obrázek 7. *Lentinellus ursinus* houžovec medvědí. (foto: Polčák, J. 2019).

Obrázek 8. *Panus lacomtei* hlíva chlupatá. (foto: Polčák, J. 2019).

Obrázek 9. *Ramaria subbotrytis* kuřátka lososová. (foto: Polčák, J. 2019).

Příloha

Příloha 1. Výukový letáček a houbařská křížovka

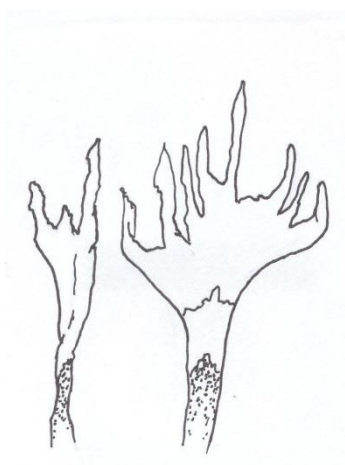
PŘÍLOHA 1. Výukový letáček



PÝCHAVKA OBECNÁ

Je jedlá. Roste na zemi, nebo i shnilém dřevu na travnatých místech, smíšených, ojediněle i jehličnatých lesích v červenci až listopadu.

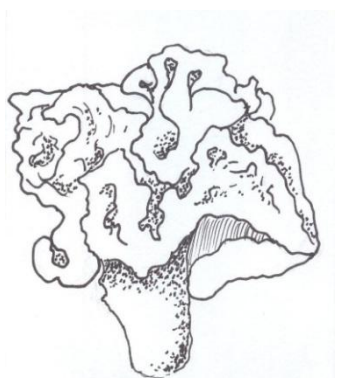
Plodnice – na povrchu pokryté kuželovitými ostny bílé, později zažloutlé barvy.



DŘEVNATKA PAROHATÁ

Je nejedlá. Roste téměř po celý rok (březen až prosinec), v listnatých a smíšených lesích na pařezech a kmenech.

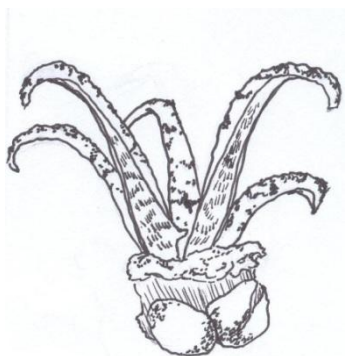
Plodnice – vysoké, tuhé, na koncích křídově bílé.



UCHÁČ OBECNÝ

Je jedovatý. Roste nejvíce na jaře v jehličnatých a smíšených lesích na holé půdě nebo v mechu a jehličí, též na kůře.

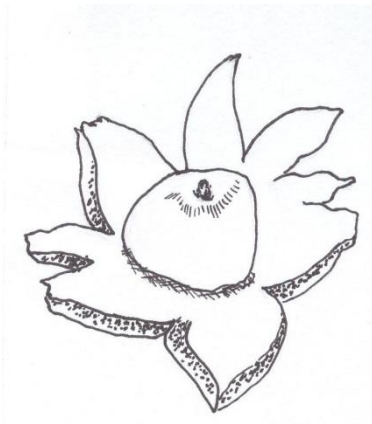
Plodnice – celé duté, zprohýbané s širokými i vysokými, kaštanově až tmavě hnědými klobouky.



KVĚTNATEC ARCHERŮV

Je nejedlý. Roste na zcela zetlelých trávou a mechem porostlých pařezech nebo zbytcích dřeva.

Plodnice – ve tvaru chobotnicových ramen, která jsou rozprostřená kolem vajíčka a jsou červená s černými skvrnami.



HVĚZDOVKA ČERVENAVÁ

Je nejedlá. Roste v létě a na podzim v listnatých, smíšených i jehličnatých lesích, hlavně pod buky, habry, borovicemi a smrky.

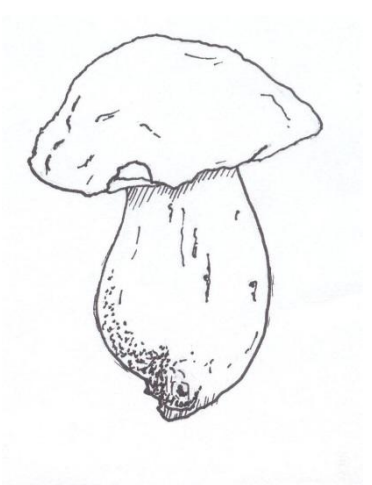
Plodnice – rozpukávající se v růžově nebo červenavě zbarvené cípy, uprostřed nichž sedí světle okrová až hnědavá vnitřní okrovka (kulička).



KLOUZEK SLIČNÝ

Je jedlý. Roste v červnu až do listopadu v jehličnatých, smíšených lesích, v alejích a na okrajích lesů.

Plodnice – živě žlutooranžové s rozloženými, slizkými klobouky.



HŘIB KRÁLOVSKÝ

Je jedlý. Roste vzácně koncem jara do podzimu v listnatých lesích na vápencích a bazických vyvěřelinách pod duby, habry a buky. Patří mezi kriticky ohrožené druhy, proto se nesmí sbírat.

Plodnice – klobouky jsou masité na žlutooranžovém podkladu jemně červeně vláknité, naspodu s drobnými zářivě citronově žlutými póry.



TROUDNATEC KOPYTOVITÝ

Je nejedlý. Roste téměř po celý rok na živých i odumřelých kmenech, větvích a pařezech výhradně listnáčů (buky, duby, jilmy, břízy, javory).

Plodnice – kopytovité, na povrchu šedohnědavé s tvrdou kůrou na úzce pásovaném povrchu a dužninou dřevově okrovou.



LOŠÁKOVEC PALČIVÝ

Je nejedlý. Roste vzácně v létě a na podzim (červenec až říjen) v jehličnatých lesích, zejména však v borech a pod borovicemi.

Plodnice - v mládí na klobouku roní třešňově červené kapky, Klobouky jsou široké, vláknitě tuhé až korkovité, na povrchu plstnaté, zprvu bílé, brzy tmavě rezavě hnědé.

Jméno a příjmení:	Nataša Nováková
Katedra:	Katedra biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
Rok obhajoby:	2020

Název práce:	Houby a houbám podobné organismy v ochraně přírody
Název v angličtině:	Fungi and fungi-like organisms in nature conservation
Anotace práce:	<p>Předložená bakalářská práce má převážně přehledový charakter. Pozornost byla zaměřena na houby a houbám podobné organismy v rámci systému živých organismů, kde zastávají specifickou úlohu. Houbové organismy tvoří jednu z nejdůležitějších složek v koloběhu živin v přírodě. Bez jejich činnosti by došlo k zhroucení celého ekosystému planety. Významnou roli mají také jako bioindikátory stavu lesního ekosystému. Jejich role však není jenom pozitivní, ale také negativní. Cílem této bakalářské práce je na základě poznatků z odborných zdrojů (literatury, článků a doplňkově také internetových zdrojů, a to jak českých, tak i zahraničních) popsat, v čem konkrétně úloha houbových organismů spočívá a vyčlenit rody hub jako možné bioindikátory kvality prostředí. Bakalářská práce je rozdělena celkem do tří kapitol. První z nich pojednává o obecné charakteristice hub a houbám podobných organismů, čili jaká je jejich morfologie, růst, jak se rozmnožují a šíří. Druhá kapitola je věnována již houbovým organismům a jejich roli v přírodě. Pozornost je také věnována houbám, jako indikátorům stavu prostředí a jejich ochraně. Třetí kapitola představuje diskusi zjištěných poznatků z odborných zdrojů.</p>
Klíčová slova:	Houby, houbám podobné organismy, ochrana přírody, ekosystém, bioindikátor, morfologie

Anotace v angličtině:	<p>The submitted bachelor thesis represents an overview-like study. Attention was focused mainly on fungi and fungal-like organisms within the system of living organisms, where they play a specific role. Fungal organisms are one of the most important components in the nutrient cycle in nature. Without their activity, the entire ecosystem of the planet would collapse. They also play an important role as bioindicators of the forest ecosystem condition. However, their role is not only positive but also negative. The aim of this bachelor thesis is to describe, based on knowledge from expert sources (literature, articles and additionally also internet sources, both Czech and foreign), where the exact role of fungal organisms lies and distinguish fungal genera as possible bioindicators of environmental quality. The bachelor thesis is divided into three chapters. The first chapter deals with the general characteristics of fungi and fungi-like organisms, i.e. their morphology, growth, reproduction and spread. The second chapter is dedicated to fungal organisms and their role in nature. Attention is also paid to fungi as environmental indicators and their protection. The third chapter presents a discussion of the findings from expert sources.</p>
Klíčová slova v angličtině:	Fungi, fungal-like organisms, nature protection, ecosystem, bioindicator, morphology
Přílohy vázané v práci:	Příloha 1.
Rozsah práce:	44 s. (69 742 znaků)
Jazyk práce:	CZ