

Diverzita a ekologie hub – makromycetů v horských porostech na Šumavě a v České republice (literární přehled)

Anna Lepšová

Výzkum v oborech mykologie, fytopatologie a ekologie lesa, Pěčín 16, 37401 Trhové Sviny

Úvod

Houby jsou nedílnou složkou horských lesních porostů. Tvoří součást mykorhizních systémů dřevin (Lepšová 2001, 2002, 2003) a významnou měrou se podílejí na dekompozici dřevní hmoty i ostatního lesního opadu. Napadají přestárlé nebo potlačené jedince stromů a tak urychlují jejich uhynutí. Svou činností se podílejí na půdotvorných procesech a mají i vliv na obnovu lesa.

Metody pravidelného terénního šetření na trvalých plochách dovolují získat údaje o houbách, které lze v přírodě vyhledat, vzorkovat a pak determinovat, aniž by byla potřebná mikrobiologická laboratoř. Jedná se o skupinu hub z oddělení *Ascomycota* a *Basidiomycota*, které tvoří plodnice s výtrusy.

Těmto houbám se obvykle říká makromycety, či velké houby a dle definice produkují (nadzemní) plodnice, které jsou větší než 2 mm a jsou proto pozorovatelné v přírodě. Plodnice menší než 2 mm jsou obtížně zaznamenané a podzemní plodnice vyžadují jinou techniku sběru.

Mykologická část projektu je zaměřena na výzkum výskytu a ekologie makromycetů na vybraných trvalých plochách horských smrčín a smíšených lesů na Šumavě.

Cílem je vylíšit ty druhy makromycetů, které

- jsou specifické pro určité typy lesních porostů
- podílejí se na klíčových procesech v lesním ekosystému, a které
- vypovídají o stupni narušení porostů činností člověka.

Předmětem předložené rešerše je

- Přehled výzkumu diversity makromycetů v horských smrkových a smíšených porostech, především na Šumavě a v Krkonoších.
- Vymezení oblastí výzkumu ekologie lesa, kde může výzkum plodnic makromycetů přispět a upřesnit poznatky o procesech v lesních porostech.

Mykologický výzkum makromycetů v horských smíšených a smrkových lesních porostech

Oblast Šumavy

Makromycety v přírodě blízkých lesních porostech v oblasti Šumavy jsou relativně podrobně sledovány, i když výsledky jsou zveřejňovány jen ojediněle. Většina výzkumu byla věnována druhové diversitě makromycetů a popisu vzácných a nových druhů pro území.

Dlouhodobě největšímu zájmu se těšila mykoflóra Boubínského pralesa. První soupis nálezů odtud publikoval Kubička (1973). Představuje 220 druhů hub, mezi druhy je zahrnuto mnoho druhů rozměrově drobných vřeckovýtrusných hub (pyrenomycetů a diskomycetů), které při běžném průzkumu bývají přehlédnuty. Území Boubínského pralesa je nadále sledováno několika mykology, jejich nálezy však nejsou publikovány (exkurze ČSVMS v různých letech, nověji Vlasák, Holec).

Oblast v okolí Kvildy (podmáčené smrčiny a rašeliniště) sledoval již A. Pilát v 60 letech, ale příspěvek nebyl řádně publikován. Jeho manuskript, uložený v Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích, využil a na Pilátův výzkum územně navázal výzkum Tondl (1987), který uvádí Pilátovy výsledky a doplňuje svá pozorování. Houby seskupil podle charakteru porostů, kde se vyskytovaly (louky a pastviny, lesy a rašeliniště a houby dřevní s uvedením druhu dřeviny).

Ze Šumavy byly v 90. letech minulého století publikovány vzácných druhů hub. Holec (1997) a Holec a Pouzar (1998), uvádějí 43 nálezy, z nichž některé pocházejí i z porostů horských smíšených lesů s výskytem buku a jedle nebo ze smrčín.

Novější studie jsou také zaměřeny na sledování výskytu plodnic makromycetů na trvalých plochách, jednak pro potřebu ekologických studií a jednak za účelem monitoringu pro potřeby ochrany přírody.

V horských smrčínách na Boubíně, v oblasti Trojmezí a na Studené hoře u Borové Lady pracovala Lepšová (1988). Později Holec (1991, 1992) sledoval porosty horských smíšených bučin v oblasti Boubína, na Zátoňské hoře, na Stožci a na Radvanovickém hřbetu.

Holec (1995, 1996 a 1997) monitoroval výskyt makromycetů v hlavních klimaxových společenstvech NP Šumava. Kromě rašelinných lokalit založil a sledoval trvalé plochy smíšených horských bučin v PR Medvědice v komplexu Stožce a v PR Prameny Vltavy, které reprezentují klimaxovou smrčinu.

V dalším projektu Holec et al. (1998) uskutečnili rozsáhlý mykofloristický průzkum dřívě málo přístupných lokalit na Šumavě. Navštívili 125 lokalit a zaznamenali přes 800 druhů hub. Mezi řešiteli byli specialisté na obtížné skupiny. Z. Pouzar je specialista na *Corticaceae*, M. Beran na rod *Cortinarius*, M. Svřek na *Ascomycetes*, F. Kotlaba na *Polyporaceae*. V řádu *Aphylliphorales* autoři doložili přes 200 druhů, našli 100 druhů rodu pavučinec (*Cortinarius*) a přes 80 druhů *Ascomycetes*. Výzkum pokrýval rozmanitá stanoviště, včetně lokalit Šumavského předhůří. U druhů nejsou uvedena naleziště, u lokalit jsou vyjmenovány důležité nálezy (prvosběry a vzácné nebo chráněné druhy). Nejsou uvedeny ekologické charakteristiky.

Beran a Lepšová (2002), Pouska a Lepšová (2002a, b) uvádějí seznamy hub, které byly nalezeny v oblasti Strážného (lokalita Častá) a v oblasti Modravy (Ztracená slaf a Pytlácký roh).

Prosty reliktních nebo člověkem málo narušených porostů ledovcových karů šumavských jezer (Černé a Čertovo) hostí velmi vzácné druhy lignikolních a bylinných vřeckovýtrusných hub a deuteromycetů, které jsou označovány jako mikromycety. Technika sběru této skupiny hub kombinuje metody vhodné pro makromycety (vyšetření sběrů z terénu) a mikromycety (kultivace v mikrobiologické laboratoři). V letech 1995–1997 se takto vymezenou skupinou zabývali Réblová a Prášil (Réblová 1998, Prášil a Réblová 1998, Réblová a Prášil 1999). Nalezli celkem 150 druhů, z toho několik druhů nových pro vědu a několik velmi vzácných druhů, které jsou závislé na zachovalých stanovištích s nenarušeným vývojem zásoby tlejícího dřeva.

Další dostupné výsledky výzkumu makromycetů ve smíšených horských porostech v oblasti Boubína pocházejí ze studia území PR Milešický prales (Lepšová 2004). Vývoj tohoto pralesa je dobře dokumentován ve studii Vrška et al. 2001, včetně dokumentace zásoby tlejícího dřeva.

Významnou informací o ekologii a rozšíření zástupců čeledi *Hymenochaetaceae*, druhů makromycetů, které jsou vázány na dřevo různých dřevin a které jsou považovány za významné indikační druhy, přináší Tomšovský (2000).

Ze zahraničních zdrojů je pro oblast Šumavy velmi významná publikace, která se zabývá houbami v Národním parku Bavorský les (Luschka, 1993). Představuje nejen soupis hub z hlediska ekologického a systematického ale soustřeďuje se na sukcesi hub, především makromycetů, na dřevních substrátech. Z celkového počtu taxonů asi 1300, kromě basidiomycetů (891 druhů), askomycetů (338) zahrnuje i houby jiných skupin, včetně myxomycetů (*Myxomycetes*).

Oblast mimo Šumavu, v rámci ČR

Nelze přehlédnout studie kolektivitu Janovského, který v několika územích horských porostů popisoval zásobu tlejícího dřeva a makromycety, které jsou na něj vázány (Janovský et al. 2002, 2004a, 2004b). Pro předloženou studii je relevantní především práce Janovský et al. (2002), která proběhla na 6 TVP ve smrčinách různého stupně rozkladu imisním působením a kůrovcovou kalamitou v Krkonoších.

Střední a západní Evropa

Mykocenologický průzkum horských klimaxových porostů v prostoru Babia Góra uskutečnila Bujakiewiczová (Bujakiewicz 1979, 1981, 1982). V bučinách v Polsku pracovala Lisiewská (1972, 1974).

Mykologický průzkum v člověkem málo ovlivněných porostech bučin se nyní soustřeďuje na vymezení významných indikačních druhů. Jsou to vesměs druhy, které jsou vázány na tlející dřevo, jehož množství je v současných kulturních a polokulturních lesích omezeno. Představiteli těchto studií jsou specialisté z Dánska, Belgie a také ze Slovenska (Christensen et al. 2004, Adamčík et al. 2007).

Mykocenologický výzkum v lesních porostech

Informativním příspěvkem k problematice mykocenologické syntaxonomie do první poloviny 80. let je práce Fellnera (Fellner 1987 a 1988, 1989). Autor předložil velmi důkladnou rešerši celé problematiky v celoevropském kontextu. Klasické mykocenologické studie vznikly v oblasti klasické botanické syntaxonomie. U nás se mykologové zabývali popisem mykocenóz po vzoru svých kolegů botaniků (u nás v přehledu Fellner 1988: např. Šmarda 1964, 1965, 1968, 1969, 1972, 1973; Fellner 1984, 1987, 1988, 1990; Klán 1975). Poukazuje na názorovou nejednotu na postavení a klasifikaci houbových společenstev i metodické přístupy při jejich analýze (Fellner 1987). V návaznosti na evropskou literaturu navrhuje zásady výstavby syntaxonomické klasifikace mykocenóz na principu jednoty substrátu a trofismu. Vychází tak z názorů, že houby vytvářejí na základě svých substrátových a hostitelských vazeb mykocenózy, které jsou součástí jedné či více biocenóz.

Podle mykocenologických zásad (Fellner 1988, 1989) se v lesních porostech vyskytují asociace:

1. „biotrofní houbové vegetace“ třídy *Cortinario-Boletetea* Darimont 1973 em. Fellner 1989, která je představována terestrickými ektomykorhizními houbami
2. „saprotrofní typ houbové vegetace“, která představuje složky
 - o „humikolní houbové vegetace lesní hrabanky“ třídy *Dasyscyphetea* Darimont 1973
 - o „lignikolní saprotrofní vegetace“ třídy *Stereo – Trametetea* Darimont 1973.

Další třídění do řádů, podřádů, svazů a mykoasociací je založeno na typu dřeviny a na jejím druhu jako mykorhizního partnera, na charakteru geologického podloží, na nadmořské výšce anebo na druhu dřeviny jako substrátu pro lignikolní houby.

Z přehledu jednotek, zejména mykoasociací, lze soudit, stav znalostí mykoasociací makromycetů je neúplný. Jednou z příčin je značná časová náročnost na zápis mykocenologického snímku. Dobrý mykocenologický výzkum vyžaduje více návštěv během roku, víceletý zápis a větší studijní plochu (viz dále) než výzkum rostlin.

To je asi hlavním důvodem, proč se v souborných dílech o vegetaci tématika hub objevuje jen velmi málo, ojedinělou prací je shrnutí Winterhoffa (Winterhoff 1992).

Hodnocení výskytu terestrických mykocenóz ve vztahu k vegetaci matematickými postupy se věnoval Cibula (1993).

Je zřejmé, že se od klasického postupu popisu mykocenóz v posledních 20 letech upouští. Souvisí to také se stoupající specializací studia a s hledáním funkčních aspektů trofických skupin hub.

V současné době je výzkum makromycetů spíše zaměřen na jednotlivé ekologické skupiny hub, především na mykorhizní houby a na houby lignikolní. Obě skupiny hub vstupují, především díky svým odlišným strategiím výživy, do jevů v biocenóze odlišným způsobem. Poznatky o nich poskytují informace, které jiné organismy neposkytnou. Ektomykorhizní houby velmi citlivě reagují především na změny v půdním prostředí (např. na vstup amoniaku a oxidů dusíku do půdy, na acidifikace) a na zdravotní stav stromů (v přehledu Lepšová 2003). Lignikolní druhy v současné době reprezentují indikátory, které poukazují na stupeň kontinuity a přírodního charakteru lesních porostů (Christensen et al. 2004).

S rozvojem molekulárních metod vstupují do popisu ektomykorhizních houbových společenstev nové aspekty, které se ptají po velikosti genet přítomných mykorhizních druhů hub, testují a standardizují odběry vzorků půdy s mykorhizními kořeny (Lilleskov et al. 2004). Ukazuje se, že mnohé druhy, které byly považovány za saprotrofní, jsou součástí ektomykorhiz (Tedersoo et al. 2006, Egger 2006). K základní literatuře v tomto oboru lze vybrat následující práce Garde et al. (1996), Horton and Bruns (2001), Mohlenhoff et al. (2001).

Molekulární metody mají výhody v tom, že odhalí i druhy, které netvoří plodnice, a je možné odebrat vzorky jednorázově, nejsou nutné pravidelné návštěvy na plochách. Samozřejmě, že techniky molekulárních analýz jsou značně náročné na laboratorní vybavení a finanční zdroje.

Metody studia ekologie makromycetů v lesních porostech

Specifické aspekty hub, jako složky biodiverzity shrnují v rozsáhlé rešerši např. Zak a Willing (2004).

Houby se odlišují stavbou stélky (těla) od živočichů i neklonálních rostlin. Jejich podhoubí, které má vyživovací funkci je schopno neomezeného růstu a šíření heterogenním substrátem. I vzdálená vlákna podhoubí jsou, pokud nebyla narušena, systémem trubicových vláken navzájem propojena, takže je zachována možnost mezibuněčné komunikace. Svou heterotrofní aktivitu tak uskutečňují v prostorech od několika mm až několika set metrů. Z této skutečnosti vyplývají potíže při počítání jedinců hub během terénních i laboratorních šetření. Termín jedince u hub může být chápán v numerickém, genetickém nebo ekologickém kontextu v závislosti na šetřeném organismu a na zaměření studie. Podle Cooke et Rayner (1984 sec. cit.) jsou jedinci oddělené a nezávislé jednotky a lze je spočítat. Z genetického úhlu pohledu je počítatelným jedincem rameta (Harper 1977, sec. cit.), která sice je součástí jediné genety, ale je schopná samostatného růstu. Plodnice makromycetů mohou pocházet z jediné genety, ale mohou to být samostatné ramety. Pokud neprovedeme laboratorní šetření (testy somatické kompatibility nebo molekulární testy), nebudeme s určitostí vědět, zda naopak tyto plodnice (ramety) nepocházejí z geneticky odlišných genet. Proto bude muset být definice jedince v mykologickém průzkumu velmi operativní. Především proto, aby vymezení jedince a jeho sčítání jednoznačně umožnilo porovnat sledované porosty. Operativní definice jedince se tak liší v rámci taxonomických i ekologických skupin hub.

Metody sledování plodnic makromycetů v rostlinných společenstvech nejsou jednotné. Metodické odchylky a využití různých přístupů jsou podmíněny cílem studie.

Inventarizační průzkumy

Prostý soupis makromycetů na vymezené lokalitě se pořizuje podle metod inventarizačního průzkumu makromycetů, u nás tyto metody zpracoval Holec (2003). Terénní výzkum má charakter pochůzky ve sledovaném prostoru. Sledují se veškeré biotopy zájmového území, napříč všemi možnými mykocenózami. Spolu se záznamem výskytu plodnic druhu je popisována vazba houby na určitý substrát.

Hojnost výskytu je vyjadřována semikvantitativními metodami, obvykle podle počtu výskytů skupin plodnic ve sledovaném území (Holec 2003). Tento přístup je nejméně náročný na práci v terénu a nemusí být vázán na trvalou plochu. Nicméně je velmi důležitý pro pilotní studie, na které navazuje další a podrobnější výzkum.

Mykocenologické průzkumy na TVP

V souladu s fytocenologickou praxí se zapisovaly „kumulativní“ mykocenologické snímky na určitých plochách v rámci určité biocenózy. S ohledem na biologii hub se postup zápisu mykocenologického snímku podstatně odlišuje od zápisu fytocenologického snímku. Pracuje se obvykle větší trvalou plochou, na kterou se mykolog

vrací opakovaně během roku a v období několika let. Kromě toho se také ukázalo, že je v rámci plochy vhodné vymezit specifické mykocenózy na určitých substrátech nebo ve vazbě na určité hostitele.

Metody studia ekologických parametrů hub a mykocenologie u nás shrnula např. Štekllová (1977) a později Lepšová (1982) a Fellner (1987).

Fellner (1987) předkládá hlavní metodologické přístupy ke sběru dat pro mykocenologické snímky. Uvádí literární přehled metod pro pořizování a vyhodnocování mykocenologických snímků. Fellenrova práce je předložena v češtině a je citována v zahraničních studiích.

Fellner (1987) uvádí, že „na rozdíl od fytoecologických snímků mykocenologický snímek představuje kumulativní zápis výskytu druhů plodnic hub. Reprezentativní zápis nelze uskutečnit na základě jedné návštěvy, i kdyby byla uskutečněna v době maximálního růstu hub (Barman 1965, sec. cit.). Sestavení snímku předpokládá provést kumulaci měsíčních (event. čtrnáctidenních) zápisů z dané plochy za období minimálně 2 až 3 roky. Podle Winterhoffa (1975, 1984, sec. cit.) lze tříleté období považovat za dostatečné, ale zároveň za nezbytně nutné pro poznání složení studované mykocenózy. Kotlaba (1953 sec. cit.), Haas (1958 sec. cit.) a jiní autoři udávají za dostačující období 5 let. ... Kriegelsteiner (1977 sec. cit.) dokumentuje, že za příhodných klimatických podmínek lze ještě i v 7. roce mykocenologického výzkumu získat 15% nárůst v počtu druhů zaregistrovaných makromycetů.“

V další části se věnuje metodám semikvantitativního nebo kvantitativního hodnocení výskytu makromycetů ve sledované ploše u různých autorů. Moser (1949 sec. cit.) použil 6 členou stupnici abundance jednoletých zápisů, které vycházejí z jednoletých záznamů o počtu plodnic a jejich měsíční periodicitě. Bon (1979 sec. cit.) používá upravenou dvousloupcovou čtyřčlennou stupnici frekvence a abundance při kumulaci údajů za více let. Přístup zachovává zásadu jednoty substrátu a trofismu. Další syntetické zpracování dat je v mykocenologii podobné jako v případě zpracování fytoecologických snímků Mueller-Dombois et Ellenberger 1974, sec. cit.)“.

V další části studie Fellner (1987, 1988) se podrobně věnuje zásadám syntaxonomické klasifikace mykocenóz. V 90. a dalších letech se v syntaxonomii objevily další metody hodnocení. Jsou používány především pro hodnocení společenstev vegetace. Pro hodnocení mykologických dat se začaly používat později. V návaznosti na lesnický průzkum na TVP Šumavy je použila Lepšová (2005). Souhrnná rešerše tohoto přístupu nebyla dosud provedena. Množství mykologicky orientovaných studií tohoto typu je málo, protože jsou velmi náročné na práci v terénu (nutnost víceletého studia na TVP, opakované návštěvy během jednoho roku mimo vegetační sezónu).

Popis mykocenóz na různých substrátech pomocí plodnic makromycetů

Současné mykologické studie tohoto směru jsou obvykle specializovány pro sledování hub specifických substrátů, nebo vázaných na určitého hostitele. V lesních porostech jsou významné mykocenózy na tlejícím dřevě a mykocenózy mykorhizních hub. K tomu ještě přistupují mykocenózy saprotrofních hub (s výjimkou těch, které jsou vázány na větší zbytky dřevní hmoty). Každá troficky vymezená skupina hub vyžaduje modifikaci v definici a uspořádání sledovaných částí biocenóz.

Pro sledování mykocenózy mykorhizních druhů makromycetů podle výskytu plodnic v lesních porostech se obvykle používají trvalé plochy o velikosti 2500 m². Zakládají se v reprezentativní části porostu, neměly by být na okraji porostu, neměla by je protínat cesty. Pro zjištění frekvence výskytu plodnic by měly být plochy přehledně členěny a dílčí čtverce (5×5 nebo 10×10 m²).

Pro sledování mykocenóz saprofytních makromycetů podle plodnic je vhodné využít stejnou plochu jako pro mykorhizní druhy. Určitá modifikace je nezbytná pro vysledování drobných plodnic (do 1 cm v průměru), zejména pokud rostou v trávě nebo jinak nepřehledném mikrostanovišti. Pak je vhodné použít techniku několika podrobných prospekci reprezentativního množství malých ploch (např. 0,5×0,5 m²) a založit kvantitativní údaje na této modifikaci.

Pro potřeby detailního hodnocení vazby hub na substrát je žádoucí v ploše zaznamenat především výskyt tlejícího dřeva a vyhodnotit jednotlivě jeho stupeň rozkladu a kvantifikovat jej (v přehledu Pouska 2001, Lepšová 2001, dále Pouska et Lepšová in prep., Svoboda et Lepšová 2004, Lepšová 2005). Pokud je v dané ploše omezené množství částí CWD, je vhodné použít jiné uspořádání výběru substrátu (metoda transektu, rozšíření plochy pouze pro mykocenózy, které jsou vázané na dřevo).

Funkční (trofické) skupiny makromycetů a jejich ekologie

Saprofytní a lignikolní houby

Saprofytní a lignikolní houby žijí samostatně na různých částech neživých zbytků organismů. Takto houby plní ve společenstvech funkci reducentů, podílejí se na rozkladu a mineralizaci rozmanité organické hmoty (Cooke et Rayner 1984). Jsou součástí mikrobiálních společenstev, která se uplatňují v půdotvorném procesu. Osídlují těla všech mrtvých organismů, především rostlin a rozkládají je. Jsou schopné rozkládat (funkce destrukční) i tak složité látky, jako dřevo, především lignin, a rohovinu – kreatin (produkují specifické sestavy extracelulárních enzymů). K rozkladu potřebují kyslík (jsou striktně aerobní), jen některé houby jsou schopny rozkladu i v

anaerobním prostředí. Svým metabolismem přispívají k uvolnění minerálních látek z organických zbytků (funkce redukční). Nerozložené zbytky se stávají součástí půdního humusu (funkce půdotvorná). Pojem saprofytní zahrnuje celou skupinu. V užším chápání se vyčleňují "houby saprofytní" a "houby lignikolní", které jsou vázány na dřevo.

Saprofytní houby

Podílejí se na rozkladu stavebních složek rostlinných tkání, především celulózy, hemicelulóz, bílkovin a tuků. Vykazují obvykle specifiku k různým druhům substrátů. Jejich členění navazuje na charakter a distribuci organické hmoty v profilu nadložního humusu a minerálních vrstev půdy (Šály, 1978):

Opad (v anglické literatuře L - litter) je tvořený částmi rostlin. Je osídlován různými, často specifickými druhy hub, které rozkládají. V částech opadu rozlišíme, z jaké části rostliny a často i jakého druhu rostliny pochází.

Mezi houbami na málo rozloženém opadu se rozlišují houby acikolní (na jehličí), na opadaném listí různých dřevin, na šiškách různých jehličnanů (strobilokolní druhy hub), houby na šištících (např. olše), jehnědách (např. olše, buk), na číškách (buk), na semenech, na drobných větévkách (různých dřevin) atd. Při podrobném sledování lze mezi houbami rozlišit druhy, jejichž podhoubí osídluje čerstvý opad. Ze stopkovýtusých jsou učebnicovým příkladem různé rody a druhy špiček (*Marasmius*, *Setulipes*, *Marasmiellus*).

Fermentační vrstva (F – fermentation layer) vzniká z opadu ve fermentačním procesu, kdy opad postupně ztrácí svou původní strukturu. V této vrstvě jsou ještě zřetelné části rostlin, zbývají z nich jen drobné úlomky. Často již ani nelze určit, z jaké rostliny nebo z jaké její části pocházejí. Na tvorbě této vrstvy se podílejí nejčastěji helmovky a příbuzné rody (rod *Mycena*), penízovky (rody *Gymnopus*, *Rhodocollybia*), strmělky (rody *Clitocybe*, *Lepista*)

Humifikační vrstva (H – humification layer) je výsledkem dalšího rozkladu rostlinného a živočišného materiálu, který již ztratil svůj původní tvar. V české literatuře je často nazván měl. Měl je jemná tmavě hnědá až černá hmota. Postupně přechází ve svrchní humusovou vrstvu minerálního půdního horizontu. Pro rozlišení obou vrstev se používá umělá hranice 30% obsahu pískových zrn. Houby, které osídlují tuto část silně rozloženého nadložního humusu, případně svrchní humusové vrstvy minerálního profilu půdy považujeme z humikolní druhy hub.

Houby, jejichž výživa pochází z humusové vrstvy, se obvykle nazývají humusoví saprofyti. Je možné k nim přiřadit i specializovanou skupinu turfikolních saprofytů.

Na starých ohništích a na spáleništích jsou charakteristická a pacificky vázaná společenstva antrakofilních druhů s mnohokrát popsanou sukcesí druhové skladby.

Podobně jsou popisována následná společenstva na exkrementech, především u býložravců. Na tomto substrátu však dominují mikromycety. Z makromycetů se zde vyskytnou hlavně drobné pomíjivé (efemérní) hnojníky (rod *Coprinus*).

Některé druhy hub jsou vázané na mechorosty (druhy muscokolní a sphagnikolní). U řady z nich byl popsán parazitismus. Je pravděpodobné, že u některých druhů je parazitismus následovaný saprofytismem (saproparazitismus, kdy houba přispěje k odumření oslabené rostliny nebo její části a posléze ji dále využívá a dokončuje na ní svůj životní cyklus).

Lignikolní druhy

Lignikolní makromycety osídlují dřevní hmotu odumírajících a odumřelých stromů (Rayner a Boddy 1986). Obvykle jsou různě silně specializovány na druhy nebo čeledi dřevin. Dřeviny rozlišují především podle přítomnosti pryskyřice a podle specifické stavby lignitové složky dřeva. Slabí specialisté osídlují listnaté nebo jehličnaté dřevo, výrazně specializované druhy jsou vázány na jeden rod nebo dokonce druh dřeviny (Kotlaba 1984; Černý 1976, 1989; Ryvaden et Gilbertson 1993, 1994).

Lignikolní druhy je možno dále dělit na primární parazity a saproparazity, lignikolní saprofyty prvního a dalších řádů. Hranice mezi těmito strategickými skupinami není úplně ostrá, ve vývojových fázích osídlování stromu a z něho pocházejícího dřeva přechází přítomný druh houby z jedné kategorie do druhé.

A. Z fytopatologického hlediska jako **primární paraziti** mezi makromycety u nás jsou uváděny druhy rodu václavka (rod *Armillaria* s. lato, celkem 5 druhů) a kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*, 3 biologické druhy, které jsou specificky vázané na hostitele). Infekce se přenáší ze stromu na strom prostřednictvím rhizomorfů anebo na kontaktu kořenů. Obě skupiny druhů fruktifikují na živém i odumřelém hostiteli. Přispívají k jeho charakteristickému zlomu.

B. Skupina **saproparazitů** je poměrně rozsáhlá, představuje houby, které žijí poměrně dlouho v neaktivním dřevě živých stromů, na stromech fruktifikují (vytvářejí plodnice). Po odumření stromu jejich podhoubí obvykle po nějakou dobu přetrvává a podílejí se na rozkladu souše anebo na zlomu či vývratu živého stromu (příkladem může být např. plstateček severský, *Climacocystis borealis*, nebo ohnivec ohraničený, *Phellinus nigrolimitatus*, na smrku; ohnivec Hartigův, *Phellinus hartigii*, na jedli; troudnatec korytovitý, *Fomes fomentarius*, nebo *Oxyporus populinus*, na buku). Živý strom osídlují prostřednictvím výtrusů přes poraněnou borku, přes mrazovou nebo mechanickou puklinu.

C. Lignikolní saprofyti prvního řádu osídlují dřevo již odumírajícího nebo odumřelého jedince. Jejich vektorem bývá lýkožravý nebo xylofágní hmyz. (podkorní hmyz a následně druhy). Sled druhů hub a jejich společenstev je pro kmeny a dřevo jednotlivých druhů dřevin nebo jejich skupin poměrně specifický. Příkladem takových druhů může být např. troudnatec páskovaný (*Fomitopsis pinicola*) na smrku, jedli i buku; pevníky (*Stereum rugosum*, *S. hirsutum*, *S. subtomentosum*) na buku; outkovka chlupatá (*Trametes hirsuta*) na buku a méně na jedli.

Skupina lignikolních saprofytů prvního řádu patří, spolu s některými saproparazity, k významným destruentům odumřelé dřevní hmoty v lesních porostech. Další používané termíny pro popis tlejícího dřeva v lese jsou mrtvé dřevo (Janovský et al. 2002), „coarse woody debris – CWD (Harmon et al. 1986); kategorie CWD je definována v každé studii podle jejího cíle. Jako CWD jsou definovány části odumřelých dřevin, jejichž nejtenčí rozměr je dle různých zdrojů 5 až 15 cm v průměru (Harmon et al. 1986). V české lesnické praxi se termín tlející dřevo objevuje jako popis části stromu, které nelze z lesa odtáhnout.

Vazba makromycetů na tlející dřevo obvykle specifická (Rayner et Boddy, 1988a). Je to dáno především specifickou biochemickou výbavou houby. Jehličnany a listnáče se odlišují stavebními jednotkami aromatických alkoholů v polymeru ligninu. Rozdíly existují i mezi čeleděmi a někdy i rody dřevin. Ve skupině lignikolních saprofytů a saproparazitů tak podle vazby na určitou dřevinu nebo skupinu dřevin rozlišujeme škálu druhů od nespecifických až k úzce specializovaným (Kotlaba 1984; Černý 1976, 1989; Ryvarden et Gilbertson 1993, 1994). Na některých dřevinách byly popsány specifické mykocenózy, charakteristické určitým sledem objevování a růstu plodnic.

D. Lignikolní saprofyti druhého řádu osídlují již tlející dřevo. Z literatury není zcela zřejmé, zda tyto druhy výhradně rozkládají dřevo. Některé druhy, jejichž plodnice se objevují na silně narušeném dřevě, mohou být představiteli ektomykorhizních hub. Příkladem mohou být někteří zástupci z čeledi *Corticaceae* (rody *Amphinema*, *Piloderma*, *Tylospora*, *Byssocorticium*) a *Thelephoraceae* (*Tomentella*, *Thelephora*), kteří jsou popsáni jako mykorhizní partneři dřevin (Tedersoo et al. 2003; Lilleskov et al. 2004).

V mykologické literatuře je několik poněkud se odlišujících definic uvedených kategorií. Je to dáno hlavně variabilitou strategií hub, které jsou vázány na živé stromy a na jejich odumírající nebo odumřelé části. Kategorizace těchto skupin není naším cílem. Ve skupině makromycetů nelze hovořit o obligátním (závazném) parazitu. Termín primární parazit pochází z fytopatologické literatury. Jedním z představitelů v našich podmínkách jsou václavky. Napadají lýkovou část živých vodivých pletiv a ve svém důsledku vedou k rychlému odumření stromu. Napadají-li vnitřní dřevo živých kořenů a pařezové části kmene, vedou k charakteristickému zlomu za přispění dalšího fyzikálního faktoru. Kořenovník vrstevnatý podobně napadá kořenové systémy jehličnanů a časem následuje zlom stromu. V obou případech se jedná o jev saproparazitismu, nebo i fakultativního parazitismu, protože je naplněna obecná podmínka, že organismus zabíjí svého hostitele, rozkládá jej a dokončuje na něm svůj životní cyklus (tvoří plodnice s výtrusy).

Mnoho lignikolních druhů je přítomno v živých částech větví a kmenů jako endofytní houby. Endofytní začnou vytvářet rozmnožovací struktury (ne všechny tvoří plodnice) až na odumřelých částech větví (endofytní houby, Butin 1995; Kowalsky and Kehr, 1997). Tyto houby plní funkci „samočištění korun“ dřevin tím, že v oslabených větvích (především v zastíněných) napadnou oslabené buňky a začnou větévku rozkládat. Ta na stromě odumře, na povrchu nebo z pod kůry pak vyrůstají nosiče výtrusů nebo plodnice houby, vyprodukují výtrusy a větévka se po nějaké době odlomí. Tyto houby plní ochrannou funkci před parazitickými houbami tím, že nedovolí jejich vstup do chřadnoucí větévky. Endofytní houby mají výraznou kompetiční výhodu, protože osídlují větévku ještě živou a mají schopnost zde přežít do jejího oslabení jinými faktory.

Funkce saprofytických a lignikolních druhů hub v procesu tlení rostlinné hmoty

Saprofytické a lignikolní houby žijí v prostředí s nízkou dostupností rozpustných a snadno přijatelných živin. Rostlinný opad a dřevo jsou z největší části tvořeny polymery celulózy, ligninu a hemicelulózy. Pro jejich rozklad jsou houby vybaveny extracelulárními enzymy, jimiž tyto polyméry v bezprostředním okolí hyf rozkládají na monoméry (monosacharidy, aminokyseliny). Menší molekuly (monoméry, diméry) jsou přijímány do buňky, protože již mohou prostupovat buněčnou stěnou a membránou.

Způsob rozkladu dřeva houbami je významný z ekologického hlediska a je též taxonomickým kritériem (postupně např. Stalpers 1978, Ryvarden et Gilbertson 1993, 1994).

Hlavními stavebními složkami rostlinných tkání, a zejména dřeva, jsou celulóza, hemicelulózy a lignin (Rayner et Boddy 1988b). Poměr těchto složek ve dřevě je charakteristický pro druh dřeviny, velmi přibližně jsou tyto složky ve dřevě ve stejném poměru. Dřevo jehličnanů a listnáčů se liší kvantitativním obsahem ligninu (dřevo jehličnanů obvykle 27-35% ligninu, dřevo listnáčů 19-24% ligninu).

Celulóza je součástí buněčných stěn rostlin ve všech jejich orgánech, ve dřevě tvoří elastická vlákna (systémy vodivých pletiv), která podmiňují pevnost v ohybu a tahu. Chemicky je jednoduchým lineárním polymerem glukózy.

Hemicelulózy jsou součástí buněčné stěny rostlin a vyskytují se také v mezibuněčných prostorech. Představují jednoduše větvené řetězce polymerované glukózy.

Lignin je výplňovou a zpevňující složkou mezi vlákny celulózy. Chemicky je lignin nepravidelným polymerem fenolických jader se substituenty typu různých alkoholů (kumarylalkohol, konyferylalkohol). Zastoupení alkoholů v ligninu je charakteristické pro určité taxony (typy alkoholů a jejich poměr).

Houby bílého tlení (wr, white rot, bílá hniloba): jsou vybaveny celulolytickým (celulázy) i ligninolytickým systémem extracelulárních polyfenoloxidáz (lakkáza, tyrosináza, peroxidáza). Úhrnem je rozklad obou složek houbami bílého tlení rovnoměrný, u některých skupin hub zpočátku převažuje rozklad ligninu nad rozkladem celulózy (selektivní delignifikace nebo vznik bílé voštinové hniloby – rod *Trichaptum*, *Phellinus*). V okruhu bílé hniloby jsou rozlišovány další typy. Z dlouhodobého pohledu je postupem bílého tlení dřevo zcela rozloženo a nezůstávají z něj trvalá residua, která by tvořila trvalou složku půdy Ryvardeen et Gilbertson 1993). Jiní autoři uvádějí, že produktem bílého tlení houbami jsou huminové kyseliny, které se stávají žádoucí součástí půdního humusu (Vacek 1982). Houby bílého tlení jsou většinou vázány na listnaté dřeviny. Na jehličnanech se vyskytují u těch jedinců, které se zlomily (např. následkem napadení primárními parazity nebo při vichřici) a zůstala na nich kůra.

Houby hnědého tlení (br, brown rot, hnědá hniloba): jsou vybaveny pouze enzymatickým systémem celuláz. Rozkládají celulózu a zbývající lignin v substrátu zůstává. Je červenohnědě zbarvený, objemové ztráty celulózy se projevují prasklinami, které způsobují, že se dřevo v pokročilém stádiu hniloby kostkovitě rozpadá. Lignin je pro většinu mikroorganismů toxický. Rozkládají jej pouze některé basidiomycety (viz výše) a některé bakterie. Ze dřeva, které prochází procesem hnědého tlení, se uvolňují ve vyšší míře fulvokyseliny, které jsou pro vývoj půd méně příznivé, než produkty bílého tlení.

Houby v důsledku své enzymatické výbavy pravděpodobně ovlivňují kvalitu půdy (Vacek 1982).

Tlející dřevo patří v horském lese k nejdůležitějším mikrostanovištím pro přirozenou obnovu smrku. Poskytuje vyvýšený prostor a udržuje vhodný vlhkostní a teplotní režim. Vlhkost tlejícího dřeva závisí na poloze vůči podkladu a do značné míry i na typu rozkladu dřeva, který je způsoben houbami (Harvey et al. 1986). Vacek (1982) předpokládá, že dřevo smrku, které podléhá hnědé hnilobě, lépe drží obsah vody, než dřevo s bílou hnilobou.

Sled lignikolních druhů na ležícím dřevě určuje způsob rozkladu klády (např. rozklad bělové a jádrové části, struktura tlejícího dřeva, vodní kapacita). Tento fakt je významný z hlediska přirozené obnovy smrku v horských polohách Šumavy (Lepšová 2001, Svoboda a Lepšová 2004).

Souvislosti mezi typem tlení dřeva, spontánní regenerací smrku a půdními procesy byly dosud zkoumány jen velmi okrajově.

V celkovém množství chorošů, které se vyskytují v Evropě, je 22% druhů, které způsobují hnědé tlení dřeva (77 druhů, Ryvardeen et Gilbertson 1993). Z druhů, které mají v horských porostech na Šumavě významné zastoupení, se jedná např. o rody *Antrodia*, *Fomitopsis*, *Gloeophyllum* a *Oligoporus*.

Údaje o enzymatické výbavě hub kornatcovitých (*Corticaceae* s. l.) nejsou znalosti úplné, některé z nich vstupují i do mutualistických symbióz (viz výše). Mezi druhy, které způsobují hnědé tlení, patří např. zástupci čeledi Coniophoraceae.

Seznam lignikolních druhů, které uvádí na dominantních dřevinách na Šumavě Luschka (1993) je v Tabulce 1. V seznamu je pro každý druh doplněn typ hniloby, tak, jak je uveden v literatuře (především Stalpers 1979, Ryvardeen et Gilbertson 1993, 1994).

Tabulka 1. Lignikolní druhy na *Picea abies*, *Fagus sylvatica* a *Abies alba*, které uvádí Luschka 1993 na území Šumavy. Doplněn typ hniloby dřeva, který způsobují (podle různých zdrojů): wr - white rot, bílá hniloba; br - brown rot, hnědá hniloba; ecm - mykorhizní druh.

Druh houby	Typ hniloby	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Aleurodiscus amorphus</i> (Pers.: Fr.) Schroet.	wr	+		+
<i>Amylostereum areolatum</i> (Chaill.: Fr.) Boidin	wr	+		
<i>Amylostereum chailletii</i> (Pers.: Fr.) Boidin	wr	+		+
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.: Fr.) Donk	br	+		
<i>Antrodiella hoehnelii</i> (Bres.) Niemelä	wr		+	
<i>Antrodiella romellii</i> (Donk) Niemelä	wr		+	
<i>Antrodiella semisupina</i> (Berk. et Curt.) Ryvardeen	wr		+	
<i>Armillaria bulbosa</i>	wr			+
<i>Armillaria cepestipes</i> Velen.	wr	+		
<i>Athelia alnicola</i>	?	+	+	

Druh houby	Typ hniloby	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Athelia decipiens</i> (v. Höhn. et Litsch.) J. Erikss.	?	+	+	+
<i>Athelia epiphylla</i> Pers.: Fr.	?	+	+	
<i>Athelia fibulata</i>	?	+	+	
<i>Athelia neuhoffii</i>	?	+		
<i>Athelia ovata</i>	?		+	
<i>Athelia salicum</i>	?	+		
<i>Athelia tenuispora</i> Jülich	?	+		
<i>Athelia teutoburgensis</i>	?		+	
<i>Basidioidendron caesiocinereum</i> (Höhn. et Litsch.) Luck-Allen	?	+		
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.: Fr.) P. Karst.	wf	+	+	
<i>Boidinia furfuracea</i>	wf	+		
<i>Bondarzewia mesenterica</i> (Schaeff.) Kreisel	wf			+
<i>Botryobasidium aureum</i>	?		+	
<i>Botryobasidium botryosum</i> (Bres.) J. Erikss.	?	+	+	+
<i>Botryobasidium conspersum</i>	?		+	
<i>Botryobasidium laeve</i>	?	+	+	
<i>Botryobasidium obtusisporum</i>	?	+	+	+
<i>Botryobasidium pruinaum</i>	?		+	
<i>Botryobasidium subcoronatum</i> (v. Höhn. et Litsch.) Donk	?	+	+	
<i>Botryohypochnus isabellinus</i> (Fr.): J. Erikss.	?	+		
<i>Calocera cornea</i> (Batsch: Fr.) Fr.	br	+	+	+
<i>Calocera furcata</i>	br	+		
<i>Calocera viscosa</i> (Pers.: Fr.) Fr.	br	+		
<i>Ceraceomyces serpens</i> (Tode: Fr.) Ginns	?		+	
<i>Ceratobasidium bicorne</i>	?	+		
<i>Ceratobasidium</i> sp.	?	+	+	
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i>	wf		+	
<i>Ceriporiopsis mucida</i> (Pers.: Fr.) Gilbertson et Ryvarden	wf	+	+	
<i>Climacocystis borealis</i>	wf	+		
<i>Clitocybe lignatilis</i> (Pers.: Fr.) P. Karst.	wf		+	
<i>Columnocystis abietina</i> (Fr.) Pouzar	wf	+		
<i>Coniophora arida</i>	br	+		
<i>Coniophora olivacea</i> (Fr.: Fr.) P. Karst.	br	+		
<i>Coniophora puteana</i> (Schum.: Fr.) P. Karst.	br	+		
<i>Coprinus micaceus</i> (Bull.: Fr.) Fr.	wf		+	
<i>Crepidotus applanatus</i> (Pers.) P. Kumm.	wf		+	
<i>Crepidotus subsphaerosporus</i> (J.E. Lange) Hesler et A.H. Smith	wf	+	+	+
<i>Cylindrobasidium evolvens</i> (Fr.: Fr.) Jülich	?	+	+	
<i>Cyphellopsis anomala</i> (Pers.: Fr.) Donk	?		+	
<i>Cystostereum murrayi</i> (Berk. et Curtis) Pouzar	wf	+		+
<i>Dacrymyces capitatus</i> Schw.	br	+	+	+
<i>Dacrymyces stillatus</i> Ness: Fr.	br	+	+	+
<i>Dacrymyces variisporus</i>	br			+
<i>Dacryobolus sudans</i>	br	+		
<i>Daedaleopsis confragosa</i>	wf		+	
<i>Datronia mollis</i> (Sommerf.: Fr.) Donk	wf		+	
<i>Dentipellis fragilis</i> (Pers.: Fr.) Donk	wf		+	
<i>Diplomitoporus lindbladii</i> (Berkeley) Gilbertson et Ryvarden	wf	+		+
<i>Exidia pithya</i> (Alb. et Schw.): Fr.	wf	+		+
<i>Exidia plana</i> (Wiggers) Donk / <i>E. glandulosa</i> Fr.	wf		+	
<i>Exidia saccharina</i> (Alb. et Schw.: Fr.): Fr.	wf	+		+
<i>Exidiopsis calcea</i> cf.	wf		+	
<i>Exidiopsis effusa</i>	wf	+	+	
<i>Femsjonia pezizaeformis</i>	br	+		
<i>Fibulomyces mutabilis</i>	?	+		
<i>Flammulina velutipes</i> (Curt.: Fr.) Sing.	wf		+	
<i>Fomes fomentarius</i> (L.: Fr.) Kickx	wf		+	
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Schwartz: Fr.) P. Karst.	br	+	+	+

Druh houby	Typ hniloby	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Fomitopsis rosea</i>	br	+		
<i>Galerina ampullaceocystis</i>	wf	+		
<i>Galerina camerina</i>	wf	+		
<i>Galerina cinctula</i>	wf	+		
<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühn.	wf	+		+
<i>Galerina triscopa</i> (Fr.) Kühn.	wf	+		
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	wf		+	+
<i>Gerronema chrysophyllum</i> (Fr.) Sing.	wf	+		
<i>Globulicium hiemale</i> (Laurila) Hjortst.	?	+		+
<i>Gloeocystidiellum ochraceum</i> (Fr.: Fr.) Donk	?	+		
<i>Gloeophyllum abietinum</i> (Bull.: Fr.) P. Karst.	br	+		
<i>Gloeophyllum odoratum</i> (Wulf.: Fr.) Imazeki	br	+		
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf.: Fr.) P. Karst.	br	+		+
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	br	+		
<i>Gymnopilus bellulus</i> (Peck) Murr.	wf			+
<i>Gymnopilus hybridus</i> (Fr.: Fr.) Sing.	wf	+		+
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr.: Fr.) Murril	wf	+	+	+
<i>Gymnopilus picreus</i> (Pers.: Fr.) Karst.	wf	+		
<i>Gymnopilus subsphaerosporus</i> (Joss.) Kühn. et Romagn.	wf	+		
<i>Hapalopilus rutilans</i> (Pers.: Fr.) P. Karst.	wf		+	+
<i>Hericium coralloides</i> (Scop.: Fr.) Pers.	wf		+	
<i>Hericium flagellum</i> (Scop.) Pers.	wf	+		+
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.: Fr.) Brefeld	wf	+		+
<i>Hohenbuehelia myxotricha</i>	wf		+	
<i>Hydropus marginellus</i> (Pers.: Fr.) Sing.	wf			+
<i>Hygrophoropsis aurantiacum</i>	?	+		
<i>Hymenochaete cruenta</i> (Pers.: Fr.) Donk	wf			+
<i>Hymenochaete fuliginosa</i> (Pers.: Fr.) Bres.	wf	+		
<i>Hymenochaete tabacina</i> (Sow.: Fr.) Lev.	wf		+	
<i>Hyphoderma argillaceum</i>	wf	+		
<i>Hyphoderma capitatum</i> J. Erikss. et Strid.	wf	+	+	
<i>Hyphoderma pallidum</i>	wf	+		
<i>Hyphoderma praetermissum</i> (P. Karst.) J. Erikss. et Strid.	wf	+	+	+
<i>Hyphoderma puberum</i> (Fr.: Fr.) Wallr.	wf	+	+	+
<i>Hyphoderma radula</i> (Fr.: Fr.) Donk	wf	+	+	+
<i>Hyphoderma roseocremeum</i>	wf		+	
<i>Hyphoderma setigerum</i> (Fr.: Fr.) Donk	wf	+	+	+
<i>Hyphodontia abieticola</i>	wf	+		
<i>Hyphodontia alutacea</i> / <i>H. stenospora</i>	wf	+		+
<i>Hyphodontia alutaria</i> (Burt) J. Erikss.	wf	+		
<i>Hyphodontia arguta</i>	wf	+		
<i>Hyphodontia aspera</i> (Fr.) J. Erikss.	wf	+	+	+
<i>Hyphodontia breviseta</i> (P. Karst.) J. Erikss.	wf	+		+
<i>Hyphodontia nespori</i> (Bres.) J. Erikss. et Hjortst.	wf			+
<i>Hyphodontia pallidula</i> (Bres.) J. Erikss.	wf	+	+	+
<i>Hyphodontia subalutacea</i> (P. Karst.) J. Erikss.	wf		+	
<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.: Fr.) P. Kumm.	wf	+		
<i>Hypholoma epixanthum</i>	wf	+		
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.: Fr.) P. Kumm.	wf			+
<i>Hypholoma marginatum</i> (Pers.: Fr.) Schroet.	wf	+		
<i>Hypholoma radicosum</i> J.E. Lange	wf	+		
<i>Hypholoma sublateritium</i> (Fr.) Quéf.	wf		+	
<i>Hypochnicium bombycinum</i> (Sommerf.: Fr.) J. Erikss.	wf	+	+	+
<i>Hypochnicium eichleri</i> (Bres.) J. Erikss. et Ryvarden	wf	+		
<i>Hypochnicium geogenium</i> (Bres.) J. Erikss.	wf	+		
<i>Hypochnicium lundellii</i>	wf	+		
<i>Hypochnicium sphaerosporum</i>	wf	+		
<i>Inonotus hastifer</i> Pouz.	wf		+	

Druh houby	Typ hniloby	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Inonotus nodulosus</i> (Fr.) P. Karst.	wf		+	
<i>Irpex lacteus</i>	wf		+	+
<i>Ischnoderma benzoinum</i> (Wahl.) P. Karst.	wf	+		
<i>Jaapia ochroleuca</i>	?	+		
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schaeff.: Fr.) Singer et A.H. Smith	wf		+	
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.: Fr.) Murr.	br	+		
<i>Laxitextum bicolor</i> (Pers.: Fr.) Lentz	wf		+	
<i>Lentinellus castoreus</i> (Fr.) Konr. et Maubl.	wf	+		
<i>Lentinellus cochleatus</i> P. Karst.	wf		+	
<i>Lentinellus vulpinus</i>	wf	+		
<i>Lenzites betulina</i>	wf		+	
<i>Leptoporus mollis</i> (Pers.: Fr.) Quél.	br	+		+
<i>Leptosporomyces roseus</i>	?	+		
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.: Pers.	wf		+	
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.: Pers.	wf		+	
<i>Marasmius alliaceus</i> (Jacq.: Fr.) Fr.	wf		+	
<i>Megacollybia platyphylla</i> (Pers.: Fr.) Kotl. et Pouz.	wf	+	+	+
<i>Menispora glauca</i>	?		+	
<i>Merulius tremellosus</i> Fr. / <i>Phlebia tremellosa</i> (Schrad.) Nakasone et Burds.	wf	+	+	+
<i>Metulodontia nivea</i>	?	+		
<i>Mucronella bresadolae</i>	?	+		
<i>Mycena alcalina</i>	wf	+	+	
<i>Mycena galericulata</i> (Scop.: Fr.) S. F. Gray	wf	+	+	+
<i>Mycena haematopus</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm.	wf		+	
<i>Mycena laevigata</i> (Lasch: Fr.) Gill.	wf	+		
<i>Mycena renati</i> Quél.	wf		+	
<i>Mycena rubromarginata</i> (Fr.: Fr.) P. Kumm.	wf	+		
<i>Mycena tintinabulum</i>	wf	+		
<i>Mycena viscosa</i> (Sécr.) R. Maire	wf	+		+
<i>Myxarium subhyalina</i>	?	+		
<i>Neolentinus adhaerens</i> (Alb. et Schw.: Fr.) Redhead et Ginns	br	+		
<i>Oligoporus caesius</i> (Schrad.: Fr.) Gilbertson et Ryvarden	br	+		+
<i>Oligoporus fragilis</i> (Fr.: Fr.) Gilbertson et Ryvarden	br	+		
<i>Oligoporus guttulatus</i>	br	+		
<i>Oligoporus ptychogaster</i>	br	+		
<i>Oligoporus sericeomollis</i> (Rom.) Pouz.	br	+		
<i>Oligoporus stypticus</i> (Pers.: Fr.) Gilbertson et Ryvarden	br	+	+	
<i>Oligoporus subcaesius</i> (David) Ryvarden et Gilbertson = <i>caesius</i>	br		+	
<i>Oligoporus tephroleucus</i> (Fr.: Fr.) Gilbertson et Ryvarden	br		+	
<i>Oligoporus undosus</i>	br	+		
<i>Omphaliaster asterosporus</i> (J. E. Lange) Lamoure	wf	+		
<i>Omphalina epichysium</i> (Pers.) Quél.	wf		+	
<i>Oudemansiella mucida</i> (Schrad.: Fr.) v. Höhn.	wf		+	
<i>Oxyporus populinus</i> (Schum.: Fr.) Donk	wf		+	
<i>Panellus mitis</i> (Pers.: Fr.) Sing.	wf	+		+
<i>Panellus serotinus</i> (Schrad.: Fr.) Kühn. / <i>Sarcomyxa serotina</i> (Schrad.: Fr.) P. Karst.	wf		+	
<i>Panellus stypticus</i>	wf		+	
<i>Panellus violaceofulvus</i> (Batsch: Fr.) Sing.	wf	+		
<i>Paxillus atrotomentosus</i>	wf	+		
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch: Fr.) Fr.	?	+		
<i>Paxillus panuoides</i> (Fr.: Fr.) Fr.	wf	+		
<i>Peniophora cinerea</i>	wf		+	
<i>Peniophora incarnata</i>	wf	+	+	
<i>Peniophora pithya</i>	wf	+		
<i>Peniophora quercina</i> cf.	wf		+	
<i>Phanerochaete filamentosa</i>	wf	+		

Druh houby	Typ hniloby	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Phanerochaete laevis</i> (Pers.: Fr.) J. Erikss. et Ryvarden	WF		+	
<i>Phanerochaete sanguinea</i> (Fr.) Pouz.	WF	+	+	
<i>Phanerochaete sordida</i> (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden	WF	+	+	+
<i>Phanerochaete tuberculata</i> cf.	WF		+	
<i>Phanerochaete velutina</i>	WF		+	
<i>Phellinus hartigii</i> (Allesch. et Schnabl) Pat.	WF	+		+
<i>Phellinus chrysoloma</i> (Fr.) Donk	WF	+		
<i>Phellinus nigrolimitatus</i> (Rom.) Bourd. et Galz.	WF	+		
<i>Phellinus viticola</i> (Schw.: Fr.) Donk	WF	+		
<i>Phlebia centrifuga</i> Karsten	WF	+	+	
<i>Phlebia livida</i> (Pers.: Fr.) Bres.	WF		+	+
<i>Phlebia merismoides</i> / <i>P. radiata</i>	WF	+	+	
<i>Phlebiella inopinata</i>	WF	+		
<i>Phlebiella pseudotsugae</i> (Burt) Larsson et Hjortst.	WF	+		
<i>Phlebiella vaga</i> (Fr.: Fr.) P. Karst.	WF	+	+	
<i>Phlebiopsis gigantea</i> (Fr.: Fr.) Jülich	WF	+		
<i>Phleogenia faginea</i>	?		+	
<i>Pholiota alnicola</i> (Fr.: Fr.) Sing. Aff.	WF		+	
<i>Pholiota aurivella</i>	WF	+	+	+
<i>Pholiota flammans</i> (Batsch: Fr.) P. Kumm.	WF	+		+
<i>Pholiota lenta</i> (Pers.: Fr.) Sing.	WF		+	
<i>Pholiota naematolomoides</i>	WF	+		
<i>Pholiota scamba</i> (Fr.: Fr.) Moser	WF	+		
<i>Phylotopsis porrigens</i>	WF	+		
<i>Physisporinus sanguinolentus</i> (Alb. et Schw.: Fr.) Pilát	WF	+		
<i>Physisporinus vitreus</i>	WF	+	+	+
<i>Piloderma byssinum</i> (P. Karst.) Jülich	ecm	+		+
<i>Pleurotus dryinus</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm.	WF	+	+	
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) P. Kumm.	WF		+	+
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél.	WF	+	+	
<i>Plicatura crispa</i> (Pers.: Fr.) Rea	WF		+	
<i>Pluteus atromarginatus</i> / <i>P. nigrofloccosus</i> (Schulzer) J. Favre	WF	+	+	
<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. P. Kumm.	WF		+	
<i>Pluteus granulatus</i>	WF		+	
<i>Pluteus luteovirens</i> Rea	WF		+	
<i>Pluteus plautus</i> (Weinm.) Gill.	WF	+		
<i>Pluteus pouzarianus</i> Sing.	WF	+		
<i>Pluteus umbrosus</i> (Pers. Fr.) P. Kumm.	WF		+	
<i>Polyporus badius</i>	WF		+	
<i>Polyporus brumalis</i> (Pers.: Fr.) Fr.	WF		+	+
<i>Polyporus ciliatus</i> Fr.	WF		+	
<i>Polyporus leptcephalum</i>	WF		+	
<i>Psathyrella laevissima</i> cf.	WF		+	
<i>Psathyrella noli-tangere</i>	WF		+	
<i>Psathyrella piluliformis</i> (Bull.: Fr.) P.D. Orton	WF		+	
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop.: Fr.) P. Karst.	?	+		
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jcq.: Fr.) P. Karst.	WF		+	+
<i>Radulomyces confluens</i> (Fr.: Fr.) Christ.	WF		+	
<i>Ramaria flaccida</i> cf.	?	+		
<i>Resinicium bicolor</i> (Alb. et Schw.: Fr.) Parm.	WF	+		+
<i>Resupinatus applicatus</i>	WF		+	
<i>Serpula himantoides</i>	br			+
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.: Fr.	WF		+	+
<i>Schizopora paradoxa</i> (Schrad.: Fr.) Donk	WF	+	+	
<i>Sistotrema coroniferum</i>	?, ecm?	+		
<i>Sistotrema oblongisporum</i> M. Christiansen et Hauerslev	?, ecm?	+		
<i>Sistotrema sernaderi</i>	?, ecm?		+	
<i>Skeletocutis amorpha</i> (Fr.: Fr.) Kotl. et Pouz.	WF	+		

Druh houby	Typ hniloby	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Skeletocutis carneogrisea</i> David	wf	+		+
<i>Sparassis brevipes</i>	br			+
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.: Fr.) S. F. Gray	wf		+	
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.: Fr.) S.F. Gray	wf		+	
<i>Stereum rugosum</i> (Pers.: Fr.) Fr.	wf		+	
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. et Schw.: Fr.) Fr.	wf	+	+	+
<i>Stereum subtomentosum</i> Pouz.	wf		+	+
<i>Subulicystidium longisporum</i> (Pat.) Parm.	?		+	
<i>Tomentella bryophila</i>	ecm	+		+
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.: Fr.) Fr.	wf		+	
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulf.: Fr.) Pilát	wf	+	+	+
<i>Trametes multicolor</i> (Schaeff.) Jülich	wf		+	
<i>Trametes pubescens</i> (Schum.: Fr.) Pilát	wf		+	
<i>Trametes versicolor</i> (L.: Fr.) Pilát	wf	+	+	
<i>Trechispora farinacea</i> (Pers.: Fr.) Liberta	wf	+		
<i>Trechispora mollusca</i> (Pers.: Fr.) Liberta	wf	+	+	+
<i>Tremella foliacea</i> Pers.: Fr.	wf	+	+	
<i>Trichaptum abietinum</i> (Pers.: Fr.) Ryvarden	wf	+		+
<i>Tricholomopsis decora</i> (Fr.: Fr.) Sing.	wf	+		
<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schaeff.: Fr.) Sing.	wf	+		
<i>Tubulicrinis accendens</i>	wf	+		
<i>Tubulicrinis hirtellus</i>	wf	+		
<i>Tubulicrinis subulatus</i> (Bourd. et Galz.) Donk	wf	+		
<i>Tubulicrinis gracillimus</i>	wf			+
<i>Tulasnella eichleriana</i>	?		+	
<i>Tulasnella violea</i> (Quél.) Bourd. et Galz.	?	+	+	
<i>Tylospora asterophora</i> (Bonorden) Donk	?	+		
<i>Tylospora fibrillosa</i> (Burt) Donk	ecm	+		
<i>Tyromyces chioneus</i> (Fr.: Fr.) P. Karst.	wf		+	
<i>Vesiculomyces citrinus</i> (Pers.) Hagström	wf	+		+
<i>Vuilleminia comedens</i> (Nees.: Fr.) R. Maire	wf		+	
<i>Xeromphalia campanella</i> (Batsch: Fr.) R. Maire	wf	+		

Houby vstupují do biotických vztahů

Houby osídlují živé organismy

- Parazitují na živých organismech v různých stupních závislosti:
 - Příležitostní paraziti (fakultativní, nekrotrofní, někteří saproparaziti)
 - Závazní paraziti (biotrofní):
 - na živých rostlinách; sledují obory fytopatologie
 - na živočiších; sledují obory veterinární medicíny
 - na člověku; sledují obory humánní medicíny
 - na jiných houbách (mykoparaziti), na prvocích a na řasách; sledují příslušné obory mykologie, protozoologie a algologie
- Uplatňují se v mutualistických symbiózách
 - S autotrofními (fototrofními) organismy;
 - Se sinicemi a řasami v lišejnících (lichenizované houby), závazný biotický vztah
 - S mnohobuněčnými rostlinami, především se semennými, mykorhizy (viz INFO 3);
 - Endosymbionti v různých částech rostlin, funkce nejasná (Kowalsky et Kehr 1997)
 - Se živočichy
 - různé typy endosymbióz, obvykle pro osídleného živočicha výhodné společenstvo hub (a jiných mikroorganismů), které osídluje tělní dutiny a působí v nich (endosymbiózy u brouků, u přežvýkavců);
 - různé typy exosymbióz, např. houbové zahrádky v hnízdech mravenců nebo termitů, ambrosiové houby v chodbách kůrovců;

Ektomykorhizní houby

Ektomykorhiza představuje mutualistickou symbiózu mezi mykorhizní houbou a mykotrofní rostlinou (v přehledu např. Gryndler et al. 2004). Mykorhizy jsou vyvinuty v tenkých neztlustlých kořenech posledního řádu, kterými rostlina čerpá z půdy minerální živiny a vodu. Celou rostlinu s mykorhizou, s houbovými vlákny, která vyrůstají z mykorhizy, s celým podhoubím v půdě a s případnými plodnicemi, považujeme za mykorhizní systém, který plní příjem živin z půdy efektivněji než systém nemykorhizní. Rostlina poskytuje mykorhiznímu systému produkty fotosyntézy (glukózu) a houba přináší do systému fosfor a případně i dusík, které enzymaticky získala ze zdrojů pro samotnou rostlinu nepřístupných. Mykorhizní systém je také díky houbovým hyfám, které dosahují dále do půdy, než případné kořenové vlásky, výkonnější v příjmu vody. Mykorhizní systém v půdě efektivněji zachycuje i další uvolněné minerální živiny a nedovolí jejich úniku mimo kořenový systém. Rostliny s dobře vyvinutým mykorhizním systémem jsou celkově vitálnější a odolnější vůči onemocněním. Současné názory upozorňují na to, že mykorhiza nemusí jednoznačně představovat mutualistický vztah, ale spíše širší symbiotické kontinuum včetně komensalismu a antagonismu (Egger et Hibbet 2004).

Mykorhiza vznikla během společné evoluce rostlin a hub. V prvotní podobě pravděpodobně umožnila přesun fototrofních organismů z moře na souš. V orgánech, které funkčně odpovídají kořenům u pradávných rhyňů (z období druhohor) jsou dokumentovány struktury, podobné dnešním arbuskulárním mykorhizám. Další typy mykorhiz se vyvinuly společně s vývojem semených rostlin – nahosemenných a krytosemenných. Ektomykorhizy vznikly se během evoluce objevily několikrát.

Současné rostlinné formace představují mykorhizní systémy, které umožňují jejich existenci. Suchozemské porosty jsou charakteristické nedostatkem fosforu. Mykorhizní houby dovedou fosfor získávat z půdního roztoku velmi efektivně a také z forem, které jsou rostlinám nepřístupné (např. organicky vázaný), přijmout jej hyfou, zde jej vázat, přenést do mykorhizy a zde předat rostlině.

V typech porostů, kde se hromadí rostlinný opad, vlivem specifických klimatických podmínek, je také nedostatek rostlinami přijatelného dusíku. Většina přítomného dusíku je zde vázána v nahromaděném opadu (v nadložním humusu, v rašelině). Specializované mykorhizní houby dovedou specifickými proteázami vázaný dusík uvolňovat v podobě aminokyselin, tyto přijímají a přenášejí do mykorhizy.

Ektomykorhizy jsou v našich podmínkách převládajícím typem u lesních dřevin. Vyskytují se zejména v biomech listnatých dřevin a smíšených porostů subtropického a mírného pásma, uplatňují se u dřevin v porostech tajgy a tundry. V menší míře se vyskytují v lužních lesích, bohatých na živiny. Do mykorhizních systémů vnášejí fosfor a v lesích, kde se hromadí nadložní humus, i dusík. Ektomykorhizní houby se šíří obvykle výtrusy, které vznikají v plodnicích a na nová stanoviště se šíří vzduchem. V lesním porostu se šíří rozrůstáním podhoubí a osídlováním dorůstajících krátkých kořenů.

Poškození ektomykorhiz bylo dokumentováno u nás i v celé Evropě. Došlo k ochuzení ektomykorhizních společenstev a ke změnám v druhovém spektru. Významným negativním vlivem byla a stále jsou imise minerálních forem dusíku z dopravy a místně i ze zemědělství. Negativně působí i spady rizikových prvků a sloučenin. Poškození listů a jehlic dřevin bylo pozorováno obvykle současně s poškozením vlastních ektomykorhiz (v přehledu např. Lepšová 2003).

Diverzita makromycetů

Odborníci soudí, že je dosud popsáno pouze 10 až 15 % celkového množství druhů na Zemi - asi 150 000 druhů. Makromycety představují pouze poměrně malou část všech hub. Jsou to houby, které vytvářejí viditelné, v terénu pouhým okem postřehnutelné plodnice. Velikost nejmenších plodnic se uvádí v milimetrech, za dolní hranici se považují 2 až 5 mm. Vždy záleží na zaměření a ekonomice průzkumu a zaměření mykologa. Systematicky představují makromycety plodnice dvou tříd hub. Vlastní vřekovýtrusné houby, *Euscomycetes*, které se v praktickém průzkumu mohou třídit do řádů, často se hovoří o pomocných skupinách diskomycety (Např. *Pezizales*, *Tuberales*, *Leotiales*) a pyrenomycety (např. řády *Xylariales* a *Hypocreales*), které mají dostatečně viditelné plodnice.

Ze skupiny stopkovýtrusých hub (oddělení *Basidiomycota*) je za makromycety možno považovat houby následujících taxonomických skupin:

Třída *Homobasidiomycetes*, s řády pracovně nazývanými břichatky (řád *Gasterales*), lupenaté houby (řády *Agaricales* a *Russulales*), nelupenaté (řády *Aphyllorphorales*, *Hymenochaetales*) a hřibovité (*Boletales*).

Třída *Heterobasidiomycetes*, s řády rosolovkotvarých (řád *Tremellales*), bolcovitkotvarých (*Auriculariales*) a kropilkotvarých (řád *Dacrymycetales*).

Počty druhů makromycetů jsou v Evropě odhadovány od 3800 v severovýchodních zemích až 12000 ve Francii. Pro naše území neexistuje soupis známých druhů (check list), realistický odhad počtu druhů je asi 5 tisíc, odpovídající Německu (6000 až 8000 tisíc druhů).

Druhové spektrum hub na Šumavě

Luschka (1993) uvádí ve své souborné práci okolo 1300 druhů hub a houbových organismů z oblasti Nationalpark Bayerischer Wald. Z toho je 895 druhů ze skupiny *Basidiomycetes* (včetně 4 jím uváděných druhů

rzí) a následující počty z dalších skupin - *Ascomycetes*: 338, *Deuteromycetes*: 56, *Zygomycetes*: 5, *Oomycetes*: 1, *Myxomycetes*: 21.

Během práce na projektu ministerstva kultury (RK96P01OMG024 období 1996-1998) zaznamenali Holec a spolupracovníci (Holec 1999) přes 4000 údajů o výskytu makromycetů celkem 818 druhů. Pro Šumavu zaznamenali nově 120 druhů makromycetů (*Ascomycetes* a hlavně *Basidiomycetes*). Celkově je tedy zatím ze Šumavy známo kolem 1500 druhů hub.

Autoři pracovali v celé oblasti Šumavy a šumavského předhůří a sledovali 65 lokalit. Publikovaná data dovolují zhodnocení počtu druhů základních ekologických skupin na sledovaném území (Tabulka 2). Z oblasti Plechého autoři uvádějí asi 80 druhů makromycetů ze 4 jednodenních návštěv v období července až srpna v letech 1996 až 1998. Mezi vzácnými a zajímavými druhy uvádějí: *Cystostereum murraini*, *Hymenochaete fuliginosa* (nehojný montánní druh), *Mycena pterigena*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Pholiota scamba*, *Psilocybe crobula*, *Omphalina ericetorum*, *Tyromyces undosus*, *Gerronema chrysophylla*.

Druhové spektrum ektomykorhizních hub

Dosud je popsáno asi 6000 druhů ektomykorhizních hub. Většina z nich jsou basidiomycety. Menší podíl představují askomycety, asi 5 % (Johnson et al. 2005).

Je zřejmé, že ektomykorhizní druhy hub vykazují určitou míru specializace k soužití s určitým hostitelem. Trappe (1962) to prokázal podle výskytu plodnic pod určitými dřevinami. Pak následovaly inokulační pokusy izolátů ektomykorhizních druhů hub na kořeny dřevin a popis vzniklých ektomykorhiz (Molina et Trappe 1982). Velký pokrok do poznání specifiky ektomykorhizních hub vůči hostiteli vnesly molekulární metody (Garden et Bruns, 1996; Jonsson et al., 1999). Vysoká diverzita dřevin v lesním porostu obvykle znamená vyšší diverzitu ektomykorhizních druhů. Kernaghan et al. (2003) prokázali, že druhová pestrost porostu ovlivňuje diverzitu ektomykorhizních hub ze 38% . Velký vliv na výskyt ektomykorhizních hub mají také edafické a klimatické faktory (Johnson et al. 1997). Tyler (1984) potvrdil vliv obsahu organické hmoty v půdě a její acidity na výskyt hub v lesním porostu. Ze studií, které se zabývaly stavem ektomykorhizní mykoflóry v lesních porostech zasažených okyselujícími látkami, vyplynulo jednoznačné ochuzení druhového spektra ektomykorhizních hub (v přehledu Lepšová, 2002, 2003). Na silně acidifikovaných půdách se objevovaly druhy obvykle málo specifické k hostitelské dřevině.

Pro lesnictví je zajímavý poměr struktury a funkce ektomykorhizních společenstev v různě starých porostech. Počátkem 80. let byly definovány ektomykorhizní druhy pro počáteční fáze vývoje porostů (Mason et al. 1982, 1983), jako tzv. „early stage species“. Jako protiklad k nim byly postaveny „late stage species“. Danielson (1984) zavedl ještě třetí kategorii druhů „multi stage“. Tento koncept byl vytvořen původně pro porosty vzniklé na zemědělské půdě. Molina et al. (1992) upozornili na to, že tento zjednodušený model nemůže popisovat situaci v přirozeném lesním porostu, protože se zde vyskytuje velké množství biotických a abiotických faktorů, které vzájemně interferují a ovlivňují druhovou skladbu ektomykorhizních hub.

Některé studie prokazují nárůst ektomykorhizních druhů do určitého věku borového porostu, který vznikl po požáru, a pak snižování (Visser 1995).

Sledování, které bylo založeno na molekulárních analýzách mykorhizních kořenů, které rostly v nadložním humusu, prokázalo nárůst počtu ektomykorhizních druhů na kořenech borovice lesní do 60ti let stáří porostu, pak počet stagnoval až do stáří cca 110 let (Johnson et al. 2005). Počet druhů v minerální vrstvě se nelišil. Autoři tyto trendy v počtu ektomykorhizních druhů přičítají spíš změnám v půdních charakteristikách než vlivu stáří dřeviny. Změny v kvalitě nadložního humusu se stářím porostu jsou vysvětlitelné tím, že, zejména v horských polohách dochází ve starších porostech k jeho hromadění. Po prosvětlení porostu po vývrtech nebo po odtěžení dřevní hmoty se lesní půda více prohřívá a dochází k jeho rychlejšímu rozkladu, uvolnění živin a následnému růstu mladých stromů. Se vzrůstajícím zápojem korun je humus méně prohříván a znovu se hromadí. Je známo, že některé ektomykorhizní houby jsou vybaveny enzymy, jimiž uvolňují z humusu dusík v podobě aminokyselin, a vnášejí jej do celého ektomykorhizního systému (v přehledu Lepšová 2002). Právě tyto druhy ektomykorhizních hub mohou profitovat v té fázi vývoje lesa, kdy stoupá zásoba půdního humusu a v půdě je nízká dostupnost rozpustných forem dusíku. Naopak, ve fázi, kdy je dusík uvolňován především bakteriální činností (např. na pasekách), tyto druhy ektomykorhizních hub ustupují a objevují se jiné, které mohou vstoupit do mutualistického vztahu s dřevinami (vliv charakteru kořenových exudátů).

Druhové spektrum ektomykorhizních hub v kořenových systémech hostitelských dřevin je také ovlivněno skladbou bylinného patra a souvisejících typů mykorhiz v lesním porostu.

Byliny ovlivňují tvorbu mykorhiz alopatickými vlivy na vývoj dřevin. Skupiny druhů bylinného a keřového patra využívají jiný typ mykorhizy. Interakce mezi mykorhizními typy je silně kompetitivní. To znamená, že výskyt ektomykorhizních druhů hub je negativně ovlivněn polokeří čeledi brusnicovitých (*Vacciniaceae*) s dominantní erikoidní mykorhizou, nebo souvislým pokryvem travin s arbuskulární endomykorhizou (např. souvislé porosty *Calamagrostis villosa*).

Negativní vliv na růst ektomykorhizních hub také mělo prostředí s dominací hasivky orličí, u které byl prokázán alopatický vliv na vývoj semenáčků smrku (Dolling 1996). Vliv kapradin přímo na ektomykorhizní houby dosud nebyl zkoumán.

Uvedený přehled naznačuje, že druhová pestrost ektomykorhizních druhů v určitém stanovišti je určena druhy přítomných ektotrofních dřevin, kvalitou a kvantitou nadložního humusu a stářím porostu. Významným faktorem je i geologické podloží a typ vegetace bylin a křovin v podrostu.

V další části je hlavní pozornost věnována houbám, které rostou na dřevě.

Tabulka 2. Počty druhů a jejich relativní zastoupení v ekologických skupinách stopkovýtusých hub, makromycetů, v seznamu, který uvádí Holec (1999) ze Šumavy

Ekologická skupina	ektomykorhizní	lignikolní	saprofytické	ostatní	celkem
Počet druhů	255	300	144	25	732
Relativní zastoupení %	35	41	20	4	100

Druhové spektrum lignikolních hub

Druhová diversita lignikolních druhů hub je závislá především na nabídce dřevní hmoty v lesním porostu. Podobně, jako jsou ektomykorhizní druhy hub vázány na určité dřeviny, vykazují specifitu k substrátu i houby lignikolní. Lignikolních druhů makromycetů je známo také několik tisíc druhů. Mnoho druhů v této skupině tvoří málo nápadné plodnice charakteru jemných povlaků na tlejícím dřevě. Jak již uvedeno výše, některé z těchto druhů vstupují do mutualistických vazeb. Někdy se jedná o sekundární lignikolní druhy, jejichž plodnice se vyskytují na silně zetlelém dřevě a na okolním opadu rostlin.

Nejobsáhlejším publikovaným zdrojem informací o ekologii a výskytu hub z oblasti Šumavy vázaných na dřevo je práce Luschky (Luschka 1993). Luschka sledoval houby v letech 1986 až 1989 na bavorské straně Šumavy a výsledky doplnil publikovanými údaji ze strany nynější České republiky. Zkoumal především lesní porosty, zejména horský smíšený a smrkový lesa od nadmořské výšky 750 m do 1400 m. Kromě mykoflóry porostů sledoval i sukcesi hub na ležícím dřevě, které především vzniklo při větrných kalamitách. Velmi cenné jsou jeho ekologické poznámky u jednotlivých druhů, které dovolují podrobnější rozbor. Zaměřil se na houby různých taxonomických skupin, včetně mikromycetů.

V Tabulce 3 jsou vybrána a shrnuta vybraná data o vazbě lignikolních basidiomycetů na hlavní druhy dřevin ve smíšeném a smrkovém horském lese.

Tabulka 3. Počty lignikolních stopkovýtusých druhů hub v horském smíšeném lese a v horské smrčtině v letech 1986 až 1989 zpracováno podle Luschky (Luschka, 1993)

<i>Basidiomycetes</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Abies alba</i>	Celkem
<i>Heterobasidiomycetes</i>	14	13	6	20
<i>Aphylliphorales</i>	113	87	63	176
<i>Agaricales</i>	40	36	16	63
<i>Boletales</i>	7	0	0	7
Celkem	174	136	75	273

Údaje Luschky (Luschka 1993) o výskytu druhů hub, které jsou vázány na dřevo dominantních dřevin, poukazují na to, že existuje řada druhů, které jsou sdíleny oběma jehličnanými nebo dokonce rostou na dřevě jehličnanů a na buku. Podobnost druhového spektra ve skupině stopkovýtusých hub byla vyhodnocena Jaccardovým koeficientem podobnosti pro dvojice *Picea abies-Fagus sylvatica*: 18,21%, *Picea abies-Abies alba*: 26,44%, *Fagus sylvatica-Abies alba*: 18,69%.

Pouska, Svoboda a Lepšová (2007) přináší výsledky ze sledování lignikolních druhů hub na tlejícím dřevě smrku ztepilého (*Picea abies*) z oblasti Trojmezí v porostech horské smrčiny v letech 2004 až 2006. Prozkoumali 304 tlející smrkové klády v různém stupni rozkladu. Houby se vyskytovaly na 329 kládách. Na nich našli celkem 61 druhů makromycetů. Druhové spektrum se snižovalo s nadmořskou výškou a záviselo na kvalitě ležícího dřeva (především na stupni rozkladu). K nejhojnějším druhům patřily *Dacrymyces stillatus* (146 klád), *Phellinus viticola* (110 klád), *Fomitopsis pinicola* (80 klád), *Hypholoma marginatum* (80 klád), *Oligoporus caesius* (68 klád) a *Phellinus nigrolimitatus* (53 klád).

Šíření hub

Výtrusy hub, které tvoří nadzemní plodnice nebo tvoří nosiče s konidii nebo sporangiosporami (nepohlavní výtrusy) na substrátu, se většinou šíří vzdušnými proudy. Výtrusy se uvolňují v obrovských množstvích (10^9). Umožňují prakticky neomezené šíření hub. Ve vhodném prostředí houby vyklíčí. Některé skupiny hub jsou schopny využít i nepatrná množství vlhkých substrátů pro další tvorbu výtrusů.

Mnoho druhů lignikolních hub se šíří prostřednictvím lýkožravého a xylofágního hmyzu, který na svých tělech přenáší spory hub. V řadě případů jde o houby patogenní (známý případ grafiozy dřevin). Mezi houbami a hmyzem jsou často velmi úzké mutualistické vazby (Cooke et Rayner 1984, Slippers et al. 2002). Hmyz je

nositelem houbové kultury, kterou obvykle infikuje prostor svých chodeb. Potom buď imaga, nebo larvy se těmito narostlými houbami živí (např. kůrovci, pilatky). Hmyz uchovává houby ve specializovaných útvech, mykangiiích, které souvisejí s trávicí nebo rozmnožovací soustavou

Mezi houbami, které tvoří mykorhizy, jsou skupiny, jejichž výtrusy vznikají pod zemí (hypogeicky). Takové houby se šíří prostřednictvím živočichů (z bezobratlých např. žížaly, z obratlovců např. myši, veverky, prasata). Dochází tak ke vzniku složitějších vazeb v lesních porostech. Plně vyvinuty jsou zachovány pouze v lesních porostech, které mají kontinuální vývoj a do nichž nebylo zasahováno (SZ pobřeží USA).

Sukcese hub na rostlinném substrátu včetně dřeva

Během primární sukcese houby obsazují nově vytvořený substrát. V lesním ekosystému je dřevní substrát živých stromů, zejména složky borky, obsazen endofytními houbami, které zde přežívají a v momentu oslabení části stromu, se rozrůstají a objevují se jejich plodnice (např. Kowalsky et Kehr 1997). Tyto houby jsou kompetičně ve výhodě a jsou tak součástí přirozené ochrany stromu proti nežádoucím druhům, zejména patogenům (Butin 1995). Při porušení borky (podkorní a listožravý hmyz, mrazové poškození, loupání kůry, polom a vývrát, nešetrné postupy při těžbě dřeva), se uvolňuje cesta pro infekci dřeva rozkladnými houbami. Každý způsob poškození stromu vede k určité specifické sukcesi hub na dřevě a následně i k typu rozkladu dřeva a jeho funkci a začlenění v rámci lesního ekosystému (Lepšová, nepublikováno) (Lepšová, 2001).

Co vypovídají přítomné houby o stavu lesa?

Tlející dřevo, sukcese hub regenerace smrku, ektomykorhiza, kůrovcové souše (Lepšová a kol. 1999-2006)

První pokusy hledání odpovědi na souvislosti mezi přirozenou regenerací smrku, charakteristikami tlejícího dřeva, výskytem lignikolních hub a mykorhiz na Šumavě byly stručně referovány v roce 1999 (Uhliarová a kol. 1999). Navazovala řada zpráv k projektům v Ústavu ekologie krajiny AV ČR (řešitel P. Cudlín). Dílčí zprávy k těmto projektům se zabývaly v širším rámci poškozením smrkových porostů na Šumavě kůrovcem, vztahem tlejícího dřeva, regenerace smrku, ektomykorhiz a lignikolních hub (Lepšová a kol. 1999, Lepšová 2000, 2001). Navazovaly zprávy Beran a Lepšová (2002) o výskytu hub v modelových smrčínách na Šumavě a Pousky a Lepšové (2002a, b) o lignikolních houbách na smrku v kůrovcových oblastech Šumavy a na kůrovcových souších. Souhrnné výsledky byly předloženy ve zprávě Lepšová a kol. (2002).

Tlející dřevo, sukcese hub, lesnická fytopatologie (Janovský a kol.)

Problematikou tlejícího dřeva v lesních porostech se zabývala také brněnská škola, vedená Janovským. Ve druhé polovině 90. let proběhl pod jeho vedením intenzivní výzkum tlejícího dřeva v několika CHÚ, na Šumavě a v Krkonoších (Janovský et al. 2002, 2004a, b).

Zastoupení trofických funkčních skupin druhů makromycetů

Podíl v zastoupení trofických funkčních skupin hub je proměnlivý a záleží na „pralesovitosti“ lesního porostu, na jeho vývojové fázi. Obecně lze shrnout, že s vyšší nabídkou rozmanitých zbytků dřeva se zvyšuje podíl lignikolních druhů hub. Podobně ostatní saprofytické druhy hub, které jsou ve svých specifických vazbách velmi diversifikované, závisejí co do počtu druhů na rozmanitosti substrátové nabídky.

Počty mykorhizních hub se zvyšují vlivem disturbance nadložního humusu a pozitivně souvisejí i s druhovou bohatostí dřevin.

Na základě analýzy vlastních mykologických inventarizačních průzkumů v různých lokalitách byl sestaven určitý přehled o podílu v počtu druhů hlavních trofických funkčních skupin (dále TFS).

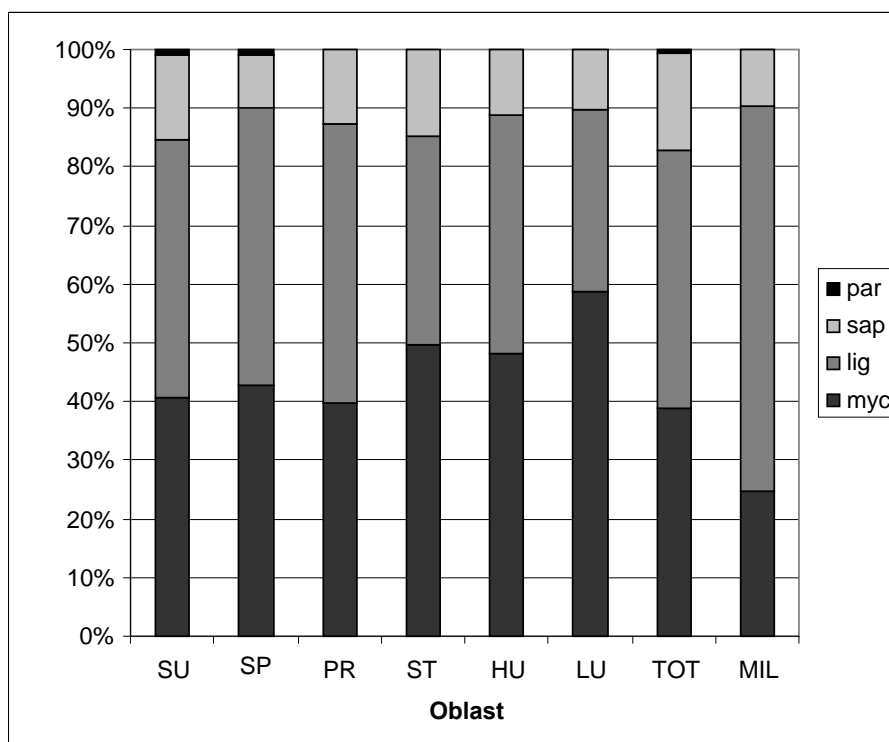
Se smíšenými horskými porosty bučin na transepu Plechého je do určité míry srovnatelná lokalita PR Milešický prales v prostoru mezi Boubínem a Bobíkem. O zastoupení dřevin, množství dřeva a vývoji porostu referuje Vrška a kol. (2001). V Tabulce 4 je uvedeno zastoupení počtu druhů v TFS.

Na schématu (Obr. 1) je porovnáno relativní zastoupení počtu druhů v TFS v Milešickém pralesu a ve starých svahových bučinách na Krušných horách v oblasti nad Mostem a Osekem (od cca 400 do 850 m n. m.), ve kterých probíhá lesní hospodaření. Je patrné, že v oblasti pralesa je relativně více lignikolních druhů hub a méně druhů mykorhizních.

Vliv druhové skladby zastoupených dřevin lze demonstrovat na příkladu porovnání Milešického pralesa se třemi chráněnými bučinami v Českém lese (Tabulka 5). V pralesu je zastoupena ve vyšší míře jedle, která v prostoru Českého lesa chybí úplně a v prostoru Plechého je jen velmi málo jedinců, prakticky zde chybí také.

Tabulka 4. Zastoupení nalezených druhů v taxonomických a ekologických skupinách v PR Milešický prales na Šumavě (1100 m n. m., 9,3 ha), (Lepšová A., 2004).

	lignikolní	saprofytické	mykorhizní	ostatní	celkem
<i>Ascomycetes</i>	5	1	0	0	6
<i>Aphylophorales</i>	46	0	0	0	46
<i>Agaricales</i>	36	12	9	7	64
<i>Russulales</i>	0	0	11	0	11
<i>Boletales</i>	0	0	6	0	6
<i>Dacrymycetales</i>	0	0	3	0	3
<i>Tremellales</i>	0	0	4	0	4
Celkem	87	13	33	7	140
%	62	9,4	23,6	5	100



Obr. 1. Relativní druhové zastoupení hub hlavních trofických ekologických skupin v bučinách na Krušných horách ve srovnání s relativním druhovým zastoupením v PR Milešický prales na Šumavě (Lepšová 2005-6) (Legenda : par – houby parazitické, sap – saprotrofní, lig – lignikolní, myc – mykorhizní SU – Šumenské údolí, SP – Stropník, PR – PR Vlčí důl, ST – Staré údolí, HU – Havraní údolí, LU – Loučenské údolí, TOT – suma pro všechny oblasti v Krušných horách, MIL – PR Milešický prales)

Tabulka 5. Vazba lignikolních hub řádu Aphylophorales na různé druhy dřevin v CHÚ na území ČR, vyjádřeno počty druhů. Lokality: PR Milešický prales na Šumavě (1100 m n. m., 9,3 ha) a tři PR v Českém lese: PR Broumovská bučina v Českém lese (580-647 m n. m., 12,2 ha); PR Bučina u Žďáru (770-789 m n. m., 6,8 ha), PR Tišina (740-765 m n. m., 10,4 ha).

	<i>Picea abies</i>	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Betula</i>	<i>Salix caprea</i>	Více hostitelů	Celkem
Milešický prales	12	18	14	0	0	3	47
Broumovská bučina	13	0	15	5	6	11	55
Bučina u Žďáru	11	0	61	0	0	5	77
Tišina	20	0	51	0	0	7	78

Literatura

- Adamčík S., Christensen M., Heilmann-Clausen J., R. Wallein (2007): Fungal diversity in the Poloniny National Park with emphasis on indicator species of conservation value of beech forests in Europe. - Czech. Mykol., 59: 67-81.
- Bader P., Jansson S., Jonsson B. G. (1995): Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests. - Biological Conservation, 72: 355-362
- Beran M., Lepšová A. (2002): Výskyt hub v modelových smrčínách na Šumavě. In: Cudlín P. [Ed.], Integrovaná analýza rizik v narušených lesních ekosystémech, ohrožených kůrovcem. - Ms. [Průběžná Zpr. Proj MŠMT ČR OK 389 (1999), za rok 2001; Depon. in Knih ÚEK AVČR České Budějovice, nestránkováno]
- Boddy L. (1992): Development and function of Fungal Communities in Decomposing Wood. In: Carrol G. C., Wicklow D. T. [eds.], The fungal Community, its organisation and role in the ecosystem. 2nd Edition. - Marcel Dekker, Inc., New York., pp. 749-782.
- Breitenbach J., Kränzlin J. (1986): Fungi of Switzerland. Vol. 2. Non gilled fungi. - 412 p.
- Bucking H., Heyser W. (2003): Uptake and transfer of nutrients in ectomycorrhizal associations: interaction between photosynthesis and phosphate nutrition. - Mycorrhiza, 13: 59-68
- Bujakiewicz A. (1979): Grzyby Babiej Góry. I. Mikoflora lasów. - Acta Mycol., 15: 213-294.
- Bujakiewicz A. (1981): Grzyby Babiej Góry. II. Wartość wskaźnikowa macromycetes v zespolach leśnych. A. Uwagi wstępne i charakterystyka lasów regla dolnego. - Acta Mycol., 17: 63-125.
- Bujakiewicz A. (1982): Grzyby Babiej Góry. III. Wartość wskaźnikowa macromycetes v zespolach leśnych. - Acta Mycol., 18: 3-44.
- Butin H. (1995): Tree diseases and disorders. Cause, Biology and kontrol in forest and amenity trees. - Oxford University Press, 252 p.
- Cairney J. W. G. (1999): Intraspecific physiological variation: implication for understanding functional diversity in ectomycorrhizal fungi. - Mycorrhiza, 9: 125-135.
- Cibula W. G. (1993): Mycosociology: the use of a computer database to analyze relationships between ground-based inventories of mycorrhizal fungi and forest canopy structure. - McIlvainea, 11: 61-83.
- Cooke R. C., Rayner A. D. M. (1984): Ecology of saprotrophic fungi. - Longman, London and New York, 415 p.
- Černý A. (1976): Lesnická fytopatologie. - SZN, Praha, 347 p.
- Černý A. (1989): Parazitické dřevokazné houby. - SZN, Praha, 99 p.
- Davidson R. W., Campbell E. A., Blaisdell D. J. (1938): Differentiation of wood-decaying fungi by their reactions on gallic or tannic acid medium. - J. Agric. Res., 57: 683-695.
- Dighton J., Thomas E. D., Latter P. M. (1987): Interactions between roots, mycorrhizas, a saprotrophic fungus and the decomposition of organic substrates in a microcosm. - Biology and Fertility of Soils, 4: 145-150.
- Dolling A. H. U. (1996): Interference of bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn.) with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) seedlings establishment. - Forest Ecol. Management, 88: 227-235.
- Edman M., Jonsson B. G. (2001): Spatial pattern of downed logs and wood-decaying fungi in an old-growth *Picea abies* forest. - Journal of Vegetation Science, 12: 609-620.
- Egger K. N. (1992): Analysis of Fungal Population Structure Using Molecular Techniques. In: Carrol G. C., Wicklow D. T. [eds.], The fungal Community, its organisation and role in the ecosystem. 2nd Ed. - Marcel Dekker, Inc., New York., pp. 193-208.
- Egger K. N. (2006): The surprising diversity of ascomycetous mycorrhizas. - New Phytol., 170: 421-423.
- Egger K. N., Hibbet D. S. (2004): The evolutionary implications of exploitation in mycorrhizas. - Can. J. Bot., 82: 1110-1121.
- Fellner R. (1987): Poznámky k mykocenologické syntaxonomii. 1. Zásady výstavby syntaxonomické klasifikace mykocenóz. - Čes. Mykol., 41: 225-231.

- Fellner R. (1988): Poznámky k mykocenologické syntaxonomii. 2. Přehled syntaxonomické klasifikace mykocenóz respektující zásadu jednoty substrátu a trofismu. - Čes. Mykol. 42: 41-51.
- Fox R. T. V. (2000): Pathogenicity. In: Fox R. T. V. [ed.], *Armillaria Root Rot: Biology and Control of Honey Fungus*. - Intercept, Andover, UK, pp 113-136.
- Gardes M., Bruns T. D. (1996): Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above- and below-ground views. - Can. J. Bot., 74: 1572-1583.
- Graham S. A. (1925): The felled tree trunk as an ecological unit. - Ecology, 4: 397-411.
- Gramss G. et al. (1998): Spot tests for oxydative enzymes in ectomycorrhizal, wood- and liter decaying fungi. - Mycol. Res., 102: 67-72.
- Groven R., Rolstad J., Storaunet K. O., Rolstad E. (2002): Using forest stand reconstructions to assess the role of structural continuity for late-successional species. - Forest Ecology and Management, 164: 39-55.
- Gryndler M. (2006): Mykorrhiza. - Academia, Praha, 336 p.
- Gryndler M., Hřšelová H., Jansa J., Vosátka M. (2004): Mykorhizní symbióza. O soužití hub s kořeny rostlin. - Academia, Praha, 336 p.
- Hansen L., Knudsen H. [eds.] (1997): Heterobasidioid, Aphyllophoroid and Gasteromycetoid *Basidiomycetes*. In: Nordic Macromycetes, Vol. 3. – Nordsvamp, Copenhagen, 444 p.
- Harmon M. E., Franklin J. F., Swanson F. J., Sollins P., Gregory S. V., Lattin J. D., Anderson N. H., Cline S. P., Aumen N. G., Sedell J. R., Lienkaemper G. W., Cromack K., Cummins K. W. (1986): Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. - Advances in Ecological Research, 15: 133-302.
- Harrington T. C. (1993): Diseases of conifers caused by species of *Ophiostoma* and *Leptographium*. In: Wingfield M. J., Seifert K. A., Webber J. F. [eds.], *Ceratocystis and Ophiostoma: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity*. - APS Press, St. Paul, Minnesota, pp. 161-172.
- Harvey A. E., Jurgensen M. F., Larsen M. J., Schlieter A. J. (1986): Distribution of active ectomycorrhizal short roots in forest soils of the inland Northwest: Effects of site and disturbance. - United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. Research Paper ITN-374, Ogden, UT, 8. p.
- Heilmann-Clausen J. (2001): A gradient analysis of macrofungi and slime moulds on decaying beech logs. - Mycological Research, 105: 575-596.
- Högberg N., Stenlid J. (1999): Population genetics of *Fomitopsis rosea* - a wood decay fungus of the old-growth European taiga. - Molecular Ecology, 8: 703-710.
- Høiland K., Bendiksen E. (1997): Biodiversity of wood-inhabiting fungi in a boreal coniferous forest in Sør-Trøndelag County, Central Norway. - Nordic Journal of Botany, 16: 643-659.
- Holec J. (1991): Agaricales v bučinách jihovýchodní části Šumavy a Šumavského podhůří. - Ms. [Dipl. Práce, depon. in Knih. kat. botaniky, PřF UK, Praha] 138 p.
- Holec J. (1992): Ekology of macrofungi in the beech woods of the Šumava Mountains and Šumava foothills. - Čes. Mykol., 46: 163-198.
- Holec J. (1995): Monitorování makromycetů v hlavních klimaxových společenstvech NP Šumava. - Ms. [Zpráva o výsledcích projektu č. M44/11/95, depon. in Knih. AOPK, Praha] 28 p.
- Holec J. (1996): Monitorování makromycetů v hlavních klimaxových společenstvech NP Šumava. - Ms. [Zpráva o výsledcích projektu č. M44/8/96, depon. in Knih. AOPK, Praha] 22 p.
- Holec J. (1997a): Studium makromycetů na trvalých plochách v hlavních klimaxových společenstvech Šumavy. - Příroda, Praha, 10: 15-48.
- Holec J. (1997b): New records of rare fungi in the Šumava Mountains (Czech Republic). - Čas. Nár. Muzea, Řada Přírodovědná, 166: 69-78.
- Holec J. (1999): Houby Šumavy chráněné zákonem nebo zahrnuté v Červené knize: Nálezy v roce 1998. - Silva Gabreta, 3: 17-24.
- Holec J. (2003): Metodika mykologického inventarizačního průzkumu. In: Janáčková H., Štorkánová A. [eds.], Metodika inventarizačních průzkumů zvláště chráněných území. - Ms. [Projekt VaV 620/2/03 "Inventarizace národních kategorií maloplošných zvláště chráněných území"] pp. 111-120.

- Holec J., Beran M. [eds.] (2006): Červený seznam hub (makromycetů) České republiky. - Příroda, Praha. 24: 1-282.
- Holec J., Pouzar Z. (1998): New records of rare fungi in the Šumava Mountains (Czech Republic) II. - Čas. Nár. Muzea, Řada Přírodovědná, 167: 61-72.
- Holec J., Svrček M., Kotlaba F., Beran M. (1999): Biodiverzita, ekologie a rozšíření hub (makromycetů) v málo prozkoumaných nebo v minulosti nepřístupných oblastech Šumavy. - Ms. [Závěrečná zpráva o výsledcích projektu ministerstva kultury RK96P01OMG024, období 1996-1998, depon. in: Mykol. odd. Národního muzea, Praha; knihovna katedry botaniky PřF UK Praha; Správa NP Šumava, Kašperské Hory] 86 p.
- Holmer L., Stenlid J. (1997): Competitive hierarchies of wood decomposing basidiomycetes in artificial systems based on variable inoculum sizes. - Oikos, 79: 77-84.
- Hood I. A., Beets P. N., Kimberley M. O., Gardner J. F., Oliver G. R., Pearce S. (2004): Colonisation of podocarp coarse woody debris by decomposer basidiomycete fungi in an indigenous forest in the central North Island of New Zealand. - Forest Ecology and Management, 196: 311-325.
- Hort L., Vrška T. (1999): Podíl odumřelého dřeva v pralesovitých útvarech ČR. In: Vrška T. [ed.] Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník příspěvků ze semináře s exkurzí konaného 8. – 9. října 1999 v Národním parku Podyjí, Znojmo. - Správa NP Podyjí, Znojmo, pp. 75-86.
- Horton T.R., Bruns T.D. (2001). The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology. - Molecular Ecology, 10: 1855-1871.
- Christensen M., Heilmann-Claussen J., Wallein R., Adamčík S. (2004): Wood inhabiting fungi as indicators of conservation value in European beech forests. In: Marchetti M. [ed.], Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe – from ideas to operationality. - European Forestry Institute Proceedings, Saarijärvi, 51: 229-237.
- Jankovský L., Cudlín P., Moravec I. (2003): Root decays as a potential predisposition factor of bark beetle disaster in the Šumava Mts. - Journal of Forest Science, 49: 125-132.
- Jankovský L., Vágner A., Apltauer J. (2002): The decomposition of wood mass under conditions of climax spruce stands and related mycoflora in the Krkonoše Mountains. - Journal of Forest Science, 48: 70-79.
- Janovský L., Beránek J., Vágner A. (2004a): Dead wood and mycoflora in Nature Reserve Polom, Protected Landscape Area Železné hory. - J. For. Sci., 50: 118-134.
- Janovský L., Lička D., Ježek K. (2004b): Inventory of dead wood in the Kněhyně-Čertův mlýn National Nature Reserve, the Moravian-Silesian Beskids. - J. For. Sci., 50: 171-180.
- Jonášová M. (2001): Regenerace horských smrčín po kůrovcové kalamitě. - Silva Gabreta, 6: 241-248
- Jonsson B. G. (2000): Availability of coarse woody debris in a boreal old-growth *Picea abies* forest. - Journal of Vegetation Science, 11: 51-56.
- Kauserud H., Schumacher T. (2002): Population structure of the endangered wood decay fungus *Phellinus nigrolimitatus* (Basidiomycota). - Canadian Journal of Botany, 80: 597-606.
- Kauserud H., Schumacher T. (2003a): Genetic structure of Fennoscandian populations of the threatened wood-decay fungus *Fomitopsis rosea* (Basidiomycota). - Mycological Research, 107: 155-163.
- Kauserud H., Schumacher T. (2003b): Regional and local population structure of the pioneer wood-decay fungus *Trichaptum abietinum*. - Mycologia, 95: 416-425.
- Kernaghan G., Widden P., Bergeron Z., Legare S., Pare D. (2003): Biotic and abiotic factors affecting ectomycorrhizal diversity in boreal mixed woods. - Oikos, 102: 497-504.
- Kim S. Y., Jung H. S. (2000): Phylogenetic relationships of the *Aphylllophorales* inferred from sequence analysis of nuclear small subunits ribosomal DNA. - Journ. Microbial., 38: 122-131.
- Kirk T.K., Chang H. (1975): Decomposition of lignin by white-rot fungi. II. Characterization of heavily degraded lignins from decayed spruce. - Holzforschung, 29: 65-64.
- Klán J. (1975): Mykoflóra Loučenského Středohoří. - Ms. [Rig. Práce, depon. in Kat bot, PřF UK, Praha] 194 p.
- Klán J., Baudyšová D. (1990): Enzyme activity of mycelial cultures of saprotrophic macromycetes (*Basidiomycotina* and *Ascomycotina*). I. Methods of oxidoreductases estimation. - Čes. Mykol., 44: 212-219.

- Korhonen A., Pentillä R., Lindgren M., Hanski I. (2000): Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus. - *Oikos*, 90: 119-126.
- Kotlaba F. (1984): Zeměpisné rozšíření a ekologie chorošů (*Polyporales* s. l.) v Československu. - Academia, Praha, 194 p. + 123 map.
- Kotlaba F. (1989): Zpřesnění kategorií a kritérií myko-soci-ekologického indexu. - *Mykol. Listy*, 38: 11-12.
- Kowalski T., Kerhr R. D. (1997): Fungal endophytes of living branch bases in several European tree. In: Redlin S. C., Carris L. M. [eds.], Endosymbiotic fungi in grasses and woody plants. Systematics, Ecology and evolution. - APS Press, St. Paul, Minnesota, pp. 67-86.
- Kruys N., Fries C., Jonsson B. G., Lamas T., Stahl G. (1999): Wood inhabiting cryptogams on dead Norway spruce (*Picea abies*) trees in managed Swedish boreal forest. - *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 178-186.
- Kruys N., Jonsson B. G. (1999): Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests of northern Sweden. - *Can. J. For. Res.*, 29: 1295-1299.
- Kubička J. (1973): Přehled dosud publikovaných druhů hub z Boubínského pralesa na Šumavě. - *Čes. Mykol.*, Praha, 27: 212-228.
- Landeweert R. et al. (2003): Molecular identification of ectomycorrhizal mycelium in soil horizons. - *Appl. Environm. Microbiol.*, 69: 327-333.
- Larsson K.-H., Larsson E., Køljalg U. (2004): High phylogenetic diversity among corticioid homobasidiomycetes. - *Mycol. Res.*, 108: 983-1002.
- Lepšová A. (1982): Metody stanovení produkce velkých hub (Methods to estimate the biomass production of macrofungi) In: Šebek S. [ed.], Úkoly mykofloristiky a mykocenologie v ohrožených ekosystémech přírody ČSSR. Sborn. Ref. IV. Sem Ochrana hub a jejich životního prostředí, 19.5.1982, Praha. - ČSVMS ČSAV, Praha, pp. 22-26.
- Lepšová A. (1988): Význam studia plodnic makromycetů pro biomonitorování změn v lesním ekosystému. - Ms. [Kand. Dis. Práce, depon. in Knih. kat. bot. PřF UK, Praha] 152 p.
- Lepšová A. (2000): Natural regeneration in Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst., ectomycorrhizae and coarse woody debris. In: Cudlín P. [ed.], Integrovaná analýza rizik v narušených lesních ekosystémech ohrožených kůrovcem. - Ms. [Průběžná Zpr. Proj MŠMT ČR OK 389 (1999), za rok 2000, depon. in Knih ÚEK AV ČR, České Budějovice, nestránkováno. Příloha 2B] 10 p.
- Lepšová A. (2001a): Ectomycorrhizal root system of naturally established Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings from different microhabitats – forest floor and coarse woody debris. - *Silva Gabreta*, 7: 223-234.
- Lepšová A. (2001b): Význam ektomykorhiz v přirozené obnově smrku na lokalitách s různým dopadem po žíru kůrovce. In: Mánek J. [ed.], Aktuality šumavského výzkumu, Sborn. Odb. Prac. Konf., 2.-4. 4. 2001, Srní. - Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk, pp. 138-142.
- Lepšová A. (2002): Vliv acidifikace a melioračních opatření na ektomykorhizní systém lesních dřevin, především smrku ztepilého. In: Hruška J., Cienciala E. [eds.], Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví. - Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, pp. 128-138.
- Lepšová A. (2003a): Les jako ektomykorhizní system. - *Les. Práce*, 82: 194-195.
- Lepšová A. (2003b): Bioindikační význam ektomykorhizních hub. Změny druhového spektra v imisních podmínkách. - *Les. Práce*, 82: 642-643.
- Lepšová A. (2003c): Effects of acidification and chemical restoration measures on ectomycorrhizal system of forest tree species, especially Norway spruce. In: Hruška J., Cienciala E. [eds.], Long-term acidification and nutrient degradation of forest soils – limiting factors of forestry today. - Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, pp. 138-149.
- Lepšová A. (2004): Výsledky mykologického průzkumu Milešický prales v sezóně roku 2004. - Ms. [depon. in Správa CHKO a NP Šumava, Vimperk] 33 p.

- Lepšová A. (2005): Vyhodnocení stavu mykocenóz na TVP v oblasti Modravy a na transektu Plechého. In: Neuhöferová, P. [ed.], Sledování dynamiky obnovy lesa v oblasti postižené kůrovcem v Národním parku Šumava, Sborník referátů k VaV 620/8/03, Praha, 25. 10. 2005, - FLE ČZU, Praha, pp. 1-10.
- Lepšová A. (2005-6): Mykologický průzkum nejstarších bukových porostů ve svazích Krušných hor Mostecká a Teplická. Dílčí zpráva pro projekt IP v nejstarších bukových porostech. - Ms. [Hlaví řešitel firma Peros, KÚ Ústí nad Labem] 26 p.
- Lepšová A. (2006): Mykologický IP v PR Broumovská bučina. - Ms. [depon. in AOPK ČR, Správa CHKO Český les, Přímda] 15 p.
- Lepšová A. (2006): Mykologický IP v PR Bučina u Žďáru. - Ms. [depon. in AOPK ČR, Správa CHKO Český les, Přímda] 14 p.
- Lepšová A. (2006): Mykologický IP v PR Tišina. - Ms. [depon. in AOPK ČR, Správa CHKO Český les, Přímda] 14 p.
- Lepšová A. (2006): Výsledky mykologického IP ve vrcholové oblasti Boubína NPR prales s ohledem na různé vlivy od konce 80. let – souhrn. - Ms. [depon. in GeoVision, s.r.o., Chodovická 472, 193 00 Praha 9] 6 p.
- Lepšová A. et al. (2002): Úloha mykorhizních symbióz při rozpadu a obnově horských smrkových ekosystémů pod vlivem kůrovcové kalamity. In: Cudlín P. [ed.], Integrovaná analýza rizik v narušených lesních ekosystémech, ohrožených kůrovcem. - Ms. [Závěrečná Zpr. Proj MŠMT ČR OK 389 (1999), září 2002. depon. in Knih ÚEK AVČR České Budějovice, nestránkováno, Příloha 4] 24 p.
- Lepšová A., Kocourek R., Cudlín P. (2002): Ectomycorrhizal fine root system in the air-polluted mountain forest of the Ore Mountains. In: Lomský B., Materna J., Pfanz H. [eds.], SO₂ pollution and forest decline in the Ore Mountains. - VÚLHM, Jíloviště – Strnady, pp. 223-238.
- Lepšová A., Uhliarová Š., Škrdla P., Pouska V. (1999): Mrtvá dřevní hmota a její význam pro obnovu lesa v NP Šumava. In: Cudlín P. [ed.], Integrovaná analýza rizik v narušených lesních ekosystémech, ohrožených kůrovcem. - Ms. [Průběžná Zpr. Proj MŠMT ČR OK 389 (1999), prosinec 1999. depon. in Knih ÚEK AVČR České Budějovice, nestránkováno, Příloha 2] 10+17 p.
- Lička D. (2002): Význam tlejícího dřeva v podmínkách NPR Kněžhyně – Čertův mlýn v Moravskoslezských Beskydech. - Ms. [Diplomová práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, Lesnická a dřevařská fakulta] 159 p.
- Lilleskov E. A., Bruns T. D., Horton T. R., Tailor D. L., Grogan P. (2004): Detection of forest stand-level spatial structure in ectomycorrhizal communities. - *Microbial Ecol.*, 49: 319-332.
- Lindblad I. (1998): Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: relations to forest management and substrate quality. - *Nordic Journal of Botany*, 18: 243-255.
- Lindeberg G. (1948): On the occurrence of polyphenol oxidases in soil-inhabiting *Basidiomycetes*. - *Physiol. Plant.*, 1: 196-205.
- Lisiewska M. (1972): Mycosociological research on macromycetes in beech forest associations. - *Mycopathol. Mycol. Appl.*, 48: 23-34.
- Lisiewska M. (1974): Macromycetes of beech forests within the eastern part of the *Fagus* area in Europe. - *Acta Mycol.*, 10: 3-72.
- Luschka N. (1993): Die Pilze des Nationalparks Bayerischer Wald im bayerisch-böhmischen Grenzgebirge. - *Hoppea*, Regensburg, 53: 5-363.
- Marek J., Lepšová A. (1999): Armillaria populations and pathology at different forest sites of South Bohemia. - *Silva Gabreta*, 3: 7-16.
- Marr M. D. (1979): Laccase and tyrosinase oxidation of spot test reagents. - *Mycotaxon*, 1: 244-276.
- Maser C., Trappe J. M. [eds.] (1984): The seen and unseen world of the fallen tree. - U. S. Department of Agriculture, Forest Service. Portland, 56 p.
- McCullough H. A. (1948): Plant succession on fallen logs in a virgin spruce-fir forest. - *Ecology*, 29: 508-513.
- Mohlenhoff, P., Muller P., Gorbushina A. A., Petersen K. (2001). Molecular approach to the characterisation of fungal communities: methods for DNA extraction, PCR amplification and DGGE analysis of painted art objects. - *FEMS Microbiol. Lett.*, 195: 169-173.

- Müller M. M., Hallaksela A.-M. (2000): Fungal diversity in Norway spruce: a case study. - *Mycological Research*, 104: 1139-1145.
- Müller M. M., Varama M., Heinonen J., Hallaksela A.-M. (2002): Influence of insects on the diversity of fungi in decaying spruce wood in managed and natural forests. - *Forest Ecology and Management*, 166: 165-181.
- Næsset E. (1999): Decomposition rate constants of *Picea abies* logs in southeastern Norway. - *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 372-381.
- Nakasone K. K. (1993): Diversity of lignicolous *Basidiomycetes* in coarse woody debris. In: McMim J.W., Crossley D.A., Jr. [eds.], Biodiversity nad coarse woody debris in Southern forests. Proc. Workshop on Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity. October 18-20, 1993. Athéna GA. - pp. 35-42.
- Niemelä T., Renvall P., Penttillä R. (1995): Interactions of fungi at late stages of wood decomposition. - *Annales Botannici Fennici*, 32: 141-152.
- Novák F., Kalousková N., Machovič V., Brus J. (1999): Složení a struktura fulvokyselin horizontu B podzolové půdy z Trojmezí (Šumava). - *Journal of Forest Science*, 45: 554-565.
- Owens E. M., Reddy C. A., Grethlein H. E. (1994): Outcome of interspecific interactions among brown-rot and white-rot wood decay fungi. - *FEMS Microbiology Ecology*, 14: 19-24.
- Pouska V. (2001): Výskyt dřevokazných hub ve vztahu k vlastnostem dřeva smrku ztepilého na Šumavě. - Ms. [Bakalářská .pr., depon. in Biol. Fak. JU, České Budějovice] 42 p.
- Pouska V. (2005): Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezné hoře na Šumavě. - Ms. [Mgr. Thesis, depon. in Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice] 40+10 p.
- Pouska V. (2006): Vztah mezi výskytem hub a způsobem vzniku ležících kmenů smrku na Trojmezné hoře na Šumavě. Abstrakt ze semináře Houby a dřeviny. - *Mykologické listy*, 97: 37-38.
- Pouska V., Lepšová A. (2002): Houby na tlejícím dřevě smrku ztepilého na Šumavě. In: Karas J., Podrázský V. [eds.], Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z konference v Kostelci nad Černými lesy. - pp. 46-49.
- Pouska V., Lepšová A. (2002a): Výskyt hub na tlejícím dřevě smrku ztepilého v kůrovcových oblastech Šumavy. Část I. Houby na ležícím dřevě a na pařezech. In: Cudlín P. [eds.], Integrovaná analýza rizik v narušených lesních ekosystémech, ohrožených kůrovcem. - Ms. [Průběžná Zpr. Proj. MŠMT ČR OK 389 (1999), za rok 2001, leden 2002. Depon. in Knih ÚEK AVČR České Budějovice, nestránkováno, Příloha 2B] 26 p.
- Pouska V., Lepšová A. (2002b): Výskyt plodnic hub na kůrovcových souších v oblasti Strážného a u Modravy na Šumavě a jejich působení na stabilitu souší. In: Cudlín P. [eds.], Integrovaná analýza rizik v narušených lesních ekosystémech, ohrožených kůrovcem. - Ms. [Průběžná Zpr. Proj. MŠMT ČR OK 389 (1999), za rok 2001, leden 2002. Depon. in Knih ÚEK AVČR České Budějovice, nestránkováno, Příloha 2C] 10 p.
- Pouska V., Svoboda M., Lepšová A. (2007): Diversita dřevokazných hub na Trojmezné hoře, Šumava, Česká republika. In: Aktuality šumavského výzkumu III, Srní, 4.-5.10.2007. - Správa CHKO a NP Šumava, pp. 31-33.
- Prášil K., Réblová M. (1998): Biodiversity of selected *Ascomycetes* groups in the Šumava Mountains. - *Silva Gabreta*, 2: 7-22.
- Progar R. A., Schowalter T. D., Freitag C. M., Morrell J. J. (2000): Respiration from coarse woody debris as affected by moisture and saprotroph functional diversity in Western Oregon. - *Oecologia*, 124: 426-431.
- Rayner A. D. M., Boddy L. (1988): Fungal communities in the decay of wood. In: Marshal [ed.], *Advances in Microbial Ecology*, 10: 115-166.
- Rayner A. D. M., Boddy L. (1988): *Fungal decomposition of wood*. - John Wiley, Chichester, 587 p.
- Réblová M. (1998): Fungl diversity in the Czech republic. New species of *Aporhynchostoma*, *Capronia*, *Ceratospheeria* and *Lasiosphaeria*. - *Sydowia*, 50: 229-251.
- Réblová M., Prášil K. (1999): Příspěvek k poznání askomycetů a deuteromycetů v karech šumavských jezer – vstupní studie pro monitoring. - *Příroda*, Praha, 14: 7-31.

- Redlin S. C., Carris L. M. [eds.] (1997): Endosymbiotic fungi in grasses and woody plants. Systematics, Ecology and evolution. - APS Press, St. Paul, Minnesota, 223 p.
- Renvall P. (1995): Community structure and dynamics of wood-rotting *Basidiomycetes* on decomposing conifer trunks in northern Finland. - *Karstenia*, 35: 1-51.
- Renvall P., Renvall T., Niemellä T. (1991): *Basidiomycetes* at the timberline in Lapland 2. An annotated checklist of polypores of northeastern Finland. - *Karstenia*, 31: 13-28.
- Rosling A. et al. (2003): Vertical distribution of ectomycorrhizal fungal taxa in a podzol profile. - *New Phytol.*, 159: 775-783.
- Ruotsalainen A. L., Väre H., Oksanen J., Tuomi J. (2004): Root fungus colonization along an altitudinal gradient in North Norway. - *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 36: 239-243.
- Rypáček V. (1957): *Biologie dřevokazných hub*. - Nakladatelství ČSAV, Praha, 209 p.
- Ryvarden L., Gilbertson R. L. (1993): European polypores. Part 1. Fungiflora. - *Fungiflora*, Oslo, pp. 1-387.
- Ryvarden L., Gilbertson R. L. (1994): European polypores. Part 2. Fungiflora. - *Fungiflora*, Oslo, pp. 394-743.
- Schwarze F. W. M. R., Engels J., Mathecek C. (2000): Fungal strategies of wood decay in trees. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 185 p.
- Siitonen J., Martikainen P., Punttila P., Rauh J. (2000): Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. - *Forest Ecology and Management* 128: 211-225.
- Siitonen J., Penttillä R., Kotiranta H. (2001): Coarse woody debris, polyporous fungi and saproxylic insects in an old-growth spruce forest in Vodlozero National Park, Russian Karelia. - *Ecological Bulletins*, 49: 231-242.
- Sippola A-L., Lehesvirta T., Renvall P. (2001): Effects of selective logging on coarse woody debris and diversity of wood-decaying polypores in eastern Finland. - *Ecological Bulletins*, 49: 243-254.
- Sippola A-L., Renvall P. (1999): Wood-decomposing fungi and seed tree cutting: A 40-year perspective. - *Forest Ecology and Management*, 115: 183-201.
- Slippers B., Wingfield B. D., Coutinho T. A., Wingfield M. J. (2002): DNA sequence and RFLP data reflect geographical spread and relationships of *Amylostereum areolatum* and its insect vectors. - *Molecular Ecology*, 11: 1845-1854.
- Smith M. L., Bruhn J. N., Anderson J. B. (1992): The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. - *Nature*, 356: 428-431.
- Solheim H. (1992): Fungal succession in sapwood of Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus*. - *European Journal of Forest Pathology*, 22: 136-148.
- Stenlid J., Gustafsson M. (2001): Are rare wood decay fungi threatened by inability to spread? - *Ecological Bulletins*, 49: 85-91.
- Stokland J., Kauserud H. (2004): *Phellinus nigrolimitatus* - a wood-decomposing fungus highly influenced by forestry. - *Forest Ecology and Management*, 187: 333-343.
- Sverdrup-Thygeson A., Lindenmayer D. B. (2003): Ecological continuity and assumed indicator fungi in boreal forest: the importance of the landscape matrix. - *Forest Ecology and Management*, 174: 353-363.
- Svoboda M. (2002): Sledování rozpadu a struktury lesních porostů v I. zóně NP Šumava Trojmezna. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava, Kostelec nad Černými Lesy 28. až 29. 11. 2002. - Česká zemědělská univerzita v Praze, p. 70-81.
- Svoboda M. (2003a): Biological activity, nitrogen dynamics, and chemical characteristics of the Norway spruce forest soils in the National Park Šumava (Bohemian Forest). - *Journal of Forest Science*, 49: 302-312.
- Svoboda M. (2003b): Tree layer disintegration and its impact on understory vegetation and humus forms state in the Šumava National Park. - *Silva Gagreta*, 9: 201-216.
- Svoboda M. (2003c): Struktura lesních porostů, kvantitativní a kvalitativní charakter odumřelé dřevní biomasy v oblasti Trojmezenského pralesa. In: Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů. Kostelec nad Černými Lesy. - Česká zemědělská univerzita, Praha, pp. 14.

- Svoboda M. (2005): Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezná. - Zprávy lesnického výzkumu, 50: 33-45.
- Svoboda M. (2005): Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezny ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. - Silva Gabreta, 11: 42-63.
- Svoboda M., Lepšová A. (2004): Kvantitativní charakteristiky tlejícího dřeva a význam hub při jeho rozkladu ve smrkovém horském lese v oblasti Trojmezny, NP Šumava. In: Aktuality šumavského výzkumu II. - Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, Vimperk, pp. 280-287.
- Svoboda M., Pouska V. (submitted): Structure of a Central-European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development. - Forest Ecology and Management.
- Šály R. (1978): Pôda, základ lesnej produkcie. - Príroda, Bratislava, 235 p.
- Tarasov M. E., Birdsey R. A. (2001): Decay rate of potencial storage of coarse woody debris in the Leningrad Region. - Ecological Bulletins, 49: 137-147.
- Tedersoo L., Hansen K., Perry B. A., Kjöller R. (2006): Molecular and morphological diversity of pezizalean ectomycorrhiza. - New Phytol., 170: 581-506.
- Tedersoo L., Kõljalg U., Hallenberg N., Larsson K.-H. (2003): Fine scale distribution of ectomycorrhizal fungi and root across substrate layers including coarse woody debris in a mixed forest. - New Phytol., 159: 153-165.
- Tomšovský M. (2000): Ekologie a rozšíření druhů čeledi *Hymenochaetaceae* na Šumavě. - Ms. [Dipl. pr., depon. in Knih. kat. Bot. PřFUK, Praha]
- Tomšovský M. (2002): The genus *Phellinus* in the Šumava Mts. - Czech Mycology, 54: 45-78.
- Tondl F. (1987): Houby smrkových porostů Kvildských plání na Šumavě. In: Kuthan J. [ed.], Houby horských a smrkových porostů v Československu. Sborník referátů ze semináře Sekce pro mykofloristiku a mykocenologii ČSVSM konaného 4. října 1986 ve Spišské Nové Vsi. - ČSVSM při ČSAV, Praha, pp. 41-43.
- Tyler G. (1984): Macrofungi of Swedish beech forests. - Dept. Plant Ecol., Univ. Lund, Sweden, 117 p.
- Uhliarová Š., Škrdla P., Pouska V., Lepšová A. (1999): Mrtvá dřevní hmota a její význam pro obnovu lesa. In: Sborn. Konf. Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního Parku Šumava, Kostelec nad Černými lesy, 1. a 2. 12. 1999. - ČZU Praha, pp. 81-87.
- Vacek S. (1982): Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách. - Zprávy lesnického výzkumu, 27(2): 5-11.
- Vacek S. (1999): Ekologické aspekty dekompozice dřeva v autochtonní smrčíně. In: Vrška T. [ed.], Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník příspěvků ze semináře s exkurzí konaného 8. - 9. října 1999 v Národním parku Podyjí, Znojmo. - pp. 49-60.
- Váňa J. [ed.] (1993): Biodiverzita přírodních ekosystémů Šumavy. - Ms. [Zpráva o výsledcích projektu 124/FDR za rok 1993. Depon. in Knih. Kat. Bot. PřF UK, Praha] 101 p.
- Váňa J. [ed.] (1994): Biodiverzita přírodních ekosystémů Šumavy. - Ms. [Zpráva o výsledcích projektu 40757/FDR za rok 1994. Depon. in Knih. Kat. Bot. PřF UK, Praha] 75 p.
- Vrška T. et al. (2001): The Milešice virgin forest after 24 years (1972-1996). - J. Forest Sci., 47: 255-276
- Winterhoff W. (1992): Fungi in vegetation science. In: Lieth H. [ed.], Handbook of Vegetation Science, Vol. 19/1 - Kluwer Academic Publisher, Dodrecht etc., 258 p.
- Worrall J. J., Anagnost S. E., Zabel R. A. (1997): Comparison of wood decay among diverse lignicolous fungi. - Mycologia, 89: 199-219.
- Zielonka T., Niklasson M. (2001): Dynamics of dead wood and regeneration pattern in natural spruce forest in the Tatra Mountains, Poland. - Ecological Bulletins 49: 159-163.