

## Mykocenologický průzkum lesních ekosystémů na příkladu výškového transektu Plechý (Šumava)

Mycocoenological survey in forest ecosystems – example of the altitudinal gradient of Plechý Mt. (Bohemian Forest)

ANNA LEPŠOVÁ<sup>1</sup> & KAREL MATĚJKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pěčín 16, 374 01 Trhové Sviny

<sup>2</sup> IDS, Na Komořsku 2175/2a, 143 00 Praha 4; matejka@infodatasys.cz

**Abstract:** The permanent forest plots arranged along the altitudinal gradient of the Plechý Mt. in the Bohemian Forest were investigated during two years with the aim to describe communities of three prevailing ecological groups of macrofungi – ectomycorrhizal, saprotrophic and lignicolous species. Altogether 238 species were determined in 9 plots from 6<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup> forest altitudinal zone. Classification of communities corresponds to the vegetation zonation, correlating with altitude, respective main substrate type (dead wood, litter of dominant tree species). Classifications using particular ecological group of species partly differ. Similar result is drawn using ordination analysis: first DCA axis correlates with altitude (substrate type), second DCA axis correlates with year of investigation. The one-year research can reveal approximately 64 % of present macrofungi species, two-year research describes approximately 87 % of all species.

**Keywords:** biodiversity, fungal communities, macrofungi, dead wood, altitude, ordination

**Abstrakt:** Dvouleté studium společenstev makromycetů proběhlo na devíti trvalých výzkumných plochách uspořádaných podél gradientu na svahu Plechého na Šumavě. Při práci byly rozlišovány tři základní ekologické skupiny hub – ektomykorhizní, saprotrofní a lignikolní druhy. Celkem bylo nalezeno 238 druhů na plochách ležících v šestém až osmém lesním vegetačním stupni. Klasifikace společenstev odpovídá vegetační zonaci, koreluje s nadmořskou výškou, respektive s hlavním typem substrátu (mrtvé dřevo, opad dominantního druhu dřeviny). Klasifikace podle jednotlivých ekologických skupin druhů jsou částečně rozdílné. Podobný výsledek je naznačen pomocí ordinační analýzy: první DCA osa koreluje s nadmořskou výškou (substrátovým typem), druhá DCA osa koreluje s rokem šetření. Jednoletý výzkum může odhalit přibližně 64 % přítomných druhů makromycet, dvouletý výzkum postihuje přibližně 87 % všech druhů.

**Klíčová slova:** biodiverzita, makromycety, společenstva hub, mrtvé dřevo, nadmořská výška, ordinace

## 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 (RAYNER & BODDY 1988). Napadají přestárlé nebo potlačené jedince dřevin a tak urychlují jejich uhynutí. Svou činností se podílejí na půdotvorných procesech a mají vliv na obnovu lesa.

Makromycety představují houby s viditelnými plodnicemi, které jsou v terénu pozorovatelnou složkou houbových společenstev (ARNOLDS 1969). V přírodě blízkých lesních porostech v oblasti Šumavy jsou makromycety relativně podrobně sledovány (HOLEC 2000), i když výsledky jsou zveřejňovány jen z některých studií. Ekologii makromycetů na trvalých plochách studoval HOLEC (1992) a popsal jejich společenstva v šumavských a předšumavských bučinách. Během let 1988 až 1990 pracoval na trvalých plochách ve smíšených bučinách v oblasti Boubína, Zátoňské hory, Medvědice, Radvanovického hřbetu, Libína a u Vitějovic - v nadmořských výškách od 600 do 1 120 m, v ekosystémech asociací *Dentario eneaphylli-Fagetum* a *Calamagrostio villosae-Fagetum*. Později HOLEC (1997) sledoval výskyt makromycetů na trvalých plochách opět v oblasti Medvědice, dále jednu plochu v horské smrčtině u pramenů Vltavy v nadmořské výšce 1 190 až 1 210 m (asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum*) a další plochy na rašelinném podkladu v oblasti Jezerní slatě a Mrtvého luhu. Významnou referenční studií pro výskyt makromycetů na Šumavě a jejich ekologii je studie z Bavorského národního parku (LUSCHKA 1993). Souhrnný přehled různých výsledků podává LEPŠOVÁ (2008).

V návaznosti na rozsáhlý výzkum horských lesních ekosystémů na Šumavě ([www.infodatasys.cz/sumava](http://www.infodatasys.cz/sumava)) proběhl zatím dvouletý intenzivní výzkum společenstev makromycetů na výškovém transektu Plechého, který navázal na předcházející šetření z roku 2004. Současný výzkum je zaměřen na podrobné sledování ektomykorhizních, saprotrofních a především lignikolních makromycetů, které se podílejí na rozkladu dřeva. Cílem této práce je posoudit změnu druhové struktury společenstev makromycetů a jejich diversitu na sledovaném výškovém transektu metodami, které by umožnily současné porovnání se změnami struktury vegetace (cf. MATĚJKA & VIEWEGH 2008) či jiných taxocenóz. Jako důležitá se ukázala potřeba kvantifikovat rozdíly, které je možno pozorovat mezi různými lety, protože řada zvláště inventarizačních průzkumů nebývá z technických či ekonomických důvodů prováděna v požadovaném rozsahu více vegetačních sezón, jak je v mykocenologických studiích nutné.

## Metodika

### Výzkumné plochy

Sledování probíhalo na trvalých výzkumných plochách P12 až P20 na východním svahu Plechého, které slouží ke komplexnímu ekosystémovému a lesnickému výzkumu. Výškový transekt pokrývá lokální variabilitu lesů v rámci šestého až osmého lesního vegetačního stupně. Jedná se o porosty smíšených horských bučin až o smrkové porosty v polohách svého přirozeného výskytu. Základní charakteristiky ploch jsou uvedeny v tabulce 1, další informace k těmto plochám jsou dostupné na internetu ([www.infodatasys.cz/sumava](http://www.infodatasys.cz/sumava)). Každá plocha má velikost 50 × 50 m<sup>2</sup> a je v terénu identifikovatelná pomocí trvale označených hraničních stromů.

### Mykocenologický průzkum

Při výzkumu trvalých ploch na transektu Plechého byly sledovány kvalitativní a některé kvantitativní údaje o výskytu makromycetů v letech 2007 a 2008. Pro stanovení druhového spektra makromycetů na plochách byla použita metoda pochůzky na ploše, která byla vymezena označenými stromy. Plodnice ektomykorhizních a saprotrofních hub byly sledovány při detailní pochůzce po celé ploše. Spolehlivě byly zaznamenávány plodnice, jejichž průměr byl větší než 2 cm. Plodnice všech náročněji determinovatelných nebo vzácnějších taxonů byly sbírány a určovány až po mikroskopickém vyšetření. Dokladový materiál je uložen ve sbírce prvního autora.

Kvantitativní údaje, které se vztahují k početnosti nálezů na ploše, jsou popsány číslem a jsou odvozeny podle následujících pravidel:

U ektomykorhizních hub uvedené číslo neznámá počet plodnic, ale v terénu odhadnutý počet mycelií (jako další mycelium byl počítán výskyt plodnic alespoň 3 m vzdálených; viz například HOLEC 2003).

U lignikolních hub byla za jeden výskyt považována přítomnost minimálně jedné plodnice na definovaném kusu tlejícího dřeva (obvykle kláda nebo větev, jinak CWD - *coarse wood debris*, průměr větší než 15 cm). Početnost lignikolních hub tak odráží početnost substrátové nabídky. V této studii jsou za jeden kus CWD považovány všechny části, které pocházejí z jednoho stromu. Zejména v případě velkých jedinců buku vzniká několik kusů rozlomením kmene a kosterních větví. Rozklad jednotlivých částí, stejně jako celého padlého stromu, neprobíhá stejně rychle a stejnými houbami, záleží na průměru určité části dřeva a její poloze vůči podkladu. Detailnější průzkum by vyžadoval časově a technicky náročnější metody.

U saprotrofních hub je počet výskytů stanoven podobně jako u mykorhizních. Drobné druhy hub (s plodnicemi pod 1 cm v průměru) jsou pravděpodobně podceněny, protože mohly být v terénu přehlédnuty.

V roce 2007 proběhly návštěvy v termínech červen (4.), červenec (17.), srpen (2., 3., 7.), říjen (2., 11., 12.), v roce 2008 to byly termíny srpen (10., 18., 19., 22.), září: (2., 3.), říjen (9., 10., 16., 19.).

Podrobnější popis metodiky uvádějí LEPŠOVÁ & MATĚJKA (2008).

### Zpracování dat

Data byla zpracovávána v programu DBreleve (MATĚJKA 2007). Základní data představují počet (mycélií) plodnic zaznamenaných pro daný druh na dané ploše v průběhu roku. Pokud bylo na ploše nalezeno více jak 10 plodnic, byla použita hodnota 10, čímž došlo ke snížení vlivu dominantních druhů a navíc se snížila chyba odhadu, protože při vyšším výskytu je velmi obtížné plodnice přesně počítat. Druhy byly rozděleny do tří základních ekologických skupin – na saprotrofy na různém opadu a na lignikolní a ektomykorhizní druhy, přičemž každá skupina byla zpracovávána jak samostatně, tak všechny skupiny dohromady. Pro klasifikaci dat byla použita Wardova metoda hierarchické aglomerativní klasifikace s kvadrátem euklidovské distance jako mírou nepodobnosti. Ordinační analýza proběhla metodou DCA v programu CANOCO 4.5 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002).

## Výsledky

### Výskyt druhů hub na TVP Plechý

Na všech TVP v obou letech sledování bylo nalezeno celkem 238 druhů makromycetů, v roce 2007 bylo nalezeno 206 druhů, v roce 2008 jich bylo o 17 méně (tab. 2 a 3). Jednotlivé mykocenologické snímky uvádějí LEPŠOVÁ & MATĚJKA (2008, 2009). Počty druhů na jednotlivých plochách se lišily. Druhově nejbohatší byly plochy P12, P13, P15 a P17. Významným faktorem druhové bohatosti ve spektru lignikolních druhů je vhodná a vysoká nabídka tlejícího dřeva buku lesního a smrku ztepilého (tab. 5). V celkovém počtu je pro oba sledované roky vysoký podíl lignikolních druhů hub, který dosahuje hodnot přes 65%. Podíl lignikolních druhů na jednotlivých plochách se liší spolu s tím, jak jsou plochy zásobeny tlejícím dřevem a jak jsou narušeny disturbancemi. Stopy po dřívější hospodářské činnosti jsou zřetelně patrné na plochách P14 (mohutné jedlové pařezy) a P16 (leží v místě kontaktu dvou porostních skupin). Rozměry a zásoba tlejícího dřeva jsou parametry pro lignikolní druhy hub a ovlivňují i jejich druhové spektrum. Výskyt disturbancí má vliv na výskyt ektomykorhizních druhů hub. Na plochách P17 až P20 je snížené až žádné (P18) zastoupení živých smrků vlivem napadení kůrovcem, proto se zde prakticky nevyskytují plodnice ektomykorhizních druhů hub.

Význam tlejícího dřeva v lesních porostech na transektu Plechého dokumentuje výskyt vzácných druhů lignikolních hub. Z celkového počtu

156 druhů hub, které jsou vázány na tlející dřevo dominantních dřevin ve zdejších porostech, bylo dokumentováno 15 druhů, které jsou uvedeny v Červeném seznamu hub České republiky (HOLEC & BERAN 2006). Na sledovaných TVP bylo zaznamenáno 11 druhů z Červeného seznamu. Na smrku ztepilém byly nalezeny: pevník vonný (*Cystostereum murraili*) (NT), bělochoroš fialovějící (*Leptoporus mollis*) (NT), ohňovec ohraničený (*Phellinus nigrolimitatus*) (NT), bělochoroš vlnitý (*Postia undosa*) (VU). Na dřevě buku lesního byly nalezeny: kržatka šikmá (*Flammulaster limulatus*) (EN), rosoloklihatka čirá (*Neobulgaria pura*) (NT), kalichovka leptoniová (*Omphalina epichysium*) (EN), šupinovka ježatá (*Pholiota squarrosoides*) (EN), štitovka vložnatá (*Pluteus podospileus*) (EN), štitovka stinná (*Pluteus umbrosus*) (VU) a křehutka vlnatá (*Psathyrella cotonea*) (CR). Mimo plochy se v blízkém území vyskytují další druhy z červeného seznamu: korálovec jedlový (*Hericium flagellum*) (NT), především na jedli bělokore, ale i na smrku ztepilém, kožovka purpurová (*Hymenochaete cruenta*) (NT), na jedli bělokore, a houžovec bobří (*Lentinellus castoreus*) (VU), na buku lesním. HOLEC et al. (1999) navíc dokládají v prostoru Plechého nález kalichovky zlatolupenné (*Gerronema chysophyllum*) (EN), na smrku ztepilém.

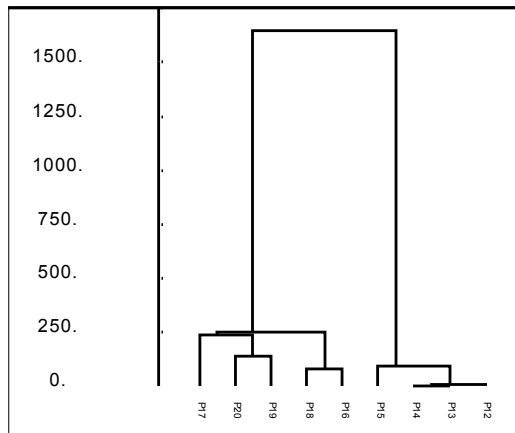
Dalšími významnými druhy horských smrčín, které jsou vázány na tlející dřevo smrku ztepilého, jsou: *Veluticeps abietina* (bez českého ekvivalentu), ohňovec isabelový (*Phellinus viticola*), smolokorka pryskyřičnatá (*Ischnoderma benzoinum*), helmovka zelenobřítá (*Mycena viridimarginata*) a šafránka ozdobná (*Tricholomopsis decora*). Dalšími významnými druhy horských smíšených bučin, které jsou v rámci sledovaných ploch vázány na tlející dřevo buku lesního, jsou: ostnateček křehký (*Dentipellis fragilis*), pórovka šedá (*Elmeria caryae*), slizopórka nazelenalá (*Ceriporiopsis pannocicta*), dřevomor souvislý (*Hypoxylon cohaerens*), rezavec uzlinatý (*Inonotus nodulosus*), smolokorka buková (*Ischnoderma resinosum*), helmovka žlutonohá (*Mycena renati*) a slizečka porcelánová (*Oudemansiella mucida*). Dalšími významnými druhy, které jsou v rámci sledovaných ploch vázány na tlející dřevo jedle bělokore, jsou helmovka hnědopurpurová (*Mycena purpureofusca*) a ohňovec Hartigův (*Phellinus hartigii*). Vzácným saprotrofem na listí buku je penízovka hnědočervená (*Gymnopus fuscopurpureus*).

### Rozbor mykocenóz na TVP Plechý

Klasifikace mykocenologických zápisů z let 2007 a 2008 ukazuje vysokou podobnost společenstev v obou sledovaných letech. Nejvyšší podobnost byla na plochách v horní části transektu (P16 až P20), zatímco rozdílná druhová struktura společenstva byla manifestována na plochách P12 až P15, kde se může ve vyšší míře projevovat vliv průběhu počasí (viz tab. 6) na fruktifikaci různých druhů hub. Přesnější obraz o klasifikaci ploch na základě druhového složení mykocenóz poskytují výsledky zpracování, kde jsou shrnuty frekven-

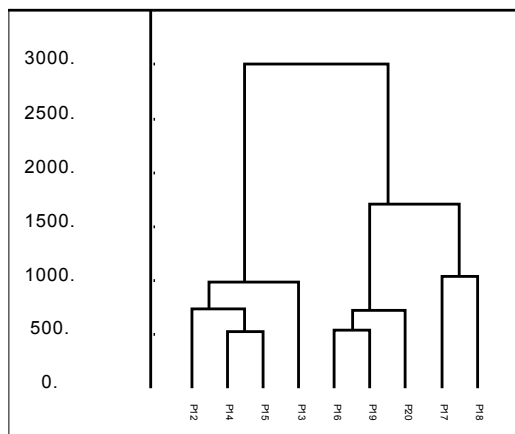
ce výskytu druhů z obou let sledování, přičemž prakticky shodný je výsledek, ať se použije součtu početností z obou let nebo maximální početnost.

Plochy lze rozčlenit do dvou základních skupin podle základního typu mykocenózy: (1) smíšené lesy šestého a sedmého lesního vegetačního stupně (P12 až P17) a (2) smrkové lesy osmého lesního vegetačního stupně (P18 až P20). Přesně toto chování nalézáme i u samostatně hodnocené skupiny saprotrofních hub (obr. 3). Obdobně lze plochy klasifikovat i z hlediska druhového složení bylinné etáže fytocenóz (MATĚJKA & VIEWEGH 2008). Trochu odlišně se chovají skupiny druhů silně závislých na dominantní dřevině, respektive na dřevním substrátu produkovaném touto dřevinou, jak je tomu u ektomykorhizních (obr. 1) a lignikolních (obr. 2) hub. V těchto případech dochází k rozdělení skupin ploch na P12 až P15 s výraznou převahou listnáčů a na P16 až P20 s významnějším zastoupením *Picea abies*, přičemž se současně jedná o příbližné oddělení šestého a sedmého lesního vegetačního stupně.



**Obr. 1.** Klasifikace ploch podle sumy počtu nálezů ektomykorhizních druhů v obou letech.

**Fig. 1.** Classification of the plots according to the sum of individual ectomycorrhizal species finds realized during both years.

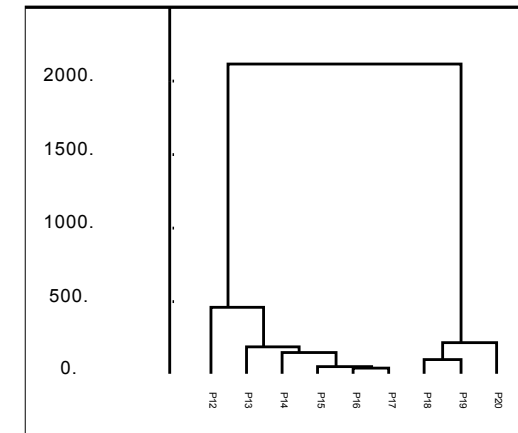


**Obr. 2.** Klasifikace podle sumy počtu nálezů lignikolních druhů v obou letech.

**Fig. 2.** Classification of the plots according to the sum of individual lignicolous species finds realized during both years.

Ordinační analýza (obr. 4) ukazuje na výrazný vliv jednoho faktoru (první ordinační osa, popisující 24 % variability dat), který je statisticky průkazně korelován s nadmořskou výškou plochy. Primárně jej lze spojit s gradientem výskytu jednotlivých druhů dřevin a se související kvalitativní nabídkou substrátu.

Druhá ordinační osa (8 % variability dat) výrazně souvisí s rokem zápisu mykocenologických snímků. Tento rozdíl může být dán například rozdílným průběhem počasí v obou letech (viz například [www.infodatasys.cz/sumava/klima.htm](http://www.infodatasys.cz/sumava/klima.htm) a tab. 6) a může být podpořen též různými daty průzkumu v obou letech sledování.

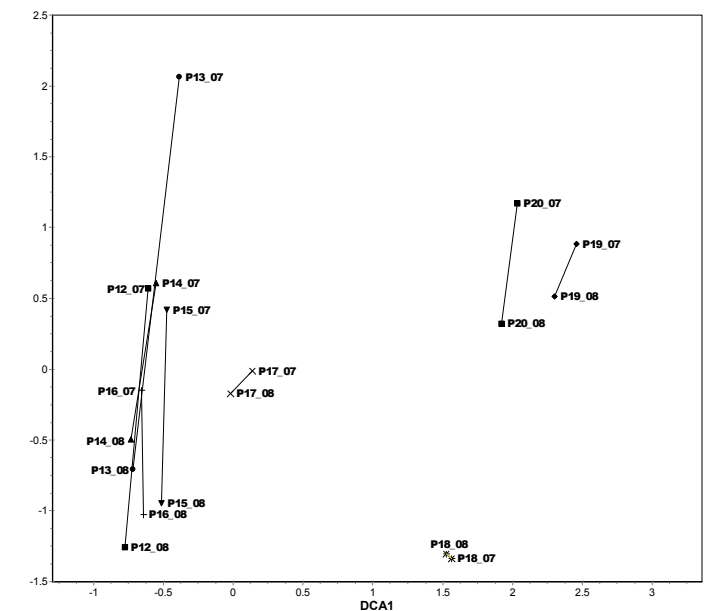


**Obr. 3.** Klasifikace podle sumy počtu nálezů saprotrofních druhů v obou letech.

**Fig. 3.** Classification of the plots according to the sum of individual saprotrophic species finds realized during both years.

**Obr. 4.** Ordinační snímek metodou DCA: prostor 1. a 2. osy. Zápisy označeny jménem plochy a dvojčíslím roku zápisu.

**Fig. 4.** DCA ordination of the mycocoenological relevés: the space of 1st and 2nd axis. Relevés are signed by the plot name and by two digits of the year.



Srovnatelný podíl variability dat druhového složení je vystižen třetí ordinační osou (7 %), přičemž interpretace této osy je již problematická. Přesto se zdá, že odpovídající faktor bude souviset s variabilitou mykocenóz především v ekosystémech smíšených porostů.

Vysvětlení rozložení jednotlivých druhů podél ordinačních os může charakterizovat změny, které nalézáme podél sledovaného gradientu typu porostů. První ordinační osu lze popsat spektrem od skupiny druhů, které se vyskytovaly ve smíšených bukových porostech – *Lentinellus cochleatus* (LIG), *Gymnopus peronatus* (SAP), *Mycena arcangeliana* (LIG), *Mycena fagetorum* (SAP), *Mycena capillaris* (SAP), *Flammulaster carpophilus* (SAP) – a které jsou specificky vázané na dřevo a opad buku v nejnižších položených porostech, dále *Ascocoryne sarcoides*, *Pleurotus pulmonarius*, *Psathyrella cernua*, *Datronia mollis*, *Psathyrella piluliformis*, *Flammulaster limulatus*, *Dentipellis fragilis*, *Ramicola centunculus*, *Mycena haematopus*, *Orbilina xanthostigma*, *Pluteus umbrosus*, *Polyporus varius*. V prostoru těchto druhů se nacházejí také druhy, které jsou na sledovaných plochách vázány na tlející dřevo *Abies alba*: *Ischnoderma benzoinum*, *Tricholomopsis decora* a *Mycena purpureofusca*, nebo na tlející dřevo *Acer pseudoplatanus*: *Hypoxyylon rubiginosum* a *Xylaria longipes*. Na průběhu první ordinační osy dále dochází k objevování se druhů, které jsou vázány na opad a dřevo smrku od *Coniophora puteana*, *Phellinus chrysoloma*, *Crepidotus subsphaerosporus*, které jsou přirozenou součástí souboru makromycetů na smrku v oblasti horských smíšených porostů, dále to jsou druhy *Pholiota scamba*, *Hypholoma capnoides*, *Mycena rubromarginata*, *Antrodia serialis*, *Resinicium bicolor*, *Gloeophyllum odoratum*, *Gloeophyllum sepiarium*, až po druhy horských smrkových lesů: *Veluticeps abietina*, *Phellinus viticola*, *Cystostereum murrayi* a *Phellinus nigrolimitatus*.

Mezi druhy saprotrofů, které mají nejnižší ordinační skóre na první ose, lze vylíčit skupinu druhů, které se vyskytují na opadu listů buku, *Gymnopus peronatus*, *Mycena fagetorum*, *Mycena capillaris*, *Mycena vitilis*, *Gymnopus confluens*, dále skupinu druhů na ležících kmenech buku porostlých mechorosty a v opadu na buku, *Rickenella fibula*, *Mycena metata* a *Rhodocollybia butyracea*. Jednoznačné je tedy rozložení vázané na charakter substrátu, který je daný druhem dominantní dřeviny a který je vázán na nadmořskou výšku. Ze saprotrofů mají nejvyšší ordinační skóre podél první ordinační osy druhy, které jsou vázány na opad jehličí smrku, *Mycena vulgaris*, *Micromphale perforans*, *Marasmius androsaceus*, dále druhy, které rostou na mechorostech, nejčastěji na *Dicranum scoparium* na silně zetlelém dřevě smrku, *Galerina calyptrata* a *Galerina hypnorum*.

Obdobně se chovají lignikolní druhy. Nejnižší ordinační skóre mají druhy, které jsou vázané na buk a vyskytují se na nejnižších položených plochách – *Bolbitius aleuriatus*, *Lentinellus cochleatus*, *Ceriporiopsis mucida*, *Lentinellus castoreus* atd. Nejvyšší ordinační skóre podél první osy mají druhy, které jsou

vázány na dřevo smrku a vyskytují se pouze v nejvyšších položených plochách, *Phellinus nigrolimitatus*, *Cystostereum murrayi*, *Coniophora olivacea*, *Phellinus viticola* a *Veluticeps abietina*. Následují druhy ze smrku vyskytující se i na plochách níže položených, *Leptoporus mollis*, *Mycena stipata*, *Hypholoma marginatum*, *Stereum sanguinolentum*, *Laetiporus montanus*, *Exidia pithya*, *Mycena viridimarginata*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Physisporinus sanguinolentus*, *Gloeophyllum odoratum*, *Resinicium bicolor*, *Gymnopilus sapineus*, *Antrodia serialis* a *A. heteromorpha*.

Ektomykorhizní druhy jsou soustředěny do levé části ordinačního prostoru. Nízké hodnoty ordinačních skóre podél první osy jsou dány převážným výskytem těchto druhů na plochách s nižší nadmořskou výškou. Na nejvyšších položených plochách (P18, P19 a P20) se téměř žádné ektomykorhizní druhy hub s viditelnými plodnicemi nevyskytovaly. Odlišuje se pouze druh *Hygrophorus olivaceoalbus*, který se vyskytl se na plochách 14 a 20, který je vázán na smrk na kyselých a acidifikovaných půdách v horských lesích.

Nejtěsnější vztah s nadmořskou výškou, respektive s podmínkami prostředí spojenými s nadmořskou výškou, vykazuje skupina saprotrofů. Proto byla provedena ordinační analýza samostatně pro tuto skupinu. Zde první ordinační osa DCA popisuje 45 % datové variance a korelace skóre podél této osy s nadmořskou výškou je vysoce významná ( $r = 0,971$  při  $n = 9$ ), přičemž jediná odchylka od ryze monotónního vztahu je nalézána u plochy P16.

Druhá ordinační osa vytváří spektrum, jehož jeden pól je typický druhy nalézány převážně v roce 2008 (*Inocybe petiginosa*, *Bolbitius aleuriatus*, *Lentinellus cochleatus*, *Colrcia perennis*, *Galerina triscopa*, *Paxillus panuoides*, *Trichaptum fuscoviolaceum*, *Gyroporus cyanescens*, *Flammulaster carpophilus*) oproti druhům s převahou nálezů v roce 2007 (*Russula amethystea*, *Russula mustelina*, *Pholiota squarrosa*, *Lactarius mitissimus*, *Gloeoporus pannocinctus*, *Gymnopus confluens*, *Lactarius turpis*, *Clitopilus prunulus* a *Elmeria caryae*).

Podrobnější výsledky zpracování dat včetně dalších grafů lze nalézt v práci LEPŠOVÁ & MATĚJKA (2009).

## Diskuse

### Distribuce hub na výškovém transektu

Výškový transekt Plechého představuje lesní typy od horního okraje šestého do osmého vegetačního stupně v nadmořských výškách od 1 020 do 1 370 m, s tím, že nejvyšší plochy jsou lokalizovány ve vrcholové partii masivu Plechého. Distribuce ploch P12 až 20 podél první ordinační osy odpovídá gradientu vegetačních stupňů, s tím, že jednotlivé plochy s převahou buku jsou nahloučeny v levé části ordinačního prostoru.

Distribuce makromycetů, zejména lignikolních a ostatních saprotrofů, podél první ordinační osy na výškovém transektu odpovídá primárně nabídce substrátu - nejen ve smyslu množství mrtvého dřeva, ale především ve vztahu k jeho druhovému složení. Tato nabídka je výsledkem charakteru lesní vegetace, která je na horských svazích řízena klimatickými a edafickými změnami podél gradientu nadmořské výšky (DOLEŽAL & ŠRÚTEK 2002), dále je však modifikována historií lesopěstebních opatření. Vliv nadmořské výšky na výskyt hub, podobně jako na výskyt jiných organismů, je většinou nepřímý a způsobený změnami teploty a vlhkosti. Obecně teplota s nadmořskou výškou klesá a srážky vzrůstají (TOLASZ et al. 2007). Horské hřebeny jsou vystaveny silnějším větrům než oblasti níže ve svahu, které způsobují extrémnější podmínky vlhkosti a teploty, na které zejména houby reagují nepříznivě. Vliv měnící se nadmořské výšky na výskyt makromycetů byl sledován jen velmi málo. V temperátní zóně Severní Ameriky se houby vázané na dřevo vyskytovaly v širokém rozsahu nadmořské výšky a počet druhů a jejich abundance klesaly jen ve vysokohorských podmínkách, především vlivem teploty (WEIR 1918). Vlastnosti tlejícího dřeva, tedy podmínky pro výskyt lignikolních hub, jako jsou jeho vlhkost, velikost kmenů a dekompoziční parametry závisejí i na gradientu teploty (HARMON et al. 2000). Nadmořská výška tak může ovlivnit výskyt hub prostřednictvím mikroklimatických podmínek, druhovým složením dřevin a množstvím a rozměry substrátové nabídky.

### Metoda zápisu mykocenologických snímků

Skupina hub, vyčleněná jako makromycety tvoří významnou složku biodiverzity lesních společenstev, i když nepředstavuje všechny přítomné houby. Jejich plodnice jsou přístupné záznamu při terénní pochůzce. Metodicky jsou výsledky uchopitelné, pokud se jejich dokumentací můžeme zabývat alespoň dva až tři roky (někteří autoři doporučují i pět let) během vegetační sezóny na dostatečně velké trvalé ploše (obvykle 2 500 m<sup>2</sup>; FELLNER 1987). Mykocenologické snímky, které můžeme získat, jsou nutně kumulativní v rámci sezóny i několika let. Snímky z jednotlivých let zaznamenávají rozložení návštěv a odlišný kvalitativní i kvantitativní růst hub především v závislosti průběhu počasí a na zásobení vodou. Určitou roli hrají i vnitřní fyziologické parametry méně běžných druhů. Víceletý zápis mykocenologického snímku je tedy nezbytný.

Rozdíly na druhé ordinační ose jasně prokázaly, že snímky zapsané ve dvou po sobě následujících letech se liší. To potvrzuje všeobecně přijímaný požadavek na kumulativní zápis mykocenologických snímků v průběhu několika let (FELLNER 1987). Porovnáme-li počet druhů zjištěných na ploše v jednom roce ( $n_1$ ) s počtem druhů z obou let ( $n_2$ ), zjišťujeme, že průměrně se podíl  $n_1/n_2$  pohybuje mezi 68 % (pro rok s nižším počtem zaznamenaných druhů) až 80 % (pro rok s vyšším počtem zaznamenaných druhů). Uvažujeme-li průměrnou hodnotu  $n_1/n_2 = 73,6\%$ , pak můžeme provést odhad parametru  $p_1 = n_1/N$  (N je

odhadovaný počet všech druhů na ploše) za předpokladu, že  $p_1 = n_1/N = 1 - (1 - p_1)^i$ , ve výši 64,1 %. Na základě těchto dat lze odhadnout, že při sledování po dva roky bude zaznamenáno průměrně 87 % přítomných druhů makromycetů, při tříletém období to bude 95 % všech přítomných druhů.

Na rozdílech meziročních zápisů se objektivně podílí aktuální průběh počasí. Rok 2008 byl všeobecně velmi nepříznivý pro růst plodnic ektomykorhizních druhů hub, zejména proto, že pozdně letní a podzimní období bylo velmi teplé a suché, jak naznačují data (tab. 6).

Běžné získávání kvantitativních parametrů při popisu společenstev makromycetů nevychází ze stanovení počtu jedinců druhu. Podhoubí jednoho jedince produkuje různé počty plodnic, je to především druhově specifická vlastnost, do značné míry také počet plodnic na myceliích jedinců stejného druhu závisí na podmínkách prostředí. Pro mykocenologické studie autoři vycházejí obvykle z počtu plodnic (např. HOLEC 1992), nebo z počtu plodnic a stanovení frekvence výskytu plodnic (kdy je trvalá plocha rozdělena na dílčí plochy; LEPŠOVÁ 1982). V naší studii byly plodnice vyhledávány pochůzkou po celé ploše (nedělené na dílčí podplochy) a byl zaznamenán počet výskytů ektomykorhizních a saprotrofních hub. Za jeden výskyt byl počítán nálezný plodnice nebo skupiny plodnic, přičemž vzdálenost mezi těmito výskytmi byla minimálně tři metry. HOLEC (2003) tuto metodu nazývá stanovením frekvence výskytu a mezi jinými ji doporučuje pro vyjádření početnosti druhů hub při mykologických inventarizačních výzkumech. Podle našeho uvážení jde o vyjádření počtu výskytu mycelií (jedinců houby), přičemž některý může na uvažované ploše vyprodukovat desítky (drobných) plodnic, například lakovky nebo špičky. Přesné určení rozsahu mycelia (jako představitele jedince houby) je možné např. metodou somatické kompatibility (např. MAREK & LEPŠOVÁ 1999) nebo metodami molekulární analýzy. Uvedené postupy pro svou ekonomickou nákladnost nemohly být použity. Pro lignikolní druhy počet nálezů odvozujeme z počtu evidovaných klád na trvalé ploše, na kterých daný druh vytvořil plodnice.

Již z uvedeného stručného přehledu je zřejmé, že metody zápisu výskytu makromycetů se u různých autorů liší.

Změny ve skladbě mykocenóz na plochách P19 a P20, kde aktuálně dochází k rozpadu stromového patra vlivem gradace kůrovce, se dosud nepodařilo prokázat. Lignikolní druhy osídlují dostupný substrát dlouhodobě, takže jejich reakce na narušení porostu nemusí být ve vlhkostně a teplotně příznivých obdobích zřetelná. Tato setrvačnost výskytu se může nejvíce projevit na plochách s bezzásahovým režimem, který chrání mikroklimatické podmínky stanoviště. Výskyt ektomykorhizních hub na nejvýše pozorovaných plochách je mizivý, takže není pozorovatelný jejich úbytek vlivem odumření asociovaných dřevin.

## Porovnání s jinými studii na Šumavě

Nejbližším literárním pramenem pro porovnání výsledků mykocenóz horských smíšených bučin na české straně Šumavy je studie Holce (HOLEC 1992), a to především z ploch, které jsou položeny výše než 1 000 m n. m., tj. ze dvou ploch na Boubíně. Byly umístěny na východním a severovýchodním svahu v nadmořské výšce 1 060 až 1 120 m. V těchto dvou plochách našel celkem 140 druhů makromycetů, z nichž je téměř 50 % lignikolních. Holec našel na boubínských plochách 37 druhů ektomykorhizních, na námi sledovaných plochách jsme našli 46 druhů, přičemž společných druhů bylo 21. Podobně hojně byly *Boletus fragilipes* (syn. *Xerocomus pruinus*), *Laccaria amethystea*, *Lactarius subdulcis*, *Russula cyanoxantha*, *R. ochroleuca*, *R. mairei*, *R. fellea* a *R. nigricans*, *Cortinarius delibutus* a *Cantharellus tubaeformis*. Z boubínských 36 saprotrofních druhů (HOLEC 1992) se na našich plochách ve smíšených bučinách vyskytlo 15 druhů, podobně hojně byly druhy rodu helmovka, např. *Mycena galopus*, *M. sanguinolenta*, *M. metata*, *M. vitilis*, dále penízovky: *Collybia (Gymnopus) confluens*, *Collybia (Rhodocollybia) peronata*, *Stropharia aeruginosa*. Na plochách na Plechém jsme našli celkem 33 saprotrofních druhů. Z 67 druhů lignikolních druhů, které našel HOLEC (1992), jsme v menší míře zaznamenali na Boubíně hojný druh *Pholiota lenta*, *Mycena haematopus*, *M. renati*. Naopak podobně hojně byly druhy *Mycena galericulata*, *Megacollybia platyphylla*, *Oudemansiella mucida*, *Galerina marginata*, *Pluteus atricapillus (cervinus)*, *Marasmius alliaceus*, *Hypholoma sublateritium (lateritium)*. Ve vyšší míře jsme zaznamenali například *Kuehneromyces mutabilis*, navíc běžné *Polyporus varius*, *Mycena archangeliana* a *Psathyrella piluliformis*. Nenalezli jsme např. na boubínských plochách hojnější štitovku Pouzarovu, *Pluteus pouzarianus*, která je vázána na dřevo jehličnanů, na našich plochách chyběl i korálovec jedlový, *Hericium flagellum*. S boubínskými plochami jsme zaznamenali 34 společných lignikolních druhů, celkem jsme jich zaznamenali 156 druhů. Zejména rozdíly ve výskytu lignikolních druhů hub mohou poukazovat na skutečnost, že na boubínských plochách byla nízká nabídka tlejícího dřeva. Nevyskytly se tam například v bučinách běžné *Antrodiaella hoehnellii*, *Dentipellis fragilis*, *Calocera cornea* a *Sarcomyxa serotina*.

## Houby jako indikátor parametrů prostředí

Makromycety v lesním porostu představují dvě hlavní funkční skupiny organismů: jsou součástí biotrofních ektomykorhizních systémů (LEPŠOVÁ 2003) a detritových řetězců, jako saprotrofové. Z tohoto pohledu jsou hodnoceny i jejich mykocenózy (FELLNER 1987, 1988). Jak prokázaly výsledky provedené ordinační analýzy, výskyt hub je primárně řízen dostupností rozmanitého druhového spektra ektomykorhizních partnerů (dřevin) a nabídkou opadu různých rostlin, včetně nabídky tlejícího dřeva v lese. Zpětně tak může být výskyt hlavních ekologických skupin a zejména lignikolních druhů makromycetů

využit k popisu některých jevů, které ve sledovaném lesním porostu probíhají. Analýza výskytu lignikolních makromycetů ve stávajícím ekosystému a jeho porovnání s výskytem v referenčních lokalitách poskytuje podklady pro další management území. Na základě znalosti ekologie lignikolních hub a lokálních podmínek lze navrhnout opatření, která by podpořila jejich diversitu. Uvážíme-li, že na substrát tlejícího dřeva jsou kromě hub vázány i jiné organismy, například xylofágní hmyz (SCHLAGHAMERSKÝ 2008), pak mohou být i makromycety považovány za významný indikátor kvality stanoviště z hlediska organismů vázaných na tlející dřevo.

Lignikolní druhy jsou nejpočetnější složkou nalezených makromycetů na transektu Plechého (65 % z celkového počtu). Tento podíl koresponduje s údaji ze zachovalých lesních porostů. Nejvyšší počet druhů na transektu byl nalezen na dominantní dřevině, buku lesním, podstatně nižší počet na smrku ztepilém a velmi nízký na jedli bělokoré (107, 49 a 10 druhů postupně pro jmenované dřeviny, viz též tab. 4). Smrk dominoval pouze v nejvýše položených plochách (P18, P19 a P20), v nižších polohách představoval příměs s nízkým podílem. Z hlediska biodiverzity je v transektu výrazný nedostatek tlejícího dřeva jedle bělokoré. Na plochách živé dospělé jedle prakticky chybějí. Na P13 (ořezaná větev a špička koruny), P14 (pařezy) a P16 (jedna tlející kláda) jsou patrné zbytky po těžbě jedle bělokoré.

Porovnáním nalezených lignikolních druhů makromycetů (Basidiomycetes a Ascomycetes) se souhrnnou prací Luscky (LUSCHKA 1993) z celého Bavorského národního parku a přilehlých oblastí Šumavy jsme dokumentovali výskyt 58 % jím zaznamenaných druhů, které jsou vázány na buk lesní, 22 % druhů na smrk ztepilý a pouze 11 % druhů na jedli bělokorou. Při jednoletém orientačním výzkumu hub v PR Milešický prales na Šumavě (1 100 m n. m., 9,3 ha; LEPŠOVÁ 2004) bylo zjištěno 19 druhů, které jsou vázány na tlející dřevo jedle (na smrk ztepilý vázáno 12 druhů, na buk lesní 14 druhů). Z rozboru dat jasně vyplývá, že v prostoru transektu Plechý, který je také současně I. zónou NP Šumava, je značně ochuzena složka makromycetů, které jsou vázány na jedli.

Výskyt ektomykorhizních druhů byl silně limitován ve druhém roce pozorování dlouhou periodou sucha v létě a na podzim. Obecně je množství mykorhizních druhů v zachovalých lesních porostech nižší než v porostech iniciačních fází zarůstání plochy, např. po disturbancích (HOLEC 1992). Různé druhy ektomykorhizních hub se vyskytují v závislosti na kvalitě nahromaděného humusu (TYLER 1984). Ve starých porostech s nahromaděným humusem se vyskytuje jiné a chudší spektrum mykorhizních hub než při narušených okrajích cest, které vedou těmito porosty. Na konvexních tvarech terénu, kde je opad dřevin například odváť větrem, roste obvykle bohatší spektrum ektomykorhizních druhů (výrazně například na hrázích rybníků).

Provedená práce ukazuje, jak matematicko-statistické metody lze účelně využít pro zpracování mykocenologických dat. Standardní použití těchto po-

stupů umožňuje porovnání s jinými taxocenózami. Tím se podařilo exaktně prokázat nepřímý vliv nadmořské výšky na strukturu společenstev makromycetů ve srovnání s v podstatě přímým vlivem výšky na druhovou strukturu vegetace (MATĚJKA & VIEWEGH 2008).

### Různé skupiny mají různou vypovídací schopnost o stavu ekosystému

Každá ekologická skupina hub poskytuje odlišný obraz o sledovaném ekosystému. Zatímco ektomykorhizní druhy jsou vázány na aktuálně přítomné a živé druhy dřevin v lesním porostu, výskyt lignikolních druhů závisí na nedávno minulé druhové skladbě porostu, která může být od současné i odlišná (například mrtvé dřevo jedle bylo na plochách zaznamenáno, ale živé dospělé stromy již jen velmi vzácně). Saprotrofní druhy jsou na druhovou skladbu porostu vázány méně těsně, což dokazuje i odlišný charakter klasifikace příslušných cenóz a těsná korelace výsledků ordinace (první osa DCA pro saprotrofy) s nadmořskou výškou.

Výskyt makromycetů a jejich zastoupení ve vymezených trofických ekologických skupinách přináší do hodnocení studovaných ekosystémů nové aspekty, které obvykle výzkum rostlin, mechorostů nebo jednotlivých živočišných skupin nepřináší. Jedná se především o reakci ektomykorhizních druhů hub na disturbanci nadložního humusu a o „paměť“ lignikolních druhů, které často specificky vyrůstají na tlejícím dřevě druhů dřevin, které již na plochách nerostou. Toho by mělo být využíváno zvláště při průzkumech chráněných území. Specifický význam hub je dán specifickými biotrofními vazbami ektomykorhizních hub na přítomné dřeviny a často specifickými vazbami saprotrofních hub na různý opad rostlin a zejména na množství a kvalitu tlející dřevní hmoty u druhů lignikolních hub. Velmi cennými podklady by v tomto ohledu měly být řádně publikované výsledky mykologických průzkumů z „referenčních biotopů“, jako jsou např. Boubínský a Žofínský prales pro oblast Šumavy a Novohradských hor, a to včetně poznámek k ekologii nalezených druhů (zejména specifikace substrátu). Právě jiné zastoupení lignikolních druhů ve srovnání s „referenčním“ poukazuje na potřebu určitého managementu, například ponechávání odumírajících stromů v porostu pro spontánní osídlení co největším spektrem hub, nebo reintrodukce chybějících dřevin, v našich podmínkách obvykle jedle bělokoré.

### Shrnutí

Na výškovém transektu Plechého na Šumavě byly v lesních porostech první zóny v šestém až osmém vegetačním stupni na devíti trvalých plochách sledovány plodnice makromycetů hlavních trofických ekologických skupin (ektomykorhizní, saprotrofní, lignikolní). První orientační výzkum proběhl v roce 2004, v letech 2007 a 2008 byly plochy sledovány intenzivně. Při výzkumu ploch bylo determinováno celkem 238 druhů makromycetů, z nichž nejpočetnější byly druhy lignikolních (65 %, 156 druhů), 33 druhy představovali ostatní saprotrofové, tři druhy byly parazitické (mykoparaziti, dále nehodnoceni) a ektomykorhizních druhů bylo 46 (19 %). Pouze na tlejícím dřevě buku lesním bylo 90 druhů hub, dalších 17 druhů rostlo na buku i na jiných dřevinách. Na dřevě smrku ztepilém bylo určeno celkem 49 druhů, pouze na něj byly vázány 34 druhy. V porovnání s jinými studii ze Šumavy bylo nalezeno velmi málo druhů vázaných na tlející dřevo jedle bělokoré, pouze na ní bylo šest druhů, další čtyři druhy sdílela s jinými druhy dřevin.

Nejblíže srovnatelné lokality horských bučin na Boubíně (HOLEC 1992) vykazují asi 2/3 druhů společných s našimi plochami (z celkového počtu 129 druhů). Druhové spektrum nejpočetnějších hub prakticky odpovídá spektru z Plechého.

Mezi lignikolními druhy je 15 druhů, které jsou jmenovány v Červeném seznamu hub v České republice: na smrku ztepilém druhy ohňovec ohraničený, bělochoroš fialovějící a pevník vonný v kategorii NT, bělochoroš vlnitý v kategorii VU. Na buku lesním byly zaznamenány v kategorii CR: křehutka vlnatá, v kategorii EN šupinovka ježatá, kržatka šikmá, kalichovka leptoniová a štítovka vločkatá, v kategorii VU štítovka stinná a houžovec bobří, v kategorii NT rosoloklihatka čirá v kategorii DD. Mimo trvalé plochy byly na tlejících jedlích nalezeny korálovec jedlový a kožovka purpurová v kategorii NT. Mezi ostatními saprotrofními a ektomykorhizními houbami nebyly nalezeny žádné ohrožené druhy. Ve zkoumané oblasti nebyly nalezeny ani druhy zvláště chráněné (vyhláška č. 395/92 zák. 114/92 Sb.).

Mykocenologické snímky pořízené během dvou let byly vyhodnoceny hierarchickou klasifikací a ordinací analýzou DCA. Podle ordinace byla hlavním faktorem variability nadmořská výška reprezentovaná rozdílnými vegetačními typy s kvalitativně různou nabídkou substrátu a mykorhizních partnerů. Vedlejším faktorem byla variabilita způsobená rozdílností nálezů makromycetů ve sledovaných letech. Klasifikace uspořádala plochy do odpovídajících seskupení podle typu ekosystému s různým důrazem na současné druhové složení porostu dřevin podle různých ekologických skupin makromycetů.



## Summary

The occurrence of macromycete fruitbodies was studied along the altitude gradient of the Plechý Mt., the Bohemian Forest (Šumava Mts.). The gradient consists of 9 permanent plots, which represent the forest types from the 6<sup>th</sup> (beech with spruce) to 8<sup>th</sup> (spruce) forest vegetation altitudinal zone. Main ecological groups of species – ectomycorrhizal, saprotrophic and lignicolous species – were searched in preliminary season 2004, and intensively in 2007 and 2008. Altogether 238 species were determined: 156 lignicolous species (65%), 33 other saprotrophs, and 46 ectomycorrhizal species (19%), three species were mycoparasites. Total 90 species occurred exclusively on dead wood of *Fagus sylvatica* and other 17 species were shared by next broadleaved trees. Total 49 species were determined on *Picea abies*, 15 of them also on other tree species. The number of species on *Abies alba* in comparison with the other areas of Bohemian Forest; only six species grow exclusively on *Abies* and four others shared by coniferous species. Concerning red-listed species of fungi in the Czech Republic, 15 species were found: *Picea abies* hosted *Phellinus nigrolimitatus*, *Leptoporus mollis* and *Cystosterum murrayi* (all in IUCN category NT), *Postia undosa* (VU), *Psathyrella cotonea* (CR), *Pholiota squarrosoides*, *Flammulaster limulatus*, *Omphalina epichysium* and *Pluteus podospileus* (EN), *Pluteus umbrosus* and *Lentinellus castoreus* (VU), *Neobulgaria pura* (NT), occurred on *Fagus sylvatica*. *Hericium flagellum* and *Hymenochaete cruenta* (NT) were found on *Abies alba* outside the research plots. No endangered species were found among other saprotrophs and ectomycorrhizal species. The especially protected species of macrofungi by the law were not detected in the research area.

Mycocoenological relevés obtained during two years of observation were evaluated by the ordination method DCA and by hierarchical classification. The mycocoenoses on permanent plots were clustered by the main variables. The DCA analysis reveals the altitude, which is manifested in the different tree species composition and substrate features, as the most important variable. The differences in the occurrence of macrofungi within the two successive years display effect corresponding to the 2<sup>nd</sup> DCA axis. The classification arranged the permanent plots into groups in different manner according to the ecological group of fungi specified in the study.

## Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení projektu 2B06012 Národního programu výzkumu II – Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě (zkratka BiodivKrŠu; www.infodata-sys.cz/biodivkršu/projekt.htm), který je podporován MŠMT ČR.

## Literatura

- ARNOLDS E. (1969): The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. – In: WINTERHOFF W. [ed.], Fungi in vegetation science. Handbook of vegetation science 19/1: 7–47.
- DOLEŽAL J. & ŠRŮTEK M. (2002): Altitudinal changes in composition and structure of mountain-temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians. – Pl. Ecol. 158: 201–221.
- 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.
- HARMON M. E., KRANKINA O. N. & SEXTON J. (2000): Decomposition vectors: a new approach to estimating wood detritus decomposition dynamics. – Can. J. Forest Res. 30: 76–84.
- HOLEC J. (1992): Ecology of macrofungi in the beech woods of the Šumava Mountains and Šumava foothills. – Čes. Mykol. 46: 163–198.
- HOLEC J. (1997): Studium makromycetů na trvalých plochách v hlavních klimaxových společenstvech Šumavy. – Příroda 10: 15–48.
- HOLEC J. (2000): Mykoflóra Šumavy – základní literární prameny a shrnutí biodiverzity makromycetů v nejvýznamnějších biotopech. – Silva Gabreta 5: 69–82.
- HOLEC J. (2003): Metodika mykologického inventarizačního průzkumu. – In: JANÁČKOVÁ H. & ŠTORKÁNOVÁ A. [eds.], Metodika inventarizačních průzkumů zvláště chráněných území, kapitola 9., Projekt VaV 620/2/03 „Inventarizace národních kategorií maloplošných zvláště chráněných území“, Praha.
- HOLEC J. & BERAN M. (2006): Červený seznam hub (makromycetů) České republiky. – Příroda 24: 1–282.
- 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. [Závěr. zpr. projektu MK RK96P01OMG024, období 1996–1998; depon. in: Mykol. odd. Národního muzea, Praha]
- LEPŠOVÁ A. (1982) Metody stanovení produkce velkých hub. – 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, pp. 22–26, ČSVMS ČSAV, Praha.
- LEPŠOVÁ A. (2001): 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. (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, pp. 128–138, MŽP ČR, Praha..
- LEPŠOVÁ A. (2003): Les jako ektomykorhizní systém. – Lesn. Pr. 82/5: 194–195.
- LEPŠOVÁ A. (2004): Výsledky mykologického průzkumu Milešický prales v sezóně roku 2004. – Ms. [Depon. in: Správa CHKO a NP Šumava, Vimperk.]

- LEPŠOVÁ A. (2008): Diverzita a ekologie hub – makromycetů v horských porostech na Šumavě a v České republice (literární přehled). – URL: [http://www.infodatasys.cz/biodivkrstu/reserse\\_makromyc.pdf](http://www.infodatasys.cz/biodivkrstu/reserse_makromyc.pdf)
- LEPŠOVÁ A. & MATĚJKA K. (2008): Makromycety ve výškovém transektu na vrcholu Plechý (Šumava). – URL: [http://www.infodatasys.cz/biodivkrstu/rep2007\\_makromyc.pdf](http://www.infodatasys.cz/biodivkrstu/rep2007_makromyc.pdf)
- LEPŠOVÁ A. & MATĚJKA K. (2009): Makromycety ve výškovém transektu na vrcholu Plechý (Šumava) II. – URL: [http://www.infodatasys.cz/biodivkrstu/rep2008\\_makromyc.pdf](http://www.infodatasys.cz/biodivkrstu/rep2008_makromyc.pdf)
- LUSCHKA N. (1993): Die Pilze des Nationalparks Bayerischer Wald. – *Hoppea* 53: 5–363.
- MAREK J. & LEPŠOVÁ A. (1999): Armillaria populations and pathology at different forest sites of South Bohemia. – *Silva Gabreta* 3: 7–16.
- MATĚJKA K. (2007): Program DBreleve. – URL: <http://www.infodatasys.cz/software/dbreleve.htm>
- MATĚJKA K. & VIEWEGH J. (2008): Vegetace na trvalých výzkumných plochách v lesích Šumavy a její vývoj. – URL: <http://www.infodatasys.cz/sumava/vegetacetvp.pdf>
- RAYNER A. D. M. & BODDY L. (1988): Fungal communities in the decay of wood. – In: MARSHAL K. C. [ed.], *Advances in Microbial ecology* 10: 115–166.
- SCHLAGHAMERSKÝ J. (2008): Monitoring saproxylických brouků: od sběru dat po jejich interpretaci. – In: HORÁK J. [ed.], *Brouci vázaní na dřeviny*, pp. 40–44, Pardubický kraj a Česká lesnická společnost, Pardubice.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P. (2002): CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca.
- TOLASZ R., MÍKOVÁ T., VALERIÁNOVÁ A. & VOŽENÍLEK V. (2007): Climate atlas of Czechia. – Czech Hydrometeorological Institute, Praha & Olomouc.
- TYLER G. (1984): Macrofungi of Swedish beech forest. – *Univ. Lund*.
- WEIR J. R. (1918): Notes on the altitudinal range of forest fungi. – *Mykologia* 10: 4–14.

**Tab. 1.** Charakteristika trvalých výzkumných ploch. Označení porostní skupiny (PSK) a věk podle LHP platného od roku 2002 (LHC Plechý). Složení dřevin dle LHP platí pro celou porostní skupinu (na vlastní ploše se může lišit): SM – *Picea abies*, BK – *Fagus sylvatica*, JD – *Abies alba*, KL – *Acer pseudoplatanus*, JR – *Sorbus aucuparia*, BR – *Betula sp.* (*B. pubescens* + *B. pendula*), s – souše. Porost na plochách P18 až P20 je tvořen pouze *Picea abies*.

**Table 1.** Features of permanent research plots. Stand group (PSK) and age are listed according to the forest management plan (LHP) of the Plechý enterprise. Tree species composition in whole stand group (may be different in the research plot): SM – *Picea abies*, BK – *Fagus sylvatica*, JD – *Abies alba*, KL – *Acer pseudoplatanus*, JR – *Sorbus aucuparia*, BR – *Betula sp.* (*B. pubescens* + *B. pendula*), s – dead tree. The stands on the plots P18 to P20 are represented by *Picea abies* only.

Označení a souřadnice plochy	PSK	Etáž	Věk	Lesní typ	Nadm. výška	Orientace a sklon	Dřeviny dle LHP
Plot name and coordinates		Etage	Age	Site type	Altitude (m)	Orientation, slope	Tree species
P12 13° 52' 59.8" E 48° 45' 50.1" N	2Cc <sub>3/2/1</sub>	1	10	6S1	1024	JV 5°	BK85 SM9 JR5 JD1 BK85 SM10 JR5 BK75 KL15 SM10
		2	25				
		3	221				
P13 13° 52' 53.6" E 48° 45' 54.2" N	2Cc <sub>3/2/1</sub>	1	10	6S2	1050	JV 2°	BK85 SM9 JR5 JD1 BK75 KL15 SM10
		2	25				
		3	22				
P14 13° 52' 50.7" E 48° 45' 56.5" N	3Cc <sub>4/3/1</sub>	1	15	6S2	1053	JZ 5°	BK94 SM5 JD1 BK75 JR15 SM10 BK85 SM9 KL5 JD1
		3	25				
		4	206				
		1	15				
P15 13° 52' 35.4" E 48° 46' 4.7" N	3Aa <sub>3/2/1</sub>	1	15	6S2	1064	JV 17°	BK90 SM9 JD1 BK90 SM9 JR1 BK65 SM30 KL3 JD2
		2	25				
		3	206				
P16 13° 52' 25.9" E 48° 46' 9.4" N	4Aa <sub>6/2/1</sub>	1	12	6S1	1118	JV 25°	BK53 SM40 JR5 JD2 BK80 SM18 JR1 JD1 SM51 BK25 JD3 KL1 s20 SM74 BK20 JR1 s5
		2	25				
		6	196				
		5	83				
		1	12				
P17 13° 52' 19.6" E 48° 46' 11.9" N	4Aa <sub>6/2/1</sub>	1	12	7S1	1158	JV 25°	BK53 SM40 JR5 JD2 BK80 SM18 JR1 JD1 SM51 BK25 JD3 KL1 s20
		2	25				
		6	196				
P18 13° 52' 1.7" E 48° 46' 13.9" N	4Aa <sub>6/2/1</sub>	1	12	7S1/8N1	1245	JV 25°	BK53 SM40 JR5 JD2 BK80 SM18 JR1 JD1 SM51 BK25 JD3 KL1 s20
		2	25				
		6	196				
P19 13° 51' 52.6" E 48° 46' 13.9" N	5Aa <sub>3/1</sub>	1	15	8Y1	1313	JV 40°	SM67 JR30 JD1 BR1 BK1 SM81 MD1 JD1 BR1 BK1 s15
		3	156				
		1	15				
P20 13° 51' 38.6" E 48° 46' 17.4" N	5Aa <sub>3/1</sub>	1	15	8N1	1361	SV 5°	SM67 JR30 JD1 BR1 BK1 SM81 MD1 JD1 BR1 BK1 s15
		3	156				
		1	15				

**Tab. 2.** Počty druhů hub v trofických ekologických skupinách na sledovaných plochách: ECM – ektomykorhizní, LIG – lignikolní, SAP – saprotrofní (ostatní).

**Table 2.** Number of species in the ecological groups in surveyed plots: ECM – ectomycorrhizal, LIG – lignicolous saprotrophic, SAP – saprotrophic (the rest), PAR – parasitic species.

Rok - Year:	ECM		LIG		SAP		Celkem Total	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
P12	12	9	84 (76%)	53 (72%)	14	11	110	73
P13	11	19	80 (81%)	54 (62%)	7	11	98	84
P14	19	17	44 (62%)	37 (60%)	8	8	71	62
P15	17	16	70 (70%)	63 (70%)	13	11	100	90
P16	15	6	25 (56%)	17 (57%)	5	7	45	30
P17	9	2	70 (81%)	48 (91%)	7	3	86	53
P18	1	0	24 (67%)	24 (71%)	11	10	36	34
P19	0	0	13 (76%)	12 (61%)	4	6	17	18
P20	1	1	17 (85%)	21 (75%)	3	5	21	28
Celkem - Total	37	31	137	130	32	25	205	186
%	18	16,4	66,5	68,8	15,5	14,8	100	100

**Tab. 3.** Celkový počet druhů (N) v trofických ekologických skupinách na všech sledovaných plochách v letech 2007–2008. ECM – ektomykorhizní, LIG – lignikolní, SAP – saprotrofní druhy.

**Table 3.** Total number of species (N) in the ecological groups of macrofungi, all plots, 2007–2008. ECM – ectomycorrhizal, LIG – lignicolous, SAP – saprotrophic.

	ECM	LIG	SAP	Celkem Total
N	46	156	33	235
%	19,3	65,6	15,1	100

**Tab. 4.** Specializace druhů lignikolních hub na dřeviny na transektu Plechý v letech 2007–2008 a srovnání s prací LUSCHKA (1993, použita data pouze pro dominantní dřeviny).

**Table 4.** Macrofungi specialization of lignicolous species occurred in the surveyed plots during 2007–2008. Comparison with LUSCHKA (1993, the data were extracted only on principal tree species).

	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Abies alba</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
Plechý 2007–2008	107	49	11	10	1
pouze jedna dřevina only on	90	34	3	6	0
na více dřevinách shared other tree species	17	15	8	4	1
LUSCHKA (1993)	185	225	nehodnoceno	92	nehodnoceno

**Tab. 5.** Počty kusů tlejících stromů na výzkumných plochách v letech 2007–2008. Jednotlivé tlející stromy jsou buď celistvé anebo rozlámané, často zbývá pahýl po zlomech.

**Table 5.** Numbers of decaying trees (as coarse wood debris) in the research plots in 2007–2008. Single trees can be unbroken or fragmented, often with a stump.

Plocha Plot	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Abies alba</i>	Celkem Total
P12	2	7	3	0	12
P13	4	12	3	1	20
P14	1	7	0	0	8
P15	5	6	0	0	11
P16	0	2	1	1	4
P17	6	5	0	0	11
P18	22	0	0	0	22
P19	22	0	0	0	22
P20	27	0	0	0	27

**Tab. 6.** Základní průměrné klimatické údaje z šumavské stanice Churáňov, nadmořská výška 1 118 m (data ČHMÚ).

**Table 6.** Basic climatic data from the climate station Churáňov, Šumava Mts., elevation 1 118 m (data of Czech Hydrometeorological Institute).

		Měsíc Month												Rok Year
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Teplota Temperature	1961–90	-4,1	-3,8	-1,1	2,9	7,8	11,1	12,9	12,4	9,5	5,4	0,1	-3,1	4,2
	2007	-0,6	0,1	1,4	7,6	10,1	13,5	13,4	13,2	7,5	4,1	-1,1	-2,0	5,6
	2008	-0,6	-0,2	-0,9	3,7	10,1	13,2	13,7	13,3	8,1	6,0	2,0	-2,4	5,5
Úhm srážek Rainfall sum	1961–90	78,7	67,2	80,0	86,0	103,4	127,5	114,0	115,6	77,3	62,2	83,5	95,3	1090,7
	2007	185,2	69,2	123,0	9,4	119,6	63,7	137,3	71,2	168,1	76,9	124,3	98,5	1246,4
	2008	41,9	77,8	140,3	109,6	60,1	76,9	123,3	110,4	100,8	46,5	65,3	54,4	1011,3