

## MYKOLOGICKÉ POMĚRY NA ZALESNĚNÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH

### MYCOLOGICAL CONDITIONS ON AFFORESTED AGRICULTURAL LANDS

FRANTIŠEK SOUKUP - VÍTĚZSLAVA PEŠKOVÁ - JAROSLAV LANDA

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

#### ABSTRACT

The mycological conditions on study plots established in forests growing on former agricultural farmlands were studied. In spruce stands younger than 10 years reduced and unstable spectrum of macromycetes was found. After approximately 50 years of forest growth the situation became stable and spectrum of macromycetes together with development of mycorrhizal status were similar to situation found in stands on forest soils. Here we also found slightly increased occurrence of saproparasitic species of fungi (e. g. *Heterobasidion annosum* and others).

**Klíčová slova:** ektotrofní stabilita lesa, druhové spektrum makromycetů, mykorhizy, bývalá zemědělská půda, zdravotní stav smrku  
**Key words:** ectotrophic stability of forest, species spectrum of macromycetes, mycorrhizae, former farmland, health status of spruce

#### ÚVOD

Zalesňování půd nevhodných pro intenzivní zemědělské využití se v posledních letech dostává do popředí zájmu. Jedná se ostatně o jeden z nejvhodnějších způsobů jejich hospodářského využití. Odhady rozlohy vhodných lokalit pro zalesňování se pohybují od desítek do stovek hektarů (KACÁLEK, BARTOŠ 2005), přičemž jde především o zemědělské pozemky ležící v pahorkatině či podhorských oblastech.

Vzhledem k stoupajícím rozlohám nově zalesňovaných zemědělských půd se stává vysoce aktuálním i posuzování zdravotního stavu výsadby i vyhodnocení možných rizik jeho ovlivnění houbovými organismy, které bylo řešeno v projektu NAZV č. QG 50008 „Dynamika přeměny půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému“.

Houby se podílejí na rozkladu organických látek v opadu. V půdě se vyskytuje současně mnoho různých druhů houbových organismů, které tvoří charakteristická společenstva. Podstatná část hub je schopna vytvářet mykorhizy na kořenech lesních dřevin, které přispívají k resorpci minerálních látek. Mykorhizní symbióza je proto důležitým fenoménem při všech úvahách o výživě stromů.

Stabilita a funkčnost lesních ekosystémů je závislá na působení řady biotických a abiotických faktorů. Ukázalo se, že mnohé houby lze považovat za citlivé bioindikátory tzv. ektotrofní stability lesa, dané ektomykorhizním soužitím (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995, PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006 aj.) - lze stanovit stadia narušení ektotrofní stability lesa (ESL), spojená s určitými fázemi obohacování, resp. ochuzování houbových společenstev – mykocenóz (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995, SOUKUP 1996). Rovněž výskyt, abundance i frekvence hub saprotrofních terestrických a lignikolních má výpovědní hodnotu o stavu ekosystému.

Několik autorů se v posledních desetiletích zabývalo mykologickými poměry na smrkem zalesněných zemědělských půdách ve středoevropské oblasti (Slovensko, Německo, Holandsko). Jsou to práce nejen z bývalých orných půd, ale i z bývalých luk (RICEK 1981).

Studovaly se zde houby buď výhradně mykorhizní (GÁPER, LIZOŇ 1995) či saprotrofní - převážně terestrické (MIHÁL 1998) nebo obojí (ARNOLDS et al. 2004).

V podhůří Orlických hor probíhalo zalesňování zemědělských půd ve třech historických etapách. V současné době se nabízí především studovat porosty 50leté a výsadby do 10 let, a to sledovat druhovou diverzitu a abundanci hub ze skupin mykorhizních, saprotrofních terestrických i lignikolních podle jejich fruktifikace, za současného sledování mykorhiz v parametrech hustota aktivních a neaktivních mykorhiz a získané údaje dávat do souvislosti s vizuálně hodnoceným zdravotním stavem porostů.

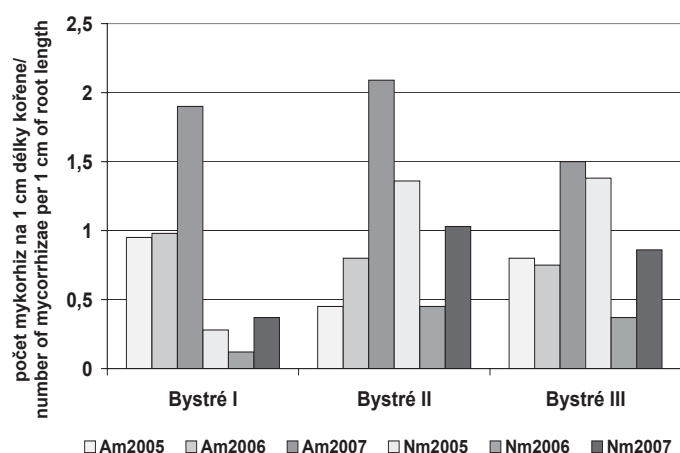
#### MATERIÁL A METODIKA

##### Výběr ploch

Pro výzkumné účely byly vybrány 4 lokality v podhůří Orlických hor, a sice Bystré, Uhřínov, Polom a Trčkov. Zatímco na lokalitě Bystré byly vytyčeny 3 plochy (I - v nedávné výsadbě 10 let, II - ve středním (50 let) a III - ve starším (80 let) věku porostu smrku na bývalé zemědělské půdě), na ostatních lokalitách byla vybrána vždy pouze jedna plocha s porostem středního věku. Srovnávací plochy na původně lesní půdě předmětem studia nebyly. Vybrané plochy jsou smrčiny s jen nepatrným zastoupením dalších druhů dřevin (tab. 1), velikost každé je 2 500 m<sup>2</sup>.

##### Hodnocení výskytu hub

Během měsíců červen - listopad bylo 1x měsíčně zjišťováno druhové spektrum makromycetů podle nalezených plodnic, dále byla sledována jejich abundance a frekvence (přítomnost druhu na dílčích ploškách velikosti 100 m<sup>2</sup>). U zjištěných druhů makromycetů byla stanovena jejich trofická příslušnost (M - mykorhizní, SL - lignikolní saprotrofní případně saproparasitické, S - ostatní saprotrofní, zejména terikolní a humikolní, případně ojedinelé muscikolní, fungikolní či fimikolní).



Obr. 1.

Přehled průměrných hodnot hustoty aktivních a neaktivních mykorhiz (2005 - 2007)

Comparison of average values of mycorrhizal densities (2005 - 2007, active and non-active figures)

Druhové spektrum na plochách rostoucích makromycetů bylo zjišťováno po dobu 3 let. Během této doby se, za víceméně normálního průběhu počasí, podaří na základě nalezených plodnic zjistit až cca 90 % zde přítomných druhů hub, což je pro účely posouzení ESL postačující.

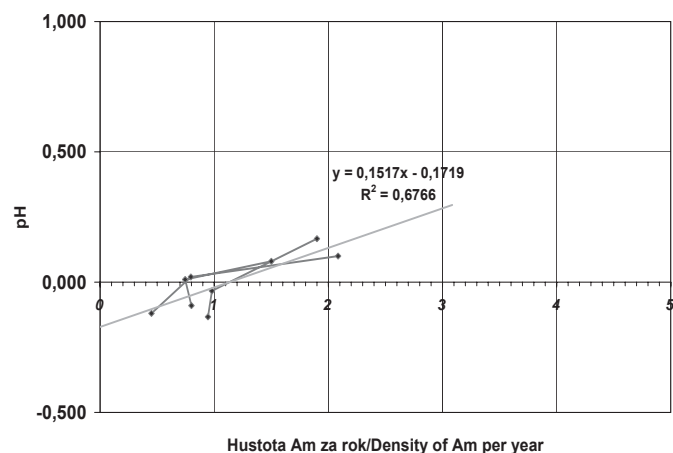
Dále byl učiněn předpoklad, že metodika posouzení ESL (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995, SOUKUP 1996) bude již plně použitelná v porostech 50letých a starších.

- Latentní stupeň narušení ESL se vyznačuje poklesem procentuálního podílu ektomykorhizních makromycetů pod 40 %, zatímco podíl lignikolních makromycetů má tendenci překročit 30 % z celkového počtu zjištěných druhů. Je patrná inhibice fruktifikace mykorhizních druhů a naopak obohacování lignikolních mykocenóz spojené se stimulací fruktifikace dřevokazných hub.
- Akutní stupeň narušení ESL je charakterizován již konstantně nižším procentuálním podílem pod 40 % mykorhizních druhů hub, zatímco podíl dřevokazných druhů hub bývá zpravidla vyšší než 40 % z celkového počtu. Je zřetelné výrazné ochuzování ektomykorhizních mykocenóz a nárůst druhové diversity lignikolních mykocenóz a jejich zvýšená fruktifikace.
- Letální stupeň narušení ESL je posledním, již prakticky ireverzibilním stadiem, kdy procentuální podíl ektomykorhizních druhů hub je konstantně nižší než 20 % z celkového počtu makromycetů, zatímco podíl dřevokazných makromycetů bývá nadpoloviční.

Na výskyt druhů hub na studijních plochách mají vliv i příměsi jiných dřevin (např. modřín - Uhřínov, Bystré II a III, jedle - Bystré III, douglaska - Polom, bříza - Trčkov). K pojmenování hub byla použita nomenklatura vesměs podle Index Fungorum.

#### Odběry kořenů, extrakce a vyhodnocení mykorhiz

Pro účely studia mykorhizních poměrů byly v letech 2005 - 2007 na vybraných plochách Bystré I, II, III provedeny odběry vzorků v jarním období (od 17. 5. do 2. 6.) a podzimním období (od 25. 9. do 10. 10.). Odběry byly realizovány na přibližně stejném místě (nikoliv totožném) v přibližně stejné vzdálenosti od kmenů stromů



Obr. 2.

Vztah hustoty aktivních mykorhiz a pH

Relation between the density of active mycorrhizae and pH

zvolených v roce 2005. Z každé zkoumané plochy bylo odebráno kořenovou sondou 5 vzorků kořenů. Vzorky kořenů byly přechodně uloženy v chladničce a následně laboratorně zpracovány a vyhodnoceny.

Počty jednotlivých typů mykorhizních špiček byly určovány na kořenech do 1 mm pod binokulární lupou při čtyřicetinásobném zvětšení podle následujících diagnostických znaků: za typické jsou považovány špičky s vyvinutým houbovým pláštěm, Hartigovou sítí, s vysokým turgorem, postrádající kořenové vlášení, na povrchu hladké, světlejší barvy - tyto útvary jsou řazeny do jediné skupiny „aktivních mykorhiz“ (Am). Naproti tomu špičky, u nichž je patrná výrazná ztráta turgoru, na povrchu jsou svraskalé, chybí jim houbový plášť a Hartigova síť, jsou řazeny do skupiny „neaktivních mykorhiz“ (Nm). Z kořenů do průměru 1 mm bylo takto hodnoceno 20 kořenových segmentů o délce 5 cm.

Úroveň mykorhizních vztahů byla hodnocena s využitím dvou parametrů: hustota mykorhiz a jejich procentuální podíl. Hustota aktivních a neaktivních mykorhiz je počítána jako průměrná hodnota zjištěného počtu mykorhiz vztažená na 1 cm délky kořene. Procentuální podíl mykorhiz je kalkulován jako poměr aktivních a neaktivních mykorhiz.

#### Hodnocení defoliace stromů

Zdravotní stav lesních dřevin je vizuálně charakterizován především stupněm defoliace, která je definována jako relativní ztráta asimilačního aparátu v koruně stromu v porovnání se zdravým stromem, rostoucím ve stejných porostních a stanovištních podmínkách. Je to ztráta působená především nepříznivým působením abiotických faktorů. Defoliace koruny stromu je tedy nespecifickým symptomem poškození, které je zpravidla působené více faktory. Ty mohou působit samostatně nebo společně a přitom navíc vstupovat do vzájemných interakcí. Určit prioritu a podíl jednotlivých faktorů je velmi obtížné (FABIÁNEK et al. 2004).

Defoliace byla hodnocena pravidelně 1x ročně (v srpnu - září), vyjadřovala se procentuálně v intervalech po 5 %. Subjektivní ovlivnění hodnocení bylo minimalizováno tím, že každý strom posuzovali 3 hodnotitelé a použita byla průměrná hodnota.

Tab. 1.

Charakteristika výzkumných ploch  
Study plot description

Plocha/Plot	s. š./n. l.	v. d./e. l.	Nadm. výška/Elevation	Stáří porostu/Stand age	Geologické podloží/Geological parent rock
Bystré I	50°19,7'	16°15,1'	510 m	10 let/years	metabazity, fylity/kambizem/metabazites, phyllites/Cambisols
Bystré II	50°19,7'	16°15,1'	510 m	50 let/years	metabazity/kambizem/metabazites/Cambisols
Bystré III	50°19,7'	16°15,1'	515 m	80 let/years	metabazity/kambizem/metabazites, Cambisols
Uhřínov	50°13,6'	16°19,9'	530 m	50 let/years	amfibolit, fylit/amphibole, phyllite
Polom	50°20,8'	16°18,1'	675 m	55 let/years	fylity, amfibolity/kambizem/phyllites, amphiboles/Cambisols
Trčkov	50°18,6'	16°25,4'	780 m	50 let/years	svor/kambizem/mica shist/Cambisols

## VÝSLEDKY

### Hodnocení výskytu hub na jednotlivých studovaných plochách

V letech 2005 – 2007 bylo zjištěno na všech šesti sledovaných smrkových plochách dohromady 138 druhů makromycetů (tab. 2). Druhů, které nejsou vázané na smrk, resp. nebyly nalezeny na smrkovém stanovišti, ale na/pod modřiny či břízami bylo jen 6, takže celkový počet na/pod smrky, se kterým je nadále výsledkově pracováno, je 132. Druhové zastoupení hub je podle ploch: Bystré I - 8, Bystré II - 46, Bystré III - 41, Uhřínov - 52, Polom - 50, Trčkov - 68 a podle trofismu: mykorhizní 50, saprotrofní terestrické 49, saprotrofní až saproparazitické lignikolní 33.

#### Bystré I

Pod smrky nerostly v roce 2005 ektomykorhizní houby žádné, v roce 2006 vyrostla *Laccaria proxima* a v roce 2007 začaly bohatě růst kromě *Laccaria proxima* ještě *Cortinarius anomalus* a *Hebeloma crustuliniforme*. Zjištěná diverzita hub celkem 8, z toho mykorhizních 3, saprotrofních terestrických 5, lignikolní žádné. ESL lesa nenarušená. Plocha s charakteristickým výskytem uvedených mykorhizních hub.

#### Bystré II

Zjištěná diverzita hub 46 druhů, z toho mykorhizní 23 (tj. 50 %), saprotrofní terestrické 11, lignikolní 12. ESL lesa nenarušená. Nejfrekventovanější mykorhizní druhy *Lactarius rufus*, *Amanita muscaria*, *Russula aeruginea*, *Hygrophorus pustulatus* a saprotrofní *Hypholoma capnoides*. Vzácnější nálezy *Dermocybe cinnamomea*, *D. crocea*, *Cortinarius (Telamonia) sp.* Plocha s charakteristickým výskytem dvou druhů *Dermocybe* a *Cortinarius (Telamonia) sp.*, specifická je přítomnost *Russula aeruginea*.

#### Bystré III

Zjištěná diverzita hub celkem 41 druhů, nejnížší ze srovnávaných ploch, z toho mykorhizní 21 (tj. 51,2 %, nejvyšší procento zastoupení mykorhizních hub), saprotrofní terestrické 12, lignikolní 8. ESL nenarušena. Nejfrekventovanější mykorhizní druhy *Xerocomus badius*, *Amanita rubescens*, *Russula ochroleuca*, *Lactarius tabidus* a saprotrofní *Setulipes androsaceus*. Vzácnější charakteristické nálezy *Russula azurea*, *R. badia*, *R. emetica*, *Amanita fulva*, *A. porphyria*. Specifický je bohatý výskyt *Xerocomus badius* a *Russula ochroleuca*, typický pro podhorské a horské přirozené kyselé smrčiny.

#### Uhřínov

Zjištěná diverzita hub celkem 52 druhů, z toho mykorhizní 13 druhů (tj. 25 %), saprotrofní terestrické 28, lignikolní 11. Mykologické poměry naznačují akutní stupeň narušení ESL. Nejfrekventovanější mykorhizní druhy *Amanita rubescens*, *Xerocomus subtomentosus*, *Hygrophorus pustulatus* a saprotrofní *Tricholoma rutilans*, *Clitocybe langei*, *Mycena pura*. Vzácnější druh *Amanita regalis*. Plocha je charakterizovaná zejména vysokým výskytem saprotrofních terestrických druhů.

#### Polom

Zjištěná diverzita hub celkem 50 druhů, z toho mykorhizní 7 (tj. 14 %), nejméně ze srovnávaných ploch, saprotrofní terestrické 25 druhů – vysoký počet, lignikolní 18 – vysoký počet. Mykologické poměry naznačují téměř letální stupeň narušení ESL. Mykorhizní druhy jsou sporadicky frekventovány, nejvíce *Paxillus involutus* a *Hygrophorus pustulatus*. Bohatě jsou frekventovány saprotrofní druhy *Collybia dryophila*, *Clitocybe langei*, *Calocera viscosa* aj. Na ploše je také vysoký počet lignikolních druhů saprotrofních případně saproparazitických jako *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum*. Vzácnější či zajímavé nálezy *Entoloma venosum*, *Mycena cinerella*. Plocha byla navíc narušena vývraty a částečným odtěžením.

#### Trčkov

Plocha sousedí s přírodní rezervací. Zjištěná diverzita hub celkem 68 druhů je nejvyšší ze sledovaných ploch, z toho mykorhizních 33 druhů (tj. 48,5 %), saprotrofních terestrických 14, lignikolních 21. ESL nenarušena. Nejfrekventovanější mykorhizní druhy *Russula ochroleuca*, *Paxillus involutus*, *Hygrophorus pustulatus*, *Amanita rubescens*, *Lactarius rufus* a saprotrofní *Hypholoma capnoides*, *Setulipes androsaceus*. Ze vzácnějších či zajímavějších druhů: *Amanita umbrinolutes*, *Cortinarius glaucopus*, *Inocybe napipes*, *Nyctalis asterospora*, *Psathyrella cotonea*, *Russula favrei*, *Russula emeticicolor* aj. Plocha je charakterizovaná bohatým druhovým spektrem, zejména mykorhizních druhů kyselých horských smrčín.

#### Celkové hodnocení

Druhově nejbohatší (68) se jeví právě plocha Trčkov, zároveň patří i k plochám s vysokým zastoupením jak mykorhizních druhů (48,5 %), tak druhů lignikolních (30,9 %). Z hlediska zastoupení mykorhizních hub je velmi příznivá i situace na plochách Bystré (I, II – 50 %, III – 51,2 %), naopak nepříznivá na plochách Uhřínov a Polom, kde z 52, resp. 50 druhů zjištěných makromycetů bylo pouze 13, resp. 7 druhů mykorhizních.

Tab. 2.

Přehled makromycetů nalezených v letech 2005 - 2007

List of macromycetes found on plots in years 2005 - 2007

Taxon	Trofismus/Trophicity	Bystré I	Bystré II	Bystré III	Uhřínov	Polom	Trčkov	Počet ploch/Number of plots
<i>Amanita fulva</i>	M			1/1				1
<i>Amanita muscaria</i>	M		21/6			2/1	18/3	3
<i>Amanita pantherina</i>	M		4/1	1/1			1/1	3
<i>Amanita porphyria</i>	M			4/2				1
<i>Amanita regalis</i>	M				3/1			1
<i>Amanita rubescens</i>	M		25/5	17/7	12/7	5/2	9/4	5
<i>Amanita spissa</i>	M		2/2	2/2			2/2	3
<i>Amanita umbrinolutea</i>	M						15/3	1
<i>Amanita vaginata</i>	M		2/2		1/1		1/1	3
<i>Antrodia serialis</i>	SL		30/1				20/1	2
<i>Bjerkandera adusta</i>	SL		10/1	20/1		30/1	15/1	4
<i>Boletus edulis</i>	M						2/2	1
<i>Calocera cornea</i>	SL					50/1		1
<i>Calocera viscosa</i>	SL		8/5	5/3	9/4	8/6	32/7	5
<i>Clavulina cristata</i>	S		6/1	4/1				2
<i>Clitocybe cerussata</i>	S				2/1			1
<i>Clitocybe fragrans</i>	S				6/1			1
<i>Clitocybe incilis</i>	S	5/1						1
<i>Clitocybe langei</i>	S				47/6	105/4	34/3	3
<i>Clitocybe metachroa</i>	S			4/1				1
<i>Clitocybe vibecina</i>	S				1/1		5/1	2
<i>Clitopilus prunulus</i>	M						11/3	1
<i>Collybia asema</i>	S		16/4	12/3	13/5	36/3	6/1	5
<i>Collybia butyracea</i>	S		7/3	2/2	5/2	1/1	2/1	5
<i>Collybia dryophila</i>	S	4/1			11/2	148/8	10/1	4
<i>Collybia maculata</i>	S			1/1				1
<i>Collybia peronata</i>	S					60/2		1
<i>Conocybe</i> sp.	S				1/1	1/1		2
<i>Coprinus</i> cf. <i>ephemerus</i> Lx	S	2/1						1
<i>Coprinus micaceus</i>	SL					60/1		1
<i>Cortinarius</i> (PHLEGM.) <i>glaucopus</i>	M						4/1	1
<i>Cortinarius</i> (SERIC.) <i>anomalus</i>	M	8/3						1
<i>Cortinarius</i> (SERIC.) sp.	M						4/1	1
<i>Cortinarius</i> (TELAM.) cf. <i>castaneus</i>	M		1/1				9/3	2
<i>Cortinarius</i> (TELAM.) sp.	M		2/1				3/1	2
<i>Cystoderma amianthinum</i>	S					10/1	11/2	2
<i>Dacrymyces stillatus</i>	SL		170/2	50/1	101/2	10/1	10/1	5
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	M		7/1					1
<i>Dermocybe crocea</i>	M		17/4				5/1	2
<i>Entoloma venosum</i>	M					4/1		1
<i>Fomitopsis pinicola</i>	SL				1/1	11/3	13/4	3
<i>Galerina badipes</i>	SL					3/1		1
<i>Galerina</i> sp. (v detritu)	S				1/1		4/1	2
<i>Gomphidius maculatus</i> Lx	M	5/2						1
<i>Gymnopilus sapineus</i>	SL				16/2	1/1	2/1	3
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	M	8/4						1
<i>Heterobasidion annosum</i>	SL		1/1		1/1	1/1		3
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	S		4/2		3/1	3/2	4/1	4
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i>	M						6/3	1

<i>Hygrophorus pustulatus</i>		M		36/5		24/4	14/2	25/4	4
<i>Hypholoma capnoides</i>		SL		112/8		15/1	10/2	180/7	4
<i>Hypholoma fasciculare</i>		SL						3/1	1
<i>Hypholoma marginatum</i>		SL						4/1	1
<i>Hypholoma sublateritium</i>		SL				10/1			1
<i>Chalciporus piperatus</i>		M						2/2	1
<i>Inocybe napipes</i>		M						28/2	1
<i>Laccaria amethystina</i>		M		2/1					1
<i>Laccaria laccata</i> s.l.	(Be)	M	(4/2)	2/1	4/1			4/2	4
<i>Laccaria proxima</i>		M		3/1					1
<i>Lactarius mitissimus</i>		M		12/2		1/1		2/1	3
<i>Lactarius necator</i>		M				1/1		21/3	2
<i>Lactarius rufus</i>		M		63/8	13/3			9/4	3
<i>Lactarius tabidus</i>		M		80/3	30/3			36/3	3
<i>Lachnellula abietis</i>		SL					40/1		1
<i>Leccinum piceinum</i>		M						1/1	1
<i>Leccinum scabrum</i>	Be	M		4/2					1
<i>Lepista gilva</i>		S				10/2	4/1		2
<i>Lepista inversa</i>		S				30/3	3/1	1/1	3
<i>Lepista nebularis</i>		S			3/1				1
<i>Lycoperdon foetidum</i>		S		3/2	2/1	4/1			3
<i>Lycoperdon molle</i>		S				42/3			1
<i>Lycoperdon perlatum</i>		S				22/4			1
<i>Macrolepiota procera</i>		S					3/1		1
<i>Macrolepiota rhacodes</i>		S				16/4	11/2		2
<i>Marasmius graminum</i>		S		1/1					1
<i>Microcollybia cirrhata</i>		S						24/3	1
<i>Mycena cf. alcalina</i>		S					1/1		1
<i>Mycena capillaripes</i>		S					6/1		1
<i>Mycena cinerella</i>		S					3/1		1
<i>Mycena citrinomarginata</i>		S		1/1					1
<i>Mycena epipterygia</i>		S		14/2	12/1	1/1	30/1		4
<i>Mycena filopes</i>		S		8/2		3/1	10/1		3
<i>Mycena galericulata</i>		SL					16/2	24/4	2
<i>Mycena galopus</i>		S		20/5	2/1	50/4	2/1	20/3	5
<i>Mycena chlorinella</i>		S				1/1			1
<i>Mycena polygramma</i>		SL						1/1	1
<i>Mycena pura</i>		S		7/4		37/5	6/1		3
<i>Mycena sanguinolenta</i>		S				1/1	40/1	1/1	3
<i>Mycena</i> sp.	(Lx)	S	(1/1)	1/1					2
<i>Mycena speirea</i>		SL						1/1	1
<i>Mycena stylobates</i>		S				2/1			1
<i>Nectria cinnabaria</i>		SL		60/1			100/1		2
<i>Nyctalis asterophora</i>		S						20/1	1
<i>Panaeolina foenisecii</i>		S				1/1			1
<i>Panellus stipticus</i>		SL			20/1				1
<i>Paxillus involutus</i>		M		7/3	2/2		9/4	38/5	4
<i>Phallus impudicus</i>		S		9/4	7/3				2
<i>Pholiota lenta</i>		SL						2/1	1
<i>Pholiota squarrosa</i>		SL						1/1	1
<i>Piptoporus betulinus</i>	Be	SL						1/1	1
<i>Pluteus cervinus</i>		SL			1/1		3/1		2
<i>Psathyrella cotonea</i>		SL						4/1	1

pokračování tab. 2.

<i>Psathyrella gracilis</i>		S					10/1			1
<i>Psathyrella piluliformis</i>		SL						13/1		1
<i>Psilocybe crobula</i>		S				1/1	20/1			2
<i>Rickenella fibula</i>		S			10/1					1
<i>Rickenella swartzii</i>		S	4/2							1
<i>Russula aeruginea</i>		M		19/6		3/2		8/2		3
<i>Russula azurea</i>		M			1/1					1
<i>Russula badia</i>		M			2/1					1
<i>Russula cyanoxantha</i>		M			4/1					1
<i>Russula emetica</i>		M			2/1					1
<i>Russula emeticicolor</i>		M						1/1		1
<i>Russula favrei</i>		M						1/1		1
<i>Russula fragilis</i>		M			1/1					1
<i>Russula integra</i>		M		1/1		3/1		2/1		3
<i>Russula ochroleuca</i>		M		14/4	12/6	9/2	1/1	43/1		5
<i>Russula puellaris</i>		M			1/1	5/1		10/2		3
<i>Setulipes androsaceus</i>		S			107/6	205/2		170/7		3
<i>Stereum hirsutum</i>		SL						10/1		1
<i>Stereum sanguinolentum</i>		SL		20/1	24/2	15/1	20/1			4
<i>Strobilurus esculentus</i>		S						7/1		1
<i>Stropharia aeruginosa</i>		S				5/2	1/1			2
<i>Suillus grevillei</i>	Lx	M	12/4	22/4	1/1	10/2				4
<i>Thelephora palmata</i>		M		4/1						1
<i>Thelephora terrestris</i>		M		50/1	13/2	15/1				3
<i>Trametes hirsuta</i>		SL		5/1						1
<i>Trichaptum abietinum</i>		SL						100/2		1
<i>Tricholoma psammopus</i>	Lx	M	6/2			2/1				2
<i>Tricholomopsis rutilans</i>		SL		3/1	2/1	14/7	6/3	6/1		5
<i>Tylopilus felleus</i>		M						1/1		1
<i>Tyromyces caesius</i>		SL		11/4	2/1	2/2	10/1	30/3		5
<i>Tyromyces stipticus</i>		SL		1/1		5/2	11/3	1/1		4
<i>Xerocomus badius</i>		M		7/3	32/12	3/2	4/1	4/2		5
<i>Xerocomus chrysenteron</i>		M		9/3	3/1	8/3		1/1		4
<i>Xerocomus subtomentosus</i>		M			2/2	9/5				2
<i>Xylaria hypoxylon</i>		SL						8/1		1

Pozn.: (Lx) za jménem taxonu = houba vázaná na modřín, (Be) za jménem taxonu = houba vázaná na břízu, trofismus: (M) = mykorrhizní, (SL) = lignikolní saprotrofní případně saproparasitické, (S) = ostatní saprotrofní, výskyt hub na plochách: abundance/frekvence Note: (Lx) behind taxon's name = fungus bound to larch, (Be) behind taxon's name = fungus bound to birch, trophicity: (M) = mycorrhizal, (SL) = lignicole saprotrophic or saproparasitic, (S) = the other saprotrophic, occurrence of fungi on plots: abundance/frequency

Tab. 3.

Základní meteorologická data ze stanice Deštné v Orlických horách (2005 – 2007)  
Basic meteorological data from the observatory Deštné in the Orlické hory (2005 – 2007)

2005			2006			2007		
měsíc <sup>1</sup>	teplota <sup>2</sup> (°C)	srážky <sup>3</sup> (mm)	měsíc <sup>1</sup>	teplota <sup>2</sup> (°C)	srážky <sup>3</sup> (mm)	měsíc <sup>1</sup>	teplota <sup>2</sup> (°C)	srážky <sup>3</sup> (mm)
1	-2,3	197,5	1	-6,7	43,3	1	1,2	169,8
2	-5	95,7	2	-5,5	96,6	2	0,9	88,6
3	-1,5	54,8	3	-2,3	89,1	3	3,5	55,2
4	7,2	37,6	4	5,7	96	4	8,2	7,5
5	10,7	184,3	5	10,7	153,2	5	12,8	64,6
6	13,9	67,8	6	14,9	64,8	6	16,3	91,4
7	16,1	167,6	7	19,8	17,8	7	15,8	158,9
8	14,2	93	8	13,3	343,8	8	15,9	62,4
9	13,1	69	9	13,6	41,9	9	9,2	139,3
10	8	12,5	10	8,7	71,4	10	5,4	34,5
11	0,5	55,4	11	4,1	165,8	11	-0,2	139,3
12	-2,8	163,5	12	1,1	65,2	12	-2,7	66
průměr <sup>4</sup>	6,01		průměr <sup>4</sup>	6,45		průměr <sup>4</sup>	7,19	
suma/sum		1198,7	suma/sum		1248,9	suma/sum		1077,5

<sup>1</sup>month, <sup>2</sup>temperature, <sup>3</sup>precipitation; <sup>4</sup>average

Z mykorrhizních hub na plochách nejčastěji fruktifikovaly *Russula ochroleuca*, *Amanita rubescens* a *Xerocomus badius* (na 5 plochách), na 4 plochách byly zjištěny *Hygrophorus pustulatus*, *Laccaria laccata*, *Paxillus involutus* a *Xerocomus chrysenteron*.

Z druhů saprotrofních a lignikolních byly nejčastěji sbírány *Calocera viscosa*, *Collybia asema* a *C. butyracea*, *Dacrymyces stillatus*, *Mycena galopus*, *Tricholomopsis rutilans* a *Tyromyces caesius* (na 5 plochách), na 4 plochách fruktifikovaly *Hypholoma capnoides*, *Bjerkandera adusta*, *Stereum sanguinolentum* a *Tyromyces stypticus*.

Plodnice kořenovniku vrstevnatého *Heterobasidion annosum* - významného houbového škůdce jehličnanů pěstovaných na bývalých zemědělských půdách, byly nalezeny na plochách Bystré II, Uhřínov, Polom, ale i v nejbližším okolí ploch ostatních.

### Vyhodnocení mykorrhiz

Vzorok kořenů a mykorrhiz ze studijních ploch na lokalitě Bystré odebrané v letech 2005 - 2007 byly laboratorně zpracovány podle výše zmiňované metodiky. Z následné analýzy vyplývají některé následující výsledky.

V grafu 1 je uvedeno srovnání roční průměrné hodnoty hustoty aktivních a neaktivních mykorrhiz.

Na ploše Bystré I byla zaznamenána nejvyšší hustota Am na podzim r. 2007 2,41 cm<sup>-1</sup> a nejnižší na podzim r. 2006 0,81 cm<sup>-1</sup>. Hustota Nm byla nejnižší na podzim r. 2006 0,11 cm<sup>-1</sup> a nejvyšší na podzim r. 2007 0,57 cm<sup>-1</sup>. Procentuální podíl Am byl nejvyšší na jaře 2006 a 2007 89 % a nejnižší na podzim 2005 77 %.

Na ploše Bystré II byly zjištěny nejvyšší hustoty Am rovněž na podzim r. 2007 2,19 cm<sup>-1</sup> a nejnižší na jaře r. 2005 0,30 cm<sup>-1</sup>. Nejnižší hustota Nm byla na jaře r. 2006 0,44 cm<sup>-1</sup> a nejvyšší na jaře r. 2005 2,05 cm<sup>-1</sup>. Procentuální podíl Am byl nejvyšší na jaře r. 2007 76 % a nejnižší na jaře r. 2005 13 %.

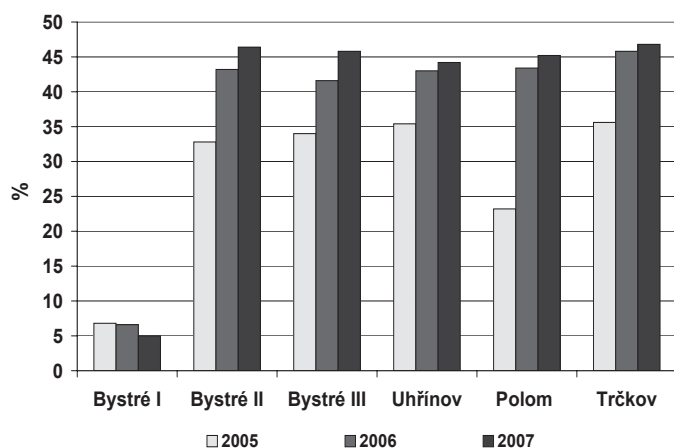
Na ploše Bystré III byla nejvyšší hustota Am zaznamenána rovněž na podzim r. 2007 1,71 cm<sup>-1</sup> a nejnižší na podzim r. 2006 0,42 cm<sup>-1</sup>, nejnižší hustota Nm taktéž na jaře r. 2006 0,31 cm<sup>-1</sup> a nejvyšší na podzim r. 2005 1,68 cm<sup>-1</sup>. Procentuální podíl Am byl nejvyšší na jaře 2006 74 % a nejnižší na podzim 2005 30 %.

Na všech plochách bylo ve sledovaném období 2005 - 2007 zaznamenáno mírné zlepšování pH, což se projevilo pozitivně zvyšováním počtu aktivních mykorrhiz vzhledem k tomu, že i poměrně velmi malé změny pH ovlivňují jejich množství. Základní úroveň pH se u jednotlivých ploch poněkud lišily, takže jsme pro lepší srovnání transformovali u všech tří ploch na stejnou úroveň jako odchylky od průměrných hodnot pH (graf 2). Srovnání dalších sledovaných hodnot (teplota letní a zimní, srážky letní a zimní, defoliace, sušina kořenů aj.) však nevyznívá jednoznačně, což může být zčásti způsobeno rozdílným stářím porostů (Bystré I - mladší porosty, Bystré II - střední věk, Bystré III - starší porosty), případně také vlivem extrémního průběhu počasí (jaro r. 2006 bylo srážkově nadnormální, r. 2007 teplotně nadnormální a srážkově nejslabší - tab. 3), čímž pak může být celé tříleté sledovací období krátké k zobecnění výsledku této sledované krátkodobější dynamiky.

### Hodnocení defoliace stromů

Defoliace stromů se na studijních plochách během doby tříletého šetření až na jednu výjimku zvyšovala (viz graf 3).

Průměrné hodnoty defoliace v r. 2007 zaznamenaly mírné zhoršení oproti r. 2006 a pohybovaly se kolem 45 % (Uhřínov: 44,2 % - Trčkov: 46,8 %), přičemž nejvýraznější zhoršení bylo zaznamenáno na ploše Bystré III (o 4,2 %), nejmenší na ploše Trčkov (o 1,0 %). Zvýšený propad jehličí v r. 2007 lze přisuzovat především výraznému srážkovému deficitu od září 2006 do května 2007.



Obr. 3.

Porovnání defoliace smrku na plochách (2005 – 2007)  
Comparison of spruce defoliation figures (2005 - 2007)

Podstatně příznivěji se situace vyvíjela na výzkumné ploše Bystré I, kde se zdravotní stav smrku stabilizoval a kulturu lze považovat za zajištěnou (průměrná defoliace zde dokonce poklesla z 6,8 % v r. 2005 na 5,0 % v r. 2007).

## DISKUSE

Studované smrkové porosty zalesněných zemědělských půd lze pro lepší porozumění mykologickým poměrům sledovat a setřídít zejména podle stáří porostů, pH půdních vzorků, nadmořské výšky, případně homogenity porostu, protože tyto skutečnosti mají největší vliv na výskyt hub na stanovišti.

Podle stáří porostů u plochy Bystré I (10 let) je sukcese hub stále ještě v raném stadiu, zatímco ostatní porosty padesátileté a starší (Bystré II, Trčkov a Uhřínov 50 let, Polom 55 let, Bystré III 80 let) již mají mykofloru ustálenějších stadií středního nebo pozdního. Zatímco některé druhy náležející ranému stadiu mizejí nebo již dávno zmizely, celkově ještě i v padesátiletém porostu může druhů přibývat.

Pro tyto starší porosty vcelku platí úvodní metodické poznámky pro ektotrofní stabilitu lesa (ESL), zatímco u porostů do věku 10 let nelze ještě poměr počtu ektomykorhizních druhů hub vůči ostatním dobře vymezit a využít, protože se poměrně rychle mění a celkový počet druhů je nízký. Při zalesnění zemědělské půdy je výchozí složení mykoflóry luk a ornice zcela odlišné a například ektomykorhizní houby zde prakticky vůbec nejsou. Tato skupina hub sem proniká zcela nově.

Nadmořské výšky sledovaných lokalit se pohybují mezi 510 až 780 m n. m. (510 - 515 m Bystré, 530 m Uhřínov, 675 m Polom a 780 m Trčkov) a tento rozdíl by neměl mít na výskyt druhů hub podstatnější vliv.

Rozptyl hodnot pH cca od 3,4 do 4,9 (kyselé až slabě kyselé) není tak velký, aby výrazněji ovlivňoval druhovou skladbu fruktifikujících hub (Uhřínov - 3,4; Bystré III - 3,9; Polom - 4,0; Trčkov - 4,1; Bystré II - 4,2; nepatrně vyšší u Bystré I - 4,9). Podložními horninami jsou vesměs fylity, amfibolity, případně metabazity (Bystré I), jen u Trčkova jsou to svory.

Na výskyt druhů hub na plochách mají vliv i příměsi jiných dřevin, jako např. modřinu, břízy, či douglasky. Hub vázaných na tyto přimíšené dřeviny bylo nalezeno pouze 6 druhů.

### Mykologické poměry v desetiletém porostu Bystré I

Více druhů rodů *Laccaria*, *Hebeloma*, *Cortinarius* a *Inocybe* a také např. *Lactarius detterimus* je známo jako ektomykorhizní druhy raného sukcesního stadia. U porostů do stáří cca 10 let bylo GÁPEREM a LIZONĚM (1995) zjištěno takových druhů s abundantnějším výskytem celkem 9: *Cortinarius* sp., *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata*, *Lactarius detterimus*, *Chalciporus piperatus*, *Amanita muscaria*, *Inocybe lacera*, *Hebeloma perpallidum*, *Hebeloma sinapizans* a ARNOLDSEM et al. (2004) čtyři: *Hebeloma mesophaeum*, *Laccaria laccata* s. l., *Laccaria proxima*, *Cortinarius flexipes* ss. KÜHN.

Houby, které fruktifikovaly na stanovišti Bystré I pod smrky abundantně zejména v 10. roce věku, dobře odpovídají výsledkům zjištěným GÁPEREM a LIZONĚM (1995), kde právě 8. rokem byly výrazně nejabundantnějšími dvě houby: *Cortinarius* sp. a *Hebeloma crustuliniforme*, přičemž rok předchozí i následující byl počtem plodnic slabší. *Laccaria laccata* přitom měla největší abundanci ve druhém roce stáří porostu. Obdobně podle ARNOLDSE et al. (2004) byly 10. rokem nejabundantnější *Hebeloma mesophaeum*, *Laccaria laccata*, *Laccaria proxima* a *Cortinarius flexipes* ss. KÜHN. Jde až o neuvěřitelnou shodu jak v načasování optim výskytu plodnic, tak v jejich druhovém počtu a téměř i shodné druhové skladbě. To vše svědčí jak o opakovatelnosti obdobných jevů, tak o normálním průběhu vývoje symbiocy smrku s ektomykorhizními houbami na ploše Bystré I.

Na jiném stanovišti pak ARNOLDS et al. (2004) uvádí až 22 takových druhů, ale ty jsou v porostech již šestnáctiletých, kde může být již přechod k střednímu sukcesnímu stadiu (a také uvádí, že toto stanoviště mělo mnohem vyšší obsah dusíku a jiných živin v půdě).

### Mykologické poměry v porostech různého stáří

Lze je přiblížit vyhodnocením zastoupení druhů hub jednotlivých trofických skupin - v našem případě výsledky z porostů o stáří 10, 50, 55 a 80 let. Podle literárních údajů (GÁPER, LIZONĚM 1995, ARNOLDS et al. 2004) lze doplnit o některá data o porostech mezi desátým a třicátým rokem věku, pokud se týče výskytu a sukcese hub z trofických skupin mykorhizních a saprotrofních terestrických. Zatímco v raných sukcesních stadiích je k dispozici více literárních údajů, naše data pozorování porostů nad 50 let na bývalé zemědělské půdě rozšiřují výsledky směrem k pozdějším stadiím starších porostů. Konkrétním zjištěním je narůstající počet mykorhizních hub na plochách se stárnutím porostu: do 10 let je to cca 10 druhů, do 30 let cca 20 druhů, v 50 - 80 letech cca 30 druhů. Současně lze zjistit i větší rozptyl těchto hodnot podle stavu a podmínek plochy. Jestliže mezi výsledky 30 a pak 50 - 80 let se jeví zřetelný růst, zdá se, že nad 50 let může docházet již k jistému nasycení nárůstové tendence křivky.

## ZÁVĚR

Během tříletého studia mykologických poměrů smrkových ploch na nelesních půdách Orlického podhůří byl zjištěn výskyt celkem 132 druhů hub na šesti plochách a stav aktivity mykorhiz na všech třech plochách lokality Bystré. Přínosné jsou výsledky



## LITERATURA

z období středního a staršího věku porostů, zatím v literatuře neprezentované oproti častěji publikovaným studiím raných stadií sukcesí hub na nelesních půdách. Prokazují, že počet symbiotických (mykorhizních) druhů hub dále s věkem porostů ještě mírně narůstá na dvacet, třicet a více na ploše, zatímco méně početné druhy raných stadií mizí. Padesátileté a starší plochy nelesních půd se zde jeví (svými mykologickými poměry - podle výskytu hub) jako dobře se s věkem přizpůsobující a nabývající podob kvalitou či vzezřením stejnověkových porostů na půdách lesních. Poněkud nižší zde zjištěné abundance u hub přičítáme častěji se vyskytujícími méně příznivým povětrnostním podmínkám.

Právě podle zjištěné rozdílnosti ve výskytu symbiotických druhů hub na jednotlivých plochách hodnotíme ESL ploch místně rozdílně, nejlépe na Trčkově, nejhůře na Polomi. Stav většiny ploch je jen mírně nepříznivě ovlivněn působením saproparazitických druhů hub (*Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis pinicola* ...). Velmi dobrý stav, srovnatelný s údaji literárními, byl zjištěn u desetileté výsadby Bystré I.

Tříletá délka pozorování výskytu hub byla minimální pro zjištění většiny zde se vyskytujících hub, jejichž fruktifikace byla značně ovlivňována meziročně, ale i během jedné sezony zejména výskytem suchých a teplých období, případně nepravidelným rozložením srážek a teplot.

Sledování mykologických poměrů pomocí aktivity mykorhiz, výhodné ve své poněkud nižší bezprostřední závislosti na průběhu počasí, naznačuje vcelku dobré současné poměry lokality Bystré jak u obou ploch se staršími porosty, tak plochy mladé, a vypovídá též o krátkodobějších změnách či tendencích. Tyto se jevíly kladné, zejména v korelaci se zjištěným mírným nárůstem pH půdy. Rovněž fruktifikace hub byla v lokalitě Bystré v roce 2007 nejvyšší, i když zde je potřeba takový výsledek hodnotit opatrně vzhledem ke sledované nízké fruktifikaci hub předchozích let 2005, 2006 působené suchými obdobími na této lokalitě.

**Poznámka:**

Stav výsadeb i vyhodnocení možných rizik jeho ovlivnění houbovými organismy byl řešen v rámci projektu NAZV č. QG 50008 „Dynamika přeměny půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému“.

- ARNOLDS, E., DOUWES, R., SOMHORST, I. Mycological adventures in young spruce plantations on former agricultural soils. *Coolia*, 2004, vol. 47, no. 2, s. 56-64.
- FABIÁNEK, P. et al. Monitoring stavu lesa v České republice 1984 - 2003. Praha: MZ ČR, Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2004. s. 20-35.
- FELLNER, R., PEŠKOVÁ, V. Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. *Can. J. Bot.*, 1995, vol. 73, Suppl. 1, s. 1310-1315.
- GÁPER, J., LIZOŇ, P. Sporocarp succession of mycorrhizal fungi in the Norway spruce plantations in formerly agricultural land. In Baluska, F. et al. (eds.): *Structure and function of roots*. The Netherlands. Kluwer Academic Publisher, 1995, s. 349-352.
- Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- KACÁLEK, D., BARTOŠ, J. Růstová prosperita kultur lesních dřevin na zalesněné zemědělské půdě. In Neuhöferová, P. (ed): *Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor*, Kostelec nad Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha: KPL FLE ČZU, Opočno: VS, 2006, s. 209-213.
- MIHÁL, I. Production of fruiting bodies of saprophytic fungi in spruce monocultures planted on former arable land. *Ekológia*, 1998, vol. 17, no. 2, s. 152-161.
- PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F. Houby vázané na kořenové systémy: Metodické přístupy ke studiu. *Review. Zprávy lesn. výzkumu*, 2006, roč. 51, č. 4, s. 61-68.
- RICEK, E. W. Die Pilzgesellschaften heranwachsender Fichtenbestände auf ehemaligen Wiesenflächen. *Z. Mykol.*, 1981, vol. 47, s. 123-148.
- SOUKUP, F. Lignikolní makromycety doubrav středních Čech a jejich lesnický význam. *Lesnictví - Forestry*, 1996, roč. 42, č. 11, s. 489-499.

## MYCOLOGICAL CONDITIONS ON AFFORESTED AGRICULTURAL LANDS

### SUMMARY

During three years of mycological study of forest stands on non-forest soils (former farmlands) we found 132 species of fungi on six study plots (Bystré I, II, III, Uhřínov, Polom and Trčkov) situated in the foothills of the Orlické hory mountains. Mycorrhizal conditions were studied on three plots in Bystré. Our results contribute to improve the knowledge about long-term evolution of macro-mycetes associations and mycorrhizal changes. While similar published studies mostly describe only younger stadium of fungi succession on non-forest soils, our results fill the gap for medium and older age groups. Stands  $\geq 50$  year old appear similar to stands on natural forest soils regarding the mycorrhizal conditions (presence of macromycetes species). During this period a succession of fungi associations reached very similar qualitative composition like in forests of same age on natural forest soils.

Differences in occurrence of symbiotic fungi that are strongly related with ectotrophic stability of local forests were found (indicating best conditions in Trčkov, and worse in Polom). Most study plots are only moderately negatively influenced by presence of saproparasitic species (*Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis pinicola* ...). A very good health status, comparable with published results, was found in young stand Bysté I study plot (a plot with spruces 10 years old).

Mycological conditions reflected in mycorrhizal activity indicate very suitable growth circumstances in Bystré plots (in both old and young stands) in general showing also some short-time changes and trends. In correlation with a moderate increase of a soil pH these small changes were positive, which is in fact supported also by the highest levels of fructifications in Bystré stands in 2007. However, all these results should be considered carefully as dry years occurred in 2005 and 2006, resulting in short fungi fructification.

Recenzováno

---

#### ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

RNDr. František Soukup, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.  
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika  
tel.: 257 892 287; e-mail: soukup@vulhm.cz