

František Soukup - Vítězslava Pešková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady;  
Rostislav Fellner, Svatojánská kolej Svatý Jan pod Skalou

## EKTOTROFNÍ STABILITA KRKONOŠSKÝCH HORSKÝCH SMRČÍN: SITUACE PŘED 10 LETY A V SOUČASNOSTI

### Ectotrophic stability in spruce forests in the Krkonoše Mts.: situation after ten years

#### Abstract

On study plots „Sněžka“ and „Růžová hora“ the defoliation, level of mycorrhizae and spectrum of macromycetes were analyzed at interval of ten years. Results show that ectotrophic stability of studied forests increased. We did not confirm former believe about possible final degradation of mycorrhizal symbiosis after immission stress in the second half of the last century.

**Klíčová slova:** mykorhizní symbióza, ektomykorhiza, ektotrofní stabilita lesa, odběry vzorků, druhové spektrum makromycetů, smrk, Krkonoše  
**Key words:** mycorrhizal symbiosis, ectomycorrhizas, ectotrophic stability in forests, sampling, species of macromycetes, spruce, Krkonoše Mts.

## ÚVOD

Příčinou chřadnutí lesních porostů je řada stresových faktorů, jako jsou klimatické a povětrnostní vlivy (opakovaná suchá období, celkový nedostatek srážek nebo jejich nerovnoměrné rozložení v čase, mimořádné mrazy nebo naopak mírné zimy a nedostatek zimního vegetačního klidu, prudké zvraty počasí). Dále hrají roli i změny podmínek na stanovišti, související jak s vlivy klimatickými (zrychlený odtok a následný dlouhodobý deficit půdní vláhy, pokles hladiny spodní vody atd.), tak i s vlivy antropogenními (zejména imise se všemi vedlejšími a následnými vlivy jako např. acidifikace půd, vyplavování bází, změny chemismu půdy, ukládání toxických látek atd.) i antropickými (přímá kontaminace a devastace přírodního prostředí, nesprávné a nedostatečné hospodaření v lesích, nerespektování ekologických nároků a požadavků dřevin na stanoviště). Dalšími nepříznivými faktory jsou mimo jiné i zvýšené stavy zvěře a tím působené poškození lesních porostů okusem, ohryzem a zejména loupáním. Oslabené dřeviny jsou pak citlivější k napadení hmyzími či houbovými škodlivými organismy a dochází i k destrukci a rozpadu mykorhizních vztahů (LEPŠOVÁ et al. 1987, FELLNER et al. 1995). Proces poškození dřevin se liší podle typu, intenzity a délky stresového působení, přičemž záleží také na interakci s půdními, klimatickými a biotickými faktory (CUDLÍN et al. 1999).

Poškození asimilačních orgánů dřevin má za následek snížení růstové rychlosti a schopnosti rostlin k vlastní obnově. Dřevina oslabená působením stresových faktorů není po delší době schopna udržet rovnováhu mezi produkčními a degradačními procesy a zajistit tak obnovu všech svých orgánů a musí přistoupit k jejich redukci. U jehličnanů dává přednost mladším orgánům, a proto dochází k předčasné ztrátě starších ročníků jehlic. Metodu, která by umožňovala zjistit retrospektivní reakci jednotlivých stromů nebo celého smrkového porostu na působení stresových faktorů, se pokusil vytvořit CUDLÍN (2002).

Stabilita a funkčnost lesních biotopů je závislá na působení celé řady biotických a abiotických faktorů. Houby lze považovat za vhodné bioindikátory míry narušení tzv. ektotrofní stability lesa, dané ektomy-

korhizním soužitím. Při hodnocení míry narušení ektotrofní stability porostů se vychází jak z údajů o druhovém zastoupení mykorhizních hub, tak z údajů o podílu aktivních mykorhiz v odebraných kořenových sondách (FELLNER et al. 1995) či z údajů o stavu korun stromů (CUDLÍN et al. 1999).

Více viz náš příspěvek v posledním čísle tohoto časopisu (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006b).

## MATERIÁL A METODY

V rámci projektu „Monitorování vlivu vápnění a kapalného hnojení na mykorhizní poměry ve smrkových porostech v Krkonoších“ řešeného v letech 1991 - 1995 (FELLNER et al. 1995) byly vybrány plochy v Krkonoších u Pece pod Sněžkou. V tomto tisíciletí bylo možné díky řešení výzkumného záměru MZE č. 0002070201 „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnicích se podmínkách prostředí“, dílčího záměru „Druhová diverzita, populační struktura a vliv živočichů a hub na funkce lesa v antropogenně ovlivněných biotopech“ na těchto plochách pokračovat ve výzkumu a provést tak srovnání ektotrofní stability horských smrčín po deseti letech.



obr. 1.  
Situování sledovaných ploch  
Location of study plots

Tab. 1a.

Přehled mykorhiz v roce 1994

Level of mycorrhizal infections in 1994

Plocha/Plot	Sonda <sup>1</sup>	Hustota mykorhiz <sup>2</sup> (n/cm)			Podíl mykorhiz <sup>3</sup> (%)	
		aktivní <sup>4</sup>	neaktivní <sup>5</sup>	celkem <sup>6</sup>	aktivních <sup>4</sup>	neaktivních <sup>5</sup>
Růžová hora	1	2,00	3,41	5,42	37	63
	2	1,05	3,06	4,14	26	74
	3	2,69	3,84	6,53	41	59
	4	3,02	1,93	4,94	61	39
	5	2,04	1,89	3,93	52	48
Plocha/Plot	Sonda <sup>1</sup>	Hustota mykorhiz <sup>2</sup> (n/cm)			Podíl mykorhiz <sup>3</sup> (%)	
Sněžka		aktivní <sup>4</sup>	neaktivní <sup>5</sup>	celkem <sup>6</sup>	aktivních <sup>4</sup>	neaktivních <sup>5</sup>
	1	2,57	1,25	3,82	67	33
	2	3,10	1,54	4,64	67	33
	3	3,57	1,78	5,35	67	33
	4	0,82	3,44	4,26	19	81
5	1,41	2,46	3,87	36	64	
Plocha/Plot	Hodnoty mykorhiz/Values of mycorrhizae					
		Hustota mykorhiz <sup>2</sup>			Podíl mykorhiz <sup>3</sup>	
		aktivní <sup>4</sup> (n/cm)	neaktivní <sup>5</sup> (n/cm)	celkem <sup>6</sup> (n/cm)	aktivních <sup>4</sup> (%)	neaktivních <sup>5</sup> (%)
Růžová hora	2,16	2,83	4,99	43	57	
Sněžka	2,29	2,09	4,38	51	49	

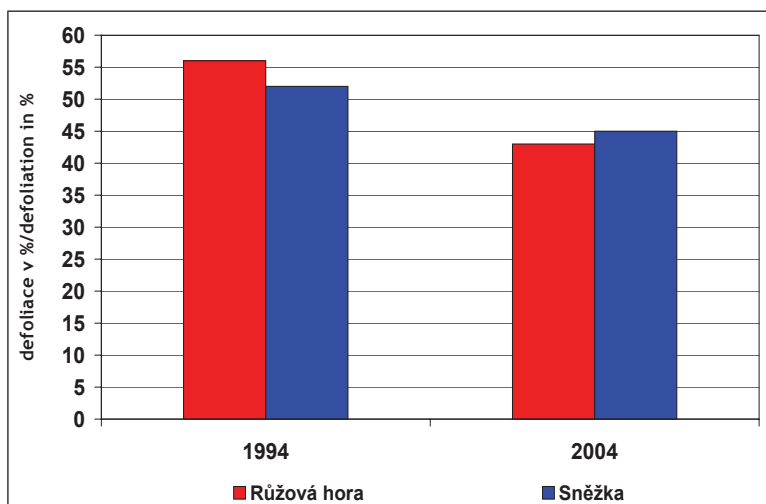
Tab. 1b.

Přehled mykorhiz v roce 2004

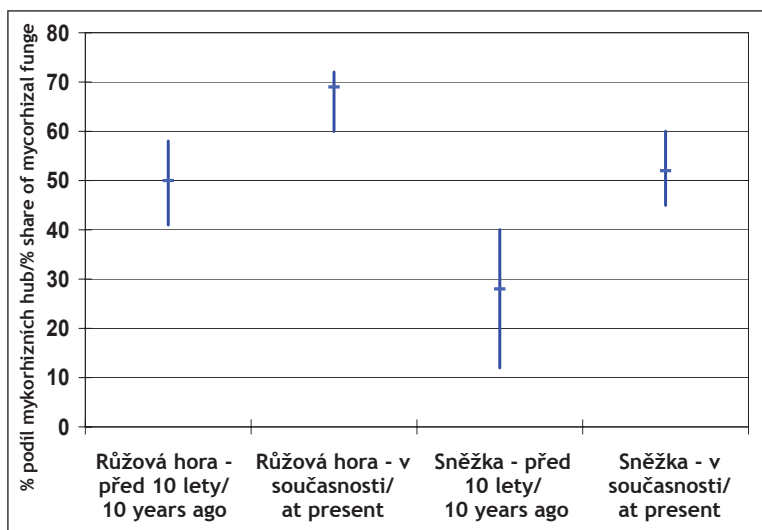
Level of mycorrhizal infections in 2004

Plocha/Plot	Sonda <sup>1</sup>	Hustota mykorhiz <sup>2</sup> (n/cm)			Podíl mykorhiz <sup>3</sup> (%)	
		aktivní <sup>4</sup>	neaktivní <sup>5</sup>	celkem <sup>6</sup>	aktivních <sup>4</sup>	neaktivních <sup>5</sup>
Růžová hora	1	1,10	1,48	2,58	47	53
	2	1,23	1,09	2,32	57	43
	3	0,75	2,01	2,76	29	71
	4	1,21	0,68	1,89	64	36
	5	0,68	1,12	1,80	37	63
Plocha/Plot	Sonda <sup>1</sup>	Hustota mykorhiz <sup>2</sup> (n/cm)			Podíl mykorhiz <sup>3</sup> (%)	
Sněžka		aktivní <sup>4</sup>	neaktivní <sup>5</sup>	celkem <sup>6</sup>	aktivních <sup>4</sup>	neaktivních <sup>5</sup>
	1	0,64	1,04	1,68	39	61
	2	0,58	1,51	2,09	30	70
	3	0,45	0,78	1,23	41	59
	4	1,38	1,25	2,63	53	47
5	1,39	0,88	2,27	53	47	
Plocha/Plot	Hodnoty mykorhiz/Values of mycorrhizae					
		Hustota mykorhiz <sup>2</sup>			Podíl mykorhiz <sup>3</sup>	
		aktivní <sup>4</sup> (n/cm)	neaktivní <sup>5</sup> (n/cm)	celkem <sup>6</sup> (n/cm)	aktivních <sup>4</sup> (%)	neaktivních <sup>5</sup> (%)
Růžová hora	0,99	1,28	2,27	47	53	
Sněžka	0,89	1,09	1,98	43	57	

Notes: <sup>1</sup>Probe; <sup>2</sup>Density of mycorrhizae; <sup>3</sup>Proportion of mycorrhizae; <sup>4</sup>active; <sup>5</sup>non-active; <sup>6</sup>in total



Obr. 2.  
Porovnání defoliace smrku na plochách (r. 1994 a 2004)  
Spruce defoliation in 1994 and 2004



Obr. 3.  
Trendy v nárůstu druhové diverzity makromycetů na studovaných plochách  
Trends in the growth of species diversity in studied plots

K porovnání byly vybrány dvě plochy ležící v oblasti Obřího dolu – Růžová hora a Sněžka (viz obr. 1). Obě plochy leží na území KRNAP, LS Horní Maršov. Plocha označená jako Růžová hora se nachází na moréně na levém břehu řeky Úpy (50°43'N, 15°44'E, 980 m n. m., vegetační typ – *Vaccinio-Piceetum*, stáří porostu 90 let, téměř 100 % *Picea abies*). Plocha označená jako Sněžka se nachází na lokalitě Pod Kovárnou (50°44'N, 15°44'E, 1 000 m n. m., vegetační typ – *Calamagrostio villosae-Piceetum*, stáří porostu 80 let, 100 % *Picea abies*).

Na každé ploše bylo vybráno a očíslováno 100 stromů. Během výzkumu v letech 1991 – 1995 a 2001 – 2005 se na nich prováděl ve vegetačním období cca 1x měsíčně sběr makromycetů (podrobnosti viz PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006a) a v jarním a podzimním období byly odebírány kořenovou sondou vzorky kořenů (PEŠKOVÁ 2000). Vlastní vyhodnocení mykorrhiz bylo provedeno metodou identifikace všech aktivních a neaktivních mykorrhizních špiček na určitém standardním

vzorku. Hlavní jednotkou při stanovení počtu mykorrhiz byl segment kořenu 5 cm dlouhý o průměru do 1 mm. Takto bylo hodnoceno 20 základních kořenových segmentů. Počty jednotlivých typů mykorrhizních špiček byly určovány pod binokulární lupou (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006a).

Na plochách byl dále hodnocen zdravotní stav smrků pomocí klasifikace defoliace korun. Defoliace byla definována jako relativní ztráta asimilačního aparátu v koruně stromu v porovnání se zdravým stromem, rostoucím ve stejných porostních a stanovištních podmínkách (RÖSEL, REUTHER 1995, FABIÁNEK et al. 2004). Porovnávány byly údaje získané v letech 1994 a 2004.

K těmto letům byla od ČHMÚ získána základní meteorologická data (průměrné měsíční (a roční) teploty vzduchu (°C) a úhrn srážek (mm) ze stanice Pec pod Sněžkou (50°55'N, 15°49'E, 816 m n. m.).

Dále byly použity údaje získané z mykologického monitoringu ze standardních ploch (1 000 m<sup>2</sup>) a minimareolových souhrnných ploch (2 500 m<sup>2</sup>), zahrnující jména zjištěných druhů makromycetů (nomenklatura převážně podle KREISELA 1987, upravena v některých případech podle LEGONA et HENRICH 2005) a údaje o abundanci druhu (počet plodnic na celé ploše) a frekvenci (počet dílčích frekvenčních ploch o velikosti 100 m<sup>2</sup>, v nichž byl druh přítomen) v jednotlivých měsících jejich fruktifikace.

## Výsledky a diskuse

V roce 1994 byly na obou plochách odebrány a analyzovány vzorky z mykorrhizních sond. Základní představu o míře mykorrhizace poskytly průměrné hodnoty hustoty a procentuálního podílu mykorrhiz z pěti odebraných sond. Hustota aktivních a neaktivních mykorrhiz byla počítána jako průměrná hodnota zjištěného počtu mykorrhiz vztážená na 1 cm délky kořene. Procentuální podíl mykorrhiz byl kalkulován jako poměr aktivních a neaktivních mykorrhiz z celkového počtu všech nalezených mykorrhiz.

Z uvedených dat (tab. 1a,b) je patrné, že obě plochy vykázaly relativně vysoké hodnoty hustoty aktivních mykorrhiz. Hustoty neaktivních mykorrhiz byly rovněž velmi vysoké - na ploše Růžová hora i vyšší než hustoty aktivních mykorrhiz. Procentuální podíl aktivních mykorrhiz byl pak vyšší na Sněžce.

V roce 2004 byly opět na obou plochách provedeny odběry vzorků kořenů a mykorrhiz, a to vždy na přibližně stejném místě v přibližně stejné vzdálenosti od kmene zvolených stromů (asi 1 m). Hodnoty hustoty aktivních mykorrhiz vykázaly výrazný pokles, a to až o 1,40 mykorrhiz na 1 cm délky kořene na Sněžce a o 1,17 mykorrhiz na ploše Růžová hora. Rovněž hustota neaktivních mykorrhiz zaznamenala na ploše Sněžka snížení o 0,98 mykorrhiz na 1 cm délky kořene a na Růžové hoře pokles o 1,56 mykorrhiz na 1 cm délky kořene. Procentuální podíl aktivních mykorrhiz byl tak na ploše Růžová hora v r. 2004 vyšší, na ploše Sněžka byl zjištěn pokles mykorrhiz, avšak pouze o 8 %.

Porovnáme-li mykorrhizní situaci na plochách v r. 1994 a 2004, je patrný výrazný pokles hustoty aktivních mykorrhiz, ale i hustoty neaktivních mykorrhiz. Procentuální podíl, který je jejich jednoduchým produktem, tak vykazoval na ploše Růžová hora nárůst a na ploše Sněžka jen mírné snížení procentuálního podílu aktivních mykorrhiz.

Tab. 2a.

Přehled průměrných hodnot sušiny kořenů v roce 1994

Average values of root dry matter in 1994

Plocha/Plot	Kořenová třída/Root class (g)			
	do/to 1 mm	1 - 2 mm	2 - 5 mm	nad/over 5 mm
Růžová hora	1,55	0,19	1,49	3,25
Sněžka	1,51	0,45	1,04	7,17

Tab. 2b.

Přehled průměrných hodnot sušiny kořenů v roce 2004

Average values of root dry matter in 2004

Plocha/Plot	Kořenová třída/Root class (g)			
	do/to 1 mm	1 - 2 mm	2 - 5 mm	nad/over 5 mm
Růžová hora	1,14	0,52	0,72	0,62
Sněžka	0,75	0,36	0,74	1,36

Hmotnost sušiny kořenů do 1 mm vyjadřuje průměrnou hodnotu kořenové sušiny získané při separaci kořenů ze sond (tab. 2a, b). Srovnáním hodnot sušiny kořenů do průměru 1 mm v r. 1994 a 2004 byl zjištěn pouze nízký pokles hmotnosti sušiny po deseti letech sledování. Na ploše Růžová hora byl zaznamenán pokles pouze 0,41 g, na ploše Sněžka o 0,76 g.

Defoliace se vyjadřuje procenticky v intervalech po 5 %. Hodnotila se vizuálně a byla proto zatížena určitou chybou, vyplývající ze subjektivního vlivu hodnotitele (FABIÁNEK et al. 2004). Chyba byla minimalizována tím, že každý strom posuzovali 3 hodnotitelé a použita byla průměrná hodnota. Hodnocení zdravotního stavu smrků bylo na trvalých pokusných plochách prováděno na přelomu srpna a září. Celkem bylo na obou plochách hodnoceno 200 jedinců – po 100 vybraných a označených stromech na každé ploše. V roce 1994 byla průměrná primární defoliace na ploše Růžová hora 56 % a na ploše Sněžka 52 %. Po deseti letech bylo zaznamenáno zlepšení zdravotního stavu stromů posouzením defoliace, a to na Růžové hoře 43 %, na ploše Sněžka 45 % (obr. 2).

Výrazné pozitivní změny byly zaznamenány v nárůstu počtu druhů makromycetů i v procentuálním podílu mykorrhizních druhů hub na plochách. Na ploše Růžová hora se průměrný počet druhů hub zvýšil z původních 42 druhů v první polovině 90. let na současných 99 druhů v posledních cca 5 letech a průměrný procentuální podíl mykorrhizních hub vzrostl z původních 50 % na současných 69 %; na ploše Sněžka se průměrný počet druhů zvýšil z původních 24 druhů na současných 44 druhů a průměrný procentuální podíl mykorrhizních hub vzrostl z původních 28 % na současných 52 % Ø (obr. 3). Vztah mezi defoliací a procentuálním podílem mykorrhizních hub ukazuje obr. 4: nárůst podílu mykorrhizních hub přímo souvisí se zlepšením zdravotního stavu smrků vyjádřeným jejich sníženou defoliací.

Druhové spektrum makromycetů zjištěné na obou plochách v roce 2005 je zachyceno v tabulkách 3a, b.

Průběh počasí v letech hodnocení defoliace a odběrů mykorrhizních sond byl vcelku normální (r. 1994 byl poněkud teplejší a vlhčí než r. 2004, srážky byly i ve vegetačním období postačující – viz tab. 4) a lze tudíž konstatovat, že počasí zásadním způsobem negativně neovlivnilo úroveň defoliace ani mykorrhizace smrků na plochách.

Řada autorů poukazuje na souvislost mezi narušením mykorrhizních poměrů či ústupem mykorrhizních hub na jedné straně a vlivy vzdušného znečištění (SCHLECHTE 1986, FELLNER 1989, 1993, TERMORSHUIZEN,

SCHAFFERS 1987, ARNOLDS 1989, GULDEN et al. 1992), případně na vztah s vizuálně hodnotitelným poškozením lesních dřevin (JAKUCS 1986, JANSEN 1991, FELLNER, SOUKUP 1991) na straně druhé. Ochuzování původně bohatého spektra ektomykorrhizních hub postupuje s celkovým oslabováním porostů v horských a podhorských oblastech (LEPŠOVÁ et al. 1987).

Námi v poslední době zjištěné rozšíření druhového spektra mykorrhizních hub a jejich zvýšená fruktifikace velmi dobře koresponduje i se zlepšováním zdravotního stavu smrků zaznamenávaného při hodnocení jejich defoliace – viz VACEK, MATĚJKA (1999), FABIÁNEK et al. (2004).

Revitalizace mykorrhizních mykobiót v posledním období je nápadná – současné zastoupení mykorrhizních makromycetů by mohlo být i vyšší než v 50. a 60. letech minulého století (viz NESPIAK 1971).

Námi získané výsledky jsou v souladu s poznatky získanými na dalších lokalitách v Krkonoších (FELLNER, LANDA 2003).

## ZÁVĚR

Porovnání současné situace a poměrů před deseti lety ukazuje, že smrkové porosty situované na víceméně krytých dnech údolí jsou i přes stále neuspokojivý zdravotní stav daleko odolnější k před lety nevyučované finální degradaci mykorrhizních poměrů v důsledku dlouhodobé imisní zátěže.

Tato studia zároveň opětovně potvrdila, že houby jsou vysoce citlivými indikátory vzdušného znečištění.



## LITERATURA

- ARNOLDS, E.: The changing macromycete flora in the Netherlands. Trans. Brit. Mycol. Soc., 90, 1989, s. 391-406
- CUDLÍN, P.: Vliv dlouhodobé acidifikace na stav a strukturu asimilačních orgánů smrku ztepilého. In: Hruška, J., Cienciala, E. (eds.): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví. Praha, Ministerstvo životního prostředí 2002, s. 121-127
- CUDLÍN, P., CHMELÍKOVÁ, E., MALENOVSKÝ, Z., ZEMEK, F., HEŘMAN, M.: Zjišťování vztahů mezi fruktifikací ECM hub a stanovištními faktory na trvalých výzkumných plochách pomocí „MINI GIS“. In: Houby a les. MZLU, Brno 3.-5. června, 1999, s. 27-30
- FABIÁNEK, P. et al.: Monitoring stavu lesa v České republice 1984 - 2003. Praha, MZe ČR, VÚLHM Jiloviště-Strnady, 2004, s. 20-35
- FELLNER, R.: Mycorrhizae - forming fungi as bioindicators of air pollution. Agric. EcoSyst. Environm., 28, 1989, s. 115-120
- FELLNER, R.: Air pollution and mycorrhizal fungi in Central Europe. In: Pegler, D. N., Boddy, L. B., Kirk, P. M. (eds.): Fungi of Europe: Investigation, recording and conservation. Royal Botanic Gardens, Kew, 1993, s. 239-250
- FELLNER, R., KOUBA, F., LANDA, J., PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F., JAVŮREK, M.: Monitorování vlivu vápnění a kapalného hnojení na mykorrhizní poměry ve smrkových porostech v Krkonoších – 4. Etapová zpráva za léta 1992 – 1995. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1995. 186 s.
- FELLNER, R., LANDA, J.: Mycorrhizal revival: case study from the Giant Mts., Czech Republic. Czech Mycol., 54, 2003, č. 3-4, s. 193-203
- FELLNER, R., PEŠKOVÁ, V.: Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. Can. J. Bot., 73 (Suppl. 1), 1995, s. 1310-1315
- FELLNER, R., SOUKUP, F.: Mycological monitoring in the air-polluted regions of the Czech Republic. Commun. Inst. Forest. Cech., 17, 1991, s. 125-137
- GULDEN, G., HOILAND, K., BENDIKSEN, K., BRANDRUD, T. E., FOSS, B. S., JENSSEN, H. B., LABER, D.: Fungi and air pollution. Mycocoenological studies in three oligotrophic spruce forests in Europe. Biblioth. Mycol., 144, 1992, s. 1-81
- JAKUCS, P., MESZAROS, I., PAPP, B. L., TOTH, J. A.: Acidification of soil and decay of sessile oak in the „Sikfokut project“ area (N-Hungary). Acta Bot. Hung., 32, 1986, s. 303-322
- JANSEN, A. E.: The mycorrhizal status of Douglas fir in the Netherlands: its relation with stand age, regional factors, atmosphere pollutants and tree vitality. Agric. EcoSyst. Environm., 35, 1991, s. 191-208
- KREISEL, H. (ed.): Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik. Basidiomycetes. Jena, 1987
- LEGON, N. W., Henrici, A.: Checklist of the British & Irish Basidiomycota. Kew, Royal Botanic Gardens 2005
- LEPŠOVÁ, A., CUDLÍN, P., KRÁLOVÁ, M.: Ektomykorhizní houby smrku ztepilého v imisních oblastech Šumavy, Krušných hor a Krkonoš. In: Ekologie mykorhiz a mykorrhizních hub. DT ČSVTS, Pardubice 1987, s. 104-119.
- NESPIAK, A.: Grzyby wyzsze regla górnego w Karkonoszach. Acta Mycol., 7, 1971, č. 1, s. 87-98
- PEŠKOVÁ, V.: Odběry a rozborů kořenů pro studium mykorrhizních poměrů v lesních porostech. Zpravodaj ochrany lesa, VI, 2000, č. 8, s. 9-10
- PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F.: Houby v lesních porostech na bývalých zemědělských půdách. Metodické přístupy k studiu jejich role. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor, Kostelec nad Černými lesy, 17. 1. 2006, KPL FLE ČZU v Praze a VS Opočno, 2006a, s. 127-133
- PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F.: Houby vázané na kořenové systémy: Metodické přístupy ke studiu. Review. Zprávy lesn. výzkumu, 51, 2006b, č. 4, s. 61-68
- RÖSEL, K., REUTHER, M.: Differentialdiagnostik der Schäden an Eichen in den Donauländern. Neuherberg, GSF-Bericht 1995. 403 s.
- SCHLECHTE, G.: Zur Mykorrhizapilzflora in geschädigten Forstbeständen. Mykol., 52, 1986, s. 225-232
- TERMORSHUIZEN, A. J., SCHAFFERS, A. P.: Occurrence of carpophores of ectomycorrhizal fungi in selected stands of *Pinus sylvestris* in the Netherlands in relation to stand vitality and air pollution. Pl. & Soil, 104, 1987, s. 209-217
- VACEK, S., MATĚJKA, K.: The state of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. in years 1976-1997. J. For. Sci., 45, 1999, s. 291-315

Tab. 3a.

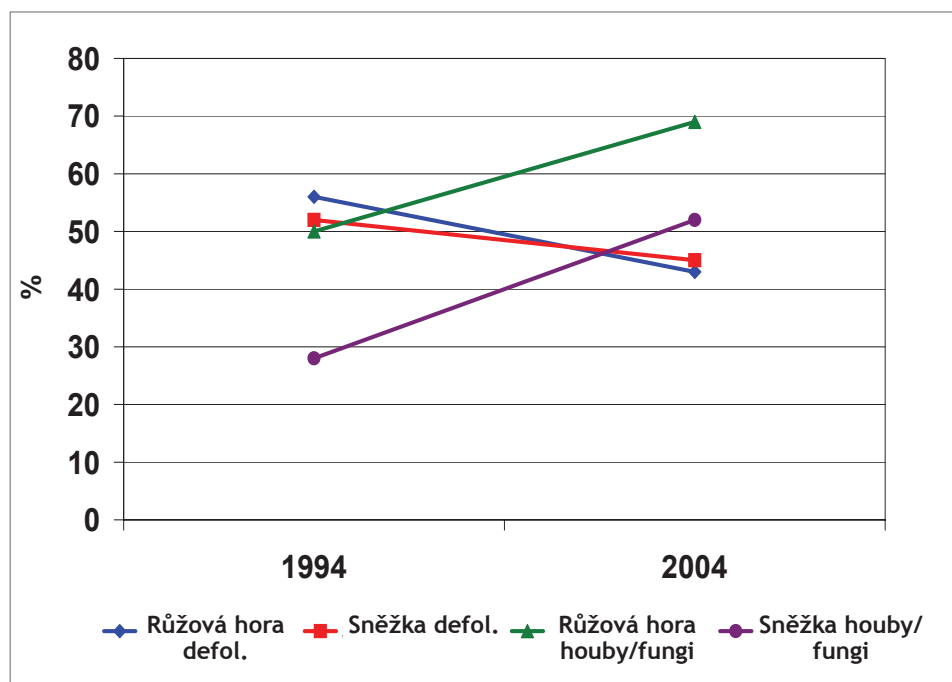
Přehled makromycetů nalezených v r. 2005 na ploše Růžová hora

Survey of macromycetes found on the Růžová Mt. in 2005

TR	TAXON	A07	F07	A08	F08	A09	F09	A10	F10	A
M	<i>Russula ochroleuca</i> PERS.	0	0	1	1	190	25	319	25	319
M	<i>Russula emetica</i> (SCHAEFF.) PERS.: FR.	0	0	9	8	100	22	65	23	100
M	<i>Cortinarius cf. rigidus</i> FR.	0	0	28	7	207	14	577	25	577
M	<i>Cortinarius decipiens</i> (PERS.: FR.) ZAW.	0	0	178	10	67	11	85	19	178
M	<i>Dermocybe crocea</i> (SCHAEFF.) MOS.	0	0	4	4	14	8	43	22	43
M	<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> (FR.: FR.) FR.	0	0	133	19	12	7	10	7	133
M	<i>Lactarius lignyotus</i> FR.	1	1	58	14	6	2	1	1	58
M	<i>Cortinarius brunneus</i> (PERS.: FR.) FR. (incl. var. <i>glandicolor</i> )	0	0	38	5	51	6	76	10	76
M	<i>Laccaria tetraspora</i> SING.	0	0	10	5	30	6	57	9	57
M	<i>Cortinarius brunneus</i> (PERS.: FR.) FR.	0	0	27	5	42	9	21	5	42
M	<i>Cortinarius cf. paleiferus</i> SVR.	0	0	58	8	48	2	286	8	286
M	<i>Cortinarius aff. paleaceus</i> FR. 05/106, 05/479	0	0	125	11	46	3	0	0	125
M	<i>Cortinarius glandicolor</i> FR.	0	0	0	0	0	0	54	12	54
M	<i>Lactarius rufus</i> (SCOP.: FR.) FR.	1	1	10	4	2	2	15	9	15
M	<i>Cortinarius cf. obtusus</i> FR.	0	0	7	1	2	1	53	9	53
M	<i>Lactarius necator</i> (J. F. GMEL.: FR.) PERS. s. FRIES p. p.	0	0	11	8	3	3	0	0	11
M	<i>Cortinarius cf. leucopus</i> (BULL.) FR. 05/557	0	0	0	0	0	0	29	8	29
M	<i>Cortinarius evernius</i> (FR.:FR.) FR.	0	0	0	0	7	3	29	6	29
M	<i>Cortinarius impennis</i> FR.	0	0	0	0	34	7	0	0	34
M	<i>Cortinarius</i> (Seric.) <i>azureus</i> FR.	0	0	11	3	27	5	7	1	27
M	<i>Cortinarius phivialis</i> KUHNER	0	0	1	1	4	4	5	4	5
M	<i>Cortinarius leucopus</i> (BULL.: FR.) FR.	0	0	0	0	7	2	16	5	16
M	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (BULL.: FR.) QUÉL.	0	0	3	2	7	4	3	3	7
M	<i>Xerocomus badius</i> (FR.) KUHNER ex GILB.	1	1	5	4	1	1	2	2	5
M	<i>Cortinarius flexipes</i> FR.	0	0	7	2	116	4	0	0	116
M	<i>Cortinarius aff. rigidus</i> (FR.) FR. 05/130, 05/489	0	0	44	2	15	4	0	0	44
M	<i>Cortinarius umidicola</i> (KAUFFM.)	0	0	0	0	12	4	1	1	12
M	<i>Cortinarius aff. decipiens</i> (PERS.: FR.) ZAW.	0	0	1	1	6	4	0	0	6
M	<i>Cortinarius cf. fasciatus</i> 05/501c	0	0	0	0	34	4	0	0	34
M	<i>Lactarius helvys</i> FR.	0	0	6	2	5	2	2	2	6
M	<i>Cortinarius (Leproclybe) gentilis</i> FR.	0	0	2	1	0	0	3	3	3
M	<i>Cortinarius aff. angelesianus</i> A. H. SMITH	0	0	6	2	1	1	75	2	75
M	<i>Cortinarius cf. acutus</i> (PERS.:FR.) FR.	0	0	4	2	0	0	24	2	24
M	<i>Cortinarius</i> (SERIC.) <i>anomalous</i> (FR.: FR.) FR.	0	0	0	0	0	0	4	3	4
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/463	0	0	0	0	3	3	0	0	3
M	<i>Cortinarius junghuhnii</i> FR.	0	0	21	1	8	2	0	0	21
M	<i>Cortinarius aff. junghuhnii</i> FR. 05/464, 05/558, 05/565	0	0	0	0	1	1	4	2	4
M	<i>Cortinarius scaurus</i> (FR.: FR.) FR.	0	0	3	1	2	2	0	0	3
M	<i>Cortinarius paleaceus</i> FR.	0	0	0	0	0	0	24	2	24
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/491	0	0	0	0	5	2	0	0	5
M	<i>Amanita fulva</i> (SCH.:FR.) FR.	0	0	3	2	0	0	0	0	3
M	<i>Cortinarius</i> (SERIC.) sp. 05/611	0	0	0	0	0	0	3	2	3
M	<i>Xerocomus spadiceus</i>	0	0	2	2	0	0	0	0	2

M	<i>Laccaria</i> sp. 1 (typu „proxima“)	0	0	0	0	20	1	32	1	32
M	<i>Cortinarius biformis</i> FR.	0	0	0	0	17	1	2	1	17
M	<i>Lactarius theiogalus</i> (BULL.: FR.) S. F. GRAY s. NEUH., n. RICK	0	0	1	1	0	0	1	1	1
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/512	0	0	0	0	18	1	0	0	18
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>flexipes</i> FR. 05/506	0	0	0	0	16	1	0	0	16
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/108	0	0	6	1	0	0	0	0	6
M	<i>Laccaria</i> sp. 05/591	0	0	0	0	0	0	6	1	6
M	<i>Cortinarius (Leprocybe)</i> cf. <i>zinziberatus</i> (SCOP.:FR.) FR.	0	0	0	0	5	1	0	0	5
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>duracinus</i> FR.	0	0	0	0	5	1	0	0	5
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/102	0	0	5	1	0	0	0	0	5
M	<i>Cortinarius (Leprocybe)</i> sp. 05/590	0	0	0	0	0	0	4	1	4
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>angelesianus</i> A. H. SMITH	0	0	0	0	0	0	4	1	4
M	<i>Hebeloma strophosum</i> (FR.) SACC.	0	0	4	1	0	0	0	0	4
M	<i>Cortinarius</i> aff. <i>umidicola</i> 05/510	0	0	0	0	3	1	0	0	3
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>ceraceus</i> 05/495	0	0	0	0	3	1	0	0	3
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/567	0	0	0	0	0	0	3	1	3
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/568	0	0	0	0	0	0	3	1	3
M	<i>Cortinarius</i> aff. <i>flexipes</i> 05/593	0	0	0	0	0	0	2	1	2
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>acutus</i> 03/454c	0	0	0	0	2	1	0	0	2
M	<i>Hebeloma</i> sp. 05/508	0	0	0	0	2	1	0	0	2
M	<i>Amanita rubescens</i> PERS. (:FR.)	0	0	0	0	1	1	0	0	1
M	<i>Cortinarius</i> (SERIC.) cf. <i>ochrophyllum</i> FR.	0	0	1	1	0	0	0	0	1
M	<i>Cortinarius</i> (SERIC.) <i>ochrophyllum</i> FR.	0	0	1	1	0	0	0	0	1
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>biformis</i> FR.	0	0	1	1	0	0	0	0	1
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>umidicola</i> (KAUFFM.)	0	0	1	1	0	0	0	0	1
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/557	0	0	0	0	0	0	1	1	1
M	<i>Dermocybe</i> cf. <i>sommerfeltii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
M	<i>Dermocybe sommerfeltii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
M	<i>Laccaria</i> cf. <i>montana</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
M	<i>Russula paludosa</i> Britzlmayer	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Pl	<i>Fomitopsis pinicola</i> (SW.: FR.) KARST.	27	7	35	8	35	8	35	8	35
Pm	<i>Galerina</i> sp. ( <i>Polytrichum</i> )	2	2	16	9	14	4	2	2	16
Pm	<i>Galerina mniophila</i> (LASCH: FR.) KUHNER	14	3	3	2	1	1	2	1	14
Pm	<i>Galerina</i> cf. <i>laevis</i> (PERS.) SING.	1	1	9	3	0	0	1	1	9
Pm	<i>Galetina</i> cf. <i>tibiicystis</i> (ATK.) KÜHN.	0	0	0	0	0	0	3	3	3
Pm	<i>Galerina</i> cf. <i>mniophila</i> (LASCH: FR.) KUHNER	2	1	1	1	0	0	0	0	2
Pm	<i>Galetina tibiicystis</i> (ATK.) KÜHN.	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Pm	<i>Hypholoma polytrichi</i> (FR.) RICKEN	0	0	0	0	0	0	5	1	5
Pm	<i>Galerina sahléri</i> (QUEL.) KÜHNER	0	0	2	1	0	0	0	0	2
Sh	<i>Mycena galopus</i> (PERS.: FR.) KUMM.	372	25	137	25	15	9	14	11	372
Sh	<i>Micromphale perforans</i> (HOFFM.: FR.) S. F. GRAY	370	25	105	25	75	11	2	1	370
Sh	<i>Entoloma cetratum</i> (FR.: FR.) MOS.	13	8	33	17	0	0	5	4	33
Sh	<i>Cystoderma amiantinum</i> (SCOP.: FR.) FAYOD	0	0	0	0	11	7	15	9	15
Sh	<i>Galerina</i> sp. 05/90, 05/560(568)	0	0	3	3	0	0	3	2	3
Sh	<i>Clitocybe</i> sp. 05/614	0	0	0	0	0	0	6	3	6

Sh	<i>Clitocybe langei</i> HORA	0	0	0	0	1	1	9	2	9
Sh	<i>Galerina cf. cephalotricha</i> KÜHNER	0	0	1	1	0	0	1	1	1
Sh	<i>Collybia dryophila</i> (BULL.: FR.) KUMM.	0	0	2	1	0	0	0	0	2
Sh	<i>Entoloma laniceum</i> (ROMAGN.) NOORDEL.	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Sh	<i>Galerina</i> sp. 05/503	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Sh	<i>Galerina</i> sp. 05/560(569)	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Sh	<i>Hemimycena</i> sp. 05/570	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Sh	<i>Mycena clavicularis</i> (FR.:FR.) GILLET	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Sh	<i>Pseudoomphalina compressipes</i> (PECK) SING.	0	0	1	1	0	0	0	0	1
SI	<i>Setulipes androsaceus</i> (L:FR.) ANTONÍN	200	25	825	25	71	14	105	16	825
SI	<i>Calocera viscosa</i> (PERS.: FR.) FR.	6	3	8	3	6	4	2	1	8
SI	<i>Phellinus viticola</i> (SCHW.: FR.) DONK	0	0	11	2	35	3	35	3	35
SI	<i>Hypholoma marginatum</i> (PERS.) SCHROET.	0	0	0	0	0	0	6	4	6
SI	<i>Spongiporus caesius</i> (SCHRAD.: FR.) DAVID	0	0	1	1	1	1	2	2	2
SI	<i>Antrodia heteromorpha</i>	250	1	250	1	250	1	250	1	250
SI	<i>Hirschioporus abietinus</i>	30	1	40	1	40	1	40	1	40
SI	<i>Stereum sanguinolentum</i> (ALB. et SCHW.: FR.) FR.	0	0	0	0	20	1	20	1	20
SI	<i>Mycena viridimarginata</i> KARST.	1	1	2	1	0	0	0	0	2
SI	<i>Galerina badipes</i> (FR.) KÜHNER	0	0	1	1	0	0	1	1	1
SI	<i>Mycena maculata</i> KARST.	0	0	0	0	0	0	12	1	12
SI	<i>Gymnopilus picreus</i> (PERS.:FR.) KARST.	1	1	0	0	0	0	0	0	1
SI	<i>Mycena silvae-nigrae</i> MAAS GEESTERANUS et SCHWÖBEL	1	1	0	0	0	0	0	0	1
SI	<i>Pholiota scamba</i> (FR.: FR.) MOS.	0	0	0	0	0	0	1	1	1



Obr. 4.  
Vztah defoliace a procentuálního podílu mykorhizních hub na plochách  
Comparison of defoliation and percentual ratio of mycorrhizal fungi



Tab. 3b.

Přehled makromycetů nalezených v r. 2005 na ploše Sněžka

Survey of macromycetes found on the Sněžka Mt. in 2005

TR	TAXON	A07	F07	A08	F08	A09	F09	A10	F10	A	F
M	<i>Russula ochroleuca</i> PERS.	0	0	52	22	244	25	103	25	244	43,00
M	<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> (FR.: FR.) FR.	0	0	78	25	8	5	0	0	78	27,50
M	<i>Lactarius lignyotus</i> FR.	0	0	60	24	0	0	0	0	60	24,00
M	<i>Lactarius rufus</i> (SCOP.: FR.) FR.	32	11	165	14	49	10	26	7	165	22,88
M	<i>Amanita umbrinolutes</i> SECR.	11	8	1	1	28	13	6	5	28	18,38
M	<i>Amanita rubescens</i> PERS. (:FR.)	4	4	34	16	0	0	1	1	34	18,25
M	<i>Dermocybe crocea</i> (SCHAEFF.) MOS.	0	0	7	2	20	15	46	4	46	17,50
M	<i>Xerocomus badius</i> (FR.) KUHNER ex GILB.	1	1	6	5	3	3	2	2	6	7,13
M	<i>Russula emetica</i> (SCHAEFF.) PERS.: FR.	0	0	3	3	20	5	0	0	20	6,50
M	<i>Cortinarius decipiens</i> (PERS.: FR.) ZAW.	0	0	58	4	8	3	0	0	58	5,50
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>paleiferus</i> SVR.	0	0	46	3	108	3	42	3	108	5,25
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>rigidus</i> FR.	0	0	27	2	6	4	0	0	27	5,00
M	<i>Cortinarius brunneus</i> (PERS.) FR.	0	0	3	3	10	3	3	1	10	4,75
M	<i>Dermocybe semisanguinea</i> (FR.) MOS.	0	0	5	2	12	3	1	1	12	4,25
M	<i>Cortinarius evernius</i> (FR.: FR.) FR.	0	0	3	3	3	2	0	0	3	4,00
M	<i>Dermocybe sommerfeltii</i>	25	1	64	3	0	0	0	0	64	3,50
M	<i>Cortinarius</i> aff. <i>leucopus</i> (BULL.) FR. 05/535	0	0	0	0	3	3	1	1	3	3,50
M	<i>Cortinarius</i> (SERIC.) <i>anomalous</i> (FR.: FR.) FR.	0	0	11	2	2	1	0	0	11	2,50
M	<i>Elaphomyces granulatus</i> FR.: FR.	0	0	0	0	5	1	15	1	15	1,50
M	<i>Cortinarius</i> aff. <i>rigidus</i> FR.	0	0	16	1	0	0	0	0	16	1,00
M	<i>Dermocybe crocea</i> (SCHAEFF.) MOS. var. <i>porphyreovelata</i> MOS.	0	0	0	0	9	1	0	0	9	1,00
M	<i>Cortinarius</i> cf. <i>jubarinus</i> FR.	0	0	8	1	0	0	0	0	8	1,00
M	<i>Lactarius necator</i> (J. F. GMEL.: FR.) PERS. s. FRIES p. p. et au	0	0	5	1	0	0	0	0	5	1,00
M	<i>Cortinarius</i> aff. <i>umidicola</i> 05/639	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,00
M	<i>Cortinarius</i> sp. 05/534	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1,00
M	<i>Entoloma nitidum</i> QUÉL.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,00
M	<i>Russula mustelina</i> FR.	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1,00
M	<i>Xerocomus ferrugineus</i> (SCHAEFF.) BON	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1,00
Pl	<i>Fomitopsis pinicola</i> (SW.: FR.) KARST.	34	16	40	18	40	18	40	18	40	33,50
Pf	<i>Cordyceps ophioglossoides</i> (EHRENB.: FR.) LINK	0	0	0	0	0	0	75	1	75	1,00
Pl	<i>Climacocystis borealis</i> (FR.) KOTL. et POUZ.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1,75
Pm	<i>Galerina</i> sp. 1	1	1	2	1	0	0	0	0	2	1,50
Pm	<i>Galerina mniophila</i> (LASCH: FR.) KUHNER	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1,00
Sh	<i>Micromphale perforans</i> (HOFFM.: FR.) S. F. GRAY	132	25	35	6	360	15	0	0	360	34,00
Sh	<i>Mycena galopus</i> (PERS.: FR.) KUMM.	96	25	1	1	6	6	0	0	96	28,25
Sh	<i>Setulipes androsaceus</i> (L:FR.) ANTONÍN	77	25	6	2	5	1	0	0	77	26,25
Sh	<i>Cystoderma amiantinum</i> (SCOP.: FR.) FAYOD	0	0	0	0	5	3	0	0	5	3,00
Sh	<i>Collybia dryophila</i> (BULL.: FR.) KUMM.	3	1	0	0	0	0	0	0	3	1,00
Sh	<i>Rhodocollybia butyracea</i> (BULL.) LENNOX	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1,00
Sl	<i>Calocera viscosa</i> (PERS.: FR.) FR.	15	5	9	4	47	13	4	1	47	16,63
Sl	<i>Hypholoma marginatum</i> (PERS.) SCHROET.	0	0	0	0	1	1	11	5	11	5,50
Sl	<i>Gymnopilus penetrans</i> (FR.: FR.) MURR.	3	2	14	2	20	3	0	0	20	4,50
Sl	<i>Tricholomopsis decora</i>	0	0	8	3	6	2	6	2	8	4,50
Sl	<i>Spongiporus caesioides</i> (SCHRAD.: FR.) DAVID	0	0	1	1	1	1	10	3	10	3,75
Sl	<i>Phellinus viticola</i> (SCHW.: FR.) DONK	2	1	8	2	8	2	8	2	8	3,63
Sl	<i>Stereum sanguinolentum</i> (ALB. et SCHW.: FR.) FR.	0	0	0	0	0	0	10	1	10	1,00
Sl	<i>Mycena viridimarginata</i> KARST.	3	1	0	0	0	0	0	0	3	1,00

Tab. 4.

Základní meteorodata ze stanice Pec pod Sněžkou (r. 1994 a 2004)

Basis data from the Pec pod Sněžkou meteorological station (1994 and 2004)

1994		
Měsíc/Month	Teplota/Temperature (°C)	Srážky/Precipitation (mm)
1	-1,1	141,2
2	-4,5	29
3	1	205,1
4	3,3	86,6
5	8,3	70,1
6	12,4	55,3
7	16,8	145,2
8	13,8	176
9	10,2	125,9
10	3,5	111,5
11	2,2	97,7
12	-1	216,6
Průměr/Average	5,41	
Suma/Sum		1460,2
2004		
1	-6	182,4
2	-2,6	129,7
3	-0,3	83,9
4	4,6	77
5	8,1	93
6	12,3	98
7	13,7	95
8	14,3	101,6
9	8,8	103,9
10	6,1	96,2
11	0,6	206
12	-3,1	80,8
Průměr/Average	4,71	
Suma/Sum		1347,5

## **Ectotrophic stability in spruce forests in the Krkonoše Mts.: situation after ten years**

### *Summary*

Stability and functional complexity of forest biotopes depend upon many biotic and abiotic factors. Due to sensitive links in mycorrhizal symbiosis fungi can be used as suitable bioindicators of ectotrophic stability of forests. Within research aim of the project MZe no. 0002070201 two mountain study plots were selected for detailed study of health status of climax spruce forests. These were "Růžová hora": 50°43'N, 15°44'E, 980 m a. s. l. and "Sněžka": 50°44'N, 15°44'E, 1,000 m a. s. l. in the Krkonoše Mts. near the town of Pec p. Sněžkou. One hundred spruces were selected and tagged for repeated evaluations on each of them. The defoliation of these trees was rated by standard method. Within years 1991 – 1995 and 2001 – 2005 a survey of macromycetes was conducted here monthly in periods of fructification.

Mycorrhizal data were sampled and analyzed by standard methods in two seasons: 1994 and 2004. We documented an evident decrease of active mycorrhizae (Am) density and also non-active mycorrhizae (Nm) density. Relative (percentage) value of active mycorrhizae (Am) increased at "Růžová hora" from 43 % to 47% while at "Sněžka" it slightly decreased from 51 % to 43 %. Dry matter of roots (to 1 mm of diameter) decreased only slightly. Average defoliation improved after ten years and this is in accordance with a decrease of Nm density and an increase of Am density.

We noticed evident positive trends in presence of macromycetes, i. e. an increase of species numbers and percentages of mycorrhizal fungi. Study plot at "Růžová hora" reveals average species growth from 42 (in the first half of the 1990ies) to 99 species (in last five years). Average percentages of mycorrhizal fungi increased from 50 % to 69 %. The increase in the other study plot "Sněžka" is similar: from 24 to 44 macromycetes species and from 28 % to 52 % mycorrhizal fungi.

Despite not yet satisfactory health status of trees, our comparison proved that the climax spruce forests situated in more or less protected stands in mountain valley bottoms are more resistant to final degradation of mycorrhizal symbiosis caused by continuous emission loads than it was expected.

Recenzenti: RNDr. D. Čížková  
Ing. R. Leontovyč