

SROVNÁNÍ ROZVOJE MYKORRHIZ NA KRYTÝCH A EXPONOVANÝCH STANOVIŠTÍCH HORSKÝCH SMRČÍN

COMPARISON OF ROOT MYCORRHIZAE FROM EXPOSED AND SHELTERED MOUNTAIN SPRUCE STANDS

VÍTĚZSLAVA PEŠKOVÁ - FRANTIŠEK SOUKUP

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

ABSTRACT

The study of mycorrhizal levels was carried out in two exposed stands situated in the area of Obří důl: Růžová hora and Sněžka. For comparison two sheltered plots in the area of Tetřeví boudy were selected: Tetřeví vrch and Jelení vrch. All plots are situated in the Krkonoše Mts. National Park. In 2004 - 2007 fructification of macromycetes and tree defoliation were simultaneously studied as well as standard soil samples with roots for further laboratory examination of mycorrhizae taken. Comparison of mycorrhizal densities and other studied parameters from sheltered and exposed stands revealed differences that, as supposed, reflect influence of specific climatic factors.

Klíčová slova: mykorrhizní symbióza, ektotrofní stabilita lesa, druhové spektrum makromycetů, smrk, defoliace, Krkonoše

Key words: mycorrhizal symbiosis, ectotrophic stability in forests, species of macromycetes, spruce, defoliation, Krkonoše Mts.

ÚVOD

I když extrémně silné emise síry byly již na konci 20. století značně zredukovány, je stále imisní situace ve střední Evropě ovlivňována významnými acidifikačními procesy včetně depozice dusíku. Těmto minulým i současným změnám půdního chemismu se přisuzuje zásadní vliv na ústup ektomykorrhizních hub a s tím související rozvoj a distribuci jemných kořenů a mykorrhiz, které tak ve výsledku ovlivňují zdravotní stav lesních porostů. Pro hodnocení míry narušení ektotrofní stability porostů je možné využít jak údaje o druhovém zastoupení mykorrhizních hub, tak i data o zastoupení různých forem mykorrhiz v kořenových sondách (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995), nebo i nepřímo údaje o stavu korun stromů (CUDLÍN et al. 1999) a samozřejmě také z různých kombinací těchto metod.

Dosavadní výsledky výzkumu mykorrhiz ukazují na diagnostický význam stanovení procentuálního podílu mykorrhizních druhů makromycetů vztažených k celkovému množství druhů nebo jen k nemykorrhizním druhům. Tento poměr do jisté míry reflektuje mykorrhizní poměry a jejich nízké zastoupení indikuje narušení ektotrofní stability lesa. Poškození lesa způsobené především v důsledku vzdušného znečištění lze popsat třemi stadii narušení ektotrofní stability lesa (latentní, akutní, letální), jež jsou přímo spojena s určitými fázemi ochuzování houbových společenstev, ale i s případným nárůstem fruktifikace některých specifických druhů (FELLNER 1989).

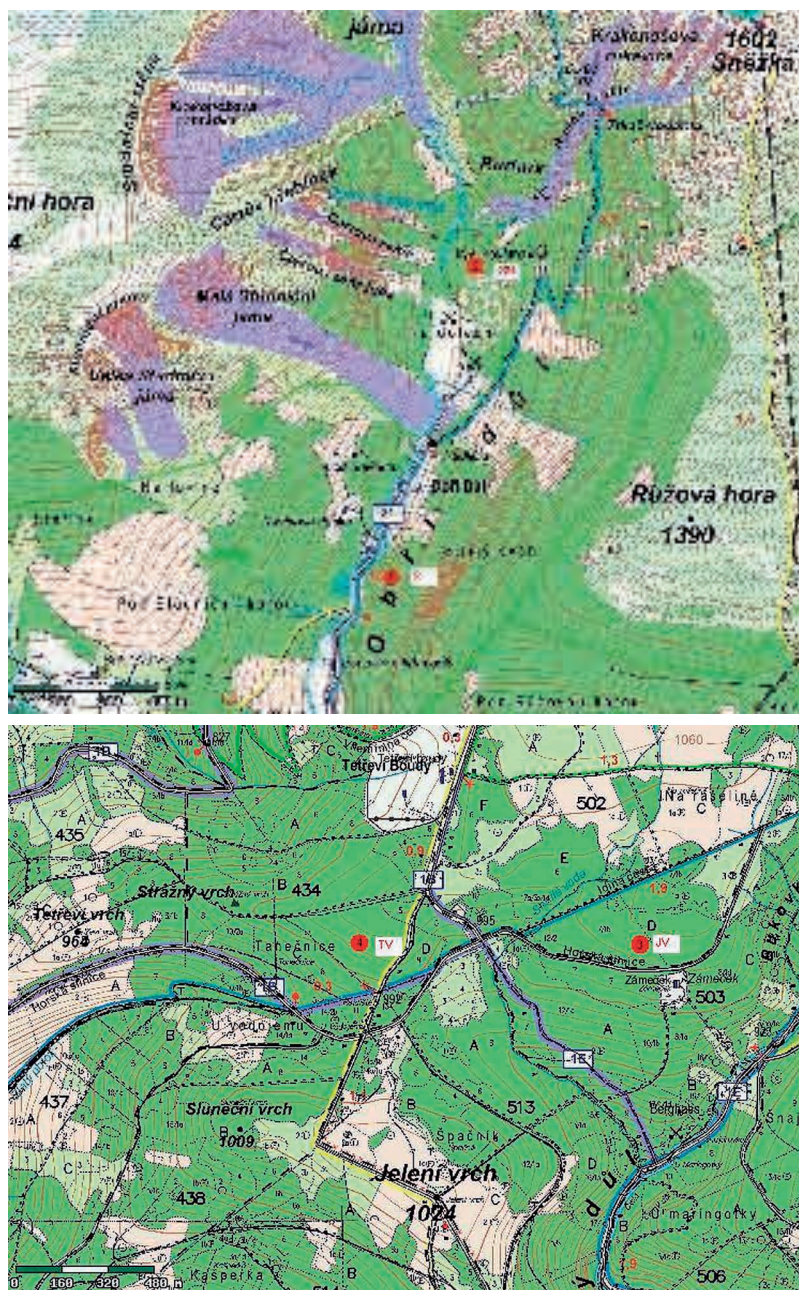
Positivní závislost vztahu mezi „indexem asimilační kapacity produkční části koruny“ jednotlivých stromů a počty plodnic všech ektomykorrhizních druhů hub, nalezených pod průmětem jejich koruny, zjistili statistickými testy v horských smrkových ekosystémech MALENOVSKÝ et al. (2000). Z výsledků studie vyplývá přímý vztah mezi postupným poškozováním asimilačního aparátu a počtem plodnic ektomykorrhizních hub.

Studium jemných kořenů je dalším důležitým zdrojem informací pro pochopení vztahů v lesních ekosystémech. Dynamika rozvoje jemných kořenových systémů a ektomykorrhiz je řízena jednak vnitřními faktory dřeviny, podmínkami půdního prostředí (dostupností vody, aciditou, dostupností minerálních látek, obsahem organické hmoty v půdě atd.) a povětrnostními vlivy. Mykorrhizní kořenový systém lesních dřevin dále poměrně citlivě reaguje na acidifikaci půdy, vápnění a hnojení. Předložená práce vychází z těchto předpokladů, včetně jejich vztahu k druhovému spektru hub a zdravotnímu stavu stromů. Předkládá srovnání mykorrhizních poměrů na rozdílných stanovištích.

MATERIÁL A METODY

K srovnávací studii byly vybrány dvě plochy ležící v oblasti Obřího dolu – Růžová hora (RH), vegetační typ – *Vaccinio-Piceetum* a Sněžka (SN), vegetační typ – *Calamagrostio villosae-Piceetum* (kryté stanoviště) a dvě plochy ležící v oblasti Tetřevích bud – Tetřeví vrch (TV), vegetační typ – *Calamagrostio villosae-Piceetum*, Jelení vrch (JV), vegetační typ – *Calamagrostio villosae-Piceetum* (exponované stanoviště). Plochy se nacházejí na území KRNP, LS Horní Maršov a LS Vrchlabí (obr. 1, tab. 1).

V letech 2004 – 2007 jsme na všech čtyřech plochách souběžně sledovali fruktifikaci makromycetů, defoliaci a především odebírali standardní metodou půdní sondou kořenové vzorky. Na každé ploše bylo vybráno a očíslováno 100 stromů. Během výzkumu se na plochách 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). Analýza jarních a podzimních odběrů poskytla data o míře mykorrhizace. Jsou to průměrné hodnoty hustoty (Hu) a procentuálního (%) zastoupení jednotlivých typů mykorrhiz z pěti odebraných sond. Hustota aktivních (Am) a neaktivních (Nm) mykorrhiz byla počítána



Obr. 1.

Situování sledovaných ploch/Location of study plots

Nahoře - kryté; dole - exponované/upper - sheltered; lower - exposed

jako průměrná hodnota počtu mykorhiz vztažená na 1 cm délky kořene. Procentuální podíl mykorhiz byl kalkulován jako poměr aktivních a neaktivních mykorhiz z celkového počtu všech nalezených mykorhiz. Základním postupem při analýze byla extrakce a identifikace všech aktivních a neaktivních mykorhizních špiček na standardním vzorku, tj. segmentu kořenu 5 cm dlouhém o průměru do 1 mm. Takto bylo vyhodnoceno 20 základních kořenových segmentů v každé sondě. Počty jednotlivých typů mykorhizních špiček byly určovány pod binokulární lupou podle jejich tvaru a struktury (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2006b).

Na plochách byl dále hodnocen zdravotní stav smrků pomocí standardní klasifikace defoliace korun. Defoliace je definována jako relativní ztráta asimilačního aparátu v koruně stromu v porovnání se zdravým stromem, rostoucím ve stejných porostních a stano-

vištních podmínkách (RÖSEL, REUTHER 1995, FABIÁNEK et al. 2004). Defoliace se vyjadřuje procenticky v intervalech po 5 %. Hodnotila se vizuálně a byla proto zatížena určitou chybou, vyplývající ze subjektivního vlivu hodnotitele. 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 čtyřech plochách hodnoceno 400 jedinců – 100 vybraných a označených stromů na každé ploše.

Při vyhodnocování druhové diverzity mykorhizních a dalších makromycetů byly vybrané porosty pravidelně sledovány, a to přibližně jedenkrát měsíčně v průběhu fruktifikačního období. Údaje získané při standardním mykologickém monitoringu (celkem 2 500 m² pro každou plochu) zahrnují jména zjištěných druhů makromycetů (nomenklatura převážně podle KREISELA 1987, upravena v některých případech podle LEGONA a HENRICIHO 2005), údaje o abundanci druhu (počet plodnic jednotlivých druhů na ploše) a frekvenci (výskyt druhu na dílčích plochách o velikosti 100 m²) v jednotlivých měsících fruktifikace.

VÝSLEDKY

Mykorhizy

Z dat uvedených v tabulce 2 je patrné, že nejvyšší hodnoty hustoty Am vykazovala plocha Sněžka (2,7 cm⁻¹) na podzim v r. 2007 (obr. 2), rovněž průměrná hustota Am (jaro, podzim) byla na této ploše za čtyři sledované roky nejvyšší (1,19 cm⁻¹). Nejnížší hodnoty vykazoval Tetřeví vrch (0,29 cm⁻¹) na podzim r. 2006, kde byly rovněž hustoty Am (jaro, podzim) za sledované období nejnížší (0,60 cm⁻¹). Porovnáním krytých a exponovaných stanovišť byla nejvyšší hustota na podzim na krytých plochách (1,48 cm⁻¹) a nejnížší na jaře na exponovaných stanovištích (0,87 cm⁻¹). Taktéž roční hustota Am (jaro, podzim) byla na krytých stanovištích výrazně vyšší (1,19 cm⁻¹).

Hustota Nm byla nejnížší na ploše Jelení vrch (0,43 cm⁻¹) na jaře v r. 2007. Nejvyšší byla na podzim v r. 2004 (obr. 3) na ploše Ružová hora (1,7 cm⁻¹). Nejnížší roční hustota Nm (jaro, podzim) za čtyři sledované roky byla zaznamenána na Tetřevím vrchu (0,69 cm⁻¹) a nejvyšší na ploše Ružová hora (1,08 cm⁻¹). Při srovnání krytých a exponovaných ploch byla hustota Nm nižší na exponovaných stanovištích (0,73 cm⁻¹) na jaře a nejvyšší na podzim na krytých plochách (1,32 cm⁻¹). Roční hustota Nm (jaro, podzim) byla nižší na exponovaných plochách (0,75 cm⁻¹).

Procentuální podíl Am byl nejvyšší na ploše Sněžka (79 %) na podzim v r. 2007 (obr. 4), taktéž průměrné procento Am (jaro, podzim) za čtyři sledované roky bylo na ploše Sněžka nejvyšší (60 %). Naopak nejnížší procentuální podíl Am byl registrován na Ružové hoře (29 %) na podzim v r. 2006. Nejnížší roční podíl Am (jaro, podzim) za čtyři hodnocené roky byl zjištěn na Tetřevím vrchu (46 %). Při porovnání procentuálního podílu na obou rozdílných stanovištích jsou vyšší hodnoty na krytých stanovištích

na jaře (54 %) a nižší na podzim na exponovaných stanovištích (49 %). Rovněž roční procentuální podíl je lepší na krytých plochách (53 %).

Porovnáme-li mykorrhizní situaci na krytých a exponovaných stanovištích, jsou celkově patrné vyšší hodnoty aktivních mykorrhiz na krytých stanovištích. Hodnoty neaktivních mykorrhiz jsou na krytých plochách rovněž vyšší, rozdíl není však tak výrazný.

Defoliace

V letech 2004 - 2007 byla průměrná primární defoliace na ploše Růžová hora 45 % a na Sněžce 47 %, na ploše Jelení vrch 44 % a na Tetřevím vrchu 44 %. Porovnáním krytých a exponovaných ploch nebyl registrován rozdíl v defoliacích. Je možné říci, že na všech čtyřech plochách docházelo v průběhu sledování k mírnému nárůstu defoliace (obr. 5). Rozdíl mezi plochami v Obřím dole a na exponovaných stanovištích u Tetřevích bud je minimální, o 2 % je vyšší defoliace na krytých lokalitách.

Makromycety

Výrazné pozitivní změny byly zaznamenány v nárůstu počtu druhů makromycetů i v procentuálním podílu mykorrhizních druhů hub (obr. 6). Na ploše Sněžka se průměrný počet druhů zvýšil z původních 30 druhů v r. 2004 na 37 v r. 2007. Na ploše Jelení vrch bylo v r. 2004 zjištěno 40 druhů hub a v r. 2007 již 45. Na Tetřevím vrchu vzrostl jejich počet z 41 na 47 druhů. Pouze na ploše Růžová hora došlo k poklesu z 65 druhů v r. 2004 na 55 druhů v r. 2007. Porovnáním počtu druhů na exponovaných a krytých stanovištích byl vyšší počet druhů na krytých lokalitách.

Průměrný procentuální podíl mykorrhizních hub vzrostl na všech sledovaných plochách. Na ploše Sněžka průměrný procentuální podíl mykorrhizních hub vzrostl z původních 43 % v r. 2004 na 59 % v r. 2007. Na Jelením vrchu byl nárůst z 50 % na 60 % v r. 2007. Na ploše Tetřeví vrch stoupl podíl mykorrhizních druhů z 54 % v r. 2004 na 60 % v r. 2007. Na ploše Růžová hora zůstal podíl mykorrhizních hub po čtyřech letech stejný, avšak ze všech čtyřech srovnávaných ploch nejvyšší 71 %. Porovnáním krytých a exponovaných ploch je procentuální podíl mykorrhizních druhů hub vyšší na krytých lokalitách, a to o 7 %.

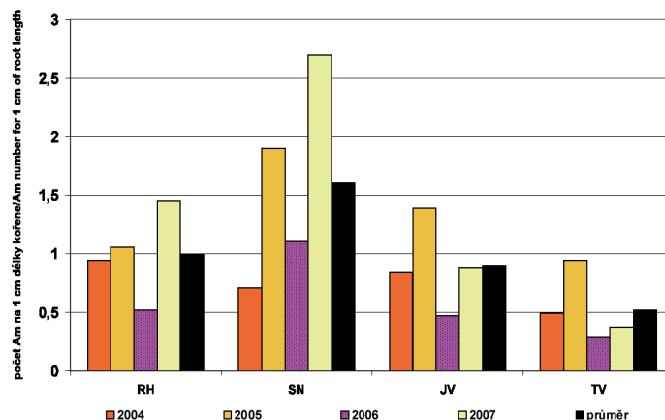
Porovnáním počtu rodů mykorrhizních hub byl zjištěn nejvyšší počet na plochách Tetřeví vrch v r. 2004 (12) a Jelení vrch v r. 2005 (12). Nejnižší počet byl na ploše Sněžka v r. 2005 (7) a ploše Růžová hora v r. 2006 (7). Porovnáním krytých a exponovaných stanovišť byl průměrný počet rodů mykorrhizních hub v letech 2004 - 2007 na exponovaných stanovištích vyšší (22), na krytých lokalitách nižší (17). Počty nalezených rodů všech makromycetů byly nejvyšší v r. 2005 na Růžové hoře (17), naopak nejméně rodů bylo zaznamenáno v r. 2006 na ploše Sněžka, Jelení vrch (10). Porovnáním krytých a exponovaných stanovišť jsou průměrné počty rodů všech nalezených makromycetů stejné (26).

Průběh počasí

Průběh základních meteorologických dat (průměrné měsíční teploty, měsíční srážkové úhrny) v jednotlivých rocích studia mykologických poměrů k výzkumným plochám nejbližší situované stanici v Peci pod Sněžkou je zaznamenán v tabulce 3.

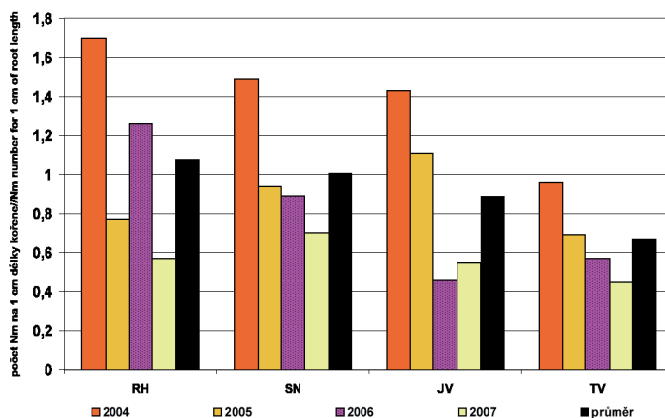
Na základě těchto údajů lze jednotlivé roky charakterizovat následovně:

- rok 2004 – teplotně i srážkově vcelku normální,
- rok 2005 – teplotně ještě v mezích normálu, srážkově normální,



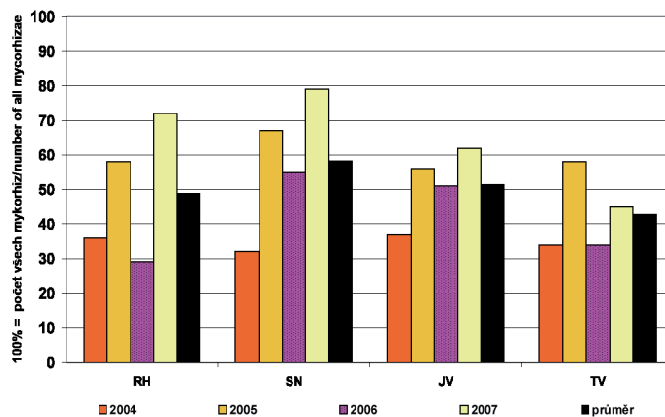
Obr. 2.

Hustota aktivních mykorrhiz (Am) z podzimních odběrů
Density of active mycorrhizae (Am) from autumn samples



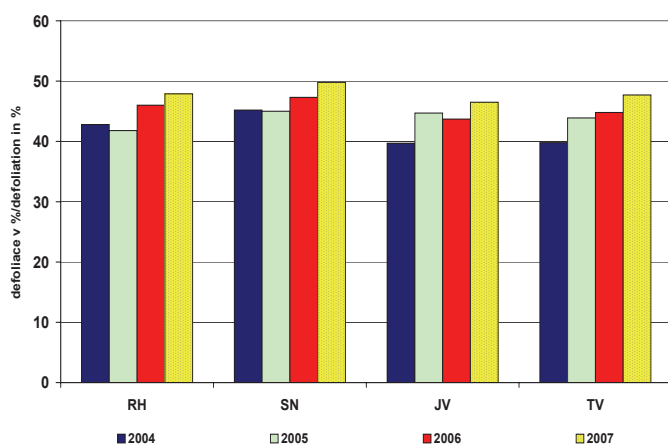
Obr. 3.

Hustota neaktivních mykorrhiz (Nm) z podzimních odběrů
Density of non-active mycorrhizae (Nm) from autumn samples



Obr. 4.

Procentuální podíl aktivních mykorrhiz (Am) z podzimních odběrů
Relative proportion of active mycorrhizae (Am) from autumn samples



Obr. 5.

Srovnání defoliace na plochách (2004 – 2007)
Values of defoliation in 2004 - 2007

- rok 2006 – teplotně vcelku normální, srážkově mírně podnormální,
- rok 2007 – teplotně výrazně nadnormální, srážkově mírně nadnormální.

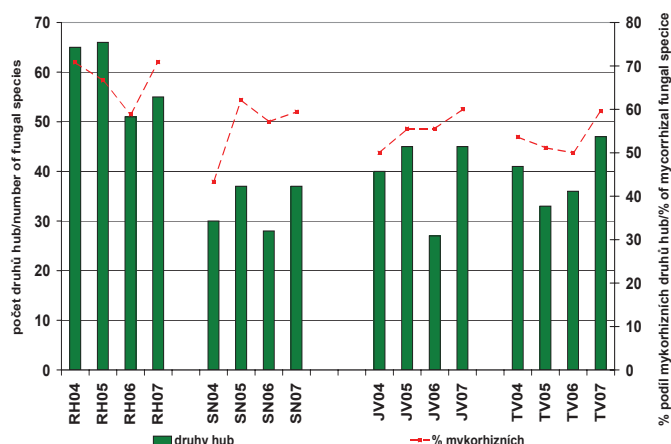
Pro rozvoj mykorhiz a především pak fruktifikaci makromycetů jsou rozhodující podmínky ve vegetačním období (zde zhruba od začátku května do konce září) – především pak dostatek srážek. Z tohoto hlediska byl nejméně příznivý průběh počasí v roce 2006, kdy situaci „zachraňoval“ mimořádně na srážky bohatý srpen a jako srážkově a teplotně příznivé (vyrovnané) lze označit měsíce ve vegetační sezoně roku 2007. Na fruktifikaci hub se viditelně (negativně) neprojevil extrémní průběh zimy 2006/2007 (mimořádně teplá, dlouho bez sněhové pokrývky).

Detailnější statistické vyhodnocení dat naráží na několik problémů. Roky se vlivem různých meteorologických podmínek výrazně liší. Data získaná v krátké časové řadě neumožňují využití běžných testovacích postupů. Jako nejvhodnější se proto v této situaci jeví neparametrické srovnání párovaných hodnot z exponovaných a krytých stanovišť ($n = 8$). Tyto testy ukázaly statisticky významné rozdíly (na hladině významnosti 5 %) v zastoupení hustoty aktivních i hustoty neaktivních mykorhiz na podzim a to i tam, kde nepříliš zřetelné rozdíly v průměrných hodnotách pouze naznačovaly tyto možnosti. K zpracování dat byl použit program Statistica 6.0 (Statsoft Inc.).

Tab. 1.

Charakteristika výzkumných ploch
Study plot description

Plocha/ Plot	Dřevina/ Tree species	s. š./n. l.	v. d./e. l.	Nadm. výška/ Elevation	Č. porostu/ Stand no.	Lesní typ/ Forest type	Zakmenění/ Stand density	Stáří porostu/ Stand age
Růžová hora	<i>Picea abies</i>	50°43'	15°44'	1 000 m	210 C12	8N	9	100
Sněžka	<i>Picea abies</i>	50°44'	15°44'	980 m	234 D15	8N	9	90
Jelení vrch	<i>Picea abies</i>	50°40'	15°42'	1 040 m	502 D7	8K	9	80
Tetřeví vrch	<i>Picea abies</i>	50°40'	15°41'	1 010 m	434 B8	8K	9	80



Obr. 6.

Druhová diverzita makromycetů

Species diversity of macromycetes based on their fructification

DISKUSE

Naše data odpovídají teoretickým předpokladům o ovlivnění celé řady základních parametrů lesa exponovaných horských smrčín na celou řadu základních parametrů lesa (VACEK et al. 2007). Potvrzují také zlepšující se situaci smrkových porostů. Jednotlivé aspekty zahrnuté do výzkumu mají svoji specifickou problematiku. Jejich vzájemná porovnání pak naznačují významné souvislosti důležité pro rozvoj smrkových porostů.

Spektrum makromycetů

Řada autorů poukazuje na souvislost mezi narušením mykorhizních poměrů či ústupem mykorhizních hub na jedné straně a vlivy vzdušného znečištění (SCHLECHTE 1986, FELLNER 1989, 1993, TER-MORSHUIZEN, 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 ektomykorhizních hub postupuje s celkovým oslabováním porostů v horských a podhorských oblastech (LEPŠOVÁ et al. 1987).

Námi získané výsledky jsou v souladu s poznatky získanými na dalších lokalitách v Krkonoších (FELLNER, LANDA 2003). Rozšíření makromycetů v krkonošských lesích signalizuje výrazný ná-

růst v druhové diverzitě, abundanci a frekvenci. Týká se to především druhů mykorhizních, významně ovlivňujících výživu lesních dřevin a klimaxových horských smrčín, v minulých desetiletích nejvýrazněji mykorhizně ochuzených i zdravotně postižených. Vysoká citlivost vůči imisím u řady druhů ektomykorhizních hub byla evidentně důvodem jejich ústupu v 80. letech minulého století, kdy se druhová diverzita mykorhizních hub v klimaxových horských smrčínách Krkonoš snížila na méně jak jednu pětinu druhů běžně uváděných z těchto lesů ještě kolem roku 1960 na polské straně Krkonoš (NESPIAK 1971). Současný enormní nárůst hub je ve zřejmé negativní korelaci s hladinami emisí (zejména SO₂) v ČR v průběhu 90. let a zdá se, že převyšuje i údaje o zastoupení hub v Krkonoších na počátku 60. let. Naznačuje to reálnost prognózy výrazného revitalizačního trendu v krkonošských smrčínách (FELLNER, LANDA 2000).

Mykorhizní situace

Hustota mykorhiz je ovlivněna především dlouhodobě existujícími lokálními podmínkami, zatímco procentuální podíl mykorhiz patrně citlivěji reaguje na okamžité změny (FELLNER et al. 1995), jako je např. vláhový stres, změny imisní situace atd. Jiným komplikujícím faktorem může být opakující se silná defoliace způsobená hmyzím žírem, jež může zásadním způsobem redukovat mykorhizní aktivitu v příslušných letech, jak to bylo názorně prokázáno Lastem a jeho spolupracovníky (LAST et al. 1979) při uměle provedeném odlistění mladých bříz.

Vztah mykorhizace a defoliace

Výsledky mykorhizních a mykologických výzkumů v dubových, smrkových a bukových porostech (FELLNER et al. 1991, 1993, 1995, SOUKUP et al. 2001, 2002, 2003) ukazují většinou pozitivní korelaci procentuálního podílu mykorhizních druhů hub (posuzováno podle fruktifikace) k zjištěnému procentuálnímu podílu aktivních mykorhiz získaných z půdních sond. Na většině sledovaných dubových ploch vykazoval procentuální podíl aktivních mykorhiz negativní korelaci s výraznou defoliací stromů. Tento závěr mívá své omezení a platí pouze pro stromy s vysokou mírou defoliace (vyšší než 60 %) a zpravidla na stanovištích vykazujících obdobnou hustotu mykorhiz (FELLNER, PEŠKOVÁ 1995).

ZÁVĚR

Srovnání mykorhizních charakteristik a dalších parametrů lesa (makromycety, defoliace) na tzv. krytých a exponovaných stanovištích naznačuje, že smrkové porosty situované na víceméně krytých dnech údolí vykazují mírně lepší hodnoty v hustotě aktivních mykorhiz, procentuálním podílu aktivních mykorhiz a v procentuálním podílu mykorhizních druhů hub. Defoliace, hustota neaktivních mykorhiz a počet rodů mykorhizních hub byly překvapivě mírně lepší na exponovaných stanovištích. Početnost rodů všech nalezených makromycetů byla stejná. Je možné konstatovat, že byly zjištěny

Tab. 2.

Hodnoty hustoty a procentuálního podílu mykorhiz letích 2004 - 2007
Density and relative abundance of active and non-active mycorrhizae in 2004 - 2007

Růžová hora	HuAmJaro	HuAmPodz.	HuNmJaro	HuNmPodz.	HuCelk.Jaro	HuCelk.Podz.	%AmJaro	%AmPodz.	%NmJaro	%NmPodz.
2004	0,97	0,94	0,77	1,7	1,74	2,63	56	36	44	64
2005	1,71	1,06	0,74	0,77	2,46	1,82	70	58	30	42
2006	0,59	0,52	1,38	1,26	1,97	1,79	30	29	70	71
2007	0,75	1,45	1,47	0,57	2,22	2,02	34	72	66	28
průměr/average	1,01	0,99	1,09	1,08	2,10	2,07	47	49	53	51
Sněžka	HuAmJaro	HuAmPodz.	HuNmJaro	HuNmPodz.	HuCelk.Jaro	HuCelk.Podz.	%AmJaro	%AmPodz.	%NmJaro	%NmPodz.
2004	1,17	0,71	0,73	1,49	1,9	2,2	62	32	38	68
2005	0,87	1,9	0,92	0,94	1,79	2,84	49	67	51	33
2006	1,22	1,11	0,68	0,89	1,9	1,99	64	55	36	45
2007	1,44	2,7	0,63	0,7	2,07	3,39	70	79	30	21
průměr/average	1,18	1,61	0,74	1,01	1,92	2,61	61	58	39	42
Jelení vrch	HuAmJaro	HuAmPodz.	HuNmJaro	HuNmPodz.	HuCelk.Jaro	HuCelk.Podz.	%AmJaro	%AmPodz.	%NmJaro	%NmPodz.
2004	1,03	0,84	1,09	1,43	2,13	2,27	49	37	51	63
2005	1,71	1,39	0,75	1,11	2,46	2,49	70	56	30	44
2006	0,98	0,47	0,73	0,46	1,71	0,93	57	51	43	49
2007	0,49	0,88	0,43	0,55	0,92	1,42	53	62	47	38
průměr/average	1,05	0,90	0,75	0,89	1,81	1,78	57	52	43	48
Tetřeví vrch	HuAmJaro	HuAmPodz.	HuNmJaro	HuNmPodz.	HuCelk.Jaro	HuCelk.Podz.	%AmJaro	%AmPodz.	%NmJaro	%NmPodz.
2004	0,76	0,49	0,67	0,96	1,44	1,45	53	34	47	66
2005	0,79	0,94	0,56	0,69	1,34	1,63	59	58	41	42
2006	0,35	0,29	0,52	0,57	0,87	0,86	41	34	59	66
2007	0,82	0,37	1,1	0,45	1,92	0,83	43	45	57	55
průměr/average	0,68	0,52	0,71	0,67	1,39	1,19	49	43	51	57

Tab. 3.

Základní meteorologická data ze stanice Pec pod Sněžkou (2004 – 2007)

Basic meteorological data from the observatory Pec pod Sněžkou (2004 – 2007)

2004			2005			2006			2007		
měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)	měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)	měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)	měsíc ¹	teplota ² (°C)	srážky ³ (mm)
1	-6	182,4	1	-3	189,7	1	-6,2	31,8	1	0,2	335,3
2	-2,6	129,7	2	-5,9	125,7	2	-4,8	90,4	2	-0,4	148,8
3	-0,3	83,9	3	-2	103	3	-2,5	116,3	3	1,8	118,4
4	4,6	77	4	4,6	39,2	4	3,8	87,3	4	6,7	2,5
5	8,1	93	5	9,6	83,4	5	9,2	64,8	5	10,9	86,3
6	12,3	98	6	12,9	103,1	6	14,1	48,8	6	14,5	143,8
7	13,7	95	7	15	218,1	7	18,8	30,1	7	13,9	185
8	14,3	101,6	8	12,7	100,9	8	12,4	432,8	8	13,9	109,2
9	8,8	103,9	9	10,8	197	9	12,4	53	9	8,2	189,1
10	6,1	96,2	10	6,5	22,3	10	7,6	85	10	4,8	38,9
11	0,6	206	11	-0,4	68,9	11	2,8	147,5	11	-1,1	129,6
12	-3,1	80,8	12	-3,6	122,6	12	0,9	80,5	12	-2,7	196,9
Průměr ⁴	4,71		Průměr ⁴	5,41		Průměr ⁴	4,71		Průměr ⁴	5,89	
Suma/Sum		1 347,50	Suma/Sum		1 373,90	Suma/Sum		1 268,30	Suma/Sum		1 683,80

¹month; ²temperature; ³precipitation; ⁴average

rozdíly v některých sledovaných parametrech, jako je mykorhizace a zastoupení mykorhizních druhů hub na krytých a exponovaných plochách Krkonoš, které odpovídají předpokládanému vlivu specifických klimatických faktorů.

Poznámka:

Mykorhizní charakteristiky na krytých a exponovaných stanovištích byly sledovány a hodnoceny v rámci řešení výzkumného záměru MZe č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ARNOLDS E. 1989. The changing macromycete flora in the Netherlands. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 90: 391-406.
- CUDLÍN P., CHMELÍKOVÁ E., MALENOVSKÝ Z., ZEMEK F., HEŘMAN M. 1999. Zjišťování vztahů mezi fruktifikací ECM hub a stanovištními faktory na trvalých výzkumných plochách pomocí „MINI GIS“. In: Jankovský L., Krejčíř R., Antonín V. (eds.): *Houby a les. Sborník referátů*, MZLU, Brno: 27-30.
- FABIÁNEK P. (ed.) 2004. *Monitoring stavu lesa v České republice 1984 – 2003*. Praha, MZe ČR, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 20-35.
- FELLNER R. 1989. Mycorrhizae - forming fungi as bioindicators of air pollution. *Agric. EcoSyst. Environm.*, 28: 115-120.
- FELLNER R. 1993. Air pollution and mycorrhizal fungi in Central Europe. In: Pegler D. N., Boddy L., Ing B., Kirk P. M. (eds.): *Fungi of Europe: Investigation, recording and conservation*. Royal Botanic Gardens, Kew: 239-250.
- FELLNER R., KOUBA F., LANDA J., PEŠKOVÁ V., SOUKUP F., JAVŮREK M. 1995. Monitorování vlivu vápnění a kapalného hnojení na mykorhizní poměry ve smrkových porostech v Krkonoších – 4. Etapová zpráva za léta 1992 – 199]. *Jíloviště-Strnady, VÚLHM*: 186 s.
- FELLNER R., LANDA J. 2000. Změny v rozšíření hub (makromycetů) v krkonošských lesích v posledních desetiletích. *Opera Corcontica*, 36: 446-452.
- FELLNER R., LANDA J. 2003. Mycorrhizal revival: case study from the Giant Mts., Czech Republic. *Czech Mycol.*, 54/3-4: 193-203.
- FELLNER R., PEŠKOVÁ V. 1995. Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. *Can. J. Bot.*, 73 (Suppl. 1): 1310-1315.
- FELLNER R., SOUKUP F. 1991. Mycological monitoring in the air-polluted regions of the Czech Republic. *Commun. Inst. Forest. Cech.*, 17: 125-137.
- GULDEN G., HOILAND K., BENDIKSEN K., BRANDRUD T. E., FOSS B. S., JENSSEN H. B., LABER D. 1992. Fungi and air pollution. *Mycocoenological studies in three oligotrophic spruce forests in Europe. Biblioth. Mycol.*, 144: 1-81.
- JAKUCS P., MESZAROS I., PAPP B. L., TOTH J. A. 1986. Acidification of soil and decay of sessile oak in the „Sikfokut project“ area (N-Hungary). *Acta Bot. Hung.*, 32: 303-322.
- JANSEN A. E. 1991. 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: 191-208.
- KREISEL H. (ed.) 1987. *Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik. Basidiomycetes*. Jena.

- LAST F. T., PELHAM J., MASON P. A., INGLEBY K. 1979. Influence of leaves on sporophore production by fungi forming sheathing mycorrhizas with *Betula* spp. *Nature* (London) 280: 168-169.
- LEGON N. W., HENRICI A. 2005. Checklist of the British & Irish Basidiomycota. Kew, Royal Botanic Gardens.
- LEPŠOVÁ A., CUDLÍN P., KRÁLOVÁ M. 1987. Ektomykorrhizní houby smrku ztepilého v imisních oblastech Šumavy, Krušných hor a Krkonoš. In: *Ekologie mykorrhiz a mykorrhizních hub. Sborník referátů*. Pardubice, DT ČSVTS: 104-119.
- MALENOVSKÝ Z., CUDLÍN P., ZEMEK F. 2000. Vzájemné vztahy faktorů a složek horských smrkových ekosystémů v Krkonoších analyzované metodou „MINI GIS“. *Opera Corcontica*, 36: 492-498.
- NESPIAK A. 1971. Grzyby wyzsze regła górnego w Karkonoszach. *Acta Mycol.*, 7/1: 87-98.
- PEŠKOVÁ V. 2000. Odběry a rozborů kořenů pro studium mykorrhizních poměrů v lesních porostech. *Zpravodaj ochrany lesa*, VI, (8): 9-10.
- PEŠKOVÁ V., SOUKUP F. 2006a. Houby v lesních porostech na bývalých zemědělských půdách. Metodické přístupy k studiu jejich role. In: Neuhöferová, P. (eds.): *Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor*. Kostelec nad Černými lesy, ČZU v Praze a VS Opočno: 127-133.
- PEŠKOVÁ V., SOUKUP F. 2006b. Houby vázané na kořenové systémy: Metodické přístupy ke studiu. Review. *Zprávy lesn. výzkumu*, 51/4: 61-68.
- RÖSEL K., REUTHER M. 1995. Differentialdiagnostik der Schäden an Eichen in den Donauländern. Neuherberg, GSF-Bericht, 403 s.
- SCHLECHTE G. 1986. Zur Mykorrhizapilzflora in geschädigten Forstbeständen. *Mykol.*, 52: 225-232.
- SOUKUP F., LIŠKA J., KNÍŽEK M., PEŠKOVÁ V. 2001. Zdravotní stav dubů v ČR a jeho ohrožení houbovými a hmyzími škůdci. Výroční zpráva projektu NAZV QD 0332. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 23 s.
- SOUKUP F., PEŠKOVÁ V., LIŠKA J., KNÍŽEK M. 2002. Zdravotní stav dubů v ČR a jeho ohrožení houbovými a hmyzími škůdci. Výroční zpráva projektu NAZV QD 0332. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 32 s.
- SOUKUP F., PEŠKOVÁ V., LIŠKA J., KNÍŽEK M. 2003. Zdravotní stav dubů v ČR a jeho ohrožení houbovými a hmyzími škůdci. Závěrečná zpráva projektu NAZV QD 0332. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 45 s.
- TERMORSHUIZEN A. J., SCHAFFERS A. P. 1987. 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: 209-217.
- VACEK S., MATĚJKA K. 1999. The state of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. in years 1976 - 1997. *J. For. Sci.*, 45: 291-315.
- VACEK S., MATĚJKA M., SIMON J., MALÍK V., SCHWARZ O., PODRÁZSKÝ V., MINX T., TESAŘ V., ANDĚL P., JANOVSKÝ L., MIKESKA M. 2007. Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. *Folia Forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 4: 216 s.

COMPARISON OF ROOT MYCORRHIZAE FROM EXPOSED AND SHELTERED MOUNTAIN SPRUCE STANDS

SUMMARY

Despite the fact that intensive emissions of the sulphur were reduced during the last decades of the 20th century the area of central Europe is still influenced by acidification processes including deposition of nitrogen. Past and also recent immissions that changed soil chemistry have still important influence on reduction of ectomycorrhizal fungi and subsequently also on development of thin roots. This is reflected in health status of recent forests.

Comparison of mycorrhizal levels and also other parameters (occurrence of macromycetes, defoliation) found on sheltered and exposed study plots reveals generally slight amelioration of active mycorrhizae densities, higher ratio of active mycorrhizae and higher proportion of mycorrhizal species. Defoliation and density of non-active mycorrhizae was moderately higher in exposed plots. Number of identified macromycetes genes was similar.

We can conclude that differences in studied parameters reflect supposed influence of specific climatic factors of the stands. More detailed statistic evaluation is limited. Summary data from short time series (four years) is notably affected by weather fluctuations within years. The most appropriate test was non-parametric comparison of paired values from exposed and sheltered stands ($n = 8$). These tests showed statistically significant differences (level $< 5\%$) in densities of active and also non-active mycorrhizae in autumn.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 299; e-mail: peskova@vulhm.cz