

**ÚČINKY SUBSTRÁTU, MYKORIZÁCIE A HNOJENIA NA RASTOVÉ
A FYZIOLOGICKÉ PARAMETRE JEDNOROČNÝCH KRYTOKORENNÝCH
SEMENÁČIKOV SMREKA OBYČAJNÉHO (*PICEA ABIES* [L.] KARST.)**

*EFFECTS OF SUBSTRATE, MYCORRHIZATION AND FERTILIZATION ON GROWTH AND
PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF ONE-YEAR-OLD CONTAINER-GROWN NORWAY
SPRUCE (*PICEA ABIES* [L.] KARST.) SEEDLINGS*

IVAN REPÁČ, JAROSLAV VENCURIK, MIROSLAV BALANDA

ABSTRACT

Containerized seedlings of Norway spruce were grown in greenhouse on three variants of substrate (Gramoflor, Agro CS and Litva) inoculated by commercial fungi additives Ectovit and Mycorrhizaroots. Non inoculated substrate served as a control treatment. Two fertilization and irrigation regimes were tested. Main component of all substrates was peat. Two substrates (Agro CS and Gramoflor) were fertilized. Half amount of seedlings from each substrate and additive treatment was irrigated as necessary (one - two times per day) and fertilized according to routine operational regime. Second half of seedlings amount was not fertilized and for its irrigation was used 2/3 of full daily water income. The growth and physiological features of seedlings were evaluated after first growing season. Statistically significant impact of substrate fertilization (irrigation) on value of biometrical features was confirmed. Parameters of seedlings growing on Litva substrate were less than half smaller than parameters of seedlings growing on Gramoflor and Agro CS substrates. Application of Ectovit additive significantly affects seedlings growth in the positive way, especially Litva treatment.

Keywords: containerized seedlings, fertilization, substrate inoculation, Norway spruce

Kľúčové slová: krytokorenné semenáčky, hnojenie, inokulácia substrátu, smrek obyčajný

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Vysoká kvalita sadbového materiálu a intenzifikácia technológií sadby uľahčujúce jeho adaptáciu na prostredie výsadbových plôch sú dôležité nielen pre zabezpečenie úlohu obnovy lesa, ale aj pre čoraz naliehavejšiu potrebu zvyšovania rozlohy lesa (zalesňovaním poľnohospodárskych a iných nelesných pôd), ako obnoviteľného zdroja energie a fenoména zmierňujúceho negatívne dôsledky klimatických zmien a zabezpečujúceho ekonomické, sociálne, ekologické a iné potreby obyvateľstva. Pestovanie krytokorenného sadbového materiálu a použitie pôdných biologických preparátov výrazne zvyšuje kvalitatívnu úroveň, prežívanie a adaptabilitu produkovaného sadbového materiálu, čím kladne ovplyvňuje efektivitu plnenia zalesňovacích povinností (BARTOŠ et al. 2007; JALOVIAR 2010; REPÁČ et al. 2010b; SARVAŠOVÁ 2005, 2007). V súčasnosti sú sadenice smreka obyčajného produkované prevažne ako 3-4 ročný voľnokorenný sadbový materiál. Väčšina smrekových koreňov na prirodzených stanovištiach je ektomykORIZNYCH. Inokulácia v lesnej škôlke môže podporiť následný vývoj sadeníc na výsadbovej ploche (MÖTTÖNEN et al. 2001).

Použitý substrát významne ovplyvňuje vývoj semenáčikov (OLESKOG et al. 2000), rast (BERNIER a GONZALEZ 1995, TAMMI et al. 2001), množstvo a zloženie mykoríz (RINCÓN et al. 2005). Pohyb vody a živín zo substrátu ku koreňom závisí na absorpčnej kontaktnej ploche koreňov, ktorá je zväčšovaná prítomnosťou mykoríz (QUEREJETA et al. 1998). Vývoj ektomykoríz semenáčikov súvisí predovšetkým s hnojením, obsahom organického materiálu, mikrobiologickou aktivitou a pH substrátu (KROPP a LANGLOIS 1990). Účinok rastového substrátu a režimu hnojenia na rastové charakteristiky a vývoj mykoríz obalovaných sadeníc smreka obyčajného analyzoval VAARIO et al. (2009). Vplyvom biologických prípravkov na báze mykoríznych húb na rast semenáčikov lesných drevín sa zaoberali REPÁČ et al. (2009, 2010a) a TUČEKOVÁ a LONGAUEROVÁ (2008).

Cieľom tejto práce bolo overiť vplyv rôzneho režimu hnojenia (závlahy), rastového substrátu a komerčných hubových prípravkov (Ectovit[®], Mycorrhizaroots[®]) na rast a vybrané fyziologické parametre jednoročných krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) pestovaných pod PEK.

MATERIÁL A METODIKA

Experiment sa uskutočnil v škôlkárskom stredisku Jochy, organizačne začlenenom do lesného závodu Semenoles, Lesy SR, š. p. Škôlkárske stredisko leží pod Západnými Tatrami v nadmorskej výške 830 m. Pre pestovanie krytokorenných semenáčikov boli použité sadbovače Lännen Plantek-F 81 (385×385×73mm). Sadbovač tvorí 81 (9×9) buniek, každá o rozmere 41×41(vrchný horizontálny prierez)×73 mm (výška), objem 85cm³. Semenáčiky boli pestované v troch substrátoch, inokulovaných komerčnými prípravkami Ectovit (Symbio-m, ČR) a Mycorrhizaroots (Engo, SR), alebo neinokulovaných (kontrola), a pri dvoch režimoch hnojenia a závlahy. Experiment pozostával z 3 (substrát) × 3 (prípravok) × 2 (hnojenie+závlaha) = 18 kombinácií sledovaných účinkov. Boli použité substráty Agro CS (Agro CS, ČR), Gramoflor (Gramoflor, Nemecko) a Litovský substrát (Litva). Hlavným komponentom všetkých substrátov je rašelina. Podstatným rozdielom medzi substrátmi bolo, že Agro a Gramoflor boli obohatené hnojivami, Litva neprihnojená. Zloženie Agro CS (RSII na ihličnany): rašelina biela Profi 0-20 mm 50 %, rašelina Unguri 5-10mm 20 %, rašelina čierna 0-20 mm 20 %, kokosové vlákno 10 %, bentonit 15 kg.m⁻³, Multicote 4M 18-6-12+2Mg+mikroelementy 2 kg.m⁻³, PG Mix 1kg.m⁻³, Fibazorb 0,1l.m⁻³, pH 5,0-5,5. Zloženie Gramoflor (Cocofibre G-SG): severonemecká vrchovisková biela borkovaná (ťažná vo forme tehál) rašelina 70 %, rašelinové vlákna 15 %, hrubé kokosové vlákna 15 %, íl 10 % hmotnosti (30 kg.m⁻³), Kompakt (NPK 21-7-14+mikroelementy) 0,8 kg.m⁻³, rohovina 3 kg.m⁻³, Radigen 100 g.m⁻³ – súbor mikroprvkov, Triplefosfat 46 % 200 m⁻³, zmáčadlo 900ml.m⁻³, pH 5,6-6,0, veľkosť vlákien 20-40 mm. Litva je tmavá vrchovisková rašelina bez prísad, objemová hmotnosť >250 g.l⁻¹, pH 2,7-3,7, obsah organických látok 90-94 %, sušina 6-8 %, pórovitosť 90-95 %. Chemické analýzy na obsah prvkov v substrátoch pred výsevom neboli robené.

Ectovit obsahuje mycélium štyroch druhov ektomykoríznych (EKM) húb (*Coenococcum geophilum*, *Hebeloma velutipes*, *Laccaria proxima* a *Paxillus involutus*) a spóry dvoch druhov EKM húb (*Pisolithus arrhizus* a *Scleroderma citrinum*).

Spóry sú zamiešané v rašelinovom nosiči spolu s prírodnými zložkami podporujúcimi tvorbu ektomykoríz (humáty, mleté horniny, výťažky z morských organizmov) a biologicky rozložiteľnými granulami absorpčného gelu. Ectovit bol aplikovaný vo forme kašovitej zmesi, ktorá bola pripravená zmiešaním suchej zložky, hubového mycélia a primeraného množstva vody. Prípravok bol premiešaný so substrátmi v objemovom pomere 1:5 a zmesou boli naplnené sadbovače. Dávka hubového mycélia bola 0,32 ml na jednu bunku sadbovača. Mycorrhizaro-ots obsahuje spóry endo a EKM húb (2-3 %), kyselinu humínovú (29 %), výťažok morských rias (18 %), vitamín C (12 %), aminokyseliny (8,5 %), vitamín B1 (2 %) a vitamín E (1 %). Producent udáva spóry EKM húb *Pisolithus arhizus* a rodov *Rhizopogon*, *Scleroderma* a *Laccaria*. Prípravok bol aplikovaný vo forme zálievky substrátu (0,8 g do 1,4 l vody.m⁻²) bezprostredne pred výsevom a ešte raz počas vegetačného obdobia (v júli). Množstvo spór v prípravkoch a teda ani aplikačné dávky producenti neuvádzajú.

Sadbovače boli naplnené substrátom ručne. Na výsev bolo použité semeno smreka obyčajného, zber v roku 2009, evidenčný kód 01525LM142 (semenný zdroj uznaný porast kat. B, semenárska oblasť fatransko-podtatranská, výšková zóna 800-1 000 m n.m.), číslo potvrdenia o pôvode SK-1049/2010. Výsevovým mechanizmom linky y Lännen bolo do každej bunky sadbovača vysiate jedno semeno a zasypané tenkou vrstvou perlitu. Usporiadanie experimentu bolo v kompletných znáhodnených blokoch. V každej kombinácii substrátu (3), prípravku (3) a režimu hnojenia (2) založenej v troch opakovaniach (blokoch) bolo semeno vysiate do troch sadbovačov, spolu v celom experimente do 162 sadbovačov (× 81 buniek) a 13 122 buniek. Sadbovače boli umiestnené na rámy nad povrch záhonov (tzv. vzduchový vankúš) pod polyetylénový kryt. Polovica výsevov a neskôr semenáčikov z každej kombinácie substrátu a prípravku bola zavlažovaná podľa potreby (1-2 krát za deň) pre udržanie 60-70 % vlhkosti substrátu a semenáčiky hnojené obvyklým prevádzkovým režimom škôlkárskeho strediska. Druhá polovica semenáčikov bola zavlažovaná dvomi tretinami z plnej závlahovej dávky a nebola hnojená. Na hnojenú polovicu semenáčikov bolo aplikované na list 2 krát za týždeň granulové rozpustné hnojivo Superex (Kekkilä, Fínsko), počnúc 3 týždne po vzišení semenáčikov nasledujúce 3 týždne v koncentrácii 0,3 % a ďalších 8 týždňov v koncentrácii 0,45 %. Hnojivo obsahovalo N 19 %, P 4 %, K 20 % a mikroživiny Mg, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, S. Od vzhádzania semenáčikov po ich prenesenie na úložisko boli s rôznou frekvenciou v závislosti od vlhkosti a teploty prostredia aplikované preventívne fungicídne postreky.

Po skončení vegetačného obdobia bolo z každej zo zmienovaných kombinácií sledovaných účinkov a každého bloku náhodne odobratých 10 semenáčikov, spolu 540 semenáčikov na hodnotenie. Na každom semenáčiku bola meraná výška stonky, hrúbka v koreňovom krčku, hmotnosť sušiny nadzemnej časti, koreňovej sústavy a celková hmotnosť. Namerané biometrické a fyziologické hodnoty boli spracované trojfaktorovou analýzou rozptylu (substrát, prípravok, hnojenie) a významnosť rozdielov priemerných hodnôt posúdená Tukeyovým testom ($\alpha = 0,05$). Výpočty boli urobené na PC v programe SAS.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýza jednorokových krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného pestovaných pod polyetylénovým krytom potvrdila pozitívny, signifikantný ($P \leq 0,05$) vplyv hnojenia a závlahy na dosiahnuté hodnoty všetkých sledovaných biometrických ukazovateľov, s výnimkou hrúbky koreňového krčka, kde sa štatistická významnosť rozdielov nepotvrdila len veľmi tesne ($P = 0,076$) (tab. 1, 2).

Tab. 1: Analýza variancie (F - a P -hodnoty) účinku hnojenia (závlahy), rozdielnych substrátov a komerčných hubových prípravkov na biometrické ukazovatele jednorokových krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného pestovaných pod PEK
Analysis of variance (F - and P -values) of effect of the fertilization (irrigation), different substrates and fungal commercial products on biometric parameters of 1-year-old containerized Norway spruce seedlings grown under greenhouse

	Hrúbka koreňového krčka ¹		Výška stonky ²		Hmotnosť nadzemnej časti v sušine ³		Hmotnosť koreňovej sústavy v sušine ⁴		Hmotnosť sušiny celkom ⁵	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Hnojenie ⁶	11,77	0,076	58,93	0,017	34,48	0,028	110,31			
Substrát ⁷	188,25	0,001	39,80	0,002	55,58	0,001	31,22	0,009	57,91	0,017
Prípravok ⁸	26,57	0,005	12,24	0,020	9,58	0,030	15,76	0,004	46,87	0,002
Hnojenie×Substrát	7,76	0,042	2,37	0,209	2,12	0,236		0,013	27,92	0,005
Hnojenie×Prípravok	1,59	0,311	3,70	0,123	0,18	0,845	9,64	0,030	3,94	0,114
Substrát×Prípravok	5,79	0,017	5,23	0,023	3,64	0,057		0,779	0,23	0,805
Hnojenie×Substrát×Prípravok	0,38	0,817	2,15	0,166	0,89	0,512	0,27	0,325	3,28	0,072
							1,37	0,378	0,61	0,670
							1,21			

¹Root collar diameter, ²Stem height, ³Top dry weight, ⁴Root dry weight, ⁵Total dry weight, ⁶Fertilization, ⁷Substrate, ⁸Product

Rast smrekových semenáčikov ovplyvnil významne ($P \leq 0,05$) tiež použitý druh substrátu. Semenáčiky pestované na neprihnojenom rastovom substráte Litva boli výrazne menšie, pričom dosahovali priemerne len cca. 48 resp. 45% veľkosti, a tým aj hmotnosti sušiny semenáčikov na substrátoch Gramoflor a Agro CS. Pri hrúbke koreňového krčka a hmotnosti sušiny koreňovej sústavy semenáčikov bola zistená štatisticky významná ($P \leq 0,05$) interakcia medzi hnojením a substrátom (tab. 1). Vplyv substrátu a hnojenia na rast krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného skúmal VAARIO et al. (2009). Použité boli štyri druhy substrátu (rašelina, rašelina+hnojivo s pomalým uvoľňovaním, rašelina+25% drevné vlákno a rašelina+25% drevné vlákno+25% borovicová kôra) a dva režimy hnojenia (minerálne hnojenie-Kekkilä program, organické hnojenie-tekuté organické hnojivo Biolan). Najlepší rast semenáčikov bol zaznamenaný na čistých rašelínových substrátoch bez drevného vlákna a borovicovej kôry. Zvýšená dávka hnojiva pri substráte rašelina+hnojivo sa však negatívne prejavila na intenzite kolonizácie koreňových sústav EKM hubami. Po druhej vegetačnej sezóne boli semenáčiky s režimom minerálneho hnojenia na všetkých substrátoch signifikantne väčšie ako semenáčiky s organickým hnojivom. Substrát môže významne ovplyvňovať

Tab. 2: Priemerné hodnoty biometrických ukazovateľov (priemer \pm SE) jednoročných krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného pestovaných pod PEK
Mean values (mean \pm SE) of biometric parameters of 1-year -old containerized Norway spruce seedlings grown under greenhouse

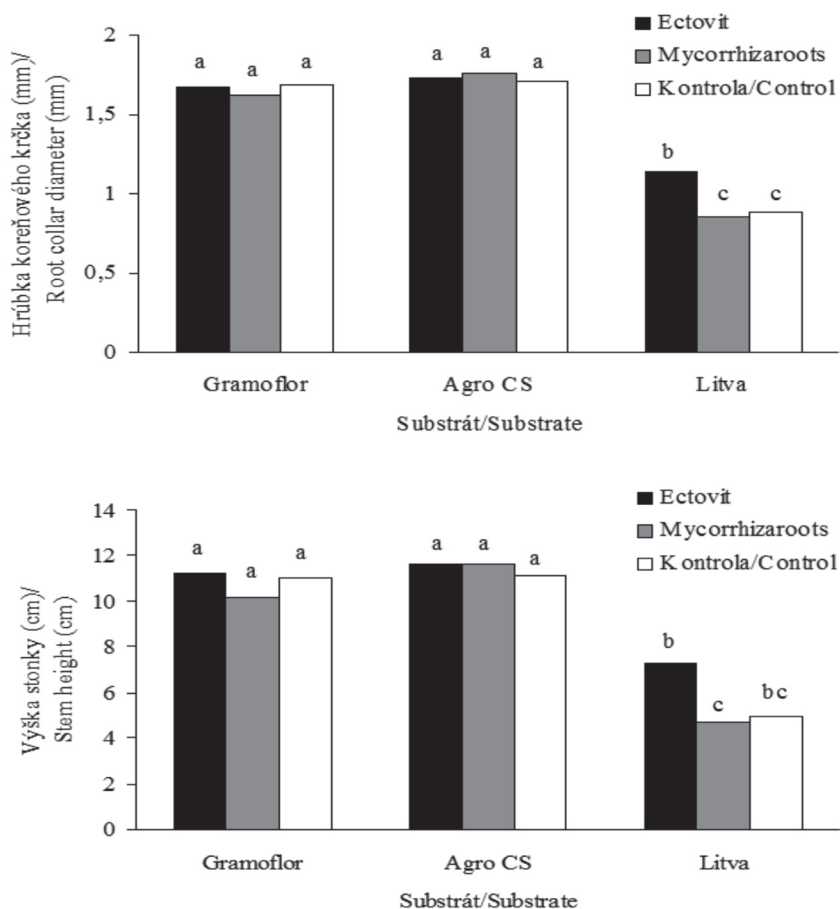
	Hrúbka koreňového krčka ¹ (mm)	Výška stonky ² (cm)	Hmotnosť nad- zemnej časti v sušine ³ (mg)	Hmotnosť koreňovej sústavy v sušine ⁴ (mg)	Hmotnosť sušiny celkom ⁵ (mg)
Hnojenie ⁶					
Hnojené ⁷	1,54 \pm 0,02 ^a	9,85 \pm 0,20 ^a	475 \pm 13 ^a	255 \pm 6 ^a	730 \pm 19 ^a
Bez hnojenia ⁸	1,36 \pm 0,03 ^a	8,76 \pm 0,21 ^b	379 \pm 13 ^b	230 \pm 7 ^b	609 \pm 19 ^b
Substrát ⁹					
Gramoflor	1,66 \pm 0,02 ^a	10,83 \pm 0,15 ^a	524 \pm 11 ^a	282 \pm 6 ^a	806 \pm 15 ^a
Agro CS	1,73 \pm 0,02 ^a	11,44 \pm 0,18 ^a	565 \pm 13 ^a	303 \pm 7 ^a	868 \pm 18 ^a
Litva	0,96 \pm 0,02 ^b	5,64 \pm 0,14 ^b	192 \pm 8 ^b	142 \pm 5 ^b	335 \pm 12 ^b
Prípravok ¹⁰					
Ectovit	1,51 \pm 0,03 ^a	10,05 \pm 0,21 ^a	457 \pm 15 ^a	272 \pm 8 ^a	729 \pm 22 ^a
Mycorrhiza- roots	1,41 \pm 0,04 ^b	8,81 \pm 0,27 ^b	400 \pm 17 ^b	224 \pm 8 ^b	623 \pm 24 ^b
Kontrola ¹¹	1,43 \pm 0,03 ^b	9,04 \pm 0,26 ^b	424 \pm 17 ^{ab}	232 \pm 8 ^b	656 \pm 24 ^b

¹Root collar diameter, ²Stem height, ³Top dry weight, ⁴Root dry weight, ⁵Total dry weight, ⁶Fertilization, ⁷With fertilization, ⁸Without fertilization, ⁹Substrate, ¹⁰Product, ¹¹Control

rast semenáčikov lesných drevín. REPÁČ (2007) vo svojej práci uvádza, že voľno-korenné semenáčky smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) rástli signifikantne lepšie v rašelini s prídavkom živín ako v substrátoch z kompostovanej kôry. To poukazuje na fakt, že rast semenáčikov v najväčšej miere ovplyvnil obsah živín v substráte (predovšetkým obsah N). BERNIER a GONZALEZ (1995) zdôrazňujú význam fyzikálnych vlastností rašeliny na rast krytokorenných semenáčikov *Picea mariana* a *Picea glauca* (Moench). Stimulačný efekt organického materiálu (humus, hrabanka) na rast semenáčikov uvádzajú HALLSBY (1994) a REPÁČ (1996). Obsah organického materiálu v substráte zlepšuje tiež podmienky pre vývoj EKM húb. Rozdielny režim hnojenia a závlahy v lesnej škôlke môže ovplyvniť tiež morfológiu koreňov krytokorenných semenáčikov (JACOBS et al. 2004).

Aplikácia hubového prípravku Mycorrhizaroots do rastového substrátu v našom pokuse pôsobila na rast semenáčikov mierne inhibične. Rozdiely v porovnaní s kontrolným variantom však neboli signifikantné ($P > 0,05$) a pri žiadnom biometrickom ukazovateli nepresiahli 7 %. Naopak, pri prípravku Ectovit sa potvrdil jeho pozitívny, štatisticky významný ($P \leq 0,05$) vplyv na rastové procesy. Parametre semenáčikov inokulovaných Ectovitom boli väčšie v priemere o 11 % (porovnanie s kontrolným variantom) resp. o 16 % (porovnanie s prípravkom Mycorrhizaroots). V prípade hrúbky koreňového krčka a výšky semenáčikov bola zistená štatisticky významná ($P \leq 0,05$) interakcia medzi substrátom a aplikovaným prípravkom (tab. 1). Semenáčky rastúce na substráte Litva, inokulovanom Ectovi-

tom, mali signifikantne väčšie hrúbky ako semenáčky kontrolného variantu a variantu s prípravkom Mycorrhizaroots na tom istom substráte; pri výške bol zistený významný rozdiel len medzi semenáčikmi s Ectovitom a prípravkom Mycorrhizaroots (obr. 1a,b). Naopak, mierne negatívny účinok symbiotických húb v prípravkoch Ectovit a Ectorize na rast voľnokorenných semenáčikov borovice lesnej konštatuje vo svojich prácach REPÁČ (2007) a REPÁČ et al. (2010a,b). Pri smreku obyčajnom bol v pokusoch s inokuláciou obalených semenáčikov zaznamenaný tiež



Obr. 1a,b: Hrúbka koreňového krčka a výška jednorokých krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného na rôznych substrátoch inokulovaných komerčnými hubovými prípravkami Ectovit a Mycorrhizaroots. Odlišné písmená znamenajú štatisticky rozdielne hodnoty medzi kombináciami substrátov a hubových prípravkov ($P \leq 0,05$)

Root collar diameter and stem height of 1-year-old containerized Norway spruce seedlings in different substrates inoculated with fungal commercial products Ectovit and Mycorrhizaroots. Different letters indicate statistically different values between substrates and fungal products combinations ($P \leq 0.05$)

nižší podiel mykoríz, v porovnaní s voľnokorennými semenáčikmi (REPÁČ 2000). Je to pravdepodobne dôsledok ideálnych podmienok pre rast semenáčikov (vysoký obsah živín, optimálna teplota a vlhkosť, neobmedzený životný priestor semenáčikov), čo znižuje potrebu premeny korieňkov na mykorízy (KROPP a LANGLOIS 1990). V pokuse s krytokorennými semenáčikmi *Pseudotsuga menziesii* ovplyvnila vyššia miera hnojenia pozitívne tiež abundanciu ektomykoríz *R. colossus* a *R. vinicolor* (CASTELLANO et al. 1985). Hodnotenie biometrických parametrov semenáčikov bude rozšírené o chemické analýzy substrátov a asimilačných orgánov, fyziologické parametre a hodnotenie ektomykoríz.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu VEGA 1/0516/09.

LITERATÚRA

- BARTOŠ J., JURÁSEK A., RÁČKOVÁ E. 2007. Ekonomické aspekty použitia krytokořeného sadebného materiálu buku. In: SANIGA M., JALOVIAR P., KUCBEL S. (eds): Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 163-169.
- BERNIER P. Y., GONZALEZ A. 1995. Effects of the physical properties of *Sphagnum* peat on the nursery growth of containerized *Picea mariana* and *Picea glauca* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10: s. 176-183.
- CASTELLANO M. A., TRAPPE J.M., MOLINA R. 1985. Inoculation of container-grown Douglas-fir seedlings with basidiospores of *Rhizopogon vinicolor* and *R. colossus*: effects of fertility and spore application rate. *Canadian Journal of Forest Research*, 15: s. 10-13.
- HALLSBY G. 1994. The influence of different forest organic matter on the growth of one-year old planted Norway spruce seedlings in a greenhouse experiment. *New Forests*, 8: s. 43-60.
- JACOBS D. F., ROSE R., HAASE D. L., ALZUGARAY P.O. 2004. Fertilization at planting impairs root system development and drought avoidance of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings. *Annals of Forest science*, 61: s. 643-651.
- JALOVIAR P. 2010. Vplyv aplikácie alginitu na morfológiu koreňov semenáčikov smreka. In: SUŠKOVÁ M., DEBNÁROVÁ G. (eds): Aktuálne problémy lesného škôlkárstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2010. Zvolen, Národné lesnícke centrum: s. 131-137.
- KROPP B. R., LANGLOIS C. G. 1990. Ectomycorrhizae in reforestation. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: s. 438-451.
- MÖTTÖNEN M., LEHTO T., APHALO P. J. 2001. Growth dynamics and mycorrhizas of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings in relation to boron supply. *Trees*, 15: s. 319-326.
- OLESKOG G., GRIP H., BERGSTEN U., SAHLÉN K. 2000. Seedling emergence of *Pinus sylvestris* in characterized seedbed substrates under different moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research*, 30: s. 1766-1777.
- QUEREJETA J. I., ROLDÁN A., ALBALADEJO J., CASTILLO V. 1998. The role of mycorrhizae, site preparation, and organic amendment in the afforestation of

- a semi-arid mediterranean site with *Pinus halapensis*. Forest Science, 44: s. 203-211.
- REPÁČ I. 1996. Effects of forest litter on mycorrhiza formation and growth of container-grown Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings. Lesnictví, 42: s. 317-324.
- REPÁČ I. 2000. Mykorrhízna symbióza lesných drevín a jej uplatnenie v škôlkárstve. Vedecké štúdie 8/2000/A. Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, Zvolen: 69 s.
- REPÁČ I. 2007. Ectomycorrhiza formation and growth of *Picea abies* seedlings inoculated with alginate-bead fungal inoculum in peat and bark compost substrates. Forestry, 80: s. 517-530.
- REPÁČ I., SARVAŠOVÁ I., VENCURIK J. 2010a. Testovanie biopreparátov aplikovaných do substrátu pri pestovaní smreka obyčajného a borovice lesnej. In: SUŠKOVÁ M., DEBNÁROVÁ G. (eds): Aktuálne problémy lesného škôlkárstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2010. Zvolen, Národné lesnícke centrum: s. 65-73.
- REPÁČ I., TUČEKOVÁ A., SARVAŠOVÁ I., VENCURIK J., HALÁK A., SLAMKA M. 2009. Hodnotenie vývoja výsadiieb na kalamitnej ploche v Tatrách po prvom vegetačnom období. In: TUŽINSKÝ L., GREGOR J. (eds): Vplyv vetrovej kalamity na vývoj lesných porastov vo Vysokých Tatrách: analýza abiotických procesov a vývoja lesných porastov po vetrovej kalamite v Tatrách. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 175-184.
- REPÁČ I., VENCURIK J., SARVAŠOVÁ I. 2010b. Vplyv aplikácie mikrobiálnych prípravkov do rastového substrátu na rast semenáčikov borovice lesnej. In: KNOTT R., PEŇÁZ J., VANĚK P. (eds): Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních. Brno, Mendelova univerzita v Brně: s. 113-120.
- RINCÓN A., PARLADÉ J., PERA J. 2005. Effects of ectomycorrhizal inoculation and the type of substrate on mycorrhization, growth and nutrition of containerized *Pinus pinea* L. seedlings produced in a commercial nursery. Annals of Forest science, 62: s. 817-822.
- SARVAŠOVÁ I. 2005. Pôdne kondicionéry – využitie pre regeneráciu a stabilizáciu pôd. In: SANIGA M., JALOVIAR P. (eds): Actual problems of silviculture. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 211-216.
- SARVAŠOVÁ I. 2007. Pôsobenie pôdnych kondicionérov na rast a ujetie sadenic smreka obyčajného a jedle bielej. In: SANIGA M., JALOVIAR P., KUCBEL S. (eds): Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 163-169.
- TAMMI H., TIMONEN S., SEN R. 2001. Spatiotemporal colonization of Scots pine roots by introduced and indigenous ectomycorrhizal fungi in forest humus and nursery *Sphagnum* peat microcosms. Canadian Journal of Forest Research, 31: s. 746-756.
- TUČEKOVÁ A., LONGAUEROVÁ V. 2008. Vplyv ekologických a mikrobiologických prípravkov na zdravotný stav a rast drevín v juvenilnom štádiu v oblasti kalamitných holín Kysúc. In: PRKNOVÁ H. (eds): Pěstování lesů na počátku 21. století. Kostelec nad Černými lesy, ČZU Praha.
- VAAARIO L., TERVONEN A., HAUKIOJA K., HAUKIOJA M., PENNANEN T., TIMONEN S. 2009. The effect of nursery substrate and fertilization on the growth and ecto-

mycorrhizal status of containerized and outplanted seedlings of *Picea abies*.
Canadian Journal of Forest Research, 39: s. 64-75.

Adresa autorů:

Doc., Ing. Ivan Repáč, Ph.D.,

Ing. Jaroslav Vencurik, Ph.D.,

Ing. Miroslav Balanda,

Technická univerzita vo Zvolene,

Lesnícka fakulta,

Katedra pestovania lesa,

T.G. Masaryka 24, SK-96053 Zvolen

Slovenská republika

e-mail: repac@vsld.tuzvo.sk, vencurik@vsld.tuzvo.sk, balanda@tuzvo.sk

