

RŮST JEDNOLETÝCH KRYTKOŘENNÝCH SEMENÁČKŮ VÝŠKOVÉ TŘÍDY 51-80 CM V OBDOBÍ 3 ROKY PO VÝSADBĚ

GROWTH OF ONE-YEAR CONTAINER-GROWN SEEDLINGS OF HEIGHT CLASS 51-80 CM THREE YEARS AFTER PLANTING

JARMILA NÁROVCOVÁ ✉

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, CZ - 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: narovcova@vulhmop.cz

ABSTRACT

One-year container-grown seedlings of broadleaved tree species of height class 51–80 cm were subjected to statistical analysis in order to test a hypothesis whether it is possible to obtain the sets of plants showing identical morphological parameters by grading before dispatch. The measured values of European beech increment in the first and second year after reforestation show that the increment of containerized plants is identical. The seedlings after planting do not undergo transplant shock in contrast to bare-rooted seedlings, but they already show a progressive increment in the first year after planting. Broadleaved tree species are evaluated after three years from planting into holes bored with an auger. Destructive analyses of nursery plants and plantings with respect to the expansion of root systems were performed. Three years after planting the aboveground parts of European beech doubled the height of shoots and root collar diameter. The pedunculate oak plantings show doubling of main morphological parameters even two years after planting.

Klíčová slova: krytkořenné semenáčky, listnaté dřeviny, umělá obnova lesa, výšková třída 51–80 cm

Key words: container-grown seedlings, broadleaved tree species, artificial reforestation, height class 51–80 cm

ÚVOD

Krytkořenný sadební materiál pěstovaný technologií „na vzduchovém polštáři“ je v evropském lesnictví zastoupen vysokým podílem (RANTALA et al. 1996; SZABLA 2002; MARIOTTI et al. 2015) a v podmínkách České republiky (ČR) vykazuje stoupající tendenci (NERUDA, ŠVENDA 2000; JURÁSEK et al. 2004). Umělá obnova lesa v ČR se zajišťuje, v průměru posledních 10 let, na výměře 20 tis. ha. Aktuální strategie umělé obnovy lesa preferuje užití krytkořenných výpěstků ve vazbě na příznivé podmínky obnovované lokality (LIDICKÝ et al. 2015). Současné enormní výkyvy průběhu denních teplot, dlouhotrvající suchá období s vysokými teplotami, nebo naopak přívalové srážky či přízemní mrazíky přispívají k postupnému snižování objemu prostokořenného sadebního materiálu a rozšíření pěstování a užití krytkořenných výpěstků (CAFOUREK 2015). Krytkořenný sadební materiál se totiž ukazuje být odolnější vůči periodám sucha (GROSSNICKLE, EL-KASSABY 2016). V souvislosti s rostoucím podílem krytkořenného sadebního materiálu lesních dřevin užitého k obnově lesa a zalesňování zůstává v popředí zájmů lesních hospodářů při obnově lesa dynamika růstu těchto krytkořenných výpěstků po výsadbě na trvalé stanoviště.

Cílem předkládaného příspěvku je (1) posoudit, zda výběrové soubory ručně tříděného krytkořenného sadebního materiálu dané výško-

vé třídy vykazují odlišnosti svých morfologických charakteristik a (2) stanovit vybrané parametry růstu jednoletých krytkořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm, sledovaných bezprostředně po výsadbě na trvalé stanoviště po dobu tří let.

MATERIÁL A METODIKA

Jednoleté krytkořenné semenáčky listnatých dřevin (buk lesní, dub letní) byly napěstovány ve školkařském zázemí Výzkumné stanice Opočno v průběhu let 2012–2013. Dle výšky nadzemních částí a tloušťky kořenového krčku byly semenáčky vytříděny pro rozpětí výšky nadzemních částí 51–80 cm, s povolenou tolerancí ± 5 cm dle ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*. Pro tuto výšku nadzemních částí je pro předmětné dřeviny požadována tloušťka kořenového krčku 7 mm, s povolenou tolerancí minus 1 mm.

K ověření hypotézy, zda ručním tříděním sadebního materiálu lesních dřevin získáme soubory rostlin shodných či rozdílných parametrů, byla zařazena destruktivní morfologická analýza tříděné produkce s následným statistickým vyhodnocením. Destrukční morfologická analýza zahrnovala neopomenutelné parametry standardního souboru sadebního materiálu, tj. tloušťku kořenového krčku, výšku nadzemních částí, poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemních částí,

nepřípustné deformace kořenových systémů doplněné o parametr podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému. Předmětný sadební materiál je označován jako jednoleté krytkořenné semenáčky, pěstované v umělém krytu technologií „vzduchového polštáře“ (pěstební vzorec fv1+0). Destrukční analýzy školkařské produkce byly provedeny vždy na souborech o 100 kusech rostlin, hodnoceny byly dva soubory buku lesního a dva soubory dubu letního, celkově na 400 ks rostlinného materiálu. Statistická analýza souborů dat byla provedena v programu QC EXPERT- LABO, základní analýza souboru a párové porovnání nezávislých souborů na hladině významnosti 95 %.

Umělá obnova lesa při využití jednoletých krytkořenných výpěstků výškové třídy 51–80 cm byla provedena na plochách Boskovice (výsadby buku lesního) a Vranov (výsadby dubu letního). Plocha Boskovice se nachází v přírodní lesní oblasti Dražanská vrchovina v nadmořské výšce 630 m. Jedná se o klimaticky teplou oblast s průměrnou roční teplotou v rozmezí 8 °C až 9 °C, ročním úhrnem srážek 550 mm až 600 mm, délkou vegetační doby 150 až 165 dnů, půdním typem je kyselá kambizem. Okolí plochy tvoří vzrostlý smrkový porost, který zajišťuje ochranu obnovovaných dřevin vůči přímému působení klimatických vlivů. Příprava plochy (odklizení klestu) byla provedena ihned po uvolnění myceného smrkového porostu, v době výsadby byla plocha bez rostlinného pokryvu.

Plocha Vranov se nachází v přírodní lesní oblasti Předhoří Orlických hor v buko-dubovém lesním vegetačním stupni, v nadmořské výšce

280 m. Jedná se o bohatou bukovou doubravu, lesní půdní typ 2B. Klimatické poměry jsou ovlivněny blízkostí Orlických hor, průměrná roční teplota je 7,5 °C, průměrný roční úhrn srážek 630 mm, délka vegetační doby 165 dnů.

Výsadby krytkořenných výpěstků probíhaly v pozdně podzimním období roku 2012, při dostatečném množství vláh v půdě. Technologie výsadby byla zvolena mechanizovaná, za použití ručně nesených jednomužných jamkovačů s vrtákem o průměru 90 mm. Vrták byl dovybaven trny omezujícími ohlazování stěn jamek (obr. 1). Kompaktní kořenové systémy krytkořenných semenáčků byly vloženy do vrtaných jamek a okolní volný prostor jamky byl pečlivě zasypan zeminou, která byla vrtáním vynesena a promísená. Krytkořenné výpěstky byly vysazovány tak, aby objemové změny půdy v průběhu zimního období nepoškozovaly vysazené rostliny, tedy kořenový krček rostlin byl při výsadbě umístěn cca 2–3 cm pod povrchem půdy. Výpěstky byly vysazovány ve sponu 1 m × 1 m (10 000 ks/ha), každá z ploch zaujímá cca 0,5 ha, parametry růstu zahrnovaly tisíc jedinců na každé z ploch.

Po výsadbě na trvalá stanoviště byly každoročně (po dobu tří let) měřeny tyto charakteristiky: výška nadzemních částí a tloušťka kořenových krčků (výškové a tloušťkové přírůsty). Výškový přírůst buku lesního na ploše Boskovice v prvním a druhém roce byl statisticky vyhodnocen porovnáním dvou nezávislých výběrů. Pro 100 rostlin každého výběru sadebního materiálu byly vypočteny hodnoty aritmetického průměru, směrodatné odchylky a rozptylu. Na základě testů shody rozptýlů a shody průměrů byla testována shoda rozdělení.

Detailní destrukční analýza vzorníků, včetně kořenových systémů, byla provedena před výsadbou a ve třetím roce po výsadbě. Vyzedávání dřevin z půdy bylo prováděno ručně za pomoci rýče či sekero-motyky. Kulové kořeny dubu letního byly velice mohutné, v hloubce 20 cm se jejich tloušťka pohybovala mezi 0,5 cm a 1 cm, mohutnost kořenových systémů byla měřena (pro dub letní) pouze do hloubky 20 cm. Detailní analýzy zpracovávaly tyto charakteristiky: délka kulového kořene, deformace kořenů, poměr sušiny kořenového systému k sušině nadzemních částí a tvar nadzemních částí a kořenových systémů. Tvar nadzemních částí zahrnoval (A) dominantní výhon s větvením v dolní části kmínku, (B) dominantní výhon s větvením po celé délce kmínku a (C) dominantní výhon s větvením v apexu. Tvar kořenových systémů tvořily (a) silný kulový kořen nebo (b) kořenové panohy (dle schematického znázornění, viz NÁROVCOVÁ 2015).

VÝSLEDKY

Hodnoty aritmetického průměru, směrodatné odchylky a rozptylu dvou výběrů sadebního materiálu pro hodnocené dřeviny uvádí tab. 1. Testy shody rozptýlů a shody průměrů stanovují shodu rozdělení ve všech sledovaných parametrech morfologické kvality (výška nadzemních částí, tloušťka kořenového krčku, poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části, podíl jemných kořenů v objemu celého kořenového systému). Párovým porovnáním souborů tříděného materiálu dílčích druhů dřevin, na základě testu shody rozptýlů, shody průměrů a dobré shody rozdělení, bylo prokázáno, že ručním tříděním krytkořenného sadebního materiálu v lesní školce získáme soubory rostlin shodných morfologických parametrů. Nepřípustné deformace kořenových systémů krytkořenných semenáčků nebyly zaznamenány.

Statistická analýza hodnot přírůstu buku lesního v prvních dvou letech po výsadbě (plocha Boskovice) metodou porovnání dvou nezávislých výběrů vykazuje na hladině významnosti 0,05 pro průměry hodnot ročního přírůstu prvním rokem po výsadbě (18,6 cm, směrodatná odchylka 6,0) a druhým rokem po výsadbě (17,7 cm, směrodatná odchylka 6,5) testy se závěry shody rozptýlů, shody průměrů a shody rozdělení. Z výsledku analýzy vyplývá, že přírůst krytkořenných výpěstků buku lesního prvním i druhým rokem po výsadbě na trvalé stanoviště nevykazuje rozdíl a činí 18 cm. Náhledy odrůstání plochy Boskovice v prvních dvou letech po výsadbě přibližuje obr. 2.



Obr. 1. Konstrukční úpravy půdních vrtáků pro výsadbu lesních dřevin zamezující ohlazování stěn vrtaných jamek

Fig. 1. The adaptation of a soil borer was designed to reduce compression of soil inside the walls of planting holes

Průměrné hodnoty destrukčních morfologických analýz buku lesního a dubu letního v období tří let po výsadbě na plochy Boskovic a Vranov jsou uvedeny v tab. 2 a 3, detail kořenových systémů na obr. 3 a 4.

Deformace kořenových systémů krytokořených semenáčků buku lesního nebyly zaznamenány, stejně tak nebyly zaznamenány deformace rozrůstání kořenových systémů po třech letech po výsadbě. Kořenové systémy jednoletých krytokořených semenáčků buku lesního v době výsadbě byly z 98% podílu tvořeny pozitivně geotropicky rostoucím hlavním křovím kořenem, v období 3 roky po výsadbě byl pozitivně geotropicky rostoucí křoví kořen zastoupen v 80 %, kořenové pano-

hy pak u 20 % hodnocených jedinců. Nadzemní části v době výsadbě představuje dominantní terminální výhon pouze s krátkými větvemi u báze kmínku, po třech letech po výsadbě dominantním stále zůstává terminální výhon s větvením po celé délce kmínku. Snižující se poměr sušiny kořenového systému k sušiny nadzemních částí po výsadbě odpovídá změně této charakteristiky s výškou nadzemních částí (ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*).

Kořenové systémy dubu letního v době výsadbě představovaly 96% podíl pozitivně geotropicky rostoucího hlavního kořene, v období 3 roky po výsadbě pak byl pozitivně geotropicky rostoucí křoví kořen zastoupen v 90 %, kořenové pano-

Tab. 1.

Průměrné hodnoty morfologických parametrů souborů tříděné školkařské produkce
Average values of morphological parameters of sorted nursery production sets

	Buk lesní/European beech		Dub letní/Pedunculate oak	
	Výška nadzemních částí/Shoot height (cm)			
	Soubor 1/File 1	Soubor 2/File 2	Soubor 3/File 3	Soubor 4/File 4
Aritmetický průměr/Arithmetic mean	60,8	61,2	60,7	58,9
Směrodatná odchylka/Standard deviation	6,34	4,95	6,45	5,86
Rozptyl/Variance	40,2	24,5	41,7	34,4
Tloušťka kořenového krčku/Root collar diameter (mm)				
Aritmetický průměr/Arithmetic mean	7,1	7,2	7,4	7,6
Směrodatná odchylka/Standard deviation	0,9	0,87	0,85	0,91
Rozptyl/Variance	0,82	0,77	0,73	0,83
Poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části/ Root/shoot volume ratio (-)				
Aritmetický průměr/Arithmetic mean	0,86	0,90	1,07	1,12
Směrodatná odchylka/Standard deviation	0,18	0,19	0,24	0,25
Rozptyl/Variance	0,03	0,03	0,06	0,06
Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému/ Proportion of the volume of fine roots in the root system volume (-)				
Aritmetický průměr/Arithmetic mean	21,1	21,3	18,9	18,8
Směrodatná odchylka/Standard deviation	4,71	5,41	4,2	2,74
Rozptyl/Variance	22,19	29,31	17,69	7,52



Obr. 2.

Odrůstání buku lesního v prvním roce (vlevo) a ve druhém roce (vpravo) po výsadbě

Fig. 2.

Growing up of European beech in the first year (left) and in the second year (right) after planting

Deformace kořenů napěstovaných jednoletých semenáčků nebyly zjištěny, deformace kořenů po třech letech po výsadbě zaznamenávají 2% podíl. Nadzemní části dubu letního v době výsadby jsou představovány dominantním terminálním výhonem pouze s krátkými větvemi u báze kmínku, po třech letech po výsadbě pak jsou větvené po celé délce kmínku, dominantním stále zůstává terminální výhon (92 %), větvení ve vrcholové části rostlin vykazovalo 8% podíl. Poměr sušiny kořenového systému k sušině nadzemních částí dubu letního vykazuje po třech letech po výsadbě stoupající podíl kořenů.

DISKUSE

Třídění sadebního materiálu před expedicí (před výsadbou na trvalé stanoviště) je v lesních školkách prováděno ručně. Třídění je prováděno dle kritéria výška nadzemních částí a tloušťka kořenového krčku. Pro krytokořenný sadební materiál bylo ověřeno, že tříděním dílčího oddílu v lesních školkách získáme soubory rostlin vykazujících shodné parametry. Malá míra morfologické proměnlivosti krytokořenného

sadebního materiálu vyplývá z již samotného výběru osiva pro technologii pěstování na „vzduchovém polštáři“ (NĚMEC 2015), zásadním zůstává absence kořenových deformací krytokořenného sadebního materiálu při dodržování zásad pěstování (NĚMEC et al. 2014). Rizika deformací kořenových systémů krytokořenných výpěstků se respektováním zásad pěstování výrazně snižují v porovnání s obdobím zavádění těchto technologií do výroby (MAUER, PALÁTOVÁ 2004), kde deformované kořeny zahrnovaly až 62 % hodnocených krytokořenných výpěstků.

Roční přírůst krytokořenných semenáčků buku lesního v prvním a druhém roce po výsadbě v lokalitě Boskovice je statisticky shodný. Krytokořenné výpěstky neprochází tzv. povýsadbovým šokem, již v prvním roce po výsadbě vykazují progresivní výškový přírůst. Při obnově prostokořenným sadebním materiálem se povýsadbový šok očekává a téměř vždy nastupuje (KRIEGEL 2002; HOBZA et al. 2008). Krytokořenný sadební materiál má celou řadu biologických i ekonomických výhod, na prvním místě je ochrana kořenů rostlin substrátem v období manipulace se sadebním materiálem, současně s rych-

Tab. 2.

Hodnoty morfologických parametrů buku lesního v období výsadby a po třech letech po výsadbě (destrukční analýzy)
The values of morphological parameters of European beech at the time of planting and three years after planting

Buk lesní – plocha Boskovice/European beech – Boskovice plot		
	Výsadba/Planting	3 roky po výsadbě/ 3 years after planting
Výška nadzemních částí/Height (cm)	45	87
Výškový přírůst v letech po výsadbě/ Height increment in years after planting (cm)	-	18 (1. rok) 18 (2. rok) 21 (3. rok)
Tloušťka kořenového krčku/Root collar diameter (mm)	6	13
Délka kúlového kořene/Taproot length (cm)	17	37
Tvar kořenových systémů/Shape of root systems	98 % a, 2 % b	80 % a, 20 % b
Deformace kořenů/Root deformation	nezjištěny/not found	nezjištěny/not found
Tvar nadzemních částí/Shape of aboveground parts	96 % A, 4 % B	70 % C, 30 % B
Poměr sušiny kořenového systému k sušině nadzemních částí/ Root/shoot dry matter ratio	0,83	0,50

Tab. 3.

Hodnoty morfologických parametrů dubu letního v období výsadby a po třech letech po výsadbě (destrukční analýzy)
The values of morphological parameters of pedunculate oak at the time of planting, and 3 years after planting

Dub letní – plocha Vranov/Pedunculate oak – Vranov plot		
	Výsadba/Planting	3 roky po výsadbě/ 3 years after planting
Výška nadzemních částí/Shoot height (cm)	45	130
Výškový přírůst/Height increment (cm)	-	22 (1. rok) 36 (2. rok) 40 (3. rok)
Tloušťka kořenového krčku/ Root collar diameter (mm)	6,1	8,5 (1. rok) 12,5 (2. rok) 18,5 (3. rok)
Délka kúlového kořene/Taproot length (cm)	18	nestanoveno
Tvar kořenových systémů/Shape of root systems	96 % a, 4 % b	90 % a, 10 % b
Deformace kořenů/Root deformation	nezjištěny	2 %
Tvar nadzemních částí/Shape of aboveground parts	94 % A, 5 % B, 1 % C	92 % A, 8 % C
Poměr sušiny kořenového systému k sušině nadzemních částí/ Root/shoot dry matter ratio	0,97	1,24



Obr. 3.
Kořenové systémy buku lesního v období 3 roky po výsadbě
Fig. 3.
Root systems of European beech 3 years after planting



Obr. 4.
Kořenové systémy dubu letního v období 3 roky po výsadbě
Fig. 4.
Root systems of pedunculate oak 3 years after planting

lou adaptací na nové prostředí (LANDIS et al. 1993; ŠMELKOVÁ 2004). Úspěšnost obnovy lesa a rychlé překonání šoku z výsadby je zásadně ovlivněna kvalitou kořenového systému (DAVIDS, JACOBS 2005). Dobré ujmavosti a odolnosti krytokořenných výsadb lze dosáhnout vyváženou výživou krytokořenných výpěstků v lesních školkách (ALDHOUS, MASON 1994). Vyvážené intenzivní hnojení krytokořenných semenáčků lesních dřevin v průběhu pěstování v lesních školkách nemá negativní účinek na odolnost k nepříznivým vlivům, působícím po výsadbě na trvalé stanoviště (BARTOŠ et al. 2006). Listnaté dřeviny velmi dobře reagují na intenzivní růstové podmínky intenzivních školkařských technologií (VOIGT, BRANDT 1985), v porovnání s prostokořenným materiálem je pak po výsadbě zaznamenána rychlejší intenzita růstu (výškový a tloušťkový přírůst) v nížinách i horských polohách (JURÁSEK, BARTOŠ 2004). Použitím krytokořenných výpěstků jsou vykazovány nižší ztráty po výsadbě, s tím související nižší náklady na opakovanou obnovu ploch (vylepšování) a vzhledem k progresivnímu výškovému přírůstu také zkrácení ošetřování kultur po výsadbě minimálně o jeden rok (SZABLA 2003). Výšková třída 51–80 cm listnatých krytokořenných semenáčků (JURÁSEK et al. 2012) je nedílnou součástí spektra krytokořenného sadebního materiálu produkovaného v lesních školkách. Z předložených výsledků vyplývá, že třetím rokem po výsadbě jednoletých krytokořenných semenáčků buku lesního došlo ke zdvojnásobení výšky nadzemních částí původně vysazovaných rostlin a téměř také ke zdvojnásobení tloušťky kořenového krčku, u dubu letního bylo zdvojnásobení tloušťky kořenového krčku i výšky nadzemních částí dosaženo již v průběhu dvou let.

Hloubení výsadbových jamek vrtákem o průměru 9 cm zajistilo dostatečný výsadbový prostor pro vložení krytokořenných kořenových systémů, dostatečnou hloubku pro výsadbu, kypré dno výsadbové jamky (při vrtání se na dno výsadbové jamky sesype část vyvrtané zeminy, vrtákem utužené dno je tedy zasypano kyprou zemí) a při dovybavení vrtáků o trny zamezujícími ohlazování stěn vrtaných jamek (NÁROVCOVÁ, KUNEŠ 2014) se kořenové systémy po výsadbě rozrůstaly bez deformací. Využití ručně neseného vrtáku při výsadbě krytokořenných výpěstků vede nejen ke stále kvalitě práce (přibližně stejná hloubka a šířka vrtaných jamek), ale také zvyšuje denní výkon sazení. Důležitým aspektem pro využití mechanizace při výsadbách krytokořenných výpěstků je snížení časové náročnosti, které nabývá významu především v jarním období. Míru deformace kořenů vlivem nevhodných typů pěstebních obalů krytokořenných dřevin testovali např. GINGRAS et al. 2002, kteří nezjistili pět let po výsadbě průkazné rozdíly v růstu nadzemní i podzemní části u sazenic různých dřevin vypěstovaných v rozdílných typech pěstebních obalů. Autoři také doporučují vysazovat krytokořenné sazenice mírně hlouběji.

V souladu s trendem zvyšování podílu krytokořenných sazenic v severských zemích, kde dosahuje 80 % všech pěstovaných sazenic (SZABLA, PABIAN 2009), lze předpokládat postupný nárůst produkce a užití krytokořenného sadebního materiálu také v ČR. Výsadby listnatých dřevin v podzimním období mohou být operativně přizpůsobeny vláhovým poměrům daných lokalit, v případě sucha je možné výsadbu odložit do pozdního podzimního termínu, kdy v podmínkách ČR jsou srážkové úhrny téměř jisté (listopad, prosinec). S nástupem zimy zpravidla dojde k přirozenému zvýšení zásoby vody v půdě díky srážkovým úhrnům podzimního období. Podzimní výsadba je spojená s maximálním využitím zimní vláhky k nastartování obnovy růstu na počátku vegetačního období. Současně při podzimních výsadbách jsou minimalizovány náklady na skladování, neboť dopěstované krytokořenné semenáčky jsou bezodkladně v podzimním období vysázeny. Je nutné zajistit, aby kořeny dočasně založených krytokořenných výpěstků nebyly poškozeny mrazovými teplotami (JURÁSEK et al. 2010).

ZÁVĚR

Růst jednoletých krytokořenných listnatých semenáčků v lesní školce je vyrovnaný, ručním tříděním daného pěstebního oddílu krytokořenného sadebního materiálu do souborů (výškových tříd) získáváme soubory nevykazující rozdíly morfologických parametrů, a to jak parametry třídících kritérií (výška nadzemních částí, tloušťka kořenového krčku), tak parametry objemu kořenových systémů k nadzemním částem a podílu objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému.

Odrůstání jednoletých krytokořenných semenáčků buku lesního a dubu letního bezprostředně po výsadbě je charakterizováno progresivním růstem. Třetím rokem po výsadbě došlo ke zdvojnásobení výšky nadzemních částí původně vysazovaných rostlin a také ke zdvojnásobení původní tloušťky kořenového krčku buku lesního; zdvojnásobení tloušťky kořenového krčku i výšky nadzemních částí v průběhu dvou let vykazuje výsadba dubu letního. Roční přírůst krytokořenných semenáčků buku lesního v prvním a druhém roce po výsadbě nevykazuje statistický rozdíl, krytokořenné výpěstky po výsadbě neprocházejí povýsadbovým šokem. Krytokořenné výpěstky nevykazovaly kořenové deformace, a to jak ve fázi napěstování sadebního materiálu, tak v období tří let po výsadbě do jamek hloubených vrtákem s konstrukční úpravou zamezující ohlazování stěn vrtaných jamek.

Poděkování:

Příspěvek je výsledkem řešení projektu TA02020335 „Produkce a užití jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm“, který finančně podpořila Technologická agentura České republiky.

LITERATURA

- ALDHOUS J.R., MASON W.L. 1994. Forest nursery practice. Forestry Commission Bulletin 111. London, HMSO: 268 s.
- BARTOŠ J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., NÁROVCOVÁ J. 2006. Fyziologické aspekty růstu výsadb buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) ve vztahu k různé intenzitě hnojení ve školce. In: Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Research results presented on international scientific conference supported by research project MZe-0002070201 "Stabilization of the forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity under changing ecological conditions". Opocno 5.–6. 9. 2006. Ed. A. Jurásek et al. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice Opocno: 115–123.
- CAFOUREK J. 2015. Současný stav lesního školkařství. In: Quo vadis lesnictví – I. Kam kráčíš lesní semenářství a školkařství? Brno, Česká lesnická společnost: 52–58.
- ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 23 s.
- DAVIDS A.S., JACOBS D.F. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 30: 295–311.
- GINGRAS B.M., RICHARD S., ROBERT N. 2002. Performance de cinq ans en plantations comparatives de plants résineux de fortes dimensions et de feuillus cultivés dans des récipients a parois ajourées. Sainte-Foy, Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière: 100 s.
- GROSSNICKLE S.C., EL-KASSABY Y.A. 2016. Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. *New Forests*, 47 : 1–51.
- HOBZA P., MAUER O., POP M. 2008. Current use of European beach (*Fagus sylvatica* L.) for artificial regeneration of forest in the air-polluted areas. *Journal of Forest Science*, 54 (4): 139–149.

- JURÁSEK A., BARTOŠ J. 2004. Dosavadní zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu buku pěstovaného ve školce intenzivními postupy. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. [Kostelec nad Černými lesy], Lesnická práce: 57–64.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., NÁROVCOVÁ J. 2004. Problematika použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin z intenzivních školkařských technologií v podmínkách České republiky. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. [Kostelec nad Černými lesy], Lesnická práce: 6–15.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., LEUGNER J. 2010. Manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce až po výsadbu. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 34 s. Lesnický průvodce 5/2010.
- KRIEGEL H. 2002. Snaha o vypěstování některých cenných listnáčů a hospodářských dřevin výsadbou do smrkové mlaziny určené k postupné likvidaci. Zprávy lesnického výzkumu, 47: 195–198.
- LANDIS T.D., TINUS R.W., McDONALD S.E., BARNETT J.P. 1993. The container tree nursery manual. Volume 2. Containers and Growing Media. Washington, USDA Forest Service: 87 s.
- LIDICKÝ V., NEZNAJOVÁ Z., DOHNANSKÝ T. 2015. Současný stav lesního semenářství. In: Quo vadis lesnictví – I. Kam kráčíš lesní semenářství a školkařství? Česká lesnická společnost: 48–51.
- MARIOTTI B., MALTONI A., CHIARABAGLIO P.M., GIORCELLI A., JACOBS D.F., TOGNETTI R., TANI A. 2015. Can the use of large, alternative nursery containers aid in field establishment of *Juglans regia* and *Quercus robur* seedlings? New Forests, 46: 763–794.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 2004. Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. [Kostelec nad Černými lesy], Lesnická práce: 22–26.
- NÁROVCOVÁ J., KUNEŠ I. 2014. Půdní vrták, zamezující ohlazování stěn sadebních jamek. Užité vzor č. 26570 zapsaný Úřadem průmyslového vlastnictví dne 06. 03. 2014. Majitel: VÚLHM, v. v. i., Jíloviště; ČZU v Praze, Praha – Suchdol.
- NÁROVCOVÁ J. 2015. Morfologické charakteristiky standardních jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm. Zprávy lesnického výzkumu, 60 (3): 165–170.
- NERUDA J., ŠVENDA A. 2000. Technický a technologický rozvoj v lesních školkách. Lesnická práce, 79 (3): 111–113.
- NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2014. Zásady pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 45 s. Lesnický průvodce 2/2014.
- NĚMEC P. 2015. Současný stav lesního semenářství. In: Quo vadis lesnictví – I. Kam kráčíš lesní semenářství a školkařství? Sborník přednášek. Praha, Česká lesnická společnost: 33–39.
- RANTALA J. et al. 1996. Economic evaluation of container models: Experiences and requirements. In: Päivinen, R. et al. (ed.): Large-scale forestry scenario models: experiences and requirements. Proceedings of the international seminar and summer school 15–22 June 1995, Joensuu, Finland. Joensuu, EFI proceedings 5.
- SZABLA K. 2002. Ekonomická produkce sazenic v kontejnerové školce Nadlesnictva Rudy Raciborskie. Lesnická práce, 81 (3): 126–128.
- SZABLA K. 2003. Ekonomické aspekty pěstování a použití kontejnerových sazenic v lesním hospodářství. In: Perspektivy pěstování krytokořenného sadebního materiálu v podmínkách České republiky po vstupu do EU. Sborník referátů. Dlouhá Loučka, 3. 9. 2003. S. l.: 5–13.
- SZABLA K., PABIAN R. 2009. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: 250 s.
- ŠMELKOVÁ L. 2004. Používání krytokořenného sadebního materiálu pěstovaného intenzivními technologiemi na Slovensku. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 16–21.
- VOIGT F., BRANDT R. 1985. Erste Ergebnisse zur Saatgutlagerung und Anzucht bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). Sozialistische Forstwirtschaft, 8: 168–170.

GROWTH OF ONE-YEAR CONTAINER-GROWN SEEDLINGS OF HEIGHT CLASS 51-80 CM THREE YEARS AFTER PLANTING

SUMMARY

One-year container-grown seedlings of partial species of broadleaved tree species were subjected to statistical analysis to test a hypothesis whether by grading before dispatch it is possible to obtain the sets of plants showing identical morphological parameters. The results of the tests demonstrate the fits of the test for variances, of the test of fit of the means and of the test of the goodness of fit of distribution. The methods of the statistical analysis proved that by grading of container-grown planting material in a forest nursery the sets of plants with identical morphological parameters are obtained.

A part of plants were destructively analysed after nursery production, another part was planted during forest regeneration in the Boskovice plot (Drahanská vrchovina upland) and in the Vranov plot (the Orlické hory Piedmont), Czech Republic. Plants were set out into bore holes, using hand-operated one-man hole diggers with augers of 90 mm width, depth of ca. 20 cm. Container-grown plants were set out "to a greater depth" to avoid damage caused by volume changes of soil during the winter season.

After three years from planting, the beech planting shows twofold height of shoots (average value of 87 cm) and twofold diameter of root collar (average value of 13 mm) in the originally planted seedlings. For the measured values of European beech increment in the first and second year after reforestation a statistical analysis in the QC EXPERT – LABO programme was run: a comparison of two samplings when on a 0.05 significance level for the means of the values of annual increments 18.6 and 17.7 it results that the increment of container-grown plants of European beech in the first and second year after planting onto a permanent site is identical, amounting to 18 cm. The container-grown seedlings after planting do not undergo transplant shock (contrary to the bare-rooted planting material) but as soon as in the first year after planting they show a progressive increment.

The digging of planting holes with an auger created a sufficient planting space for the insertion of container-grown root systems, sufficient depth for planting, loose soil on the bottom of the planting hole (during digging a part of the dug soil falls on the bottom of the planting hole, i.e. the bottom compacted by an auger is sprinkled with loose soil), and if the augers are equipped with pins preventing the smoothing of the dug holes, the expansion of root systems after planting is characterized by the absence of root deformations. An important prerequisite of the absence of root deformations is container-grown planting material produced in accordance with the principles of growing one-year container-grown seedlings of the height class 51–80 cm (NĚMEC et al. 2014).

A detailed destructive analysis of sample plants including root systems was done before planting and then in the third year after planting. In the third year after planting of European beech the root collar diameter of the originally planted seedlings doubled while the original diameter of the root collar also nearly doubled, the root to shoot volume decreased after three years from planting, and the increase in the volume of European beech shoots exceeded the increase in the root volume. In the second year after planting of pedunculate oak the root collar diameter of the originally planted seedlings doubled. The products of photosynthesis were evenly distributed to roots and shoots after two years from planting of pedunculate oak. After 2 and 3 years from planting in different localities the mortality rate of broadleaved tree species did not exceed 8%. The root systems after planting into dug holes did not show any root deformations.

Zasláno/Received: 05. 01. 2016

Přijato do tisku/Accepted: 02. 11. 2016