

RŮSTOVÁ REAKCE SAZENIC JEDLE BĚLOKORÉ (*ABIES ALBA* MILL.) NA VYSYCHÁNÍ BĚHEM MANIPULACE A NA PROSTŘEDÍ PO VÝSADBĚ

GROWTH RESPONSE OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) YOUNG PLANTS ON DESICCATION DURING HANDLING WITH RESPECT TO CONDITIONS FOLLOWING OUTPLANTING

JAN LEUGNER  - JARMILA MARTINCOVÁ - ANTONÍN JURÁSEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, CZ - 517 73 Opočno

 e-mail: leugner@vulhmop.cz

ABSTRACT

Protection of plants at the time since lifting to planting from drying and excessive temperatures is essential for maintaining their physiological quality. In spring 2011, the transplants of silver fir (*Abies alba* Mill.) were deliberately exposed to specific weather conditions (desiccation) for 60 and 120 minutes. Subsequently, they were planted on shaded and unprotected bed. It was established that the roots lost their water 3 to 4 times faster than the above ground parts. Drying before planting caused a significant delay of bud flushing, both in the first and in the second year after planting. Improper handling significantly increased mortality in the first and second year after planting, especially on unshielded bed. Compared with control (no-stress conditions) seedlings, the significant reduction of the thickness and height growth was observed in both years. On a shaded bed the smaller influence of drying was observed.

Klíčová slova: jedle bělokora, *Abies alba*, sadební materiál, manipulace, vysychání, mortalita, růst

Key words: silver fir, *Abies alba*, planting stock handling, desiccation, mortality, growth

ÚVOD

Kritickou etapou v pěstování sadebního materiálu je období od vyzvednutí ve školce po výsadbu. Při nedostatečné ochraně před vlivem povětrnostních podmínek dochází často až k nevratnému poškození sazenic, což následně vede k úhynu nebo k výraznému omezení jejich růstu (RITCHIE 1986; DEANS et al. 1990; BALNEAVES, MENZIES 1990; GENC 1996).

Největší riziko představuje osychání kořenů. Na rozdíl od nadzemních částí nemají kořeny vyvinuty žádné mechanismy obrany proti ztrátě vody (LANDIS et al. 2010) a během manipulace se vyskytují mimo své přirozené půdní prostředí. Nejrychleji ztrácejí vodu jemné kořeny, které mohou být během expozice povětrnostním podmínkám nevratně poškozeny (INSLEY, BUCKLEY 1985; COUTTS 1981; BALNEAVES, MENZIES 1988) a účinky vysychání není možno odstranit ani namočením sazenic před výsadbou (TABBUSH 1987; ALDHOUS, MASON 1994). Jemné kořenové špičky mají vyšší obsah vody než dřevnaté kořeny a jsou k vysychání nejcitlivější.

Intenzita vysychání závisí na povětrnostních podmínkách, zejména na teplotě (MEXAL, SOUTH 1991). Důsledná ochrana sazenic před vysycháním a působením nadměrných teplot je proto základním předpokladem zachování fyziologické kvality sadebního materiálu až do výsadby.

Cílem tohoto příspěvku bylo posoudit dopady vystavení sazenic jedle bělokora povětrnostním podmínkám na jejich ujmavost a následný růst v době před výsadbou. Zároveň byla sledována i možnost ovlivnění růstu různými světelnými podmínkami po výsadbě – simulace podmínek na holinách nebo v podsadbách.

MATERIÁL A METODIKA

Na jaře 2011 byl v objektu výzkumné stanice Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v Opočně založen pokus se simulací nesprávné manipulace sadebního materiálu jedle bělokora (*Abies alba* Mill.). Použity byly běžně pěstované sazenice (pěstební vzorec 1,5+2,5, výška 26 až 35 cm, průměr kořenového krčku 6 mm, číslo uznané jednotky CZ-2-2B-JD-3111-10-3-P). Po krátkodobém skladování v klimatizovaném skladu byly sazenice roztrženy tak, aby v každé variantě vysychání byly rovnoměrně zastoupeny sazenice ze všech použitých svazků.

Vysychání sazenic jedle se uskutečnilo v poledních hodinách dne 7. 4. 2011 za radičního typu počasí. Sazenice byly umístěny na vyvýšených sítích a ponechány na slunci osychat. Byly zvoleny 2 doby vysychání: 60 a 120 minut (vysychání 1 a vysychání 2). V polovině doby vysychání byly sazenice obráceny. Teplota vzduchu v těsném sousedství sazenic se během vysychání pohybovala od 21 do 27 °C, vlhkost vzduchu byla 43–64 % relativní vzdušné vlhkosti (r. v. v.). Kontrolní sazenice (varianta čerstvé) byly vysazeny bezprostředně po vyskladnění. Z každé varianty bylo odebráno vždy 20 ks sazenic pro zjištění obsahu vody před výsadbou, oddělené v kořenech a v nadzemních částech.

Po ukončení vysychání byly kořeny zakryty a sazenice ihned vysázeny. Výsadba se uskutečnila jednak na nechráněný venkovní záhon, jednak na záhon zakrytý stínící textilií na vyvýšené konstrukci (propustnost ca 30 % slunečního záření – varianta stín). Z každé varianty vysychání a stínění bylo vysazeno po 30 sazenicích. Popis a označení variant je uvedeno v tab. 1.

Stav rašení v prvním roce po výsadbě byl hodnocen v týdenních intervalech, odděleně u terminálních a bočních pupenů podle šestistupňové škály (tab. 2). Na konci 1. a 2. vegetačního období byly zjištěny ztráty a změřen výškový a tloušťkový přírůst a délka nejdelší větve v nejvyšším přeslenu. Délkové charakteristiky byly měřeny s přesností na 5 mm, tloušťkové s přesností na 0,1 mm.

Statistická průkaznost rozdílů měřených hodnot biometrických parametrů (výška, výškový přírůst, tloušťka kořenového krčku, byla hodnocena dvoufaktorovou analýzou variance včetně hodnocení interakce obou faktorů, statistické rozdíly byly vyhodnoceny na hladině významnosti 0,05.

Tab. 1.

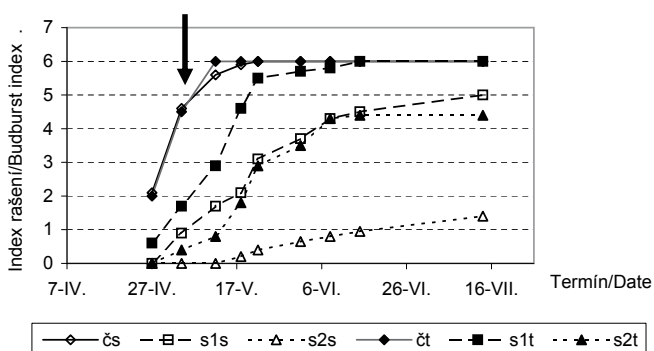
Označení pokusných variant podle doby vysychání (vystavení povětrnostním podmínkám) a prostředí po výsadbě (n = 30)
Treatment codes according to time of desiccation (exposure to weather conditions) and growth conditions after planting (n = 30)

Varianta/Treatment	Prostředí po výsadbě/Growth conditions after planting	
	nechráněný záhon (slunce)/ sun-exposed bed	zastíněné (stín)/ shaded bed
Bez vysychání (čerstvé)/Without exposure (fresh)	čs	čt
Vysychání 1 (60 minut)/60-min exposure	s1s	s1t
Vysychání 2 (120 minut)/120-min exposure	s2s	s2t

Tab. 2.

Stupnice pro hodnocení rašení pupenů jedle bělokore
Scale for phenological evaluation of young firs

Index/Bud break degree	Stav pupenu/Bud state
0	dormantní, nezvětšené/dormant, buds are not swollen
1	zvětšené pupeny/swollen buds
2	zvětšené pupeny s prosvítajícími zelenými jehlicemi/swollen buds, translucent green needles
3	jehlice začínají vyrůstat mezi šupinami/burst buds, needles begin to emerge from bud scales
4	sevřené svazečky jehlic/needles emerged in tight fascicles
5	začátek prodlužovacího růstu/beginning of shoot elongation growth



Obr. 1.

Průběh rašení postranních pupenů jedle bělokore. Šipka znázorňuje mrazovou epizodu na začátku května. Označení variant viz tab. 1, index rašení viz tab. 2

Fig. 1.

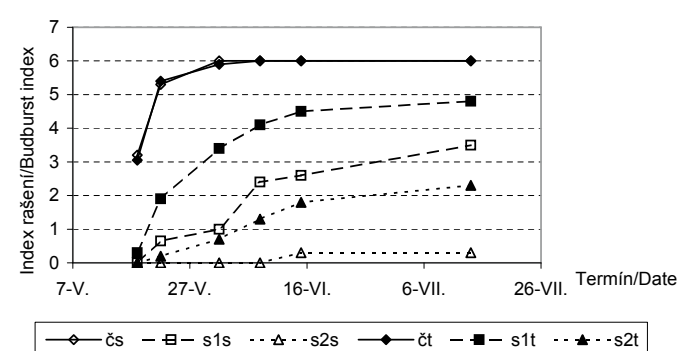
Course of side bud burst of silver fir plants. The arrow denotes frost episode in early May 2011. For treatment codes see Tab. 1, for budburst index Tab. 2

VÝSLEDKY

Ztráty vody během manipulace

U sazenic čerstvých a po 1. a 2. vysychání byl hodnocen obsah vody v nadzemních částech a kořenech. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3. Ztráty vody vysycháním jsou uvedeny v % obsahu vody čerstvých sazenic, který je považován za počáteční obsah vody.

Výsledky potvrdily předpoklad, že nechráněné kořenové systémy ztrácejí vodu mnohem intenzivněji než nadzemní části sazenic. Během první hodiny ztratily kořeny čtyřikrát více vody než nadzemní části, po druhé hodině vysychání byla ztráta vody z kořenů 2,7krát vyšší než z nadzemních částí.



Obr. 2.

Průběh rašení terminálních pupenů jedle bělokore. Označení variant viz tab. 1, index rašení viz tab. 2

Fig. 2.

Course of terminal bud burst of silver fir plants. For treatment codes see Tab. 1, for budburst index Tab. 2

Hodnocení sazenic po výsadbě

Zdravotní stav a postup rašení

Rašení v prvním roce po výsadbě je znázorněno na obr. 1 a 2. Z grafů je patrné, že nesprávná manipulace před výsadbou způsobila výrazné zpoždění rašení pupenů. Výsadba na zastíněný záhon nepříznivý účinek osychání kořenů na rašení sazenic poněkud snížila.

Ještě názorněji jsou rozdíly v rašení jedle bělokoré, způsobené vystavením sazenic před výsadbou nepříznivým povětrnostním podmínkám, patrné na obr. 3, který zachycuje stav sazenic a jejich pupenů při konečném hodnocení dne 14. 7. 2011.

Ve dnech 3. až 6. 5. 2011 se vyskytly atypické mrazy, které kromě rašících sazenic poškodily i dospělé stromy v širokém okolí. V té době již vyrašila většina bočních pupenů u sazenic jedle, které nebyly vystaveny před výsadbou stresu (obr. 1). Silně poškozeny mrazem byly především nové výhony varianty čs – čerstvé na nechráněném záhonu, kde byly poškozeny vyrašené boční pupeny u 93 % sazenic. Zastínění záhonů stínící textilii ochránilo sazenice před jarním mrazem, výrazné poškození nových výhonů bylo pozorováno pouze u 13 % sazenic. Vystavení kořenů před výsadbou povětrnostním podmínkám oddálilo rašení pupenů. V době mrazové epizody tedy sazenice ještě nerašily a jejich poškození mrazem bylo minimální.

Vliv nesprávné manipulace na průběh rašení bočních pupenů byl pozorován ještě i ve 2. roce po výsadbě. Výraznější byl u sazenic rostoucích na nechráněném záhonu, kde každá z variant osychání vykazovala

opožďení rašení ca o 1 týden. Časnější rašení bylo zaznamenáno u sazenic rostoucích pod stíněním. U terminálních pupenů nebyl výraznější vliv vysychání nebo světelných podmínek po výsadbě na rychlost rašení pozorován.

Ztráty a růst po výsadbě

Záměrné vystavení kořenů sazenic před výsadbou povětrnostním podmínkám (simulace nesprávné manipulace) způsobilo vysoké ztráty sazenic v 1. a 2. roce po výsadbě (obr. 4), zejména v případě výsadby na nechráněný záhon.

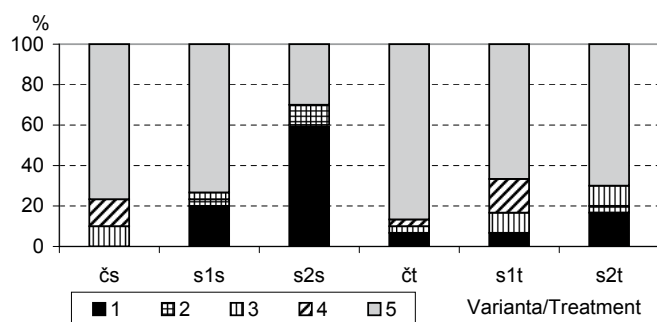
Přestože počasí po výsadbě bylo poměrně příznivé s dostatečným množstvím srážek, u sazenic ponechaných po 1 hodinu vysychat a následně vysazených na nechráněný záhon (s1s) dosáhly ztráty v 1. roce 17 % a při vysychání 2 hodiny (s2s) dokonce více než 43 %. Ve druhém roce po výsadbě došlo u sazenic jedle bělokoré k dalšímu zvýšení mortality. Výrazné bylo zejména u sazenic, které byly před výsadbou vystaveny delšímu vysychání (varianty s2s a s2t). U sazenic vysazených po 2hodinovém vysychání na nechráněný záhon dosáhly ztráty během dvou let téměř 67 %.

Vystavení sazenic nepříznivým podmínkám před výsadbou se výrazně projevilo i na jejich následném růstu. Statisticky průkazný vliv osychání na výškový a tloušťkový růst i na délku nejdelší větve v nejvyšším přeslenu byl pozorován v prvním i ve druhém roce po výsadbě (tab. 4, 5 a 6). Největší výškové přírůsty byly po výsadbě pozorovány u nestresovaných sazenic (varianty čt, čs); s délkou osychání výškový růst výrazně

Tab. 3.

Obsah vody v nadzemních částech a kořenech sazenic čerstvých a vystavených různě dlouhému vysychání (n = 20)
Moisture content in shoots and roots of fresh and exposed plants (n = 20)

Varianta/Treatment		Čerstvé/Fresh		Doba vysychání/Exposure time			
		nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots	60 minut		120 minut	
				nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots	nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots
Obsah vody (% čerstvé hmotnosti)/Moisture content (% of fresh weight)	průměr/mean	51,0	53,5	48,3	41,6	44,4	34,9
	směrodatná odchylka/ standard deviation	2,174	5,318	1,789	4,486	1,933	4,425
Ztráty vody (% počátečního obsahu vody)/water loss (% of initial moisture content)				5,43	22,31	13,06	34,78

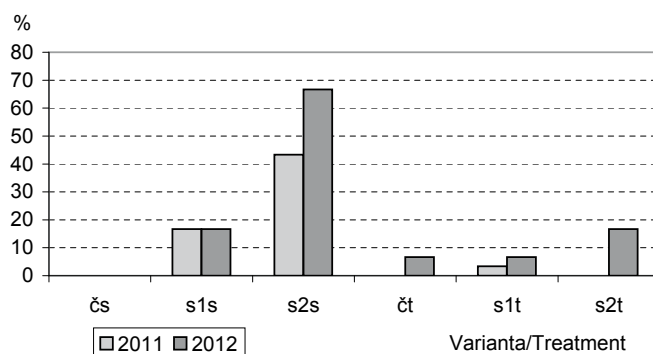


Obr. 3.

Stav rašení pupenů jedle bělokoré při hodnocení 14.7.2011. 1 = suché, 2 = nerašící, 3 = opožděně rašící, 4 = raší pouze boční pupeny, 5 = správně vyrašené. Označení variant viz tab. 1.

Fig. 3.

Bud burst stage on the July 14th, 2011. 1 = dead, 2 = non-flushing, 3 = flushing delayed, 4 = side buds flushing only, 5 = proper flushing. For treatment codes see Tab. 1



Obr. 4.

Celkové ztráty jedle bělokoré v 1. a 2. roce po výsadbě. Označení variant viz tab. 1

Fig. 4.

Total mortality of fir plants in 1st and 2nd year after planting. For treatment codes see Tab. 1

klesal (obr. 5). Rozdíly mezi nestresovanými a stresovanými sazenicemi byly patrné i ve druhém roce po výsadbě, neprojevil se však už vliv délky expozice povětrnostním podmínkám.

Již v prvním a následně i ve druhém roce po výsadbě byl pozorován statisticky významný vliv světelných podmínek na záhonech (slunce – stín) na výškový růst sazenic jedle bělokore, nebyla však zjištěna průkazná interakce mezi vysycháním před výsadbou a následným růstovým prostředím (tab. 4). Výškový přírůst v roce 2012 (2. rok po výsadbě) byl vyšší u sazenic rostoucích na stíněném záhonu, v porovnání s nimi dosahoval výškový přírůst sazenic na slunci 76 %.

Přestože v prvním roce pomrzla většina rašících bočních výhonů u sazenic nevystavených před výsadbou stresu (zejména varianta „čs“),

tyto sazenice vytvořily během prvního roku nejdelší větve v nejvyšším přeslenu (obr. 6). Silná redukce délkového růstu větví následkem osychání sazenic byla patrná nejenom v prvním, ale ještě i ve druhém roce. Významný byl i vliv světelných podmínek po výsadbě, kdy byl pozorován intenzivnější růst větví ve stínu v porovnání s nechráněným záhonem. Interakce mezi vysycháním a následnými podmínkami prokázána nebyla (tab. 5).

Osychání kořenů před výsadbou ovlivnilo i následný tloušťkový růst, zejména po výsadbě na zastíněný záhon. Tloušťkový přírůst u sazenic exponovaných po 1 hodinu a vysazených do stínu představoval ve 2. roce po výsadbě jen 63 % přírůstu neexponovaných sazenic a u sazenic exponovaných po 2 hodiny to bylo 51 %. Naproti tomu u sazenic

Tab. 4.

Vliv vysychání a prostředí po výsadbě na výškový růst sazenic jedle bělokore podle analýzy variance
Influence of desiccation and growth conditions on height of silver fir plants according to ANOVA

Znak/Feature	Zdroj variability/Source of variability	Součet čtverců/ Sum of squares	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-ratio	P	Závěr/Result
Výchozí výška 2010/Initial height in 2010	prostředí pěstování/growth conditions	5,73	1	5,73	0,425	0,515561	Nevýznamný/Non-significant
	varianta vysychání/desiccation	1,86	2	0,93	0,069	0,933482	Nevýznamný/Non-significant
	interakce/interaction	40,41	2	20,21	1,498	0,227160	Nevýznamný/Non-significant
Výškový přírůst 2011/Height growth 2011	prostředí pěstování/growth conditions	20,5295	1	20,5295	11,4977	0,000906	Významný/Significant
	varianta vysychání/desiccation	170,6242	2	85,3121	47,7795	0,000000	Významný/Significant
	interakce/interaction	0,0698	2	0,0349	0,0196	0,980641	Nevýznamný/Non-significant
Výškový přírůst 2012/Height growth 2012	prostředí pěstování/growth conditions	25,587	1	25,587	5,3723	0,021908	Významný/Significant
	varianta vysychání/desiccation	71,819	2	35,910	7,5397	0,000777	Významný/Significant
	interakce/interaction	15,340	2	7,670	1,6104	0,203483	Nevýznamný/Non-significant

Zvýrazněné hodnoty se významně liší (P<0,001)/Values in bold differ significantly (P<0.001)

Tab. 5.

Vliv vysychání a prostředí po výsadbě na délku větve v 1. přeslenu sazenic jedle bělokore během dvou let po výsadbě podle analýzy variance
Influence of desiccation and growth conditions on length of branch in the 1st whorl of silver fir plants during 2 years after planting according to ANOVA

Znak/Feature	Zdroj variability/ Source of variability	Součet čtverců/ Sum of squares	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-ratio	P	Závěr/Result
Délka nejdelší větve 1. přeslenu 2011/Length of the longest branch 2011	prostředí pěstování/ growth conditions	165,122	1	165,122	31,3208	0,000000	Významný/Significant
	varianta vysychání/ desiccation	389,128	2	194,564	36,9055	0,000000	Významný/Significant
	interakce/interaction	25,109	2	12,554	2,3814	0,096158	Nevýznamný/Non-significant
Délka nejdelší větve 1. přeslenu 2012/Length of the longest branch 2012	prostředí pěstování/ growth conditions	178,368	1	178,368	24,2614	0,000002	Významný/Significant
	varianta vysychání/ desiccation	380,370	2	190,185	25,8687	0,000000	Významný/Significant
	interakce/interaction	37,632	2	18,816	2,5593	0,081052	Nevýznamný/Non-significant

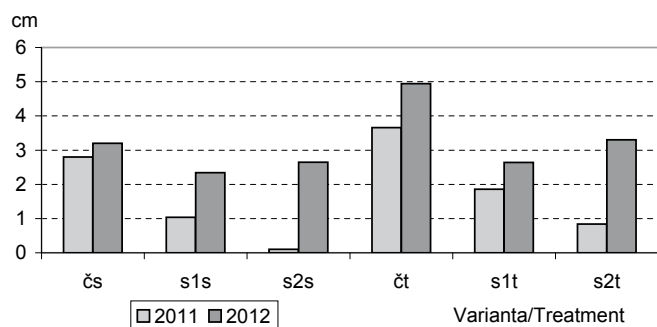
Zvýrazněné hodnoty se významně liší (P<0,001)/Values in bold differ significantly (P<0.001)

rostoucích na nechráněném záhonu se ve 2. roce po výsadbě u exponovaných a neexponovaných sazenic tloušťkový růst téměř vyrovnal (obr. 7).

Vliv světelných podmínek se u tloušťkového růstu projevil až ve druhém roce po výsadbě, kdy výrazněji přirůstaly kořenové krčky sazenic na slunci. Průměrný přírůst všech sazenic jedle, rostoucích pod stíněním bez ohledu na vysychání činil 60 % tloušťkového přírůstu sazenic rostoucích na nestíněném záhonu. Mezi působením vysychání před výsadbou a následnými světelnými podmínkami však nebyla zjištěna statisticky významná interakce (tab. 6).

DISKUSE

Jakmile jsou prostokořenné semenáčky a sazenice ve školce vyzvednuty, jsou extrémně citlivé k nepříznivým podmínkám prostředí. Poškození sazenic je kumulativní. Každý případ nestandardního jednání snižuje schopnost sazenic přežít a růst (EDGREN 1984). Optimální péče a ochrana prostokořenného sadebního materiálu během manipulace mimo půdu musí mít nejvyšší prioritu.

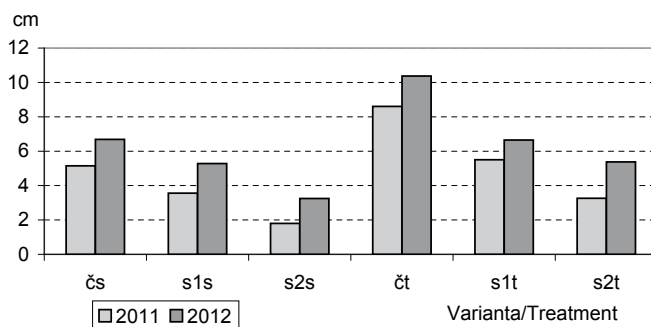


Obr. 5.

Výškový přírůst v prvním a druhém roce po výsadbě sazenic jedle bělokore vystavených vysychání a rostoucích v různých světelných podmínkách. Označení variant viz tab. 1

Fig. 5.

Annual height growth in 1st and 2nd year after planting of firs exposed to desiccation and grown in various light conditions. For treatment codes see Tab. 1

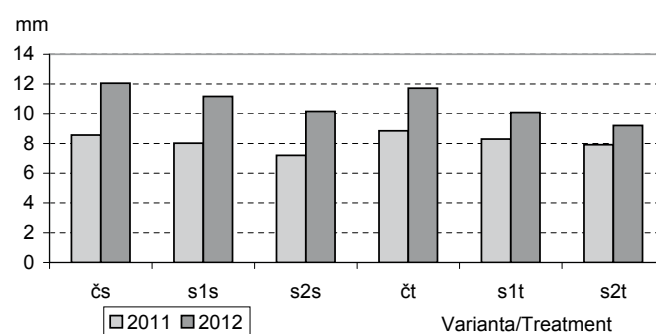


Obr. 6.

Délka nejdelší větve v nejvyšším přeslenu v prvním a druhém roce po výsadbě sazenic jedle bělokore, vystavených vysychání a rostoucích v různých světelných podmínkách. Označení variant viz tab. 1

Fig. 6.

Length of the longest branch in 1st and 2nd year after planting of firs exposed to desiccation and grown in various light conditions. For treatment codes see Tab. 1



Obr. 7.

Průměr kořenového krčku v prvním a druhém roce po výsadbě sazenic jedle bělokore vystavených vysychání a rostoucích v různých světelných podmínkách. Označení variant viz tab. 1

Fig. 7.

Root collar diameter in 1st and 2nd year after planting of firs exposed to desiccation and grown in various light conditions. For treatment codes see Tab. 1

Tab. 6.

Vliv vysychání a prostředí po výsadbě na tloušťkový růst kořenového krčku sazenic jedle bělokore podle analýzy variance
Influence of desiccation and growth conditions on growth of root collar diameter of silver fir plants according to ANOVA

Znak/Feature	Zdroj variability/ Source of variability	Součet čtverců/ Sum of squares	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-ratio	P	Závěr/Result
Výchozí průměr kořenového krčku 2010/ Root collar diameter	prostředí pěstování/ growth conditions	0,134	1	0,134	0,091	0,763571	Nevýznamný/Non-significant
	varianta vysychání/desiccation	3,087	2	1,544	1,043	0,355156	Nevýznamný/Non-significant
	interakce/interaction	0,507	2	0,254	0,171	0,842776	Nevýznamný/Non-significant
Průměr kořenového krčku 2011/ Root collar diameter	prostředí pěstování/ growth conditions	5,718	1	5,718	3,187	0,076384	Nevýznamný/Non-significant
	varianta vysychání/desiccation	26,448	2	13,224	7,371	0,000904	Významný/Significant
	interakce/interaction	1,079	2	0,539	0,301	0,740769	Nevýznamný/Non-significant
Průměr kořenového krčku 2012/ Root collar diameter	prostředí pěstování/ growth conditions	19,54	1	19,54	5,673	0,018568	Významný/Significant
	varianta vysychání/desiccation	102,43	2	51,21	14,869	0,000001	Významný/Significant
	interakce/interaction	4,23	2	2,11	0,613	0,542945	Nevýznamný/Non-significant

Zvýrazněné hodnoty se významně liší ($P < 0,001$) / Values in bold differ significantly ($P < 0,001$)

Hodnocení obsahu vody po vystavení nechráněných sazenic povětrnostním podmínkám ukázalo výrazně vyšší ztráty vody z kořenů než z nadzemních částí. Náš poznatek odpovídá údajům o tom, že kořenový systém sadebního materiálu vysychá třikrát rychleji než nadzemní částí (LOKVENEC, MARTINCOVÁ 1975; MAUER 1994). Vyplývá to ze skutečnosti, že kořeny, na rozdíl od jehlic a listů, nemají žádnou ochrannou voskovou vrstvu a průduchy, které by je chránily před ztrátami vody (LANDIS et al. 2010). KAUPPI (1984) uvádí, že na rozdíl od nadzemních částí nemají kořeny vlastní možnost regulace výdeje vody a jsou tedy ke ztrátám vody asi 10 x citlivější. Bylo zjištěno, že vystavení kořenů vysychání snížilo vodní potenciál nadzemních částí více než expozice nadzemních částí samotných (COUTTS 1981).

Zhoršení fyziologického stavu sazenic nesprávnou manipulací, v našem případě vysycháním před výsadbou, se projevilo snížením ujímavosti, opožděním rašení pupenů a redukcí délkového i tloušťkového růstu. Pozdější rašení pupenů jako následek vystavení kořenů sazenic vysychání, bylo pozorováno u různých dřevin (HAASE, ROSE 1990; MCKAY, MILNER 2000). U sazenic douglasky pozoroval tento jev HERMANN (1967) i při úrovni vysychání, která ještě neovlivnila ujímavost. Také intenzita růstu může být značně redukována i tehdy, kdy ještě není pozorováno snížení ujímavosti (RITCHIE 1986; DEANS et al. 1990b; BALNEAVES, MENZIES 1990). Kritická úroveň vysychání se velmi liší a jeho následky záleží na řadě faktorů, jako je schopnost druhu dřeviny udržovat vodu, druhová schopnost tvořit nové kořeny v případě, kdy jemné kořeny byly silně poškozeny, podmínky stanoviště v době výsadby, podmínky prostředí po výsadbě (MCKAY 1997).

Obecně snížení růstu následkem nesprávné manipulace je pozorováno během prvního a případně i druhého vegetačního období (MCKAY 1997), ale HUURI (1972) zjistil, že vliv vysychání kořenů před nebo po výsadbě byl patrný ještě po 4–5 letech. V našich pokusech byl pozorován v prvním i ve druhém roce po výsadbě vyšší úhyn v souvislosti s vysycháním kořenů. V obou letech se projevila i významná redukce růstu.

Růst sazenic byl ovlivněn v prvním a ještě výrazněji ve druhém roce po výsadbě i světelnými podmínkami na záhonech. GRASSI a BAGNARESI (2003) zjistili při studiu fotosyntézy a biochemických reakcí jedle a smrku na různý stupeň zastínění, že jedle byla schopna udržovat pozitivní uhlíkovou bilanci v zastíněných podmínkách, naproti tomu smrk byl schopen se lépe přizpůsobit silnému ozáření. Při podrobných pokusech s různou intenzitou světla zjistil ROBAKOWSKI et al. (2003) vyšší tvorbu biomasy sazenic a zvyšující se podíl kořenů na celkové biomase při zlepšujícím se přístupu světla. Na silně zastíněném záhonu však pozoroval vyšší délkový růst terminálního výhonu. To odpovídá i našim výsledkům zjištěným při hodnocení délkového růstu jedle bělokoré.

ZÁVĚR

Dvouleté hodnocení sazenic jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.), vystavených před výsadbou záměrnému vysychání, přineslo následující poznatky:

- Během vystavení celých sazenic povětrnostním podmínkám ztrácely kořeny vodu 3 až 4krát rychleji než nadzemní částí.
- Simulovaná nesprávná manipulace před výsadbou způsobila výrazné zpoždění rašení pupenů, a to v prvním i ve druhém roce po výsadbě. Na zastíněném záhonu se tento následek vysychání projevil v menší míře.
- Osychání sazenic výrazně zvýšilo ztráty úhynem v prvním roce po výsadbě. Ve druhém roce se ztráty ještě zvýšily. Byly vyšší na nechráněném záhonu než při zastínění. U sazenic vystavených 2hodinovému osychání a vysazených na nestíněný záhon dosáhly po 2. roce až 67 %.
- Nesprávná manipulace měla za následek významnou redukci výškového i tloušťkového růstu, pozorovanou nejenom v prvním, ale i ve druhém roce po výsadbě.

- Ujímavost a růst jedle bělokoré byly ovlivněny světelnými podmínkami na záhonech. Lepší růst a vitalita byly pozorovány na zastíněném záhonu.

Uvedené poznatky potvrzují důležitost dodržování zásad správné manipulace se sadebním materiálem v době od vyzvednutí ve školce po výsadbu a zejména nutnost důsledné ochrany kořenů před vysycháním.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZE002070203 Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí.

LITERATURA

- ALDHOUS J.R., MASON W.L. 1994. Forest nursery practice. Forestry Commission Bulletin, 111: 268 s.
- BALNEAVES J., MENZIES M. 1988. Lifting and handling procedures at Edendale Nursery – effects on survival and growth of 1/0 *Pinus radiata* seedlings. New Zealand Journal of Forestry Science, 18: 132–134.
- BALNEAVES J., MENZIES M. 1990. Water potential and subsequent growth of *Pinus radiata* seedlings: influence of lifting, packaging and storage conditions. New Zealand Journal of Forestry Science, 20: 257–267.
- COUTTS M.P. 1981. Effects of root or shoot exposure before planting on the water relations, growth, and survival of Sitka spruce. Canadian Journal of Forest Research, 11: 703–709.
- DEANS J.D., LUNDBERG C., TABBUSH P.M., CANNELL M.G.R., SHEPARD L.J., MURRAY M.B. 1990. The influence of desiccation, rough handling and cold storage on the quality and establishment of sitka spruce planting stock. Forestry, 63: 129–141.
- EDGREN W. 1984. Nursery storage to planting hole: A seedling's hazardous journey. In: Duryea M.L., Landis T.D. (eds.): Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. The Hague, Nijhoff/Junk: 235–242.
- GENC M. 1996. Effects of watering after lifting and exposure before planting on plant quality and performance in oriental spruce. Annales des Sciences Forestières, 53: 139–143.
- GRASSI G., BAGNARESI U. 2003. Foliar morphological and physiological plasticity in *Picea abies* and *Abies alba* saplings along a natural light gradient. Tree Physiology, 21 (12/13): 959–967.
- HAASE D.L., ROSE R. 1990. Moisture stress and root volume influence transplant shock: preliminary results. In: Rose R. et al. (eds.): Target seedling symposium. Proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. August 13–17, 1990. Rosenberg, Oregon. Fort Collins, Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station: 201–206. General Technical Report, USDA Forest Service, RM-200.
- HERMANN R.K. 1967. Seasonal variation in the sensitivity of Douglas-fir seedlings to exposure of roots. Forest Science, 13: 140–149.
- HUURI O. 1972. The effect of unusual planting techniques on initial development of Scots pine and Norway spruce. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 75/6: 92 s.
- INSLEY H., BUCKLEY G.P. 1985. The influence of desiccation and root pruning on the survival and growth of broadleaved seedlings. Journal of Horticultural Science, 60: 377–387.
- KAUPPI P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation on the planting site. Acta Forestalia Fennica, 185: 1–49.
- LANDIS T.D., DUMROESE R.K., HAASE D.L. 2010. The container tree nursery manual. Volume 7: Seedling, processing, storage,

- and outplanting. Washington, D.C., US Department of Agriculture Forest Service: 192 s. Agriculture Handbook, 674. Dostupné na: <http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7> [cit. 2013-04_18]
- LOKVENČ T., MARTINCOVÁ J. 1975. Vysychání smrkových a jedlových sazenic po vyzvednutí z půdy. *Lesnictví*, 21: 627–632.
- MAUER O. 1994. Ztráty suchem po výsadbě v závislosti na kvalitě prostokořenného sadebního materiálu smrku obecného. In: Sborník referátů z celostátního odborného semináře. Opočno, 26. a 27. října 1994. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: 11–17.
- MCKAY H.M. 1997. A review of the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. *New Forests*, 13 (1-3): 369–399.
- MCKAY H.M., MILNER A.D. 2000. Species and seasonal variability in the sensitivity of seedling conifer roots to drying and rough handling. *Forestry* (Oxford), 73: 259–270.
- MEXAL J.G., SOUTH D.B. 1991. Bareroot seedling culture. In: Duryea M.L., Dougherty P.M.: *Forest regeneration manual*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 89–116.
- RITCHIE G.A. 1986. Relationships among bud dormancy status, cold hardiness, and stress resistance in 2+0 Douglas fir. *New Forests*, 1: 29–42.
- ROBAKOWSKI P., MONTPIED P., DREYER E. 2003. Plasticity of morphological and physiological traits in response to different levels of irradiance in seedlings of silver fir (*Abies alba* Mill). *Trees: Structure and Function*, 17 (5): 431–441.
- TABBUSH P.M. 1987. Effect of desiccation on water status and forest performance of bare-rooted Sitka spruce and Douglas-fir transplants. *Forestry*, 60: 31–43.

GROWTH RESPONSE OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) YOUNG PLANTS ON DESICCATION DURING HANDLING WITH RESPECT TO CONDITIONS FOLLOWING OUTPLANTING

SUMMARY

Protection of plants at the time since lifting to planting from drying and excessive temperatures is essential for maintaining their physiological quality. In spring 2011, 4-year-old transplants of silver fir (*Abies alba* Mill.) were exposed to desiccation for 60 and 120 minutes, respectively. Subsequently, they were planted on a shaded or on unprotected (unshielded) bed (Tab. 1).

It was established that the roots lost their water 3 to 4 times faster than the above ground parts (Tab. 3).

Simulated improper handling caused a significant delay of side buds flushing (Fig. 1, 3), both in the first and in the second year after planting. On the shaded bed, this result of drying occurred in a lesser extent. Effect of drying and light conditions on flushing of terminal buds was minimal (Fig. 2).

Drying plants significantly increased mortality in the first year after planting. In the second year, the losses even increased (Fig. 4). Mortality was higher in the unprotected bed than in shading. In the firs left to dry out for 2 hours and planted on unshielded bed reached the mortality in two years up to 67%.

Improper handling resulted in a significant reduction in height and thickness growth observed not only in the first but also in the second year after planting (Table 3–5).

Although the most of budding lateral shoots in control plants (especially the “cs” variant) was damaged by late spring frost, these firs formed the greatest height increment (Fig. 5) and the longest branch in the first whorl (Fig. 6) during the first year. It was also observed the greatest thickness growth of root collar among them (Fig. 7).

Already in the first and subsequently in the second year after planting, the statistically significant effect of light conditions on the beds (sun/shade) on the growth of fir plants occurred, but any statistically significant interaction between drying out and subsequent growth environment was not found (Tab. 4–6). Better growth and vitality were observed in the shaded bed.

Our findings confirm the importance of proper planting stock handling, from the moment when it is picked up in a nursery up to its planting, and particularly the need for strict protection of the roots against desiccation.