

VLIV VYSYCHÁNÍ BĚHEM MANIPULACE A PROSTŘEDÍ PO VÝSADBĚ NA RŮST SAZENIC SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.)

THE INFLUENCE OF DESICCATION DURING HANDLING AND GROWING CONDITIONS ON GROWTH OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) PLANTS

JAN LEUGNER - JARMILA MARTINCOVÁ - ANTONÍN JURÁSEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Four-year-old plants of Norway spruce with bare roots were exposed to open air conditions for 60 and 120 minutes. After exposition the plants were planted to open or shaded bed. Results proved substantial water losses from plant. Roots desiccated about two times faster than shoots. Exposition of plants markedly delayed budburst by about 10 to 20 days. High mortality occurred namely after planting to open bed (treatment "sun"). Exposition markedly reduced height and diameter growth in the 1st year after planting. Importance of careful protection of root systems against desiccation during the whole time of handling was confirmed.

Klíčová slova: smrk ztepilý, manipulace se sadebním materiálem, vysychání, mortalita

Key words: Norway spruce, handling with planting stock, desiccation, mortality

ÚVOD

Jedním ze základních předpokladů pro úspěšnou umělou obnovu lesa je používání kvalitního sadebního materiálu. Zatímco morfologickou kvalitu můžeme jednoduše pozorovat a hodnotit podle snadno měřitelných znaků, většina fyziologických charakteristik není při pohledu na sazenice patrná a jejich hodnocení zpravidla vyžaduje laboratorní vybavení. Přitom dobrý fyziologický stav má pro ujímavost a následný růst sazenic klíčový význam.

Několikarocní snaha o vypěstování vysoce kvalitního sadebního materiálu lesních dřevin může být zmařena, jestliže jsou sazenice po vyzvednutí vystaveny nevhodné manipulaci. Nejběžnější riziko snížení fyziologické kvality prostokořenného sadebního materiálu během manipulace v době od vyzvednutí ze záhonu školky po jeho výsadbu představuje ztráta vody.

Vodní potenciál ovlivňuje mnoho základních metabolických procesů rostlin, proto je vliv vysychání během vyzvedávání sadebního materiálu jedním z hlavních faktorů ovlivňujících jeho následnou ujímavost a růst. Vodní stres patří k hlavním příčinám šoku z přesazení. Úspěšná obnova lesa závisí především na schopnosti kořenů sazenic dostatečně zásobovat rostlinu vodou pro kompenzaci ztrát vody transpirací. Vnitřní vodní stav rostliny v době výsadby, kondice kořenů v etapě pěstování ve školce, schopnost omezovat ztráty vody průduchy, plocha dotyku mezi půdou a funkčními kořeny po výsadbě, dostupnost půdní vláhy a schopnost rostlin tvořit nové kořeny – to vše je pro úspěch zalesňování velmi důležité (MCKAY 1997). Kořeny reagují citlivěji

než nadzemní části i na vodní stres v půdě během růstu (PALÁTOVÁ 2004).

Poškození sazenic vysycháním během manipulace se projevuje sníženou ujímavostí. Někdy dochází pouze k redukci růstu (RITCHIE 1986; DEANS et al. 1990; BALNEAVES, MENZIES 1990; GENC 1996). Nepříznivé účinky nesprávné manipulace se sadebním materiálem pak přetrvávají po několik let (HUURI 1972; DEANS et al. 1990).

Protože se v posledních letech často setkáváme s nedodržováním zásad správné manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin, zejména ponecháváním obnažených kořenů sazenic po delší dobu v nepříznivých podmínkách, byl realizován pokus pro upřesnění vlivu takového zacházení na fyziologický stav a další vývoj sazenic. Příspěvek se zabývá sledováním vlivu expozice sazenic povětrnostním podmínkám před jejich výsadbou (simulovaná nesprávná manipulace) na ztráty vody z nadzemních částí a kořenů a na následný růst na nechráněném nebo zastíněném záhoně.

MATERIÁL A METODY

Na jaře 2011 byl v objektu výzkumné stanice Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. v Opočně založen pokus s vysycháním sadebního materiálu smrku ztepilého. Použity byly běžně pěstované sazenice (pěstební vzorec 1,5 + 2,5, výška 26 – 35 cm, průměr kořenového krčku 5 mm, číslo uznané jednotky

Tab. 1.

Označení pokusných variant podle doby vysychání a prostředí po výsadbě
Treatment codes according to time of dessication and growth conditions

Varianta/ Treatment	Prostředí po výsadbě/ Growth conditions	
	nechráněný záhon (slunce)/sun	zastíněné (stín)/shade
Bez vysychání (čerstvé)/ Without drying (fresh)	čs	čt
Vysychání 1 (60 minut)/ 60-minute exposure	s1s	s1t
Vysychání 2 (120 minut)/ 120-minute exposure	s2s	s2t

Tab. 2.

Stupnice pro hodnocení rašení pupenů smrku ztepilého
The scale for phenological evaluation of young spruces

Index/Degree of bud break	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/ emerged needles in tight fascicles
5	začátek prodlužovacího růstu/ beginning of shoot elongation growth
6	intenzivní prodlužování nových výhonů/ intensive elongation growth of young shoots

CZ-2-2B-SM-3051-13-8-P). Čerstvě vyzvednuté sazenice byly po dovezení z lesní školky skladovány v polyetylenových pytlích po 6 dnů v chladírenském skladu. Pro zajištění co největší homogenity ověřovaných partií sadebního materiálu smrku byly rostliny před zahájením pokusu rozříděny tak, aby v každé variantě byly zastoupeny sazenice stejných velikostí (výšek) a ze všech použitých svazků.

Vysychání a výsadba sazenic smrku se uskutečnily 11. 4. 2011. Pro simulaci nesprávné manipulace byly sazenice umístěny na slunci na vyvýšených sítích v sousedství záhonů. Doba expozice byla 60 a 120 minut (vysychání 1 a 2). V polovině doby vysychání byly sazenice vždy obráceny. Teplota vzduchu v blízkosti sazenic se pohybovala v rozmezí 14 až 17,5 °C, vlhkost byla 40 až 55 % r. v. v. Kontrolní sazenice (varianta čerstvé) byly vysazeny bezprostředně po vyjmutí chladírenského skladu.

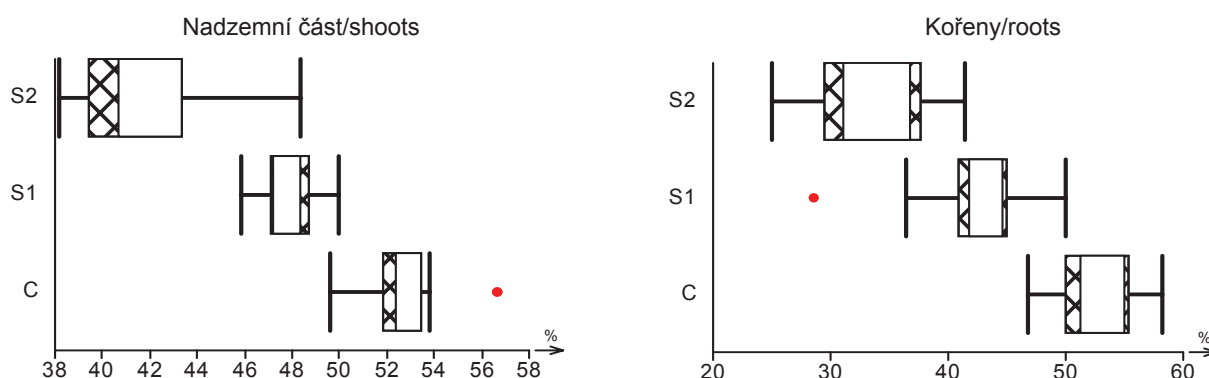
Po ukončení vysychání byly kořeny zakryty a sazenice byly ihned vysazovány. Výsadba se uskutečnila jednak na nechráněný venkovní záhon – varianta slunce, jednak na záhon zakrytý stínící textilií (propustnost ca 30 % slunečního záření) na vyvýšené konstrukci – varianta stín. Cílem byla simulace podmínek na holinách nebo v podsadbách. Záhony nebyly zavlažovány. Označení jednotlivých variant je uvedeno v tab. 1.

Z každé varianty bylo před výsadbou odebráno 20 ks sazenic pro laboratorní zjištění obsahu vody, odděleně v kořenech a v nadzemních částech. Po pečlivém oklepání zeminy z kořenů byla vážením zjištěna čerstvá hmotnost. Po vysušení při 80 °C do konstantní hmotnosti byla stanovena sušina a následně vypočítán obsah vody (v % čerstvé hmotnosti nebo v % sušiny).

Od prvních příznaků začátku rašení bylo pravidelně v týdenních intervalech prováděno fenologické hodnocení. Sazenicím byly přiřazovány indexy rašení podle převládajícího stavu pupenů. Popis indexů rašení je uveden v tab. 2.

Po výsadbě a znovu na konci vegetačního období byl změřen průměr kořenového krčku a výškový přírůst. Na podzim byly vyhodnoceny i ztráty a zdravotní stav (barevné změny jehličí, poškození terminálního výhonu apod.).

Statistická průkaznost rozdílů měřených hodnot byla hodnocena analýzou variance.

**Obr. 1.**

Obsah vody v nadzemních částech a kořenech sazenic smrku ztepilého v závislosti na době expozice

Vysvětlivky: bílý obdélník znázorňuje interval spolehlivosti mediánu, šrafovaný obdélník 25% – 75% kvantil, černé proužky jsou „vnitřní hradby“ dat, červený bod může představovat „odlehlou hodnotu“

Fig. 1.

Moisture content in shoots and roots of spruces depending on time of desiccation

Captions: white rectangle represents the confidence interval for median, a patterned rectangle is a 25% – 75% quantile, the black stripes are “internal” data, the red point may represent “outlayer”

VÝSLEDKY

Ztráty vody během manipulace

U sazenic čerstvých a exponovaných po dobu 60 a 120 minut byl hodnocen obsah vody v nadzemních částech a kořenech. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3 a na obr. 1.

Výsledky ukázaly významné snížení obsahu vody během expozice sazenic. Přestože ztráty vody byly statisticky vysoce průkazné u kořenů i nadzemních částí, vysychání kořenů bylo mnohem výraznější. Nadzemní části ztratily v prvních 60 minutách 9 % a po 120 minutách 20,4 % z počátečního obsahu vody (vztaženo k čerstvé hmotnosti), kořeny za stejnou dobu ztratily 19,4 a 36,8 % z počátečního obsahu vody. Kořeny tedy vysychaly přibližně 2 x rychleji než nadzemní části.

Průběh rašení

Postup rašení byl hodnocen v týdenních intervalech podle stupnice uvedené v tab. 2.

Z výsledků je patrné, že vysychání sazenic před výsadbou výrazně zpозdilo rašení pupenů (obr. 2). Pupy sazenic vystavených vysychání po dobu 60 minut dosahovaly jednotlivých stádií rašení o 7

až 10 dnů později než kontrolní neexponované sazenice. Vysychání po dobu 120 minut pak vedlo k opoždění rašení o dalších ca 10 dnů. Názorněji jsou rozdíly v rašení sazenic smrku ztepilého, způsobené záměrně nesprávnou manipulací, patrné na obr. 3, který zachycuje stav pupenů při konečném fenologickém hodnocení 14. 7. 2011. Prostředí po výsadbě (zastínění záhonu) ovlivnilo průběh rašení jen minimálně.

Ujímavost a růst

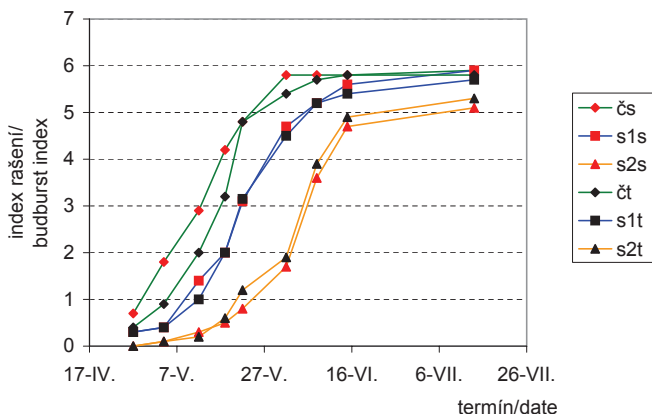
Na konci vegetačního období byly vyhodnoceny ztráty úhynem, výškový přírůstek a průměr kořenového krčku pokusných sazenic.

Simulovaná nesprávná manipulace (vysychání) výrazně ovlivnila velikost ztrát po výsadbě (obr. 4). Na rozdíl od průběhu rašení, úhyn sazenic byl výrazně ovlivněn i podmínkami prostředí, kam byly sazenice vysazeny. Nejvýraznější ztráty se projeví, pokud byl sadební materiál, který byl po delší dobu exponován bez ochrany kořenů, vysázen na osluněnou lokalitu. Expozice kořenů se uskutečnila při teplotě 17,5 °C za bezvětří. V době jarního zalesňování však mohou být zejména za slunečných dnů teploty značně vyšší a navíc účinky vysychání bývají zesíleny větrem. V takových podmínkách pak lze očekávat i výrazně vyšší ztráty po výsadbě.

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)

Obsah vody/ Moisture content		Čerstvé/Fresh		Doba vysychání/Exposure time			
		nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots	60 minut		120 minut	
% čerstvé hmotnosti/% of fresh weight	průměr/mean	52,7	52,9	47,9	42,6	41,9	33,4
	směrodatná odchylka/ standard deviation	1,869	3,306	1,169	4,562	2,663	5,135
% sušiny/ % of dry weight	průměr/mean	111,6	113,2	92,1	75,1	72,5	51,0
	směrodatná odchylka/ standard deviation	8,540	14,877	4,333	12,859	8,149	11,503

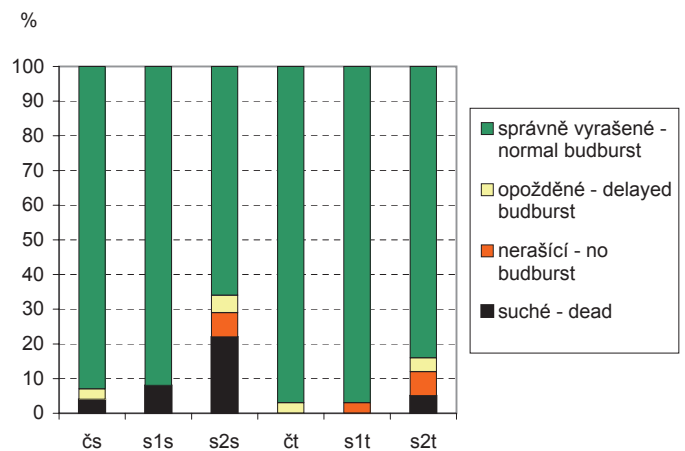


Obr. 2.

Průběh rašení pupenů smrku ztepilého (označení variant viz tab. 1)

Fig. 2.

Course of bud burst of spruce plants (for treatment codes see Tab. 1)

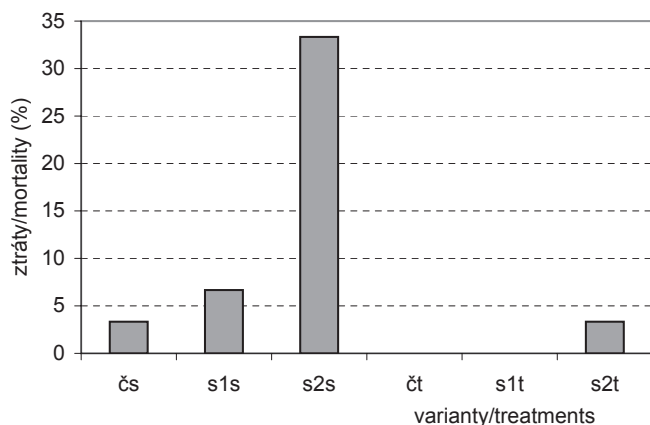


Obr. 3.

Stav rašení pupenů smrku ztepilého při hodnocení 14. 7. 2011 (označení variant viz tab. 1)

Fig. 3.

Bud burst stage on the July 14th (for treatment codes see Tab. 1)



Obr. 4.

Ztráty smrku ztepilého v 1. roce po výsadbě (označení variant viz tab. 1)

Fig. 4.

Mortality of plants in 1st year after planting (for treatment codes see Tab. 1)

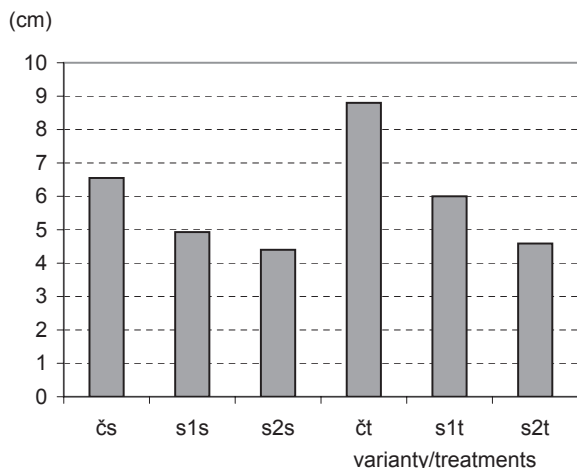
Výrazněji než velikost ztrát byl manipulací před výsadbou ovlivněn výškový a tloušťkový růst v prvním vegetačním období (obr. 5 a 6).

Hodnocení analýzou variance prokázalo významný vliv vysychání před výsadbou na následný růst smrkových sazenic (tab. 4). V případě výškového přírůstu se významně pozitivně projevil i vliv prostředí (zastínění záhonu) po výsadbě. Interakce mezi těmito dvěma faktory však nebyla statisticky průkazná.

Z praktického hlediska má nejen velikost ztrát, ale i redukce růstu sazenic po výsadbě značný význam. Může znamenat delší potřebu ošetřování kultur, případně zvýšený úhyn v dalších letech v důsledku útlaku buřene nebo snížené vitality sazenic.

DISKUSE

Simulace nesprávné manipulace realizovaná jako expozice sazenic povětrnostním podmínkám způsobila průkazné ztráty vody z nadzemních částí i z kořenů. Výsledky potvrdily skutečnost, že nechráněné kořenové systémy ztrácejí vodu mnohem intenzivněji než nadzemní části sazenic. Kořeny jsou mnohem citlivější k vysychání, protože

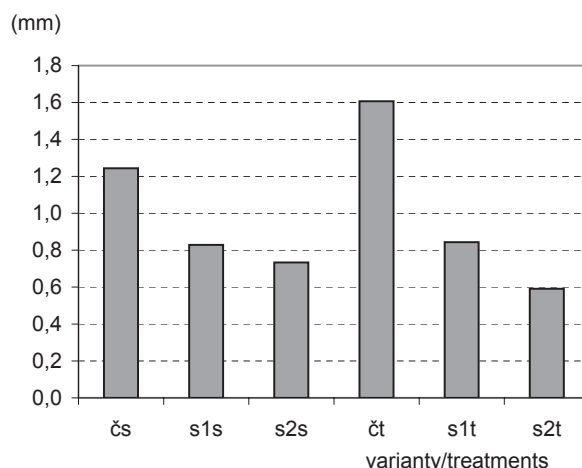


Obr. 5.

Výškový přírůst v prvním roce po výsadbě sazenic smrku ztepilého vystavených vysychání (označení variant viz tab.1)

Fig. 5.

Annual height growth of spruces in 1st year after planting (for treatment codes see Tab. 1)



Obr. 6.

Tloušťkový přírůst v prvním roce po výsadbě sazenic smrku ztepilého vystavených vysychání (označení variant viz tab. 1)

Fig. 6.

Annual growth of root collar diameter of spruces in 1st year after planting (for treatment codes see Tab. 1)

Tab. 4.

Vliv vysychání a prostředí po výsadbě na růst sazenic smrku ztepilého podle analýzy variance

The influence of desiccation and growth conditions on growth of spruce plants from ANOVA evaluation

Znak/ Feature	Zdroj variability/ Source of variability	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-ratio	P	Závěr/ Result
Průměr kořenového krčku/Root collar diameter	varianta vysychání	2	19,737	8,91	0,0002	Významný
	prostředí pěstování	1	2,017	0,91	0,3415	Nevýznamný
	Interakce	2	3,769	1,70	0,1859	Nevýznamný
Výškový přírůst/ Height growth	varianta vysychání	2	144,246	20,86	<0,0001	Významný
	prostředí pěstování	1	55,530	8,03	0,0052	Významný
	Interakce	2	14,504	2,10	0,1262	Nevýznamný

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty se významně liší ($P < 0,01$)

Note: Values in bold differs significantly ($P < 0.01$)

narozdíl od jehlic a listů nemají žádnou ochrannou voskovou vrstvu a průduchy, které by je chránily před ztrátami vody (Container 2010). Narozdíl od dřívějších údajů o tom, že kořenový systém sadebního materiálu vysychá rychleji než nadzemní části (LOKVENC, MARTINCOVÁ 1975; MAUER 1994) byla v současném experimentu pozorována pouze přibližně dvojnásobná intenzita ztrát vody z kořenů v porovnání s nadzemními částmi. Jednou z příčin těchto rozdílů ve výsledcích sledování může být různá velikost použitých sazenic, teplota vzduchu při expozici, síla proudění vzduchu, odlišný poměr kořenů k nadzemním částem a podíl jemných kořenů v kořenových systémech nebo stav jejich dormance, protože sazenice v různých fázích dormance a aktivity jsou různě citlivé k vysychání a dalším stresům (RITCHIE 1986).

V rámci kořenového systému rychleji 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 (ALDHOUS, MASON 1994). Jemné kořenové špičky mají vyšší obsah vody než dřevnaté kořeny a jsou k vysychání nejcitlivější.

Hranici vodního stresu, kdy jsou už sazenice výrazně poškozovány, není možno jednoznačně stanovit. Závisí na druhu dřeviny, stavu dormance, počátečním obsahu vody a dalších faktorech. Existují například údaje, že ujmavost smrku sitky nebyla ovlivněna vyschnutím na obsah vody 180 až 100 % suché hmotnosti, při silnějším vyschnutí pak docházelo ke zvýšení úhynu (TABBUŠ 1987; MCKAY, WHITE 1996). V porovnání s uvedenými hodnotami byl obsah vody v nadzemních částech a kořenech čerstvých sazenic smrku ztepilého v našich pokusech relativně nízký (116 a 113 % suché hmotnosti). Jeho další pokles během vysychání vedl k výraznému snížení růstu, při poklesu pod 75 % sušiny i k úhynu části sazenic. Účinek daného obsahu vody závisí na mnoha faktorech, jako je schopnost dřevin zadržovat vodu, schopnost tvořit nové kořeny, i když jsou jemné kořeny silně poškozeny, na podmínkách stanoviště v době výsadby nebo na podmínkách prostředí po výsadbě (MCKAY 1997).

Jako první projev narušení fyziologického stavu sazenic nevhodnou manipulací (expozicí povětrnostním podmínkám) bylo v našich pokusech pozorováno výrazné opoždění rašení pupenů (7 až 10 dnů po 60minutové expozici, 14 až 20 dnů po 120minutové expozici). Zvýšení počtu dnů do vyrašení pupenů v důsledku vystavení kořenů sazenic vysychání bylo pozorováno u různých dřevin (HERMANN 1967; HAASE, ROSE 1990; MCKAY, MILNER 2000). U smrku ztepilého pozorovali LANGVALL et al. (2001) pozdnější rašení u prostokořenných sazenic v porovnání s krytokořennými, jejichž kořeny jsou během manipulace před výsadbou lépe chráněny.

Expozice sazenic smrku ztepilého před výsadbou povětrnostním podmínkám způsobila v našem experimentu významné snížení výškového i tloušťkového růstu po výsadbě. Ujmavost byla výrazně redukována jen v případě, kdy byly sazenice exponovány po 120 minut a vysazeny na nechráněný (nezastíněný) záhon. Naproti tomu MAUER (1994) uvádí po 60minutové expozici tříletých semenáčků smrku ztepilého až 84% ztráty, při 120minutové expozici pak 100% úhyn. Pokud byly semenáčky po výsadbě stresovány přísuškem, projeví se výrazné ztráty i při kratších dobách expozice. Následky vysychání nemusí být vždy tak výrazné. Například DEANS et al. (1990) popisují, že více než 95 % semenáčků smrku sitky přežilo první vegetační období, přestože byly vystaveny vysychání na vodní potenciál -2,5 až -3,0 MPa (po více než 75 minut). Zvýšené ztráty se však projeví v následujícím roce.

Vysychání sazenic v našich pokusech probíhalo při teplotě 17,5 °C za téměř úplného bezvětří. Při jarních pracích ve školkách a při zalesňování však často bývá teplota vyšší, navíc doprovázená větrem. To výrazně zvyšuje ztráty vody z nechráněných kořenů. Například MEXAL A SOUTH (1991) uvádějí, že kořeny mohou ztrácet až 20 %

vlhkosti v 5 minutách při 7 °C a více než 50 % při 21 °C. Když byly kořeny exponovány po 5 minut, prostokořenné semenáčky jehličnanů ukázaly stoupající ztráty vody se zvyšující se teplotou a rychlostí větru (Container 2010).

Účinky vysychání se zesilují s prodlužující se dobou expozice (TABBUŠ 1987; GENC 1996; SARVAŠ 2003). MAUER (1994) uvádí ztráty 43 % hmotnosti po 60minutové expozici tříletých semenáčků smrku ztepilého. Záleží i na šetrné manipulaci, která ovlivňuje, kolik ochranné zeminy ulpívá na kořenech (DEANS et al. 1990).

I v případě, kdy nedochází k úhynu sazenic po výsadbě, následky nevhodné manipulace se projeví výraznou redukcí růstu. Snížení výškového a tloušťkového přírůstu i v případě, kdy vysychání sazenic před výsadbou neovlivnilo jejich ujmavost, bylo pozorováno řadou autorů (RITCHIE 1986; DEANS et al. 1990; BALNEAVES, MENZIES 1990; GENC 1996). Nepříznivý vliv vysychání kořenů na růst se může projevovat ještě po několik následujících let (HUURI 1972; DEANS et al. 1990).

Výsledný růst a ujmavost jsou ovlivněny interakcí účinků všech nepříznivých faktorů, které se během manipulace kumulovaly. Například vystavení sazenic pádům z výšky výrazně zesiluje účinky ztrát vody z kořenů (DEANS et al. 1990; MCKAY 1997; MCKAY, MILNER 2000).

Důležité jsou podmínky prostředí, kam jsou stresované sazenice vysazovány. Přísušek prohlubuje vodní stres a dále redukuje růst sazenic. Zastínění sazenic po výsadbě může zvýšit růst nadzemních částí sazenic smrku ztepilého a snížit jejich poškození (vitálnější vzhled a barva jehličí, menší škody klikorohem), jak uvádí HEISKANEN (2004). Menší ztráty na zastíněném záhoně byly pozorovány i v našich pokusech. Stínění po výsadbě však může vést k rozdílným výsledkům v závislosti na kvalitě sazenic a podmínkách počasí po výsadbě.

ZÁVĚR

Výsledky pokusů s vystavením sazenic před výsadbou povětrnostním podmínkám prokázaly významné ztráty vody z nadzemních částí a zejména z kořenů sazenic smrku ztepilého. Expozice sazenic se následně projeví opožděním rašení pupenů, zvýšením ztrát po výsadbě a významnou redukcí výškového i tloušťkového růstu v prvním roce po výsadbě.

Potvrdila se tak důležitost důsledné ochrany kořenů sazenic během manipulace v době od vyzvednutí po výsadbu před vysycháním.

Zhoršení fyziologického stavu sadebního materiálu smrku způsobené nevhodnou manipulací je bezpochyby jedním z významných činitelů ovlivňujících úspěch zalesňování. Nejde jen o potřebu vylepšování v případě vysokých ztrát. Redukce růstu, která se může projevit i po několika letech, vyvolává potřebu ošetřování kultur po delší dobu, a tím i zvýšené náklady. Zhoršená fyziologická kvalita sazenic se může také projevit zvýšenými ztrátami i v dalších letech. Dodržování zásad správné manipulace v době od vyzvednutí sazenic ze záhonů ve školce po jejich výsadbu je tak jednou ze základních podmínek úspěšné obnovy lesa.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 „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, London, HMSO: 268 s.
- BALNEAVES M., 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 Forest 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.
- Container 2010. The Container Tree Nursery Manual. Volume 7: Seedling processing, storage, and outplanting. [on-line]. [cit. 18. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7>
- 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.
- 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.
- 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. General technical report RM-200. Fort Collins (Colorado), Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station: 201-206.
- HEISKANEN J. 2004. Effects of pre- and post-planting shading on growth of container Norway spruce seedlings. New Forests, 27: 101-114.
- 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.
- LANGVALL O., NILSSON U., ÖRLANDER G. 2001. Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type. Forest Ecology and Management, 141: 223-235.
- LOKVENEC 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: Nové směry v pěstování a ochraně sadebního materiálu ve školkách. Sborník referátů z celostátního odborného semináře. Opočno, 26. a 27. října 1994. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: 11-17.
- McKAY H.M., WHITE I.M.S. 1996. Fine root electrolyte leakage and moisture content indices of Sitka spruce and Douglas-fir seedling performance after desiccation. New Forests, 13: 139-162.
- McKAY H.M. 1997. A review of the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. New Forests, 13: 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: 89-116.
- PALÁTOVÁ E. 2004. Effect of increased nitrogen depositions and drought stress on the development of young Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. stands. Dendrobiology, 51 (Supplement): 41-45.
- RITCHIE G.A. 1986. Relationships among bud dormancy status, cold hardiness, and stress resistance in 2+0 Douglas fir. New Forests, 1: 29-42.
- SARVAŠ M. 2003. Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings and a possibility of using hydrogel STOCKOSORB for its protection. Journal of Forest Science, 49: 531-536.
- 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.

THE INFLUENCE OF DESICCATION DURING HANDLING AND GROWING CONDITIONS ON GROWTH OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) PLANTS**SUMMARY**

One of the most important prerequisites for successful artificial forest regeneration is the use of planting stock of high quality. Because the rules of proper handling with plants are not often respected, particularly bare-rooted plants are exposed for long time in unfavorable conditions; we carried out an experiment aimed to reveal the influence of such handling to physiological state and performance of plants. Four-year-old plants of Norway spruce with bare roots were exposed for 60 and 120 minutes to open air conditions. After the exposition plants were planted to open (treatment "sun") or to shaded bed (treatment "shade").

Water loss from both shoots and roots was significant; nevertheless desiccation of roots was much more pronounced (Tab. 1, Fig. 1). Shoots lost 9 % and 20.4 % of initial water content in 60 and 120 minutes of exposition respectively (related to fresh weight), roots lost over the same time 19.4 % and 36.8 % of water content. Roots dried out two times faster than shoots.

Exposition of plants markedly delayed budburst (Fig. 2, 3). Buds of plants exposed to desiccation for 60 minutes reached the particular stages of flushing 7 to 10 days later compared to control unexposed plants. After the exposition over 120 minutes, bud flushing occurred after 10 more days.

Simulated improper handling (desiccation) markedly influenced mortality of plants (Fig. 4). The increased mortality (higher than 30 %) occurred in "sun" treatment in plants exposed over longer time. Height and diameter growth in the 1st year after planting were influenced by improper handling even more than mortality (Fig. 5, 6). Air temperature during plant exposition was about 17.5 °C under windless conditions. The temperature can often reach much higher values on sunny days in time of spring reforestation. Adverse effect can be worsened by wind. In such conditions much higher mortality can be expected.

Not only mortality, but also growth reduction has considerable importance for forest practice. It means necessity of longer care for plantations, and higher mortality in next years due to smothering of plants by weeds or reduction of plant vitality results in need of additional planting. Therefore, we emphasize the importance of careful protection of root systems against desiccation during the whole time of handling.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Leugner, Ph.D., RNDr. Jarmila Martincová, doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391, e-mail: leugner@vulhmop.cz; martincova@vulhmop.cz; jurasek@vulhmop.cz