

# VLIV VYSYCHÁNÍ A ZALOŽENÍ SAZENIC NA RŮST VÝSADEB SMRKU ZTEPILÉHO A DOUGLASKY TISOLISTÉ

## THE INFLUENCE OF DESICCATION AND HEELING-IN OF SEEDLINGS ON THE GROWTH OF NORWAY SPRUCE AND DOUGLAS-FIR PLANTATIONS

DAVID SYCHRA ✉

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, CZ - 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: Maxim.mxm@seznam.cz

### ABSTRACT

Three-year-old bare-root seedlings of Douglas-fir and Norway spruce were carefully planted using hole planting on a clear-cut area of 0.30 ha. The seedlings were exposed to desiccation in the shade of a neighbouring mature stand for different period (0–240 min) before planting. Half of the seedlings were heeled in for 11 days before planting. Water loss from above-ground part of seedlings and root system were measured. Douglas-fir and Norway spruce showed the same water loss rate during desiccation. In both species, root system was losing water more quickly than above-ground part of seedlings. Long exposition to desiccation influenced negatively height growth and root collar diameter in the 1<sup>st</sup> year of growth. Mortality did not exceed 20% in the seedlings with the longest period of desiccation. Careful heeling-in for 11 days did not negatively affect height increment or root collar diameter. Heeled-in seedlings had shorter newly sprouted needles and lower content of sugar in needles.

**Klíčová slova:** douglaska tisolistá, smrk ztepilý, vysychání, založení, výsadba

**Key words:** Douglas-fir, Norway spruce, desiccation, heeling-in, planting

### ÚVOD

Mezi hlavní činnosti v lesním hospodářství patří obnova lesa. Její nejčastější formou je umělá obnova, která se řadí mezi nejnákladnější činnosti. Podle Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2013 (Zpráva 2014) se v témže roce uměle zalesnilo 19 920 ha, z toho 4 327 ha činilo opakované zalesnění. Přitom je zcela nezbytné, aby byly při umělé obnově lesa dodrženy minimální hektarové počty životaschopných sazenic, neboť dostatečná počáteční hustota kultur je předpokladem pro vypěstování budoucích kvalitních porostů (HOUŠKOVÁ, MAUER 2013, 2014). Mezi hlavní faktory, které rozhodují o úspěchu a neúspěchu výsadby patří morfoloická a fyziologická kvalita sadebního materiálu, manipulace se sadebním materiálem, kvalita výsadby a počasí v době výsadby. Morfoloickou kvalitu sadebního materiálu můžeme snadno hodnotit podle měřitelných znaků. Fyziologické charakteristiky nebyvají při pohledu na sazenice patrné a jejich hodnocení vyžaduje často specializované laboratorní vybavení. Nejvíce je fyziologická kvalita sadebního materiálu (především ztráta vody) ohrožena nedbalou manipulací v době od vyzvednutí ve školce do výsadby v lese. Je známo, že kořenový systém vysychá 2–3 × rychleji než nadzemní část a také reaguje citlivěji na vodní stres během růstu (LOKVENC, MARTINCOVÁ 1975; MAUER 1994, 2011; PALÁTOVÁ 2004; LEUGNER et al. 2012). Vysycháním jsou nejvíce ohroženy jemné kořeny, které jsou nejdůležitější pro absorpci vody. I chvilkové vystavení jemných kořenů slunci a větru může způsobit nevratné poškození,

protože jemné kořeny nejsou chráněny proti vysychání tak dobře jako jehlice (EDGREN 1984; JURÁSEK et al. 2010). Jemné kořeny vlivem vysychání postupně odumírají, což má za následek nižší ujmavost, menší přírůst a sníženou vitalitu rostlin (LOKVENC, MARTINCOVÁ 1975; COUTTS 1981; MCKAY 1997; LEUGNER et al. 2012). Nepříznivé účinky špatné manipulace se tak mohou projevit i několik let, než dojde k regeneraci kořenového systému. Bylo zjištěno, že mírné stresování rostlin vysycháním vede ke snížení výškového a tloušťkového přírůstu, které se však neprojevuje ve snížené ujmavosti rostlin (DEANS et al. 1990; LEUGNER et al. 2012).

V lesnické praxi je poměrně často aplikováno krátkodobé založení sazenic lesních dřevin před jejich výsadbou na holiny v lese. Sazenice jsou zakládány nejčastěji nedaleko místa výsadby. Avšak zakládání není bez rizik a vyžaduje jisté zásady, při jejichž nedodržení dochází k oslabení sazenic až případnému úhynu. Sazenice musí být uloženy do připravených štěrbin nebo brázd a překryty zeminou několik centimetrů nad kořenové krčky a musí být umístěny ve stínu (JURÁSEK et al. 2010). Prospěšné je také sazenice při zakládání zalít vodou. U založených rostlin dochází postupně ke snižování fyziologické kvality, a to v důsledku spotřebování zásobních látek a snižování obsahu vody hlavně v kořenovém systému (RITCHIE 1982; MCKAY 1997; GARRIOU et al. 2000; CABRAL, O'REILLY 2008; JURÁSEK et al. 2010). HOFMAN (1964) uvádí douglasku jako dřevinu obecně citlivější než smrk a nedoporučuje její zakládání.

Důvodem pro uskutečnění předkládaného výzkumu je vysoká mortalita vysazovaných sazenic v lesních porostech a špatné odrůstání ujatých sazenic. Oba tyto jevy jsme v posledních letech trvale pozorovali. Cílem předkládané práce je objasnit vliv osychání sazenic před výsadbou a vliv založení na růst sazenic smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco).

## MATERIÁL A METODIKA

Výzkumná plocha (holina) měla rozlohu přibližně 0,30 ha, okolní porost poskytoval ploše boční zástin ze tří stran, soubor lesních typů 3S. Prostokohenný sadební materiál smrku ztepilého (pěstební vzorec 2+1) a douglasky tisolisté (pěstební vzorec 2+1) byl vyzvednut z lesní školky tři dny před počátkem výsadby, skladován v klimatizovaném skladu a ráno před výsadbou přivezen na výzkumnou plochu v umělohmotných pytlích. Polovina sazenic smrku ztepilého a douglasky tisolisté byla pečlivě založena v blízkosti výzkumné plochy pod porost. Založené sazenice byly zality vodou a překryty klestem. První výsadba byla uskutečněna ihned po dovozu sazenic na výzkumnou plochu, a to 31. 3. 2014. Druhá výsadba byla uskutečněna 11. 4. 2014, sazenice tedy byly založeny 11 dní. V obou termínech výsadby byly sazenice před pečlivou jamkovou výsadbou jednotlivě rozloženy na zemi a ponechány osychat ve stínu dospělého porostu na kraji výzkumné plochy. V prvním termínu (31. 3. 2014) byly sazenice vysazovány v těchto variantách:

- Varianta 1 – sazenice vysazovány ihned po vyjmutí z umělohmotných pytlů (kontrola);
- Varianta 2 – sazenice vysazovány po 45 minutách osychání;
- Varianta 3 – sazenice vysazovány po 90 minutách osychání;
- Varianta 4 – sazenice vysazovány po 135 minutách osychání;
- Varianta 5 – sazenice vysazovány po 180 minutách osychání.

V prvním termínu výsadby se teplota vzduchu pohybovala od 8 °C na začátku do 17,5 °C na konci pokusu. Vlhkost vzduchu klesla z počátečních 79 % na 41 % na konci pokusu. V době pokusu panovalo téměř bezvětří.

Ve druhém termínu (11. 4. 2014) byly sazenice vysazovány v delších časových intervalech z důvodu chladnějšího a vlhčího počasí. V průběhu založení panovalo pro sazenice vhodné (převážně chladnější) počasí. Varianty výsadby byly následující:

- Varianta 1 – sazenice vysazovány ihned po vyjmutí ze založení (kontrola);
- Varianta 2 – sazenice vysazovány po 60 minutách osychání;
- Varianta 3 – sazenice vysazovány po 120 minutách osychání;
- Varianta 4 – sazenice vysazovány po 180 minutách osychání;
- Varianta 5 – sazenice vysazovány po 240 minutách osychání.

Ve druhém termínu výsadby se teplota vzduchu pohybovala od 2 °C do 15 °C. Vlhkost vzduchu klesla z 98 % na počátku na 45 % na konci pokusu. V době pokusu panovalo téměř bezvětří.

V každé variantě bylo na výzkumné ploše vysazeno 100 sazenic smrku ztepilého a 100 sazenic douglasky tisolisté. V bezprostřední blízkosti osychajících sazenic byl umístěn měřicí přístroj (Minikin THi), který sledoval teplotu a vlhkost vzduchu v 0,5 metru nad zemí.

V obou termínech výsadby byl během pokusů zjišťován obsah vody u vybraných 10 sazenic smrku ztepilého a douglasky tisolisté. Vybraných 10 sazenic každé dřeviny bylo zahradnickými nůžkami rozděleno v oblasti kořenového krčku na kořenový systém a nadzemní část. Řezné rány byly zavoskovány. Jednotlivé části sazenic byly ihned po rozdělení váženy a následně váženy také v daných intervalech osychání a vysazování. Po posledním vážení byly části sazenic jednotlivě uzavřeny do umělohmotných sáčků, později v laboratoři vysušeny do konstantní hmotnosti, vypočten obsah vody a úbytek obsahu vody v daných časových intervalech osychání.

Pro hodnocení vlivu 11denního založení na růst u obou druhů dřevin byly vybrány jen sazenice z prvních dvou variant výsadby. Pro zjišťování obsahu cukrů a škrobů v jehlicích bylo z 10 sazenic smrku ztepilého a douglasky tisolisté odebráno jehličí v obou termínech výsadby. Následně z nich ve společnosti Laboratoř MORAVA, s. r. o., byl zjištěn obsah cukrů a škrobů. Na podzim, po ukončení vegetačního růstu byla na výzkumné ploše zjišťována mortalita, výška sazenic, výškový přírůstek, tloušťka kořenového krčku a délka jehlic. Naměřená data byla statisticky vyhodnocena analýzou rozptylu (ANOVA) při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Při zjištění statisticky významných rozdílů mezi variantami vysychání byl proveden Tuckey test.

Plocha byla před výsadbou oplocena kvůli nežádoucímu vlivu zvěře, v průběhu vegetační sezony dvakrát vyžnuta a sazenice byly ošetřeny proti klikorohu borovému (*Hylobius abietis*).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrný obsah vody v 10 sazenicích je uvedený v tab. 1. Obsah vody mezi smrskem ztepilým a douglaskou tisolistou se příliš nelišil, více než 50 % hmotnosti čerstvých sazenic představovala voda, což se shoduje s výsledky publikovanými ve studii LEUGNER et al. (2012). V prvním termínu výsadby byly mezi deseti sazenicemi obou druhů dřevin dvě sazenice, které se svým obsahem vody výrazněji odlišovaly od ostatních. Dva smrky měly nižší obsah vody, naproti tomu dvě douglasky měly vyšší obsah vody. V druhém termínu výsadby bylo množství vody v sazenicích homogennější.

Ztráta vody v sazenicích během vysychání je uvedena v obr. 1 a 2. V obou termínech výsadby ztrácely smrk a douglaska při vysychání vodu stejně rychle. V prvním termínu výsadby ztrácely sazenice vodu z kořenového systému přibližně o polovinu rychleji než z nadzemní části. V druhém termínu výsadby ztrácely sazenice vodu z kořenového systému přibližně třikrát rychleji než z nadzemní části. Rychlost

Tab. 1.

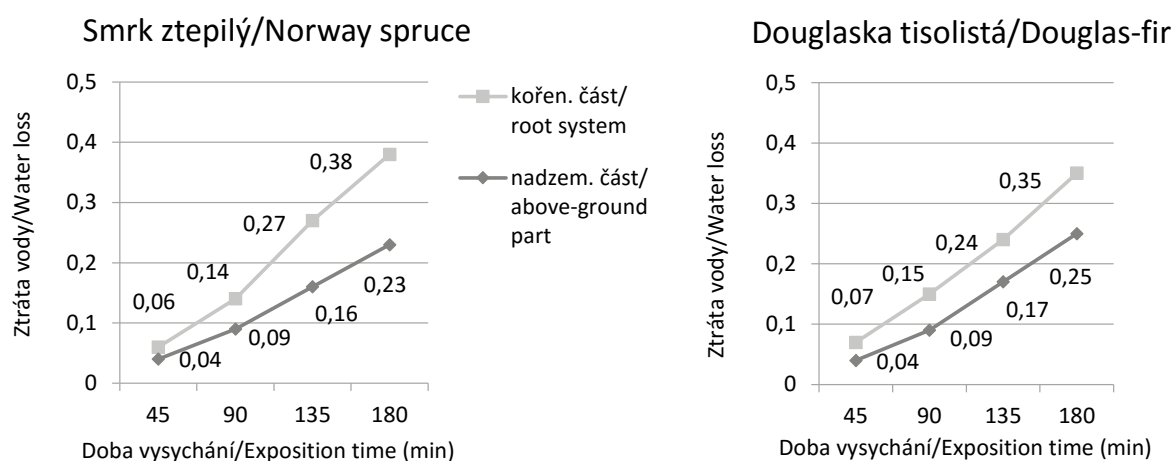
Obsah vody v čerstvých sazenicích douglasky tisolisté a smrku ztepilého (průměr ± směrodatná odchylka)  
Water content in fresh Douglas-fir and Norway spruce seedlings (average ± standard deviation)

	1. termín výsadby/1 <sup>st</sup> date of planting		2. termín výsadby/2 <sup>nd</sup> date of planting	
	Smrk ztepilý/ Norway spruce	Douglaska tisolistá/ Douglas-fir	Smrk ztepilý/ Norway spruce	Douglaska tisolistá/ Douglas-fir
Nadzemní část/Above-ground part	54,3 % ± 1,27 %	58,4 % ± 4,39 %	54,8 % ± 0,20 %	58,4 % ± 0,17 %
Kořenový systém/Root system	51,9 % ± 3,63 %	56,2 % ± 3,88 %	53,7 % ± 0,24 %	51,6 % ± 0,14 %

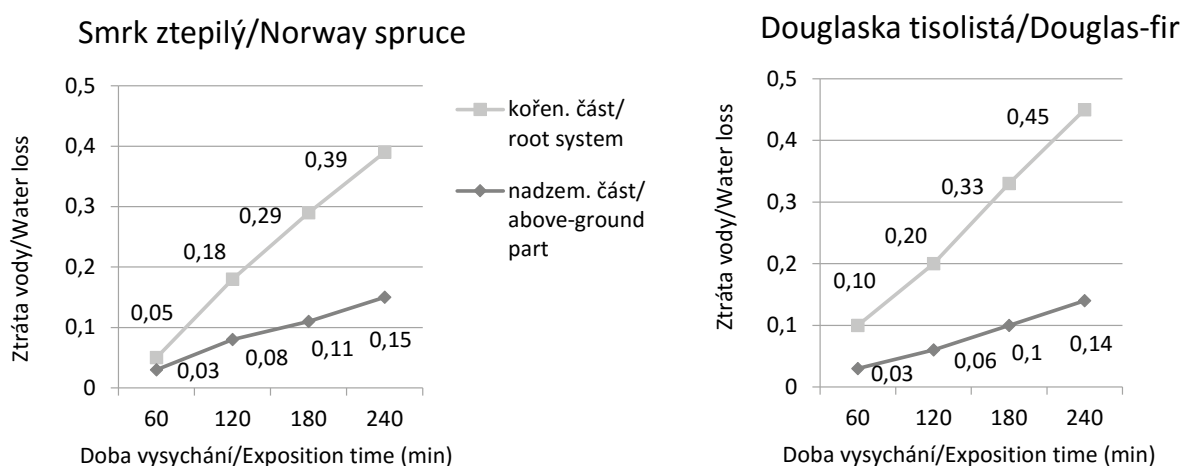
ztráty vody z kořenového systému v druhém termínu výsadby se kvůli chladnějšímu a vlhčímu počasí jen mírně zpomalila oproti prvnímu termínu. Zato rychlost ztráty vody z nadzemní části se snížila na polovinu. Výsledky potvrdily, že kořenový systém ztrácí vodu až třikrát rychleji než nadzemní část (LOKVENC, MARTINCOVÁ 1975; MAUER 1994, 2011). Hlavním důvodem je především to, že na rozdíl od jehlic, povrch kořenů nechrání vosková vrstva (LANDIS et al. 2010). Menší rychlost ztráty vody z nadzemní části při druhém termínu výsadby byla z části způsobena chladnějším počasím, ale vliv je nutné zřejmě přičítat i 11dennímu založení, během něhož došlo k zpomalení metabolismu a transpirace sazenic.

Osychání také ovlivnilo růst sazenic smrku ztepilého a douglasky tisolisté (tab. 2), nicméně vliv byl menší, než se před pokusem očekávalo. Mortalita zjišťovaná na konci vegetačního období u nezaložených sazenic vysazovaných v prvním termínu nepřekročila u douglasek 10 % a u smrku 14 %, přičemž největší mortalita byla zjištěna u sazenic, které

byly vystaveny největší době osychání. U založených sazenic vysazovaných ve druhém termínu se mortalita mírně zvýšila. Ve variantě s nejdelší dobou osychání byla mortalita opět nejvyšší, u douglasek 15 %, u smrku 19 %. MCKAY (1997) uvádí, že účinek vysychání na dřeviny záleží na mnoha faktorech, jako jsou: schopnost dřeviny zadržovat vodu, tvořit nové kořeny, na podmínkách stanoviště, počasí v době výsadby a po výsadbě. V odborné literatuře lze proto nalézt rozdílné údaje o vlivu vysychání. LEUGNER et al. (2012) zjistili, že mortalita sazenic smrku ztepilého, ponechaných volně osychat dvě hodiny na slunci a poté vysazených na stíněný záhon byla 4 % a u sazenic vysazených na nechráněný záhon 34 %. GENS (1996) uvádí o 10 % vyšší mortalitu smrku východního (*Picea orientalis*) po 60minutovém vysychání, oproti sazenicím, které nebyly vystaveny vysychání. DEANS et al. (1990) uvádí pouze 5% mortalitu semenáčků smrku sitky (*Picea sitchensis*), které byly více než 75 minut vystaveny vysychání -2,5 až 3,0 MPa. Naproti tomu MAUER (1994) uvádí mortalitu tříletých semenáčků smrku ztepilého po 60minutovém osychání 84 % a po 120minutovém osychání mortalitu 100 %. Pokud



**Obr. 1.**  
Ztráta vody v sazenicích z počátečního obsahu – první termín výsadby  
**Fig. 1.**  
Water loss from initial content – the first date of planting



**Obr. 2.**  
Ztráta vody v sazenicích z počátečního obsahu – druhý termín výsadby  
**Fig. 2.**  
Water loss from initial content – the second date of planting

jde o 11denní vliv založení na ztráty douglasky tisolisté, nebyl potvrzen závěr Pokorného (POKORNÝ 1971), který uvádí, že jestliže se vyzvednuté sazenice douglasky převezou na místo výsadby a tam založí na 10 dní a potom vysazují, bývá 30–50 % sazenic polosuchých již při výsadbě, jež do měsíce uschnou úplně.

Výrazněji než mortalita sazenic byl ovlivněn jejich růst. U douglasky se pohybovala průměrná výška vysazovaných sazenic v jednotlivých variantách od 20,2 cm do 21,7 cm, u smrku od 25,4 cm do 28,8 cm (tab. 2). U douglasek byl zjištěn výškový přírůst od 3,9 cm do 5,3 cm. Vyspělejší sazenice smrku přirůstaly více, a to od 7,1 cm do 9,1 cm. Větší délku nejmladších jehlic měly sazenice douglasek přibližně o 5 mm. Ve druhém termínu výsadby byly zjištěny kratší jehlice u obou druhů dřevin. Tloušťka kořenového krčku se u douglasek pohybovala od 5,2 mm do 5,7 mm. Tloušťka kořenového krčku u smrku byla větší, pohybovala se od 7,0 mm do 7,9 mm.

Hodnocení výsledků analýzou rozptylu prokázalo negativní vliv osychání před výsadbou na růst sazenic smrku ztepilého a douglasky tisolisté v obou vysazovaných termínech (tab. 3). Osychání před výsadbou mělo největší vliv na výškový přírůst sazenic. To se projevilo jako významný faktor u obou dřevin v obou termínech výsadby. Osychání se neprojevilo jako faktor ovlivňující tloušťku kořenové krčku pouze u douglasek vysazených ve druhém termínu výsadby; v ostatních případech mělo osychání na tloušťku kořenového krčku negativní vliv. Osychání ovlivnilo negativně délku jehlic pouze u nezaloženého smrku vysazovaného v prvním termínu výsadby. Statisticky prokazatelné negativní ovlivnění růstu sazenic vlivem osychání bylo zjištěno nejčastěji mezi prvními dvěma variantami osychání (varianty s nejkratší dobou osychání) a pátou variantou (varianta s nejdelší dobou osychání). S prodloužováním doby osychání se tedy účinky osychání na růst zvyšovaly, což potvrdili také TABBUSH (1987) a GENS (1996).

Tab. 2.

Růstové parametry sazenic douglasky tisolisté a smrku ztepilého ponechaných osychat rozdílně dlouho dobu ve dvou termínech výsadby po jednoletém růstu na holině

Growth parameters of Douglas-fir and Norway spruce seedlings (one growing season after planting) desiccated different time before planting in two planting days on clear-cut area

	Douglaska tisolistá/Douglas-fir						Smrk ztepilý/Norway spruce					
	Doba vysychání <sup>1</sup> (min)	Výška sazenic <sup>2</sup> (cm)	Přírůst <sup>3</sup> (cm)	Délka jehlic <sup>4</sup> (mm)	Tloušťka koř. krčku <sup>5</sup> (mm)	Ztráty <sup>6</sup> (%)	Výška sazenic <sup>2</sup> (cm)	Přírůst <sup>3</sup> (cm)	Délka jehlic <sup>4</sup> (mm)	Tloušťka koř. krčku <sup>5</sup> (mm)	Ztráty <sup>6</sup> (%)	
1. termín výsadby/ 1 <sup>st</sup> date of planting	0 min	21,2	5,3	15,9	6,0	6,0	28,8	8,6	10,5	7,6	8,0	
	45 min	21,5	4,8	15,5	6,2	4,0	27,6	8,6	10,3	7,3	9,0	
	90 min	21,7	4,5	15,9	6,2	2,0	28,2	8,7	10,1	7,6	7,0	
	135 min	21,1	4,5	15,5	6,1	6,0	27,9	8,4	9,8	7,6	11,0	
	180 min	20,8	4,3	15,3	5,7	10,0	28,0	7,1	9,2	7,0	14,0	
2. termín výsadby/ 2 <sup>nd</sup> date of planting	0 min	20,2	4,8	13,6	6,1	4,0	27,6	9,1	9,6	7,5	4,0	
	60 min	21,2	5,2	14,3	6,2	8,0	25,4	8,4	9,2	7,3	11,0	
	120 min	20,9	5,2	14,3	6,1	10,0	25,7	7,9	10,0	7,0	12,0	
	180 min	20,4	4,6	13,5	5,9	8,0	27,6	8,4	9,8	7,3	8,0	
	240 min	21,6	3,9	13,4	5,9	15,0	26,4	7,6	9,3	7,1	19,0	

<sup>1</sup>Exposition time; <sup>2</sup>Height of seedlings; <sup>3</sup>Increment; <sup>4</sup>Length of needles; <sup>5</sup>Root collar diameter; <sup>6</sup>Mortality

Tab. 3.

Vliv vysychání a vliv 11denního založení na růst sazenic douglasky tisolisté a smrku ztepilého podle analýzy rozptylu

Analysis of variance (P-values) of effect of desiccation and 11-day heeling-in on the growth of Douglas-fir and Norway spruce seedlings

Dřevina <sup>1</sup>	Parametr <sup>2</sup>	Vliv vysychání - 1. termín výsadby/Effect of desiccation – 1 <sup>st</sup> date of planting	Vliv vysychání - 2. termín výsadby/Effect of desiccation – 2 <sup>nd</sup> date of planting	Vliv 11denního založení na parametr/Influence of heeling-in on parameter
		P	P	P
Douglaska tisolistá/ Douglas-fir	Výškový přírůst <sup>3</sup>	0,001*	0,001*	0,247
	Tloušťka koř. krčku <sup>4</sup>	0,042*	0,338	0,313
	Délka jehlic <sup>5</sup>	0,733	0,273	0,001*
Smrk ztepilý/ Norway spruce	Výškový přírůst <sup>3</sup>	0,004*	0,001*	0,619
	Tloušťka koř. krčku <sup>4</sup>	0,012*	0,035*	0,828
	Délka jehlic <sup>5</sup>	0,003*	0,076	0,001*

\*Statisticky významný vliv na parametr/Statistical significant influence on parameter

<sup>1</sup>Species; <sup>2</sup>Parameter; <sup>3</sup>Height increment; <sup>4</sup>Root collar diameter; <sup>5</sup>Length of needles

Tab. 4.

Obsah škrobu a cukru v jehlicích sazenic douglasky tisolisté a smrku ztepilého  
Content of starch and sugar in needles of Douglas-fir and Norway spruce seedlings

Dřevina/Species	1. termín výsadby/1 <sup>st</sup> date of planting		2. termín výsadby/2 <sup>nd</sup> date of planting	
	Škrob/Starch (%)	Cukr/Sugar (%)	Škrob/Starch (%)	Cukr/Sugar (%)
Douglaska tisolistá/ Douglas-fir	3,79	12,30	3,33	10,00
Smrk ztepilý/ Norway spruce	3,33	12,30	3,79	9,34

I v případě, že účinky osychání neměly výrazný vliv na mortalitu, byl prokázán vliv na následný růst, především na výškový přírůst. Toto zjištění bylo rovněž publikováno několika autory (RITCHIE 1982; DEANS et al. 1990; GENS 1996; LEUGNER et al. 2012). DEANS et al. (1990) navíc upozorňuje, že negativní vliv osychání se může projevat ještě v pozdějších letech.

Založení sazenic, provedené během pokusu, nemělo průkazný vliv na výškový přírůst ani na tloušťku kořenového krčku obou dřevin (tab. 3). Byl však zjištěn negativní vliv založení na délku nově vyrašených jehlic. Po 11denním založení byly zjištěny prokazatelně kratší jehlice jak u sazenic douglasek, tak i u sazenic smrku. Během založení nicméně panovalo chladnější počasí, které minimalizovalo negativní vliv založení na následný růst. Autory CABRAL, O'REILLY (2008) a HARPER et al. (2010) je uváděno snížení výškového a tloušťkového přírůstu a snížení vitality sazenic po založení, přičemž s narůstající dobou založení a teplotou v době založení dochází k většímu stresování a oslabování sazenic, což může vést až jejich úhynu. GARRIOU et al. (2000) a HARPER et al. (2010) poukazují také na odlišnou druhovou odolnost lesních dřevin na stres při založení.

Bylo zjištěno, že douglaska tisolistá a smrk ztepilý měly při prvním termínu výsadby téměř shodný obsah škrobu a cukru v jehlicích (tab. 4). Po 11denním založení zůstal obsah škrobu v jehlicích bez větších změn, avšak došlo ke snížení obsahu cukru jak u douglasky, tak u smrku. U douglasky nastalo snížení o 19 %, u smrku o 24 %. Snižování obsahu zásobních látek během založení a skladování je uváděno mnohými autory (RITCHIE 1982; MCKAY 1997; GARRIOU et al. 2000; CABRAL, O'REILLY 2008; JURÁSEK et al. 2010).

## ZÁVĚR

Výsledky pokusu s osycháním sazenic douglasky tisolisté a smrku ztepilého před výsadbou prokázaly významnou ztrátu vody z nadzemní části a kořenového systému sazenic, přičemž mnohem rychleji ztrácel vodu kořenový systém. Sazenice smrku a douglasky ztrácely vodu ve stejných podmínkách stejně rychle, při vyšší teplotě a nižší vlhkosti se rychlost ztráty vody zvyšovala. V chladnějších podmínkách experimentu dokázaly morfologicky a fyziologicky kvalitní sazenice, které byly kvalitně jamkově zasazeny na malou krytou holinu, odolávat i čtyřhodinovému osychání, kdy ztráty po výsadbě na konci první vegetační doby nepřekročily 20 %. Osychání mělo prokazatelně negativní vliv na růst sazenic, především na výškový přírůst. Založení sazenic po dobu 11 dní v chladném počasí nemělo vliv na výškový přírůst ani na tloušťku kořenového krčku, zjištěno bylo pouze snížení délky nově vyrašených jehlic u obou dřevin. Bylo potvrzeno snižování obsahu cukru v jehlicích založených sazenic.

## Poděkování:

Výzkum byl realizován za přispění finančních prostředků IGA LDF, projekt číslo 54/2014.

## LITERATURA

- CABRAL R., O'REILLY C. 2008. Physiological and field growth responses of oak seedlings to warm storage. *New Forests*, 36: 159–170.
- 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., LUNBERG C., TABBUSH P.M., CANNELL M.G.R., SHEPPARD 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 J.W. 1984. Nursery storage to planting hole: a seedling's hazardous journey. In: Duryea, M.L., Landis, T.D. (eds.): *Forest nursery manual*. Dordrecht, Martinus Nijhoff/Junk Publishers: 235–242.
- GARRIOU D., GIRARD S., GUEHL J., GÉNÉRÉ B. 2000. Effect of desiccation during cold storage on planting stock quality and field performance in forest species. *Annals of Forest Science*, 57: 101–111.
- GENS 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.
- HARPER R.C., O'REILLY C., PERKS M. 2010. Rapidly detecting the effects of warm storage stress on Douglas fir seedlings. *Plant Biosystems*, 114 (4): 769–777.
- HOFMAN J. 1964. *Pěstování douglasky*. Praha, SZN: 253 s.
- HOUSKOVÁ K., MAUER O. 2013. Effect of the density of transplants in reforestation on the morphological quality of the above-ground part of European beech (*Fagus sylvatica* L.) six years after planting. *Acta Universitatis et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61 (6): 1703–1713.
- HOUSKOVÁ K., MAUER O. 2014. Vliv výchozí hustoty sazenic na morfologickou kvalitu nadzemní části borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) 8 let po výsadbě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 59 (2): 117–125.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., LEUGNER J. 2010. Manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce až po výsadbu. *Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 34 s. Lesnický průvodce 5/2010*.
- LANDIS T.D., DUMROESE R.K., HAASE D.L. 2010. *The container tree nursery manual*. Volume 7. Seedling processing, storage, and outplanting. [on-line] [cit. 2015–01–04]. Dostupné na/Available on: <http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7>
- LEUGNER J., MARTINCOVÁ J., JURÁSEK A. 2012. Vliv vysychání během manipulace a prostředí po výsadbě na růst sazenic smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.). *Zprávy lesnického výzkumu*, 57 (1): 1–7.

- 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.*
- MAUER O. 2011. Vliv doby výsadby a manipulace na ztrátu vody a ztráty po výsadbě u prostokořenného sadebního materiálu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco). In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v r. 2011. Sborník referátů přednesených na semináři. 24.–25. listopadu 2011. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem. Brno, TRIBUN EU: 47–51.*
- 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.
- 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.
- POKORNÝ J. 1971. Zkušenosti s pěstováním douglasky v ČSSR. *Lesnická práce* (3): 101–109.
- RITCHIE G.A. 1982. Carbohydrate reserves and root growth potential in Douglas-fir seedlings before and after cold storage. *Canadian Journal of Forest Research*, 12: 905–912.
- 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.
- Zpráva. 2014. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013. Praha, Ministerstvo zemědělství: 134 s.

## THE INFLUENCE OF DESICCATION AND HEELING-IN OF SEEDLINGS ON THE GROWTH OF NORWAY SPRUCE AND DOUGLAS-FIR PLANTATIONS

### SUMMARY

Forest regeneration is one of the activities in forest management, and artificial regeneration is the most common form in the Czech Republic. Physiological quality of planting stock is one of the key preconditions of successful artificial regeneration. Physiological quality of planting stock is threatened the most during the period between lifting from forest nursery and planting. This experiment was carried out with the aim to investigate the influence of desiccation and heeling-in made before planting on the growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) seedlings on the planting site. Bare-root seedlings of Norway spruce and Douglas-fir were planted on a small clear-cut area in two planting days. The first planting was conducted on the 31<sup>st</sup> March 2014, and the second on the 11<sup>th</sup> April 2014, when the seedlings had been heeled-in for 11 days. The seedlings were put down on the ground separately and left to dry out in the shade of a neighbouring mature stand before planting. On the 31<sup>st</sup> March, the seedlings were planted in five treatments with different length of desiccation (0 – control, 45, 90, 135, and 180 min). On the 11<sup>th</sup> April, the seedlings were exposed to longer desiccation (0, 60, 120, 180, and 240 minutes) because of colder weather. Water loss rate and water content in above-ground part and root system were measured for both species in both days of planting. Needles of Norway spruce and Douglas-fir from ten seedlings were sampled in both planting days to measure the content of sugar and starch. In autumn, after the first vegetation period, mortality, stem height, height increment, root collar diameter, and length of needles were measured. Norway spruce and Douglas-fir showed the same water loss rate during desiccation (Fig. 1 and 2). Desiccation did not significantly influence mortality of the plants. Mortality did not exceed 20% for the longest period of desiccation (Tab. 2). Long-time desiccation had a negative influence on the height increment and root collar diameter in the first year after planting (Tab. 3). The worst impact of desiccation was observed in the treatment with the longest exposition. Careful heeling-in of plants for 11 days did not have a negative effect on both height increment and root collar diameter (Tab. 3). Heeled-in seedlings had shorter newly sprouted needles than non-heeled-in ones. Sugar content in needles was lower after 11 days of heeling-in (Tab. 4).

Zasláno/Received: 26. 07. 2015

Přijato do tisku/Accepted: 15. 10. 2015