

VYHODNOCENÍ ODOLNOSTI K VYSYCHÁNÍ U ZÁKLADNÍCH PŘÍPRAVNÝCH DŘEVIN - BŘÍZY A OSIKY

DRYING RESISTANCE EVALUATION OF PIONEER TREE SPECIES - BIRCH AND ASPEN

JARMILA MARTINCOVÁ - JAN LEUGNER ✉

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

✉ e-mail: leugner@vulhmop.cz

ABSTRACT

The goal of this study is evaluation of the effect of different levels of plant water stress on their subsequent performance in the first growing season after planting. The most noticeable manifestation of current global climate change are more frequent drought periods of greater intensity and different duration. For successful artificial forest restoration, the basic factor is the use of high-quality planting stock showing both morphological quality and desired physiological status. The physiological status of the plants is one of the most important factors predisposing survival rates and growth after planting. For objective evaluation of their water regime a water potential (stress) of plants was measured using the pressure chamber, water content, water deficit and relative electrical conductivity. For the reforestation of large clear cuts, which area is increasing currently, it is necessary to use also artificial renewal using preparatory (pioneer) trees. The results showed that all the methods used to evaluate the physiological quality responded to the stress of silver birch and European aspen seedlings exposed to deliberate drying and corresponded to losses and reduced growth after planting. The birch seedlings were more sensitive to drying when compared to aspen.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: obnova lesa; kalamitní holiny; pionýrské dřeviny; vodní stres rostlin

Key words: reforestation; large clear-cuts; pioneer tree species; plant moisture stress

ÚVOD

Nejvýraznějším aktuálním projevem klimatické změny je častější výskyt a větší intenzita různě dlouhých období sucha. Pro úspěšnou umělou obnovu lesa je základním faktorem použití vysoce kvalitního sadebního materiálu, a to z hlediska jak morfologické kvality, tak i fyziologického stavu. Aktuální fyziologický stav sadebního materiálu je jedním z nejdůležitějších predispozičních faktorů pro následnou ujímavost a růst po výsadbě u sadebního materiálu. Pro objektivní hodnocení vodního režimu rostlin je využívána metoda hodnocení vodního potenciálu (stresu) rostlin měřením v tlakové komoře. Vyhodnocení vlivu různých stupňů vodního stresu rostlin na následnou ujímavost a růst v první vegetační sezoně po výsadbě je cílem tohoto příspěvku. Pro obnovu kalamitních holin, jejichž rozsah aktuálně stále narůstá, bude nutné využít také umělou obnovu přípravnými dřevina-

mi. Nejdůležitější přípravné dřeviny využitelné v podmínkách České republiky jsou bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth) a topol osika (*Populus tremula* L.), proto bylo provedeno testování odolnosti ke stresu suchem právě na těchto dřevinách.

Jedním z nejvýraznějších stresů, kterým jsou sazenice vystaveny v době od vyzvednutí ve školce do výsadbě, je ztráta vody. Postiženy jsou především nechráněné kořeny, jež na rozdíl od nadzemních částí nemají žádný regulační mechanismus, kterým by mohly ztrátu vody omezit (LANDIS et al. 2010). Poškození, které nemusí být zpočátku patrné, může výrazně negativně ovlivnit následnou ujímavost a růst (McEVOY, MCKAY 1997).

Zatímco hodnocení fyziologické kvality sadebního materiálu jehličnatých lesních dřevin se věnuje řada prací (COUTTS 1981; MCKAY, MILNER 2000; BRØNNUM 2005; LEUGNER et al. 2012), poměrně málo

je známo o odolnosti k nepříznivým vlivům působícím během manipulace u listnatých druhů dřevin (MCKAY et al. 1999).

Cílem příspěvku bylo 1) zjistit reakci semenáčků některých základních přípravných dřevin (bříza bělokora, topol osika) na záměrné vystavení vysychání a 2) posoudit možnost hodnocení jejich fyziologického stavu některými laboratorními metodami.

MATERIÁL A METODIKA

Pro hodnocení fyziologického stavu a jeho vlivu na následnou ujmavost a růst byly použity jednoleté krytokořenné semenáčky břízy bělokora a topolu osiky vypěstované běžnou školkařskou technologií (fv1+0). Aby mohl být objektivně sledován vliv vysychání na kořenové systémy, byly před započítáním pokusu kořeny obnaženy a zbaveny zemním proudem vody. Cílem experimentu nebylo simulovat provozní podmínky, ale ověřovat metody hodnocení fyziologického stavu stresovaných semenáčků a vlivu zjištěného stresu na ujmavost a růst po výsadbě.

Rostliny s nechráněnými kořeny byly volně rozloženy na policích v místnosti se sledovanou teplotou a vlhkostí vzduchu (20 až 24 °C, 20 až 40 % r. v. v.) a ponechány vysychat po dobu 2 a 6 hodin. Neexponované semenáčky sloužily jako kontrolní varianta (0 hodin). U 20 semenáčků z každé varianty byl hodnocen vodní stres (PMS) tlakovou komorou, obsah vody v nadzemních částech a v kořenech gravimetricky a vodní deficit (WD) jako množství vody potřebné pro plné nasycení segmentu kmínku, a dále relativní elektrická vodivost výluhů z jemných kořenů (REL). Další 20 rostlin z každé varianty bylo použito pro kontrolní výsadby na venkovní záhony simulující podmínky výsadby na kalamitní holiny.

Vodní stres rostlin (plant moisture stress PMS)

Hodnocení vodního deficitu rostliny vyžaduje kvantitativní měření vodního stavu, který přímo souvisí s fyziologickými procesy (LOPUSHINSKY 1990). Objektívni údaje o aktuálním vodním režimu rostliny poskytuje měření vodního potenciálu Ψ_w pomocí tlakové komory. Představuje sílu, jakou je voda poutána v pletivech rostlin. Protože vodní potenciál Ψ_w má zápornou hodnotu, častěji je používáno vyjádření této veličiny jako vodní stres rostlin PMS, jehož hodnoty jsou s vodním potenciálem Ψ_w přímo konvertibilní pouhou změnou znaménka (RITCHIE, LANDIS 2005).

Hodnocení vodního stresu PMS spočívá v umístění odříznutých terminálních částí rostlin pomocí pryžového těsnění do tlakové komory s řeznou plochou vyčnívající přes komorové víko. Ze zásobníku stlačeného dusíku je následně přes redukční ventil pomalu zvyšován tlak v komoře. Tlak plynu potřebný pro vytlačení první kapky vody na řezné ploše je zaznamenán jako hodnota vodního stresu rostliny PMS (CLEARY et al. 1999). Pro hodnocení vodního stresu semenáčků břízy a osiky byla používána tlaková komora Model 1000 (PMS Instrument Company, Oregon, USA).

Vodní deficit (water deficit WD)

Jako další charakteristika vodního režimu je v současné době ověřováno hodnocení vodního deficitu WD. Je definován jako množství vody potřebné do plného nasycení pletiv (LOPUSHINSKY 1990). Segmenty kmínku byly očištěny, zváženy na přesných vahách (OHAUS Pioneer PA413) a ponořeny do nádobek s vodou. Následující den byly vyjmuty, rychle na povrchu osušeny ubrouskem a znovu zváženy. Sušina byla zjištěna opětovným vážením po vysušení při 105 °C do konstantní hmotnosti. Vodní deficit byl počítán podle vzorce:

$$WD = \frac{\text{(hmotnost po nasycení - čerstvá hmotnost)}}{\text{(hmotnost po nasycení - sušina)}} \cdot 100.$$

Obsah vody v nadzemních částech a v kořenech

Pro porovnání s výše popsány metodami byl gravimetricky hodnocen obsah vody ve zbytku nadzemních částí a kořenů. Byl zjišťován ze zbylých částí rostlin po odebrání vzorků pro ostatní testy. Byl počítán z rozdílu hmotnosti v čerstvém stavu a po vysušení do konstantní hmotnosti při 105 °C a vyjadřován v procentech sušiny.

Relativní elektrická vodivost výluhů z jemných kořenů (relative electrolyte leakage REL)

Metoda je založena na skutečnosti, že poškozená nebo mrtvá pletiva uvolňují do roztoku podstatně více elektrolytů než živá nepoškozená pletiva. Vzorky jemných kořenů (slabších než 1 mm) byly pečlivě promyty vodovodní a následně destilovanou vodou, vloženy do zkumavek s 16 ml destilované vody, protřepány a ponechány po 24 hodin vyluhovat. Po dalším protřepání byla měřena elektrická vodivost laboratorním konduktometrem InoLab Cond Level 1 se sondou wtw Tetra-Con 325 (vodivost čerstvých pletiv). Vzorky byly usmrceny varem ve vodní lázni po 30 minut, ponechány dalších 24 hodin vyluhovat a po opětovném protřepání byla zjišťována vodivost mrtvých pletiv. Relativní elektrická vodivost REL byla počítána podle vzorce:

$$REL = \frac{\text{(vodivost čerstvých/vodivost usmrcených)}}{\text{(vodivost čerstvých/vodivost usmrcených)}} \cdot 100$$

a vyjadřována jako procentuální podíl vodivosti čerstvých pletiv na celkové vodivosti pletiv usmrcených (MCKAY 1992; RITCHIE, LANDIS 2006).

Kontrolní výsadby

Kontrolní výsadby v objektu výzkumné stanice nebyly zavlažovány. Klimatické podmínky v těsném sousedství záhonů byly monitorovány meteorologickou stanicí NOEL. U všech variant stresovaných i nestresovaných semenáčků byla hodnocena ujmavost, výskyt zasychajících terminálních částí a výškový a tloušťkový růst v prvním roce po výsadbě.

Statistické hodnocení

Získaná data byla hodnocena pomocí jednofaktorové a dvoufaktorové analýzy variance ANOVA v programu STATISTICA 10 s následným posouzením průkaznosti rozdílů mezi variantami Scheffého testem. Pro porovnání výsledků jednotlivých metod hodnocení fyziologické kvality sadebního materiálu byly počítány koeficienty korelace.

VÝSLEDKY A DISKUSE

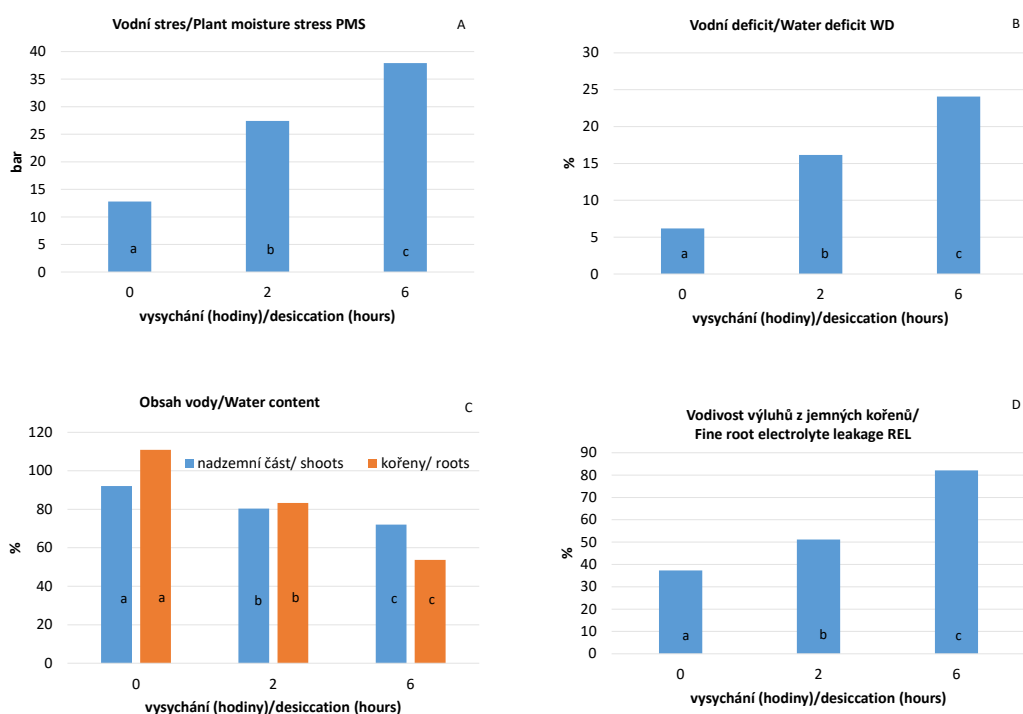
Vystavení semenáčků vysychání vedlo k výrazným změnám hodnocených charakteristik fyziologického stavu u semenáčků břízy bělokora i topolu osiky i ke zvýšení úhynu a redukci růstu po výsadbě.

S prodlužující se dobou vysychání klesal u semenáčků břízy bělokora obsah vody v nadzemních částech a v kořenech. Zároveň bylo pozorováno zvyšování vodního stresu PMS, vodního deficitu WD i relativní elektrické vodivosti výluhů z jemných kořenů REL (obr. 1).

Mezi hodnocenými znaky byla zjištěna vysoká korelace (tab. 1). Podle výsledků ANOVA s následným Scheffého testem byly všechny rozdíly sledovaných charakteristik mezi jednotlivými intervaly vysychání výsoce statisticky průkazné.

Vysoce průkazné zhoršování fyziologického stavu (pokles obsahu vody, zvyšování vodního stresu, vodního deficitu a relativní elektrické vodivosti výluhů z jemných kořenů) během vysychání bylo pozorováno i u semenáčků topolu osiky (obr. 2).

Také u semenáčků osiky byl zjištěn těsný vztah s vysokými hodnotami koeficientů korelace mezi jednotlivými hodnocenými charakteristikami (tab. 2). Rozdíly mezi jednotlivými intervaly vysychání byly

**Obr. 1.**

Vodní stres PMS, vodní deficit WD, obsah vody v % sušiny a elektrická vodivost výluhů REL semenáčků břízy vystavených různě dlouhému vysychání; písmena v grafech označují signifikantní rozdíly na hranici 95 %

Fig. 1.

Plant moisture stress PMS, water deficit WD, water content WC in % of dry matter and fine root electrolyte leakage REL of birch seedlings exposed to different long drying; different letters in graphs mean significant differences at 95% level

Tab. 1.

Korelační koeficienty mezi hodnocenými fyziologickými charakteristikami u semenáčků břízy bělokoré
Correlation coefficients between evaluated physiological characteristics of silver birch seedlings

	Vodní stres/ Plant moisture stress PMS	Obsah vody nadzemních částí/ Shoot WC	Obsah vody kořenů/ Root WC	Vodivost výluhů z kořenů/ Root electrolyte leakage REL
Obsah vody nadzemních částí/ Shoot water content WC	-0,877			
Obsah vody kořenů/ Root water content WC	-0,806	+0,826		
Vodivost výluhů z kořenů/ Root electrolyte leakage REL	+0,768	-0,825	-0,875	
Vodní deficit/Water deficit WD	+0,884	-0,854	-0,809	+0,809

Tab. 2.

Korelační koeficienty mezi hodnocenými fyziologickými charakteristikami u semenáčků topolu osiky
Correlation coefficients between evaluated physiological characteristics of aspen seedlings

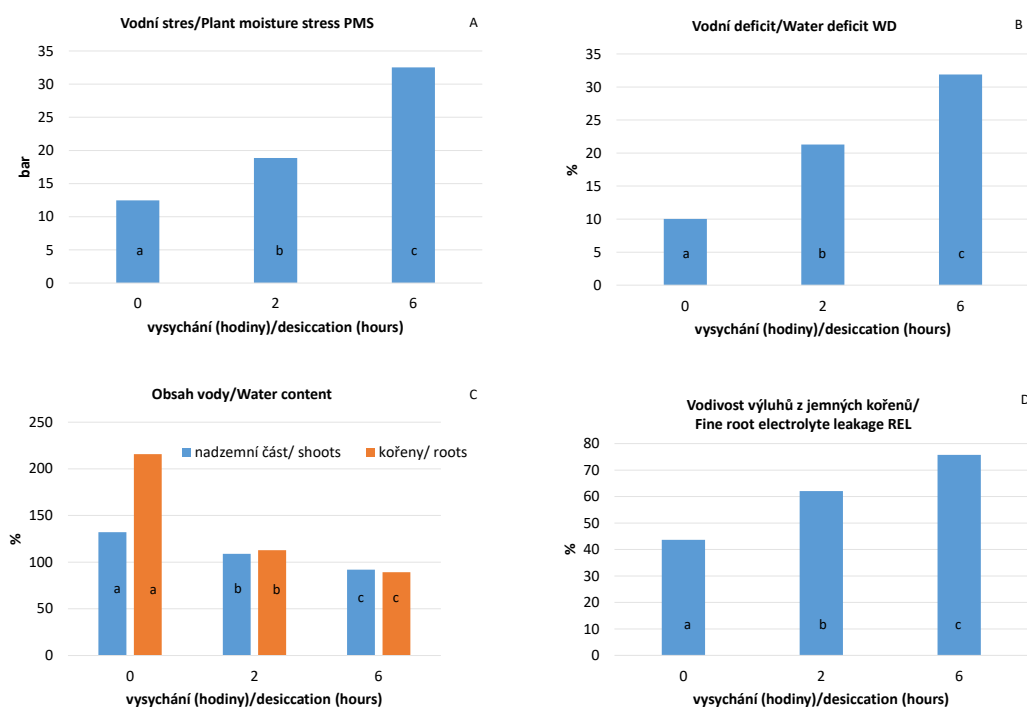
	Vodní stres/ Plant moisture stress PMS	Obsah vody nadzemních částí/ Shoot WC	Obsah vody kořenů/ Root WC	Vodivost výluhů z kořenů/ Root electrolyte leakage REL
Obsah vody nadzemních částí/ Shoot water content WC	-0,717			
Obsah vody kořenů/ Root water content WC	-0,666	+0,814		
Vodivost výluhů z kořenů/ Root electrolyte leakage REL	+0,675	-0,673	-0,704	
Vodní deficit/Water deficit WD	+0,873	-0,758	-0,736	+0,785

podobně jako u semenáčků břízy vysoce statisticky průkazné (1% hladina významnosti).

Pro posouzení použitelnosti výše popsaných metod zjišťování případného poškození sadebního materiálu je důležité porovnání výsledků laboratorního hodnocení s ujímavostí a růstem po výsadbě. Zároveň s laboratorním hodnocením byly v objektu výzkumné stanice v Opoč-

ně vysazeny soubory semenáčků vystavené stejnému stresu vysycháním. Ujímavost a četnost výskytu semenáčků se zasychajícími termínálními částmi v prvním roce po výsadbě je znázorněna na obr. 3.

Záměrné vystavení semenáčků břízy a osiky vysychání již po 2 hodinách způsobilo více než 20% ztráty. Po 6 hodinách vysychání uhynulo více než 40 % semenáčků břízy a ostatní obnovovaly růst nadzemních

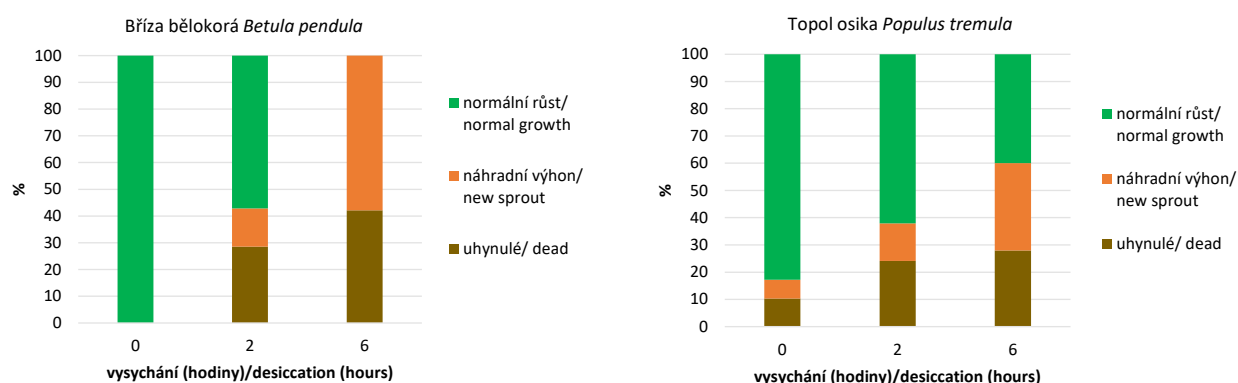


Obr. 2.

Vodní stres PMS, vodní deficit WD, obsah vody v % sušiny a elektrická vodivost výluhů REL semenáčků osiky vystavených různě dlouhému vysychání; rozdílná písmena v grafech označují signifikantní rozdíly na hranici 95 %

Fig. 2.

Plant moisture stress PMS, water deficit WD, water content WC in % of dry matter and fine root electrolyte leakage REL of aspen seedlings exposed to different long drying; different letters in graphs mean significant differences at 95% level



Obr. 3.

Podíl ztrát a semenáčků s náhradními výhony semenáčků břízy a osiky vystavených různě dlouhému vysychání

Fig. 3.

Proportion of losses and seedlings with substitute shoots of birch and aspen seedlings exposed to various drying times

částí tvorbou náhradních výhonů. U osiky byly ztráty nižší (24 a 28 % po 2 a 6 hodinách expozice) a i po 6 hodinách vysychání bylo pozorováno 40 % semenáčků s normálním růstem terminálních výhonů v prvním roce po výsadbě.

Vystavení semenáčků před výsadbou vysychání simulujícímu nesprávnou manipulaci se kromě zvýšených ztrát projevilo i snížením výškového i tloušťkového růstu v prvním roce po výsadbě (obr. 4). Semenáčky břízy se přitom jevily citlivější k vysychání v porovnání s osikou.

Výsledky ukázaly, že všechny metody použité pro hodnocení fyziologické kvality reagovaly na stres semenáčků břízy bělokoré a topolu osiky vystavených záměrnému vysychání a korespondovaly se ztrátami a redukcí růstu po výsadbě.

Hodnocení vodního stresu PMS (nebo vodního potenciálu) je považováno za účinný indikátor zhoršené kvality sadebního materiálu zejména v případech, kdy byly semenáčky vystaveny delšímu vysychání nebo je vodní stres velmi vysoký (LOPUSHINSKI 1990; RITCHIE, LANDIS 2005).

Většina autorů uvádí, že hodnoty PMS vyšší než 10 barů mohou indikovat zpomalení růstu a hodnoty nad 15 barů jsou považovány za silný stres. Za vysoký vodní stres signalizující vážné poškození rostlin jsou považovány hodnoty PMS vyšší než 20 nebo 25 barů (LANDIS et al. 1989; LOPUSHINSKI 1990; RITCHIE, LANDIS 2005). Uvedené hodnoty se mohou značně lišit podle druhů dřevin. Poznanky o druhové specifčnosti kritických hodnot vodního stresu potvrzují i další práce autorů příspěvku. Rozdíly mezi druhy mohou být v některých případech vztaheny k intenzitě sucha (ztrát vody) (INSLEY 1979), v jiných v odlišné citlivosti vůči vysychání (MURAKAMI et al. 1990). Důležitou roli hraje rozdílná schopnost regenerace poškozených kořenů u různých druhů dřevin (MCKAY et al. 1999).

Gravimetrické stanovení obsahu vody v různých částech rostlin je běžnou metodou pro orientační hodnocení stavu rostlin. Zjištění vodního deficitu z rozdílu mezi obsahem vody v čerstvých a plně nasycených pletivech je vhodnějším vyjádřením vodního režimu, protože vztahuje aktuální obsah vody k plně turgidnímu stavu, a tak poskytuje lepší korelaci s fyziologickými funkcemi (LOPUSHINSKI 1990). Jako velmi důležitý se ukázal počáteční obsah vody, který byl u osiky výrazně vyš-

ší než u břízy. Přes výraznější procentický pokles obsahu vody, zůstal u osiky po vysychání vyšší obsah vody v sušině oproti bříze. Toto zjištění může být příčinou nižších ztrát a poškození po výsadbě.

Další metodou hodnocení životaschopnosti rostlin je měření relativní elektrické vodivosti výluhů z různých částí rostlin REL (MCKAY 1992; MCKAY, MILNER, 2000; RADOGLU, RAFTOYANNIS 2002). Tato metoda nehodnotí přímo vodní stav rostliny, ale zjišťuje poškození buněčných membrán různými vlivy. Může být úspěšně používána pro zjišťování vlivu poškození nízkými teplotami, mechanicky, vysokou teplotou, nevhodným skladováním a jinými stresi na životnost rostlin (RITCHIE, LANDIS 2006).

Přestože výsledky výše popsaných metod hodnocení fyziologického stavu u semenáčků břízy bělokoré a topolu osiky vystavených záměrnému vysychání byly ve vzájemné korelaci, jednotlivé testy reagují s odlišnou citlivostí na různé typy poškození rostlin. Proto je pro spolehlivé hodnocení fyziologického stavu sadebního materiálu vhodné použít kombinaci několika metod.

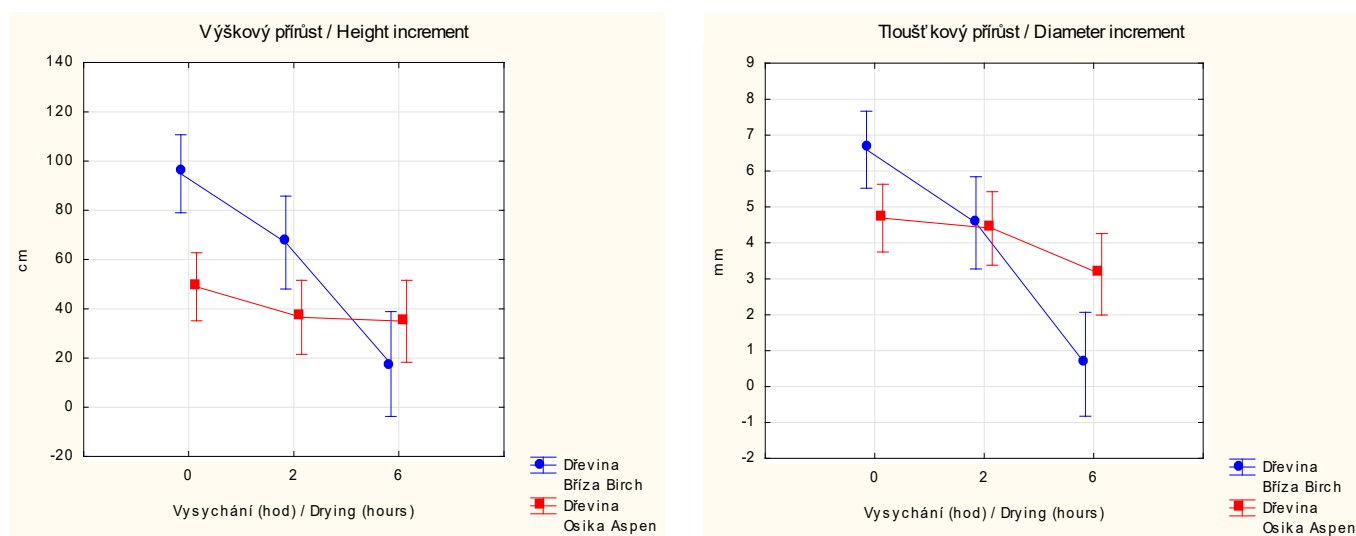
ZÁVĚR

Výsledky pokusů ukázaly vyšší citlivost k vysychání u semenáčků břízy bělokoré v porovnání se semenáčky topolu osiky.

Metody hodnocení vodního stresu, obsahu vody, vodního deficitu a relativní elektrické vodivosti výluhů z kořenů se jeví jako perspektivní pro hodnocení životaschopnosti rostlin. Z porovnání hodnocení fyziologického stavu v době před výsadbou s následnou ujímavostí a růstem se ukázalo, že hodnoty signalizující závažné poškození sadebního materiálu jsou druhově specifické a je třeba je dále detailně rozpracovat.

Poděkování:

Výzkum byl financován z poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR č. RO0118 a z prostředků projektu NAZV QK1820091: „Lesnické hospodaření v oblastech postižených dlouhodobým suchem“.



Obr. 4.

Výškový a tloušťkový růst semenáčků břízy bělokoré a topolu osiky v prvním roce po výsadbě

Fig 4.

Height and thickness growth of silver birch and aspen seedlings in the first year after planting

LITERATURA

- BRØNNUM P. 2005. Preplanting indicators of survival and growth of desiccated *Abies procera* bareroot planting stock. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 36–46.
- CLEARY B., ZAERR J., HAMEL J. 1999. Guidelines for measuring plant moisture stress with a pressure chamber. Corvallis (USA), PMS Instrument Comp.: 26 s.
- 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.
- INSLEY H. 1979. Damage to broadleaved seedlings by desiccation. Farnham, DOE, Arboricultural Advisory & Information Service: 4 s. Arboriculture Research Note 8/79.
- LANDIS T.D., TINUS R.W., McDONALD S.E., BARNETT J.P. 1989. Seedling nutrition and irrigation. *The Container Tree Nursery Manual*. Volume 4. Washington (DC), USDA Forest Service: 119 s. Agriculture Handbook 674. Dostupné na/Available on: <https://nrg.net/publications/ctnm/volume-4>
- LANDIS T.D., DUMROESE R.K., HAASE D.L. 2010. Seedling processing, storage, and outplanting. *The Container Tree Nursery Manual*. Volume 7. Washington (DC), USDA Forest Service: 199 s. Agricultural Handbook, 674. Dostupné na/Available on: <http://www.nrg.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: 1–7.
- LOPUSHINSKI W. 1990. Seedling moisture status. In: Rose, R. et al. (eds.) *Target Seedling Symposium*. Proceedings, combined meeting of the Western Forres Nursery Associations. August 13–17, 1990. Roseburg, Oregon. Fort Collins (Colorado), Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station: 123–138. General Technical Report RM-200
- McEVOY C., MCKAY H.M. 1997. Root frost hardiness of amenity broadleaved seedlings. *Arboricultural Journal*, 21: 231–244. DOI: 10.1080/03071375.1997.9747169
- MCKAY H.M. 1992. Electrolyte leakage from fine roots of conifer seedlings: a rapid index of plant vitality following coldstorage. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: 1371–1377. DOI: 10.1139/x92-182
- MCKAY H.M., JINKS R.L., McEVOY C. 1999. The effect of desiccation and rough-handling on the survival and early growth of ash, beech, birch and oak seedlings. *Forest Science*, 56: 391–402.
- 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.
- MURAKAMI P., CHEN T. H.H., FUCHIGAMI L.H. 1990. Desiccation tolerance of deciduous plants during postharvest handling. *Journal of Environmental Horticulture*, 8: 22–25.
- RADOGLU K., RAFTOYANNIS Y. 2002. The impact of storage, desiccation and planting date on seedling quality and survival of woody plant species. *Forestry*, 75 (2): 179–190.
- RITCHIE G.A., LANDIS T.D. 2005. Seedling quality tests: plant moisture stress. Portland, Oregon, USDA Forest Service Cooperative Forestry: 6–12. *Forest Nursery Notes*, Summer 2005. Dostupné na/Available on: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_ritchie002.pdf
- RITCHIE G.A., LANDIS T.D. 2006. Seedling quality tests: root electrolyte leakage. Portland, Oregon, USDA Forest Service Cooperative Forestry: 6–10. *Forest Nursery Notes*, Winter 2006.

DRYING RESISTANCE EVALUATION OF PIONEER TREE SPECIES - BIRCH AND ASPEN

SUMMARY

The most perceptible phenomenon attributable to ongoing global climate change are repeated drought periods of different duration. For the reforestation of large clear cuts, whose area have been increasing lately, some artificial renewal approaches using preparatory (pioneer) tree species are needed. In the Czech Republic, the most important preparatory tree species are silver birch (*Betula pendula* Roth) and European aspen (*Populus tremula* L.). Drought-stress resistance test was applied for both the species. The objective of this study was an evaluation of the effect of different water stress levels on subsequent survival and growth of plants in their first growing season.

The containerized birch and aspen seedlings were used to assess their physiological status and its effect on survival and growth after outplanting. Evaluation of the plant's water deficit requires the quantitative measurement of the water condition, which is directly related to physiological processes (LOPUSHINSKY 1990). Objective data on the current water regime of the plant can be provided by the measurement of the water potential (Ψ_w) using the pressure chamber. It represents the strength, which binds water in the plants tissue. Because the water potential of Ψ_w has a negative value, it is expressed frequently as the plant moisture stress (PMS), which is directly convertible with Ψ_w , i.e. the negative sign is removed.

The results showed that the methods used to evaluate physiological quality responded to the water stress of birch and aspen seedlings exposed to drought, and corresponded to losses and reductions in growth after planting (Fig. 1 and 2).

Although the results of various methods of assessing physiological status in birch seedlings and aspen asses exposed to deliberate drying were in correlation with each other (Tab. 1), the individual tests react with a different sensitivity to different types of plant damage. Therefore, for a reliable evaluation of the physiological state of the planting stock, it is always suitable to use a combination of several methods.

The results of the experiments showed a higher sensitivity of birch to drought compared to aspen (Fig. 3 and 4). Methods of evaluating water stress, water content, water deficit and relative electrical conductivity of root extracts proved to be promising for the assessment of the vigor of plants. A comparison of the physiological status before out-planting period with subsequent survival and growth shows that the values related to planting stock damage are species specific, and further investigation is needed.

Zasláno/Received: 07. 01. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 05. 03. 2020