

# Odolnosť na mráz – podstatný faktor úspešnosti pestovania krytokorenného sadbového materiálu

Cold hardiness – essential factor for successful raising of containerized planting stock

Milan Sarvaš

## ABSTRAKT:

V ČLÁNKU SÚ PREZENTOVANÉ VÝSLEDKY VPLYVU MRAZU NA FYZIOLOGICKÚ KVALITU KRYTOKORENNÝCH SEMENÁČIKOV BUKA A DUBA. ĎALEJ SÚ PREZENTOVANÉ VÝSLEDKY APLIKÁCIE PRÍPRAVKU CUKROVITAL S OHĽADOM NA ZVÝŠENIE ODOLNOSTI NA MRÁZ PRI KRYTOKORENNÝCH SEMENÁČIKOCH DUBA. VÝSLEDKY UKÁZALI, ŽE SADBOVÝ MATERIÁL JE SENZITÍVNY NA MRAZOVÉ POŠKODENIE KOREŇOVÉHO SYSTÉMU POČAS ZIMY A NA MOŽNOSŤ ZISTOVANIA TOHTO POŠKODENIA POMOCOU MERANIA STRATY ELEKTROLYTU Z HLAVNÉHO KOREŇA. VÝSLEDKY ROVNAKO PREUKÁZALI POZITÍVNY VPLYV APLIKÁCIE CUKROVITALU NA ODOLNOSŤ NA MRÁZ PRI KRYTOKORENNÝCH SEMENÁČIKOCH DUBA.

## ABSTRACT:

IN THIS STUDY ARE PRESENTED THE RESULTS OF FROST ON PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CONTAINERIZED BEECH AND OAK SEEDLINGS. MOREOVER IT IS PRESENTED RESULTS OF APPLICATION OF POTASSIUM DRESSING CUKROVITAL ON COLD HARDINESS OF OAK SEEDLINGS. THE RESULTS SHOWED THAT CONTAINERIZED PLANTING STOCK IS SENSITIVE ON FROST INJURY OF ROOTS SYSTEM DURING WINTER AND IT IS POSSIBLE TO DETECT THIS INJURY WITH USING OF MEASUREMENT ELECTROLYTE LEAKAGE FROM ROOT SYSTEM. NEXT, THE RESULTS SHOWED POSITIVE EFFECT OF CUKROVITAL APPLICATION ON COLD HARDINESS OF CONTAINERIZED OAK SEEDLINGS.

## Úvod

Krytokorenný sadbový materiál je pestovaný intenzívnym spôsobom v lesných škôlkach. Cieľom tohto pestovania je čo v najkratšom časovom intervale získať výsadbyschopný sadbový materiál. Pri tomto pestovaní sa využívajú fóliové kryty, hnojenie, zavlažovanie. Na druhej strane je ale potrebné zdôrazniť, že je dôležité stanoviť vplyv týchto opatrení na morfológické a fyziologické parametre dopestovaného sadbového materiálu, ktoré výraznou mierou ovplyvňujú následnú ujatosť a rast po výsadbe.

Jedným z rozhodujúcich parametrov, ktorý ovplyvňuje úspešnosť pestovania krytokorenného sadbového materiálu je jeho odolnosť znášať mínusové teploty (odolnosť na mráz). Práve s ohľadom na pestovanie krytokorenného sadbového materiálu intenzívnym spôsobom môže vzniknúť nebezpečenstvo nedostatočného vyzretia nadzemnej časti a tým jej poškodenia skorými jesennými mrazmi, resp. neskorými jarnými. Rovnako významným nebezpečenstvom je mrazové poškodenie koreňového systému semenáčikov uložených na úložisku. Preto sa v prvom rade venuje pozornosť na zistenie aktuálneho odolnostného potenciálu na mráz (BURR et al., 1989, COLOMBO, HICKIE, 1987; TINUS et al., 1986).

Na základe údajov o aktuálnej odolnosti na mráz sa následne uskutočňujú opatrenia pomocou ktorých je možné zvýšiť mrazuvzdornosť. Skracovanie fotoperiody je najvýznamnejší faktor ovplyvňujúci tvorbu terminálnych púčikov pri ihličnatom sadbovom materiáli (DARMLING et al., 1968) a zastavenie rastu stonky výrazne vplýva na zvyšovanie odolnosti na mráz (Oleksyn et al., 1992).

Vedľa dĺžky fotoperiody je nízka teplota najdôležitejší faktor ovplyvňujúci odolnosť na mráz pri ihličnatých drevinách (RYPPÖ, 1998). Nízka teplota (zvyčajne pod 5 °C) výrazne ovplyvňuje fyziologické procesy, ktoré sa priamo podieľajú na zvyšovaní odolnosti na mráz (SARVAŠ, 2003a). Postupná zmena teplotného režimu (od vyšších teplôt do nižších) zapríčiňuje vyššiu odolnosť na mráz ako priama zmena teplotných podmienok (TIMMIS

1978, COLOMBO, 1994). Nízka teplota má veľký význam aj pre otužovanie koreňového systému (MCEVOY, MCKAY 1997) na rozdiel od stonky, kde rozhodujúcim faktorom je dĺžka fotoperiód (RYYPPÖ et al., 1998). Okrem opatrení, ktoré sú zamerané na simulovanie priebehu počasia sa vo veľkej miere používajú aj prípravky pomocou ktorých je možné urýchliť vyzrievanie nadzemnej časti dopestovávaneho sadbového materiálu. V lesníckej praxi sa bežne používa postup hnojenia, keď sa koncom vegetačného obdobia aplikuje hnojenie s nízkym obsahom N (FLØISTAD, KOHMANN 2004) a vysokým P alebo K (EDWARDS, 1989).

Vo všeobecnosti sa väčšia pozornosť pri určovaní mrazuvzdornosti venuje sadbovému materiálu ihličnatých drevín. Na druhej strane je potrebné sa sústrediť aj na listnaté dre- viny, hlavne pre ich zvyšujúci sa podiel v obnovnom zastúpení.

Cieľom tohto príspevku je prezentovať **a**: pôsobenie mrazu na fyziologickú kvalitu kry- tokorenného sadbového materiálu buka a duba (generatívneho a vegetatívneho pôvodu) a možnosti zisťovania tohto poškodenia pomocou merania straty elektrolytu **b**: možnosti zvyšovania odolnosti pri sadbovom materiáli pomocou aplikácia organického draslíka.

## **Materiál a metodika**

### **A: Pôsobenie mrazu na fyziologickú kvalitu krytokorenného sadbového materiálu**

#### ***Sadbový materiál generatívneho pôvodu***

V januári 1997 sa uskutočnil mrazový test na jednoročných obalovaných semenáči- koch buka a duba generatívneho pôvodu. Sadbový materiál, pred vystavením kontrolo- vanému mrazu, bol od polovice decembra do uskutočnenia mrazového testu skladovaný vo fóliovníku kde teplota neklesla pod  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  + semenáčky ponechané počas zimy na úlo- žisku. Test sa uskutočnil koncom januára 1997 v klimatizovanej komore, kde bolo možné presne kontrolovať priebeh teploty. Po teste na mráz sa vylíšili nasledovné varianty:

- materiál umiestnený počas zimy na záhone lesnej škôlky,
- materiál uskladnený vo fóliovníku,
- materiál po teste na mráz ( $-16, -20, -22, -24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

V marci pred zaškôlkovaním sa zisťovala strata elektrolytu z koreňových vláskov, hlavného koreňa a stonky. Z každého variantu sa použilo 20 sadeníc na určenie straty elektrolytu. Zvyšný sadbový materiál (60 kusov) sa zaškôlkoval na záhon lesnej škôlky (20 sadeníc x 3 opakovania) a zmerala sa pri ňom výška nadzemnej časti. Na konci ve- getačnej periódy sa opäť zmerala výška nadzemnej časti a určil výškový prírastok.

#### ***Sadbový materiál vegetatívneho pôvodu***

Od októbra 1997 do marca 1998 sa uskutočnil test štyroch rôznych spôsobov sklado- vania obalovaného sadbového materiálu na jeho fyziologickú kvalitu. Testoval sa ročný sadbový materiál duba, ktorý bol vypestovaný z letných odrezkov. Prvý variant bol umiestnený pred nástupom mrazov do klimatizovaného skladu ( $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 92% vzdušná vlh- kosť), kde bol uskladnený počas zimného obdobia. Ďalšie tri varianty boli umiestnené na záhon lesnej škôlky. Z nich pri jednom variante boli kontajner umiestnené do pôdy, pri druhom bola na povrch kontajnerov pridaná 5 cm vrstva pôdy a posledný variant bol po- nechaný bez ochrany. Na jar pred zaškôlkovaním sa pri dvadsiatich sadeniciach z každé- ho variantu zisťovala strata elektrolytu z hlavného koreňa a stonky.

### **B: Zvyšovanie odolnosti pomocou aplikácie organického draslíka**

Prípravok Cukrovital K 400 je kvapalnú koncentrát organicky viazaného draslíka, ktorý je podľa informácie výrobcu určený na zvýšenie cukornatosti a odolnosti na mráz. Apliká- cia Cukrovitalu sa uskutočnila postrekom na krytokorennom sadbovom materiáli duba

zimného (kf1-Jiffy) v lesnej škôlke Čermošná v 5 jesenných termínoch. Dňa 13.10. sa uskutočnil v klimatizovanej komore umelý mrazový test.

Boli použité nasledovné cieľové teploty: +5 °C (kontrolný variant), -5, -10 a -15 °C. Po skončení testu sa uskutočnila príprava vzoriek na meranie straty elektrolytu (rovnako ako v predchádzajúcom experimente). Pomocou tohto merania bolo zisťované poškodenie nadzemnej časti a hlavného koreňa pre semenáčky s aplikáciou a bez aplikácie Cukrovitalu. Boli odobraté vzorky zo stonky (2 cm) tesne pod terminálnym púčikom a z hlavného koreňa (tesne pod koreňovým krčkom).

Rovnako z každej cieľovej teploty sa odobralo 5 ks semenáčikov, na ktoré bol resp. nebol aplikovaný prípravok Cukrovital a následne boli umiestnené do rastovej komory kde sa zisťoval stupeň pučania a rast nových koreňov. Samotné hodnotenie sa uskutočnilo po 49 dňoch umiestnenia semenáčikov v rastovej komore (+ 22 °C, 16 hodinová fotoperiódá) podľa nasledovných stupníc.

**Rast nových koreňov** (Burdett 1979) 0 - bez rastu; 1- niekoľko nových koreňov, kratšie ako 1 cm; 2 - 1-3 nové korene dlhšie ako 1 cm, 3 - 4-10 nových koreňov dlhších ako 1 cm, 5 - 11-30 nových koreňov dlhších ako 1 cm, 5 -viac ako 30 nových koreňov dlhších ako 1 cm.

**Stupeň pučania terminálneho púčika** 0 - bez aktivity; 1 - púčiky napučané; 2 - listy sa uvoľňujú z púčikov; 3 - listy sú úplne uvoľnené z púčikov, ale nie ešte do šírky; 4 - jednoznačná je šírka listov, ale ešte nie sú úplne rozvité; 5 -listy sú rozvinuté do konečnej šírky

## Výsledky

### A: PÔSOBENIE MRAZU NA FYZIOLOGICKÚ KVALITU KRYTOKORENNÉHO SADBOVÉHO MATERIÁLU

#### *Sadbový materiál generatívneho pôvodu*

#### **Buk**

V tab. 1 sú uvedené hodnoty straty elektrolytu z vybratých častí sadeníc spolu s výškovým prírastkom na konci vegetačnej periódy. Úroveň straty elektrolytu bola najvyššia pri koreňových vláskoch. Rozdiely medzi jednotlivými variantmi neboli až také výrazné ako pri hlavnom koreni.

#### **Tab.1: Hodnoty straty elektrolytu z bukových krytokorenných semenáčikov po mrazovom teste a výškový prírastok po prvej vegetačnej perióde**

*Table 1: The rate of electrolyte leakage from beech containerized seedlings after artificial frost test and height increment after first vegetation period*

Variant	Koreňové vlásky (%)	Hlavný koreň (%)	Stonka (%)	Výškový prírastok (%)
Sadbový materiál umiestnený vo fóliovníku	44 <sup>d/c</sup>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	24 <sup>a</sup>
Sadbový materiál pri -16 °C	47 <sup>b/c</sup>	17 <sup>c</sup>	23 <sup>b/a</sup>	22 <sup>b/a</sup>
Sadbový materiál pri -20°C	42 <sup>d</sup>	15 <sup>c</sup>	24 <sup>b/a</sup>	17 <sup>b/c</sup>
Sadbový materiál na záhone lesnej škôlky	50 <sup>a/b</sup>	27 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>
Sadbový materiál pri -22°C	53 <sup>a</sup>	42 <sup>a</sup>	23 <sup>b</sup>	0 <sup>d</sup>
Sadbový materiál pri -24°C	49 <sup>a/b</sup>	42 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	0 <sup>d</sup>

rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na  $p < 0,001$

Pri hlavnom koreni bolo možné na základe hodnôt straty elektrolytu vylíšiť tri skupiny. Do prvej skupiny sa zaradili sadenice so stratou elektrolytu v rozpätí 15-17% (pri variantoch -16 a -20 °C a pri variante umiestnenej počas zimy vo fóliovníku). Druhá skupina mala stratu elektrolytu 27% (materiál umiestnený počas zimy na záhone lesnej škôlky). V tretej skupine bol materiál vystavený najintenzívnejšiemu stresovému faktoru (-22 a -24 °C) a pri ňom strata elektrolytu dosiahla 42%.

Pri vzorkách odobratých zo stonky (z hornej časti) sa nezistili až také významné rozdiely v porovnaní s koreňovým systémom. Pri materiáli umiestnenom počas zimy vo fóliovníku bola strata elektrolytu na úrovni 15%. Na druhej strane variant po -24 °C mal 27% stratu elektrolytu. Zvyšné štyri varianty vykazovali škálu v rozpätí 22-24%.

Najväčší výškový prírastok na konci vegetačnej periódy (24%) sa zaznamenal pri variante umiestnenom počas zimy vo fóliovníku. Pri sadbovom materiáli vystavenom mrazovej teplote -16 a -20 °C bol výškový prírastok 22% respektívne 17%. Nulový výškový prírastok vykazovali varianty s najväčším stresovým faktorom.

## Dub

Pri sadbovom materiáli duba vystavenom rovnakým stresovým faktorom boli v porovnaní s bukom zistené niektoré rozdiely (tab. 2).

**Tab.2: Hodnoty straty elektrolytu z dubových krytokorenných semenáčikov po mrazovom teste a výškový prírastok po prvej vegetačnej perióde**

*Table 2: The rate of electrolyte leakage from oak containerized seedlings after artificial frost test and height increment after first vegetation period*

Variant	Koreňové vlásky (%)	Hlavný koreň (%)	Stonka (%)	Výškový prírastok (%)
Sadbový materiál umiestnený vo fóliovníku	36 <sup>b</sup>	19 <sup>c</sup>	17 <sup>c</sup>	38 <sup>a</sup>
Sadbový materiál pri -16 °C	40 <sup>a</sup>	20 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>
Sadbový materiál pri -20°C	35 <sup>b</sup>	18 <sup>c</sup>	21 <sup>c</sup>	34 <sup>a/b</sup>
Sadbový materiál na záhone lesnej škôlky	43 <sup>a</sup>	61 <sup>a/b</sup>	27 <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup>
Sadbový materiál pri -22°C	42 <sup>a</sup>	57 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>
Sadbový materiál pri -24°C	42 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>

rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na  $p < 0,001$

Rozdiely boli zaznamenané pri strate elektrolytu z hlavného koreňa. Pri variantoch vystavených najmiernejšiemu stresovému faktoru a materiáli umiestnenom počas zimného obdobia vo fóliovníku dosiahla strata elektrolytu 20%. Veľký rozdiel v porovnaní s bukom bol pri sadbovom materiáli ponechanom v zime bez ochrany na záhone lesnej škôlky. Pri tomto variante sa zistila 61% strata elektrolytu, pri rovnakom bukovom variante bola strata elektrolytu 27%. Rozdiely boli aj pri variantoch s najintenzívnejším stresovým faktorom, kde strata elektrolytu dosiahla až 60% (pri buku to bolo len 42%).

Pri stonke taktiež stúpala strata elektrolytu s intenzitou stresového faktora, ale nedosiahla takú úroveň ako pri koreňových vláskoch a hlavnom koreni.

Najvyšší výškový prírastok sa zistil pri variante umiestnenom počas zimy vo fóliovníku (38%). Pri materiáli vystavenom stresu mrazom -16 a -20 °C bol prírastok na úrovni 31% a 34%. Sadbový materiál umiestnený na záhone lesnej škôlky mal len 2% prírastok (pri buku to bolo 15%). Semenáčiky v posledných dvoch variantoch rovnako ako pri buku vplyvom silného mrazu odumreli.

## Sadbový materiál vegetatívneho pôvodu

### Dub

Pri porovnaní straty elektrolytu z hlavného koreňa je zrejmé, že existujú rozdiely medzi jednotlivými variantmi (tab. 3). Najvyššiu stratu elektrolytu mal variant umiestnený bez ochrany počas zimného obdobia na záhone lesnej škôlky (18%). Sadenice skladované v klimatizovanom sklade mali stratu elektrolytu na 10% úrovni. Pri strate elektrolytu zo stonky pri variantoch umiestnených na záhone lesnej škôlky sa nezistili štatisticky významné rozdiely.

**Tab.3: Hodnoty straty elektrolytu z dubových krytokorenných semenáčikov vegetatívneho pôvodu po mrazovom teste**

*Table 3: The rate of electrolyte leakage from oak containerized cutting seedlings after artificial frost test*

Variant	Hlavný koreň (%)	Stonka (%)
sadbový materiál bez ochrany	18 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>
sadbový materiál prikrytý pôdou	13 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>
sadbový materiál umiestnený v pôde	11 <sup>c/b</sup>	13 <sup>a</sup>
sadbový materiál v klimatizovanom sklade	10 <sup>d</sup>	11 <sup>b</sup>

rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na  $p < 0,001$

## B: Zvyšovanie odolnosti pomocou aplikácie organického draslíka

### Meranie straty elektrolytu

V tab. 4 a 5 sú prezentované hodnoty straty elektrolytu zo stonky a hlavného koreňa v závislosti od pôsobenia mrazových teplôt rôznej intenzity a aplikácie Cukrovitalu.

**Tab. 4: Hodnoty straty elektrolytu po umelom mrazovom teste (aplikácia Cukrovitalu)**

*Table 4: The rate of electrolyte leakage after artificial frost test (Cukrovital application)*

Variant	Hlavný koreň (%)	Stonka (%)
+ 5 °C (kontrola)	17 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>
-5 °C	20 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>
-10 °C	18 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>
-15 °C	21 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>

rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na  $p < 0,05$

**Tab. 5: Hodnoty straty elektrolytu po umelom mrazovom teste (bez aplikácie Cukrovitalu)**

Table 5: The rate of electrolyte leakage after artificial frost test (Cukrovital no-application)

Variant	Hlavný koreň (%)	Stonka (%)
+ 5 °C (kontrola)	22 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>
-5 °C	19 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>
-10 °C	19 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>
-15 °C	20 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>

rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na  $p < 0,05$

Najvyššie hodnoty straty elektrolytu boli zistené pri stonkách po pôsobení teploty -15 °C (27% po aplikácii Cukrovitalu a 42% bez aplikácie Cukrovitalu). Rozdiely medzi hodnotami straty elektrolytu z koreňového systému neboli štatisticky významné.

### Zisťovanie fyziologickej aktivity

V tab. 6 a 7 je prezentovaná fyziologická aktivita dubových semenáčikov v závislosti od pôsobenia mínusových teplôt a aplikácie prípravku Cukrovital.

**Tab. 6: Stupeň pučania terminálneho púčika a rast nových koreňov (aplikácia Cukrovitalu)**

Table 6: Breaking of terminal buds and growth of new roots (Cukrovital application)

Variant	Terminálny púčik	Rast nových koreňov
+ 5 °C (kontrola)	3,4	4,2
-5 °C	4	4
-10 °C	4	3,8
-15 °C	4	2,6

**Tab. 7: Stupeň pučania terminálneho púčika a rast nových koreňov (aplikácia Cukrovitalu)**

Table 7: Breaking of terminal buds and growth of new roots (Cukrovital no-application)

Variant	Terminálny púčik	Rast nových koreňov
+ 5 °C (kontrola)	4	3
-5 °C	3	3
-10 °C	3	2,4
-15 °C	4	1,2

Po 49 dňoch sa nezistili významné rozdiely v stupni pučania terminálneho púčika (pohybovala sa medzi 3-4 bez ohľadu na aplikáciu Cukrovitalu). Oproti tomu bola pozorovaná zvýšená aktivita rastu nových koreňov pri semenáčikoch po aplikácii prípravku Cukrovital.

## Diskusia

### A: Pôsobenie mrazu na fyziologickú kvalitu krytokorenného sadbového materiálu

#### Sadbový materiál generatívneho pôvodu

V našej práci za pozornosť venovala vplyvu mrazu na obaľovaný materiál buka a duba a možnosti zistenia tohto vplyvu pomocou merania straty elektrolytu z koreňového systému a stonky. Sadbový materiál bol vystavený mrazovým teplotám rozdielnej intenzity a na porovnanie sa použil materiál uskladnený počas zimy vo fóliovníku, kde teplota vzduchu neklesla pod  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pred zaškôlkovaním sadbového materiálu na jar sa zistila strata elektrolytu a počas vegetačného obdobia sa zisťovala ujatosť a rast sadeníc. Výsledky ukázali rozdiely medzi jednotlivými variantmi v strate elektrolytu, ujatosti a tiež medzi jednotlivými drevinami.

Pri vzorkách z koreňových vláskov boli pri oboch drevinách zistené štatisticky významné rozdiely, ale stúpanie straty elektrolytu nekorelovalo so zvyšujúcou sa intenzitou stresového faktora. Toto bolo pravdepodobne zapríčinené tým, že koreňové vlásky sú v kontajneri stlačené, čo môže pôsobiť ako stresový faktor, ktorý sa prejavuje na strate elektrolytu. Ďalším problémom bola samotná príprava vzoriek pri ktorej bolo zložité dôkladne umyť koreňové vlásky tak, aby neboli poškodené a zároveň na nich neostali zvyšky substrátu, ktorý má vplyv na výšku straty elektrolytu.

Pri hlavnom koreni strata elektrolytu stúpala s intenzitou stresového faktora, ale zároveň boli zistené aj rozdiely medzi drevinami. Sadbový materiál buka umiestnený na záhone lesnej škôlky nedosiahol až takú vysokú stratu elektrolytu ako dubový, kde sa táto hodnota pohybovala skoro až na úrovni straty pri variantoch s najvyššou intenzitou stresového faktora. Pri stonke sa zistila vzrastajúca strata elektrolytu v súlade s intenzitou stresu, ale nedosiahla až také vysoké hodnoty ako pri hlavnom koreni. K rovnakým záverom dospel aj CALMÉ et al. (1994), ktorí uvádzajú že koreňový systém získava odolnosť na mráz pomalšie ako stonka a jeho mrazová tolerancia je podstatne nižšia ako pri stonke.

Po strese bol sadbový materiál umiestnený do fóliovníka a v marci bol zaškôlkovaný na záhon lesnej škôlky. Na základe hodnotenia výškového prírastku na konci vegetačnej periódy sa pri buku vylíšili tri skupiny sadeníc. Prvej skupine pri výškovom prírastku okolo 20% odpovedala 15-17% strata elektrolytu z hlavného koreňa. Sadbový materiál druhej skupiny mal 27% stratu elektrolytu a 15% výškovým prírastkom. Sadenice vo variantoch  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  mali 100% mortalitu a zatriedili sa do tretej skupiny.

Na základe dosiahnutých výsledkov je možné konštatovať, že pomocou merania straty elektrolytu bolo možné identifikovať poškodenie mrazom pri obaľovanom sadbovom materiáli. Najtesnejšia korelácia medzi hodnotami straty elektrolytu a intenzitou stresového faktora bola zistená pri vzorkách z hlavného koreňa.

Veľkú výhodu metódy merania straty elektrolytu bola rýchlosť získania výsledkov (48 h), čo predstavuje výrazné skrátenie času potrebného na dosiahnutie výsledkov v porovnaní s metódou založenou na určovaní mrazového poškodenia koreňového systému na základe hodnotenia rastového potenciálu koreňov (SARVAŠ 2003b).

Ďalej dosiahnuté výsledky potvrdili, že kritickou fázou pri pestovaní obaľovaného sadbového materiálu je jeho skladovanie v zimnom období. Podobne LINSTRÖM (1986) uvádza, že obaľovaný sadbový materiál ihličnanov vystavený pôsobeniu mrazu vykazoval po presadení významnú redukciu v raste. CALMÉ et al. (1994), skúmali odolnosť niektorých druhov listnatých drevín na mráz v závislosti od časového faktora. Najvyššiu odolnosť zistili pri dube červenom, kde teplota  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$  v polovici decembra zapríčinila 100% mortalitu koreňového systému. Hodnotenie vitality tieto autori vykonali na základe sfarbenia pletiva. Podobné výsledky boli zistené aj v našej práci, kde teplota  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  a nižšia zapríčinila 100% mortalitu obaľovaného sadbového materiálu pri buku a dube.

## Sadbový materiál vegetatívneho pôvodu

Pestovanie sadbového materiálu vegetatívnym spôsobom predstavuje progresívne postupy ako získať vysokohodnotný sadbový materiál. Výhodou tohto spôsobu produkcie sadbového materiálu je jeho nezávislosť na semene a tým odpadáva aj problém s uskladnením semena, ktoré pri niektorých druhoch môže byť veľmi problematické (duby). Ak je rezkovanie uskutočnené do kontajnerov, tak má získaný materiál všetky výhody obalovaného sadbového materiálu. Nevýhodou tohto spôsobu pestovania je jeho finančná náročnosť. Vyžaduje špeciálne postupy pestovania a technické vybavenie (KR)SSMANN, 1997). Preto takto získaný sadbový materiál je nevyhnutne chrániť pred stresovými faktormi. Pri tomto spôsobe pestovania sadbového materiálu sa jeho úspešnosť má posudzovať na základe prvého prezimovania a nie na základe zakorenenia. Kritickým bodom je prvé prezimovanie už zakorenených odrezkov (KR)SSMANN, 1997). Prezimovanie sa považuje vo všeobecnosti za jednu z najproblematickejších častí celkového technologického postupu dopestovávania sadbového materiálu (COLOMBO 1997) a odolnosť na mráz je ovplyvňovaná samotnou rezistenciou sadbového materiálu a podmienkami prostredia.

V našom prípade sme zisťovali vplyv rôzneho spôsobu uskladnenia v priebehu zimy na kvalitu dubových odrezkov. V jarnom období sa určila strata elektrolytu z hlavného koreňa a stonky a tieto hodnoty sa porovnávali s ujatosťou jednotlivých variant. Najvyššia ujatosť (5% mortalita terminálneho púčika – údaje nie sú prezentované) sa zistila pri sadbovom materiáli umiestnenom počas zimy v klimatizovanom sklade. Pri tomto spôsobe uskladnenia nebol sadbový materiál vystavený mrazu a strata elektrolytu z hlavného koreňa dosiahla 10%. Sadbový materiál, ktorý bol umiestnený počas zimy v pôde, mal 11% stratu elektrolytu z hlavného koreňa a vykazoval 5% mortalitu terminálneho púčika. Vo variante kde boli kontajnery pokryté 5 cm vrstvou pôdy sa zistila 13% strata elektrolytu v jarnom období. Materiál umiestnený v zimnom období na záhone lesnej škôlky bez ochrany mal 18% stratu elektrolytu. Mortalita terminálneho púčika pri posledných dvoch variantoch dosiahla 30%.

Je zrejmé, že spôsob skladovania sadbového materiálu vegetatívneho pôvodu (z odrezkov) v zimnom období má rozhodujúci vplyv na jeho ujatosť a rast. Koreňový systém, ktorý je všeobecne menej odolný na mráz ako nadzemná časť je v tomto prípade ešte viac senzitívny na poškodenie nízkymi teplotami ako pri materiáli generatívneho pôvodu.

## B: Zvyšovanie odolnosti pomocou aplikácie organického draslíka

Na základe získaných údajov je možné konštatovať, že aplikácia prípravku Cukrovital v tomto prípade pozitívne ovplyvnila mrazuvzdornosť dopestovaného krytokorenného sadbového materiálu duba. Tento efekt bol potvrdený meraním straty elektrolytu (rýchly test) a rovnako aj následnou fyziologickou aktivitou (hlavne rast nových koreňov).

Samozrejme problematike zvyšovania odolnosti na mráz je potrebné venovať komplexnú pozornosť (od samotného zisťovania stupňa odolnosti na mráz cez jednotlivé postupy zvyšovania odolnosti až po celkové zhodnotenie vplyvu týchto opatrení). Rovnako je potrebné sústrediť pozornosť nielen na odolnosť nadzemnej časti (hlavne pri výskyte neskorých jarných mrazov resp. skorých jesenných), ale aj odolnosti na mráz koreňového systému. Hlavne poškodenie koreňového systému nízkymi teplotami nie je možné zistiť na základe vizuálneho hodnotenia a prejavuje sa až po výsadbe, kedy už zapríčiní vysoké finančné straty.

## Záver a odporúčanie

Prezimovanie krytokorenného sadbového materiálu v lesnej škôlke patrí k najrizikovejším častiam celkového postupu jeho dopestovávania.

Sadbovače umiestnené na voľných plochách neposkytujú dostatočnú ochranu proti nízkym teplotám počas zimného obdobia.



Ideálne by bolo umiestniť obalovaný materiál počas zimného obdobia už pred nástupom prvých mrazov do klimatizovaného skladu, kde je možné kontrolovať teplotu. Najvhodnejší postup je uskutočniť jesennú výsadbu dopestovaného sadbového materiálu listnatých drevín.

Pri opatreniach zameraných na zvyšovanie odolnosti nadzemnej časti je potrebné venovať pozornosť vplyvu týchto opatrení na ďalší rast a vývoj sadbového materiálu.

#### Literatúra:

- BURR K.E., TINUS R.W., WALLNER S.J., KING R.M. 1989: Comparison of three cold hardiness tests for conifer seedlings. *Tree Physiology* 6, 351-369.
- BURDETT A.N., SIMPSON D.G., THOMPSON C.F. 1983: Root development and plantation establishment success. *Plant and Soil*. 71, 103-110.
- CALMÉ, S., BIGRAS, F.J., MARGOLIS, H.A. and HÉBERT, C., 1994: Frost tolerance and bud dormancy of container-grown yellow birch, red oak and sugar maple seedlings. *Tree Physiol.* 14, 1313-1325.
- COLOMBO S. J. 1997: Frost hardening spruce container stock for overwintering in Ontario. *New Forests*. 13, 449-467.
- COLOMBO S.J. 1994: Timing of cold temperature exposure affects root and shoot frost hardiness of *Picea mariana* container seedlings, *Scand. J. For. Res.* 9, 52-59.
- COLOMBO S.J., HICKIE, D.F. 1987: A one day test for determining frost hardiness using the electrical conductivity technique. Ministry of Natural Resources, Ontario. Forest research Note 45
- DARMLING I., GUSTAFSSON A., VON WETTSTEIN D. 1968: The experimental control of the life cycle in *Picea abies* (L.) Karst. Some basic experiments on the vegetative cycle. *Silvae Genet.*, 44-64.
- EDWARDS, I.K. 1989: The effect of mineral nutrition on hardening-off of conifer seedlings. Proceedings of the Intermountain Forest Nursery Association, 1989. Bismarck, U.S. For. Serv. Rocky Mt. For. Range Exp. Stn. Gen. Tech. Rep. RM-184, s. 98-102.
- FLØISTAD I. S., KOHMANN K. 2004: Influence of nutrient supply on spring frost hardiness and time of bud break in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings. *New Forests*. 27, 1-11.
- KRISMANN, G., 1997: Die Baumschule. 6 Auflage, Parey Buchverlag Berlin.
- LINDSTRÖM, A., 1986: Outdoor winter storage of container stock on raised pallets-effects on root zone temperature and seedlings growth. *Scand. J. For. Res.*, 1, 37-47.
- MCÉVOY, C., MCKAY, H.M., 1997: Root frost hardiness of amenity broadleaved seedlings. *Arboricultural Journal*, 21, 231-244.
- OLEKSYN J., THOELKE M.G., REICH P.B. 1992: Growth and biomass partitioning of population of European *Pinus sylvestris* L. under simulated 50° and 60°N daylengths: evidence for photoperiodic ecotypes. *New Phytol.*, 120, 561-574.
- RYYPÖ A. 1998: Temperature acclimation of boreal conifer seedlings at the beginning and end of the growing season. D.Sc. thesis., University of Joensuu, Faculty of Forestry, Finland.
- RYYPÖ A., REPO T., VAPAAVUORI E. 1998: Development of freezing tolerance in roots and shoots of Scots pine seedlings at nonfreezing temperatures. *Can. J. For. Res.*, 28, 557-565.
- SARVAŠ M. 2003a: Changes of cold hardiness of bare rooted Norway spruce plants during autumn and its effect on survival after cold storage. *J. For. Sci.*, 49, 133-139
- SARVAŠ M. 2003b: The effect of frost treatment on root growth potential and field performance of oak and beech containerized seedlings. *Aust. Jour. Forest. Sci.*, 34, 231-247.
- TIMMIS, R. 1978: Frost hardening of containerized conifer seedlings under constant and sequenced temperatures. Weyerhaeuser For. res. Tech. Rep., Centralia, WA, USA.
- TINUS R. W., BURR K.E., WALLNER S.J., KING, R. M. 1986: Relation between cold hardiness, root growth capacity, and bud dormancy in three western conifers. In: Landis TD, tech.coord. Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Council and International Nursery Associations; 1986 August 12-15; Tumwater, WA. Gen. Tech. Rep. RM-137. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 87-95

#### Adresa autora:

Ing. Milan Sarvaš, PhD.

LVU Zvolen

T.G.Masaryka 22

960 920 Zvolen

tel. č: ++421/45-5314243

e-mail: sarvas@fris.sk