

## INFORMACE O POUŽÍVANÝCH METODÁCH HODNOCENÍ KVALITY SADEBNÍHO MATERIÁLU, INSTRUKTÁŽ SPRÁVNÉHO ZADÁVÁNÍ ZAKÁZEK PRO HODNOCENÍ KVALITY

METHODS OF ASSESSMENT OF PLANTING STOCK QUALITY AND TREE SAMPLING

JARMILA MARTINCOVÁ, JARMILA NÁROVCOVÁ

### ABSTRAKT

*Od roku 1995 je ve VÚLHM – Výzkumné stanici v Opočně v činnosti laboratoř zabývající se hodnocením morfologické a fyziologické kvality sadebního materiálu. Z morfologických znaků jsou hodnoceny především výška, průměr kořenového krčku a objem a hmotnost nadzemních částí, silných a jemných kořenů. Hodnocení fyziologické kvality je založeno především na zjišťování růstového potenciálu kořenů. Dále je zjišťován obsah vody a u skladovaných sazenic přítomnost škrobu v pletivech. Předpokládá se postupné zavedení některých dalších perspektivních testů (vodivost výluhů z jemných kořenů, hodnocení vodního stresu pomocí tlakové komory, fluorescence chlorofylu). Velmi důležitý je způsob odběru reprezentativních vzorků sadebního materiálu pro laboratorní hodnocení.*

### ABSTRACT

*Since 1995 there is laboratory dealing with assessing of morphological and physiological quality of planting stock in Forest Research Station at Opočno. Height, diameter, volume and dry weight of shoots, strong and fine roots are the main morphological attributes. Assessment of physiological quality is based mainly on root growth potential. Water content and in long stored seedling also starch content are evaluated, too. We assume gradual introduction of some progressive methods as electrolyte leakage conductivity, water stress measurement by pressure chamber, chlorophyll fluorescence. The way of selection of representative samples of plants destined for laboratory assessment is very important.*

### METODY STANDARDNĚ POUŽÍVANÉ V LABORATOŘI ŠKOLKAŘSKÁ KONTROLA

Ve Výzkumné stanici v Opočně pracuje od roku 1995 laboratoř, která se zabývá hodnocením morfologické a fyziologické kvality sadebního materiálu pro potřeby praxe. Metody hodnocení byly ověřovány již mnoho let předtím, než začaly být standardně používány. Souběžně se standardním hodnocením jsou zaváděny a ověřovány některé nové perspektivní testy.

Standardně je u všech vzorků hodnocena morfologická kvalita a růstový potenciál kořenů. Zda jsou použity i další doplňující testy, to závisí na stavu sadebního materiálu a na předpokládaných stresech, které ho mohly ovlivnit. Například doplňujícím testem u skladovaných sazenic může být zjišťování odolnosti k mrazu a přítomnosti škrobu, u sazenic s podezřením na nadměrné vyschnutí je doplňujícím testem stanovení obsahu vody v nadzemních částech a v kořenech nebo nově zjišťování vodního stresu pomocí tlakové komory.

Pro hodnocení kvality jsou požadovány vzorky sadebního materiálu o velikosti minimálně 100 kusů. Po přijetí je zkontrolován stav rostlin (oschnutí kořenů, rašení nebo poškození pupenů, přítomnost patogenů apod.). V případě zjištění výskytu houbových onemocnění nebo přítomnosti jiných škodlivých organismů je část vzorku odeslána

k podrobnějšímu posouzení na Lesnickou ochrannou službu (útvár ochrany lesa) ve VÚLHM v Jílovišti - Strnadech.

Každý vzorek je rovnoměrně rozdělen do dílčích vzorků po 20 kusech. Dílčí vzorky jsou použity následujícím způsobem:

- 20 ks pro hodnocení morfologické kvality,
- 20 ks pro stanovení růstového potenciálu kořenů,
- 20 ks pro kontrolní výsadbu,
- zbytek je použit pro zjišťování případného poškození pletiv pupenů a kambia (řezem), pro doplňující testy, eventuelně pro opakování zkoušek.

Pokud se neprovádějí další rozborů, je zpravidla pro kontrolní výsadbu použit větší počet sazenic.

V případě orientačního rozboru (menší počet rostlin ve vzorku) mohou být počty rostlin v jednotlivých dílčích vzorcích nižší, minimálně však 10 kusů. Tato skutečnost je vyznačena v protokolu, protože snižuje přesnost provedeného hodnocení.

### **Morfologické charakteristiky**

Při hodnocení morfologické kvality je nejprve posouzena průběžnost kmínků, rozložení větví, stav terminálních pupenů a případný výskyt deformací kořenů. Potom jsou měřeny základní morfologické charakteristiky (výška nadzemní části, délka kosterních kořenů, průměr kořenových krčků, u smrku a douglasky délka posledního přírůstu a u listnatých dřevin s kulovým kořenem průměr kořene v místě řezu). Dále je zjišťován objem nadzemních částí, objem kosterních kořenů (silnějších než 1 mm) a objem jemných kořenů (slabších než 1 mm). Vypočítány jsou odvozené charakteristiky – podíl objemu kořenů k nadzemním částem a procentuální podíl objemu jemných kořenů v kořenovém systému. Získané hodnoty jsou porovnávány se standardy podle ČSN 48 2115. Ve výstupním protokolu jsou uváděny průměrné hodnoty získané z dílčího vzorku včetně jejich variability a údaje o tom, jaký podíl sazenic neodpovídá standardu a ve kterých znacích.

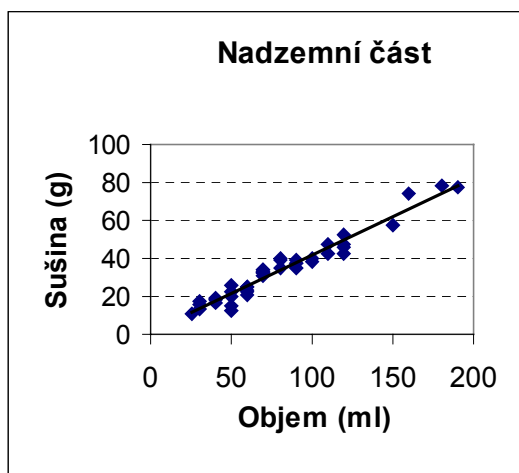
Vzhledem k tomu, že měření objemu je poměrně pracné, zjišťujeme paralelně i sušinu jednotlivých částí sazenic. Po získání dostatečného množství údajů stanovíme pro jednotlivé druhy rostlin převodní hodnoty mezi objemem a sušinou, aby bylo možno postupně přejít na rychlejší a přesnější hodnocení sušiny místo objemových analýz. Příklad vztahu mezi objemovými a hmotnostními charakteristikami u sadebního materiálu smrku ztepilého je ukázán na obr. 1.

### **Růstový potenciál kořenů**

Růstový potenciál kořenů je definován jako schopnost rostliny rychle obnovit růst kořenů po výsadbě do příznivých podmínek. Je hodnocen jako počet nových kořenů vytvořených v definovaných podmínkách v daném časovém intervalu.

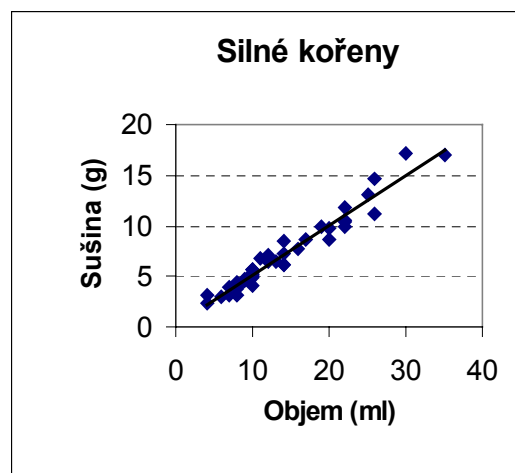
Tento znak slouží jako indikátor celkové vitality sazenic a jako kritérium pro vyřazení souborů sazenic špatné kvality způsobené poškozením během manipulace nebo předchozími pěstebními operacemi (Ritchie, Tanaka 1990, Omi 1991). Stres rostliny se projeví na intenzitě růstu kořenů.

Skutečný růst kořenů je v provozních podmínkách ovlivněn manipulací před výsadbou a nepříznivými klimatickými podmínkami na zalesňovaném stanovišti (Omi 1991). Ritchie a Tanaka (1990) názorně přirovnávají růstový potenciál kořenů ke zjišťování klíčivosti při hodnocení kvality semen. I tato charakteristika je zjišťována v optimálních podmínkách, vypovídá o kvalitě, ale může se změnit po výsevu do skleníku nebo na záhon.



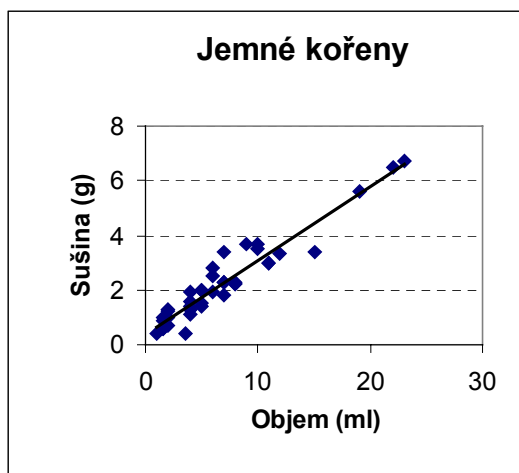
$$y = 0,406x + 0,166$$

$$R^2 = 0,95$$



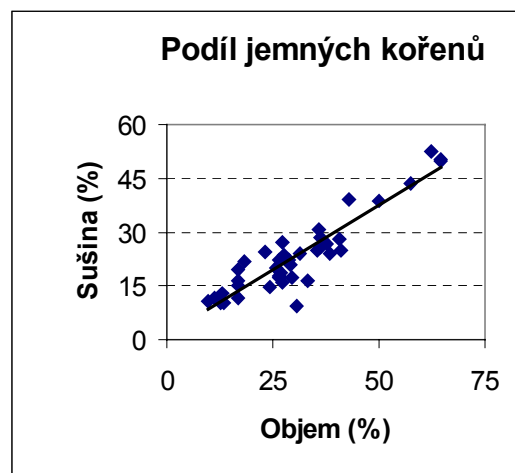
$$y = 0,493x + 0,206$$

$$R^2 = 0,95$$



$$y = 0,269x + 0,398$$

$$R^2 = 0,91$$



$$y = 0,720x + 1,319$$

$$R^2 = 0,84$$

Obr. 1: Vztah mezi objemovým a hmotnostním hodnocením sadebního materiálu smrku ztepilého (Correlation between volume and dry mass assessment of spruce plants)

V naší laboratoři je používán třítydenní test růstového potenciálu kořenů. Sazenice jsou umístěny do nádob se směsí vláknité rašeliny a perlitu. Pěstovány jsou při teplotě 22 °C a relativní vlhkosti vzduchu 70 %. Délka dne je umělým přisvětlováním prodloužena na 16 hodin.

Po skončení testu jsou kořeny šetrně promyty a jsou počítány nově vyrostlé (bílé) kořeny, a to odděleně kořeny delší než 5 mm a kořeny krátké. V případě velkého množství nových kořenů je toto počítání velmi náročné na čas a pečlivost práce.

Pro usnadnění hodnocení počtu nových kořenů a zároveň pro omezení vlivu případných extrémních hodnot na průměrné výsledky je možno použít následující stupnici tzv. „Indexu růstu kořenů“ (upraveno podle Burdett 1979, Tanaka et al. 1994).

Index růstu kořenů	Počet nových kořenů delších než 5 mm
0	žádné nové kořeny
1	několik nových kořenů, ale žádný delší než 5 mm
2	1 – 3
3	4 – 10
4	11 – 30
5	31 – 100
6	101 – 300
7	více než 300

## DOPLŇUJÍCÍ METODY

Podle účelu hodnocení (např. při podezření na poškození sadebního materiálu určitým typem stresu – vyschnutím, dlouhodobým skladováním sazenic apod.) jsou do komplexního hodnocení zařazovány další doplňující testy, například stanovení obsahu vody v nadzemních částech a kořenech rostlin (v případě podezření na poškození vyschnutím), odolnost k mrazu (u sadebního materiálu určeného ke skladování) nebo obsah škrobu v zásobních pletivech (u dlouhodobě skladovaných sazenic).

### Obsah vody

Doposud se obsah vody zjišťoval gravimetricky a vyjadřoval v procentech čerstvé hmotnosti sazenic. Tato charakteristika umožňuje odhalit poškození nadměrným vyschnutím. Jestliže obsah vody klesne pod určitou prahovou hodnotu, lze předpokládat, že rostlina neporoste ani v příznivých podmínkách. Pokud jsou však zjištěny hodnoty vyšší, není to ještě zárukou dobré ujímavosti a růstu po výsadbě, kde spolupůsobí celá řada dalších vlivů. Obtížné je také odhalit poškození v případě, kdy byly vyschlé rostliny namočený a jejich pletiva (i mrtvá) nasála vodu. Pro tyto účely se jeví jako vhodnější zjišťování vodního stresu (vodního potenciálu), které je popsáno dále.

### Obsah zásobního škrobu

U skladovaných sazenic je vhodné sledovat obsah zásobních látek v pletivech. Zejména při nedodržení optimální skladovací teploty může dojít k nadměrnému vyčerpání zásob a rostliny pak mnohem citlivěji reagují na nepříznivé podmínky po výsadbě. Jednoduchou orientační metodou je v tomto případě zjišťování přítomnosti škrobu v pletivech kmínků a kořenů podle tmavě modrého zbarvení po obarvení pletiv Lugolovým roztokem (KJJ).

### Odolnost k mrazu

Odolnost rostlinných pletiv k mrazu se zvyšuje na podzim současně se zvyšováním celkové odolnosti k nepříznivým zimním podmínkám. Souvisí i se stavem vegetačního klidu rostlin. Vzhledem k její snadné měřitelnosti je používána jako indikátor celkového stavu odolnosti, zejména u sazenic určených pro dlouhodobé skladování. Měření je založeno na vystavení nadzemních částí rostlin mrazovým teplotám a v následném hodnocení rozsahu

poškození. Nejčastější způsoby zjišťování poškození jsou měření elektrického odporu nebo vodivosti buď přímo rostlinných pletiv nebo výluhů z nich. Nejjednodušší je hodnocení barevných změn v poškozených pletivech, které je možno pozorovat po několika dnech expozice rostlin na světle při dostatečném přístupu vody.

### **PERSPEKTIVA ZAVÁDĚNÍ NOVÝCH METOD**

Pro zkvalitnění testů kvality sadebního materiálu jsou stále hledány a zkoušeny nové perspektivní metody. Laboratoř se snaží postupně dovybavit dokonalejším technickým vybavením či laboratorním zařízením a postupně zavést nové metody, umožňující hodnocení kvality provádět operativněji (rychleji), přesněji a komplexněji. V následujícím textu jsou krátce popsány tři testy, které by v budoucnu měly doplnit systém dosud užívaných kontrolních metod.

### **Hodnocení stavu jemných kořenů pomocí vodivosti výluhů**

Jako perspektivní se v posledních letech jeví metoda hodnocení stavu kořenových systémů pomocí měření elektrické vodivosti výluhů z jemných kořenů, kterou popisuje např. McKay (1992). Zjišťuje poškození jemných kořenů například vyschnutím, mrazem, skladováním apod. Předností je rychlost stanovení, výsledky jsou známy během tří dnů.

Metoda spočívá v získání výluhu ze vzorku jemných kořenů dobře omytých destilovanou vodou. Po usmrcení kořenů varem je vzorek znovu vyluhován. Usmrcení vyvolá vyplavení všech elektrolytů do výluhu. Podíl vodivosti výluhu z čerstvých kořenů na celkové vodivosti po usmrcení podává informaci o stavu jemných kořenů.

Tato metoda je v naší laboratoři v současné době zkoušena, zatím však není dostatečně ověřena pro její zařazení mezi standardní testy.

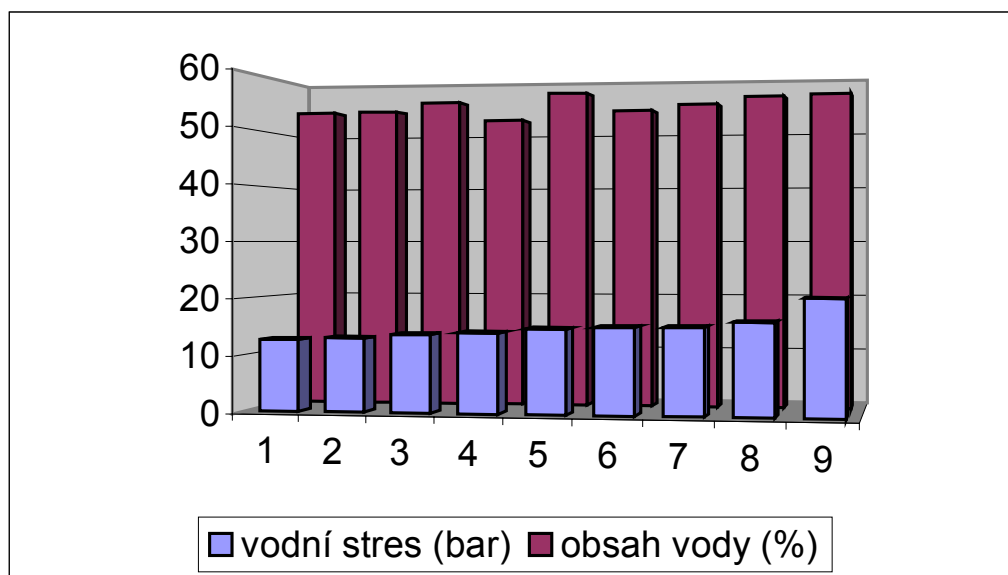
### **Hodnocení vodního stresu pomocí tlakové komory**

Pomocí tlakové komory se měří vodní potenciál rostlinných pletiv, který je přímým ukazatelem vodního stresu. Metoda je jednoduchá, rychlá a při použití mobilního přístroje je použitelná i pro terénní měření ve školkách.

Metoda vychází ze skutečnosti, že voda v xylemu rostlin je poutána určitou silou, tím větší, čím vyšší je vodní stres rostliny. Můžeme si to představit tak, že vodní sloupec v xylemu je neustále pod napětím, jako kdyby tam byl napnut proužek gumy. Když je rostlinný vzorek odříznut, vodní sloupec je přerušen a voda se stáhne dovnitř pletiva xylemu, podobně jako by se smrští přerýznutý gumový pásek. Vzorek rostliny je potom umístěn do tlakové komory, řezná plocha měřeného vzorku je víkem prostrčena ven. Tlak v komoře je pomalu zvyšován, dokud není voda z rostliny vytlačována na řezný povrch. Tento tlak ukazuje hodnotu vodního stresu rostliny (PMS). Odpovídá napětí vodního sloupce v xylemu v okamžiku, kdy byl vzorek odříznut od rostliny (Cleary et al. 1999).

Některé výsledky získané při hodnocení sazenic smrku ztepilého, vystavených vodnímu stresu, ilustruje obr. 2.

Hodnocení vodního stresu (vodního potenciálu) pomocí tlakové komory může velmi dobře nahradit dosud používané váhové zjišťování obsahu vody. Vodní potenciál přitom mnohem lépe vystihuje skutečný stav rostliny. V současné době intenzivně pracujeme na stanovení optimálních a kritických hodnot pro jednotlivé dřeviny.



Obr. 2: Porovnání vodního stresu hodnoceného pomocí tlakové komory a obsahu vody vyjádřeného v procentech čerstvé hmotnosti nadzemních částí smrku ztepilého (Comparison of plant water stress – PMS measured by pressure chamber and water content in spruce shoots)

### Fluorescence chlorofylu

Tato metoda poskytuje údaje o vitalitě systému fotosyntézy rostliny a odhaluje poškozená nebo mrtvá pletiva (Cooistra, Brazier 1999). Reakce fluorescence semenáčků na řízené stresy může být měřena rychle, přesně a nedestruktivně u velkého počtu jedinců. Tato technologie je potenciálně cenným nástrojem pro doplnění nebo nahrazení tradičních metod hodnocení kvality sadebního materiálu (Binder et al.).

Protože fotosyntetické procesy v rostlinách jsou velmi citlivé a rychle reagují na stresy prostředí, fluorescence má předpoklad být účinným nástrojem pro hodnocení fyziologického stavu rostlin. V literatuře je dokumentován účinek stresových faktorů jako voda, teplo, chladno, znečištění ovzduší a deficit živin na fluorescenci. Další práce zkoušejí aplikaci měření fluorescence na hodnocení fyziologických změn v jehličnatých dřevinách včetně zjišťování stavu dormance sazenic a podzimního vyzvedávání, odolnosti k mrazu a zjišťování poškození mrazem a vlivu skladování (Binder et al. 1997). V porovnání s jinými standardními metodami hodnocení kvality je technologie fluorescence relativně rychlá, nedestruktivní, přesná a spolehlivá. Rovněž lépe diagnostikuje stresy zahrnující fotosyntetický systém (Hawkins, Binder 1990).

Použití této metody je účelné pro:

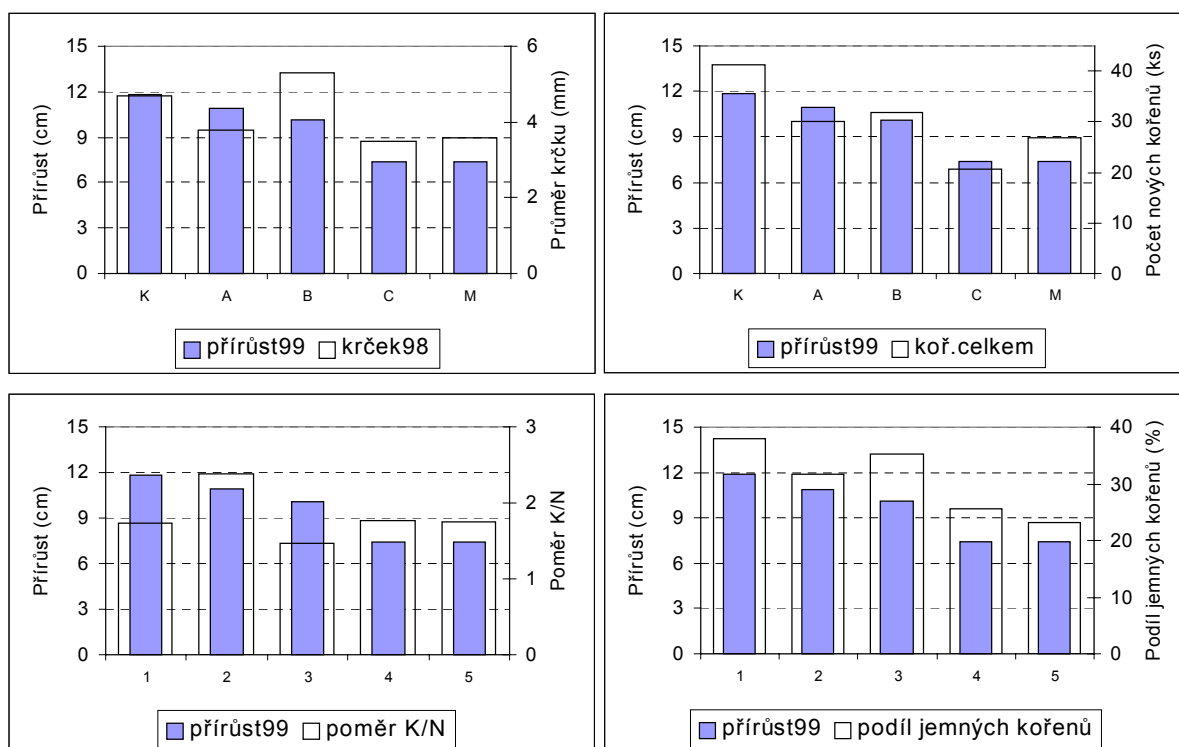
- určování vhodných termínů pro vyzvedávání před dlouhodobým skladováním,
- hodnocení vitality sazenic po skladování,
- sledování účinků vlivů prostředí na fotochemickou aktivitu (např. vliv stresu),
- zjišťování vlivu provenience na fotochemické rozdíly (Hawkins, Binder 1990).

Naše laboratoř bude v tomto roce vybavena fluorometrem. Po ověření bude i tato metoda zařazena mezi standardní postupy hodnocení.

### POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ TESTŮ S KONTROLNÍMI VÝSADBAMI

Část každého hodnoceného vzorku sazenic je vysazena na kontrolní záhony v objektu Výzkumné stanice v Opočně. Ujímavost a růst těchto kontrolních sazenic slouží k ověřování vztahu výsledků testů k následnému vývoji kultur. Jako příklad jsou na obr. 3 znázorněny výsledky hodnocení u semenáčků buku vyzvednutých ze záhonů nebo dlouhodobě skladovaných v několika klimatizovaných skladech.

Z porovnání některých morfologických a fyziologických charakteristik a výškového přírůstu u semenáčků buku lesního v prvním roce po výsadbě je patrný vztah mezi výsledky testů a následným růstem. Úhyn u těchto sledovaných vzorků nebyl pozorován. Všechny hodnocené vzorky semenáčků buku měly příznivý poměr objemu kořenových systémů k nadzemním částem. Z obr. 3 je patrný vztah podílu jemných kořenů a výsledku testu růstového potenciálu kořenů (počtu nově vytvořených kořenů) k výškovému růstu po výsadbě.



Obr. 3: Porovnání některých morfologických a fyziologických charakteristik semenáčků buku s jejich výškovým přírůstem v prvním roce po výsadbě (pozn.: poměr obj. K/N znamená poměr objemu kořenových systémů k nadzemním částem) - (Comparison between some morphological and physiological characteristics of beech seedlings to their height growth after planting)

Uvedené výsledky podtrhují význam hodnocení morfologických i fyziologických charakteristik kořenových systémů, které mají stěžejní význam pro následný růst.

### **ODBĚRY SADEBNÍHO MATERIÁLU PRO HODNOCENÍ KVALITY**

Zkušenosti posledních let ukazují významný posun v přístupu k hodnocení kvality sadebního materiálu mezi lesnickou veřejností. Významně se snížil podíl žádostí o zjištění příčin odumírání kultur a přibývá žádostí o zjištění kvality sadebního materiálu před výsadbou.

V případě, že příčinou neúspěchu zalesňování byla špatná kvalita sadebního materiálu, není to zpravidla několik měsíců po výsadbě již možno objektivně prokázat. Naopak, posouzení stavu sazenic při přejímce ze školky může výrazně omezit vysazování nekvalitních sazenic a zabránit následným sporům.

### **Kdy je vhodné požadovat hodnocení kvality sadebního materiálu**

- na jaře při vyzvedávání sazenic
- 4 týdny před expedicí z klimatizovaných skladů po dlouhodobém skladování
- při podezření na snížení vitality nebo kvality sazenic
- při přejímce zakoupeného sadebního materiálu

### **Jak postupovat při odběru vzorků**

Pro komplexní hodnocení kvality sadebního materiálu jsou požadovány vzorky o velikosti 100 ks sazenic. Každý vzorek by měl představovat reprezentativní výběr z celého oddílu. Odběr vzorků je klíčovou záležitostí pro hodnocení kvality sazenic. Z tohoto pohledu by měla být zajištěna objektivita, nestrannost a reprezentativnost odběru. Výběr sazenic prováděný zainteresovanou stranou, ať již dodavatelem nebo odběratelem, by mohl vést k výraznému zkreslení vzorkovaného materiálu. Při odběru reprezentativního vzorku nestrannými pracovníky laboratoře jsou vytvořeny podmínky pro to, aby výsledky hodnocení mohly být vztaženy na celý oddíl pěstovaných sazenic.

### **Odběr ze záhonů ve školce**

Vzorek sadebního materiálu je směsným vzorkem několika náhodných odběrů na záhoně. Postupuje se obdobným způsobem jako při inventarizaci sazenic na záhonech, a to systematickým náhodným výběrem, pomocí kterého jsou odběrová místa rovnoměrně rozmístěna po celé ploše při vyloučení subjektivního ovlivnění pracovníkem. Z jednoho místa jsou odebírány vždy tři po sobě následující semenáčky nebo sazenice, a to z každého řádku na záhoně. Při požadovaném počtu odebraných sazenic 100 ks to znamená 5 odběrových míst při sedmiřádkovém uspořádání záhonů a 7 odběrových míst při pětiřádkovém uspořádání.

System odběru vzorku je následující. Celková délka všech záhonů obsahující oddíl sadebního materiálu určený k odběru vzorků se vydělí 6 (při sedmiřádkovém uspořádání) nebo 8 (při pětiřádkovém uspořádání). Tím je určena vzdálenost mezi jednotlivými místy odběru. Po záhonech se postupuje hadovitě, to je jedním směrem po prvním záhonu, po druhém ve směru opačném (od konce) atd. Odběr jednotlivých částí směsného vzorku je přesně ve vypočteném délkovém intervalu. Takto odebraný směsný vzorek zahrnuje variabilitu pěstovaných sazenic na všech záhonech.



V případě, že při vizuálním posouzení všech pěstovaných záhonů je část plochy výrazně odlišná, pak se tato hodnotí zvlášť samostatným vzorkem a také výsledky jsou vztaženy pouze k této části.

Vyzvednuté sazenice jsou postupně vkládány do označených polyetylenových pytlů. Během celé manipulace jsou chráněny proti vyschnutí (minimalizace doby mezi vyzvednutím a uložením do pytle) a proti poškození vysokou teplotou (uchovávání pytlů se sazenicemi ve stínu).

### **Odběr vzorků dřívě vyzvednutých sazenic ze svazků**

Tento způsob je používán v případě, kdy jsou k hodnocení určeny sazenice, které byly skladovány v klimatizovaném skladu nebo založiti, nebo které byly již expedovány na místo zalesňování apod. I v tomto případě platí, že jde o vzorek směsný, tedy vybraný z více svazků. Náhodně je vybráno 10 svazků sazenic rovnoměrně z celého souboru a z každého svazku je odebráno prvních deset sazenic. Pokud je cílem odhalit poškození u okrajových sazenic uložených v odlišných podmínkách (například při skladování prostokořenných sazenic s nezakrytými kořeny v klimatizovaném skladu), je vhodné odebrat oddělené kompletní vzorky z okrajů a ze středních částí souboru.

### **Evidence a doprava vzorků**

Každý vzorek musí obsahovat označení s evidenčním číslem a údajem o školce. Na soupisce jsou potom uvedeny podrobnější údaje o jednotlivých vzorcích (z listu o původu), způsob jejich pěstování, datum vyzvednutí ze školky a případné rizikové faktory, kterým byly vystaveny. Vyžadován je i údaj o případném chemickém ošetření sazenic.

Velmi důležité je zajištění sazenic proti poškození (zejména ztrátě vody) během přepravy. ČSN 48 2115 udává, že „vzorky o velikosti 100 kusů sazenic musí být dodány na specializované pracoviště do 48 hodin od vyzvednutí ve školce, po vyskladnění (v případě skladovaných sazenic) nebo od přejímky. Během dopravy musí být vzorky zajištěny proti vysychání a působení vysokých teplot.“ Nejvhodnější je převážet vzorky uzavřené v polyetylenových pytlích. Pokud jsou sazenice příliš velké, je možno do pytlů uzavřít pouze kořeny. V tom případě je možné přisypat ke kořenům vlhký substrát. Doprava musí být co nejrychlejší s vyloučením denních hodin s intenzivním slunečním svitem a extrémní teplotou.

Pokud vzorek dodaný zákazníkem neobsahuje požadovaný počet sazenic nebo nebyl během dopravy dostatečně zajištěn proti poškození a ztrátě vlhkosti, může laboratoř provedení rozboru odmítnout.

Zajištění odběru vzorků sadebního materiálu pracovníky laboratoře významnou měrou přispěje ke zvýšení kvality a objektivity nabízené služby. Předpokládáme, že se metodika odběru reprezentativních vzorků sadebního materiálu pro testy bude upřesňovat na základě dalších zkušeností.

### **LITERATURA**

BINDER, W.D. - FIELDER, P. - MOHAMMED, G.H. - L'HIRONDELLE, S.J.: Applications of chlorophyll fluorescence for stock quality assessment with different types of fluorometers. *New Forests*, 13, 1997, č. 1 - 3, s. 63 - 89.

BURDETT, A. N.: New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. *Canad. J. For. Res.*, 9, 1979, s. 63 - 67.

CLEARY, B. - ZAERR, J. - HAMEL, J.: Guidelines for measuring plant moisture stress with a pressure chamber. Corvallis (USA), PMS Instrument Comp. 1999. 26 s.

- HAWKINS, C. D. B. - BINDER, W. D.: State of the art seedlings stock quality tests based on seedling physiology. In: Target Seedling Symposium: Proc., Comb. Meet. West. For. Nursery Assoc. August 13-17, 1990. Rosenberg, Oregon. Gen. Techn. Rep. RM-200. /Ed.: R. Rose, S. J. Campbell, T. D. Landis/. Fort Collins (Colorado), Rocky Mount. For. and Range Exp. Stat. 1990. s. 91 -121.
- KOOISTRA, C. - BRAZIER, D.: Seedling standards and the need for them. In: National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations 1998. General Technical Report SRS-25. Techn. coord. T. D. Landis, J. P. Barnett. Asheville (North Carolina), Southern Research Station 1999, s. 111 - 115.
- MAC KAY, H. M.: Electrolyte leakage from fine roots of conifer seedlings: a rapid index of plant vitality following cold storage. *Canad. J. For. Res.*, 22, 1992, s. 1371 - 1377.
- OMI, S. K.: The target seedling and how to produce it. In: Nursery Management Workshop Proceedings. Texas A&M Univ., Texas Forest Service Publication 148, 1991, s. 88 – 118.
- RITCHIE, G. A. - TANAKA, Y.: Root growth potential and the target seedling. In: Target Seedling Symposium: Proc., Comb. Meet. West. For. Nursery Assoc. August 13-17, 1990. Rosenberg, Oregon. Gen. Techn. Rep. RM-200. Ed. R. Rose, S.J. Campbell, T. D. Landis. Fort Collins (Colorado), Rocky Mount. For. and Range Exp. Stat. 1990, s. 37 - 51.
- TANAKA, Y. - BROTHERTON, P. - HOSTETTER, S. - CHAPMAN, D. - DYCE, S. - BELANDER, J. - JOHNSON, B. - DUKE, S.: The operational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. *New Forests*, 13, 1997, č. 1 - 3, s. 423 - 437.

\* \* \*

*Adresa autorů:*

*RNDr. Jarmila Martincová*

*Ing. Jarmila Nárovcová*

*VÚLHM, Výzkumná stanice Opočno*

*Na Olivě 550*

*517 73 Opočno*

*E-mail: martincova@vulhm.opocno.cz; narovcova@vulhm.opocno.cz;*

*nurserylabor@vulhm.opocno.cz*