

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
Jíloviště – Strnady
Výzkumná stanice Opočno

Pokyny pro pěstování sadebního materiálu borovice lesní a metodika hodnocení jeho morfologické a fyziologické kvality

Realizační výstup
etapy výzkumného úkolu RE-329-92-9206-DÚ03
Zakládání a pěstování borových porostů prvního věkového stupně
v ekotopech narušených antropogenní činností

Autor:
RNDr. Jarmila Martincová

Opočno, listopad 1998

Úvod

Problematika kvality sadebního materiálu borovice lesní vystupuje do popředí v souvislosti se špatným zdravotním stavem mladých borových porostů a častým výskytem tvarových deformací v kulturách. Deformace nadzemních částí jsou působeny celou řadou faktorů. Kromě poškození terminálních vrcholů (zvěří, hmyzem apod.) se výrazně projevují vícečetné vrcholy a zakřivení kmene, které jsou důsledkem letního růstu bočních (proleptických) výhonů. Jednou z možných příčin těchto problémů jsou mimo jiné i nedostatky při pěstování sadebního materiálu ve školkách. Výzkumně byly proto testovány optimální postupy pěstování semenáčků a sazenic borovice lesní tak, aby se výskyt uvedených anomálií snížil.

K základním problémům v kulturách vztahujícím se k sadebnímu materiálu patří:

- opožděné rašení, špatný růst a vysoký úhyn po výsadbě vyplývající z nedostatečné morfologické a fyziologické kvality,
- deformace kmínků následkem anomálního růstu ve školce,
- nestabilita a zvýšená citlivost k infekcím v důsledku deformovaných kořenů,
- zvýšená citlivost k tvorbě letních výhonů a následných deformací po výsadbě.

Z těchto základních problémů vycházejí navrhané pěstební postupy a metody hodnocení morfologické a fyziologické kvality zaměřené především na zvýšení kvality sadebního materiálu a omezení tvarových deformací. V realizačním výstupu jsou dosavadní poznatky předloženy ve formě návodu.

Pokyny pro pěstování sadebního materiálu borovice lesní

Morfologické charakteristiky je možno upravovat řadou pěstebních opatření, například zajištěním vhodné hustoty semenáčků na záhonech, zlepšením podmínek závlahy a výživy, úpravou kořenových systémů podřezáváním nebo školkováním a podobně. Pro zajištění dobré fyziologické kvality jsou kromě technologií pěstování rozhodující zejména způsoby vyzvedávání a manipulace a jejich správné načasování v souladu s dynamikou fyziologických pochodů.

Následující kapitola uvádí poznatky o tom, jakým způsobem ovlivňují různá pěstební opatření jednotlivé znaky kvality sazenic a následnou ujímavost a růst po výsadbě se zvláštním zaměřením na možnost předcházení tvarovým deformacím nadzemních částí. Konkrétní optimální hodnoty však do určité míry závisí na půdních a klimatických podmínkách jednotlivých školek a není je tedy možno striktně vymežit.

Termín výsevu

Včasný výsev významně přispívá k dosažení dobrých kvalitativních parametrů v prvním roce pěstování. Velikostní rozdíly pak zůstávají zachovány i v následujícím roce. Včasným výsevem je stimulován výškový i tloušťkový růst, růst kořenových systémů, včasné zakládání pupenů a nástup vegetačního klidu. Snižuje se nebezpečí poškození nevyzrálých pupenů během zimy s následným vytvářením keřovitých deformací semenáčků.

Hustota sítí

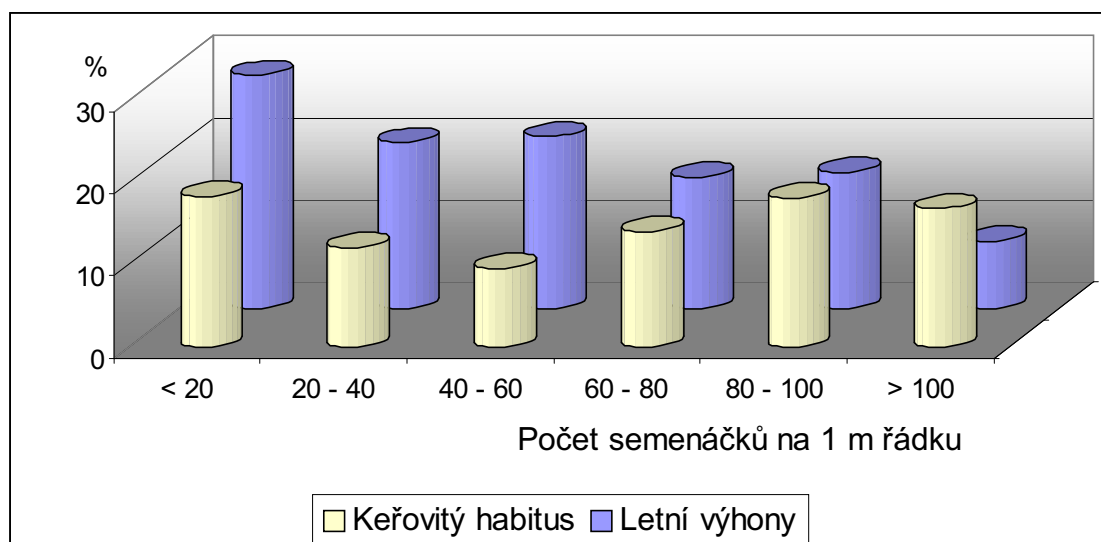
Hustota semenáčků na záhonech, a při řádkových a proužkových sítích pak především vzájemné rozestupy semenáčků uvnitř řádku nebo proužku, jsou jedním z klíčových faktorů získání uniformní a kvalitní produkce. S hustotou na záhonech souvisejí téměř všechny

ostatní pěstební technologie, ovlivňuje, jak budou síje reagovat na další opatření jako je hnojení, podřezávání nebo závlaha.

Při větších rozestupech získáme semenáčky se silnějšími krčky a mohutnějšími nadzemními částmi i kořeny. Výška sazenic a poměr kořenů k nadzemním částem jsou zpravidla ovlivňovány až u velmi hustých sítí, kdy semenáčky reagují na vzájemné zastínění. Dochází pak k podpoře prodlužovacího růstu nadzemních částí na úkor kořenů. Poměr hmotnosti kořenů k nadzemním částem při vysokých hustotách klesá a zhoršuje se i ujímavost. Při vyšších hustotách se zvyšuje podíl nestandardních semenáčků.

Optimální počet semenáčků na 1 m řádku je velmi obtížné specifikovat. Musí se přizpůsobit kvalitě půdy, dostupnosti živin, vlhkostním a světelným podmínkám ve školce. Velmi důležité jsou přitom stejnoměrné rozestupy uvnitř řádku. Shluky rostlin vedou k vytvoření nerovnoměrných růstových podmínek, a tím k větší variabilitě kvality produkce.

Další otázkou je vliv hustoty na záhonech na četnost výskytu tvarových deformací. Průzkum ve školkách východočeského a jihočeského kraje ukázal, že vztah mezi hustotou na záhonech a výskytem deformací je slabý, četnost letního růstu je výrazněji ovlivněna pouze při mimořádně nízkém počtu semenáčků na záhonech, výskyt keřovitěho habitu byl zvýšen u mezernatých a naopak u přehoustlých sítí (obr. 1).



Obr. 1: Četnost výskytu tvarových odchylek u dvouletých semenáčků borovice lesní pozorovaná ve školkách v letech 1995 – 1997 ve vztahu k hustotě sítí

Závlaha

Udržování optimálního vlhkostního režimu je dalším faktorem významně ovlivňujícím kvalitu produkce. Optimální vlhkost během vzcházení a počátečního růstu sítí zvyšuje výtěžnost (počet vzešlých a rostoucích jedinců). Tím ovlivňuje hustotu semenáčků na záhonech. Dostatek vody stimuluje především výškový a tloušťkový růst, zatímco růst kořenových systémů je při nadbytku vody mírně omezen a dochází ke snižování poměru hmotnosti kořenů k nadzemním částem.

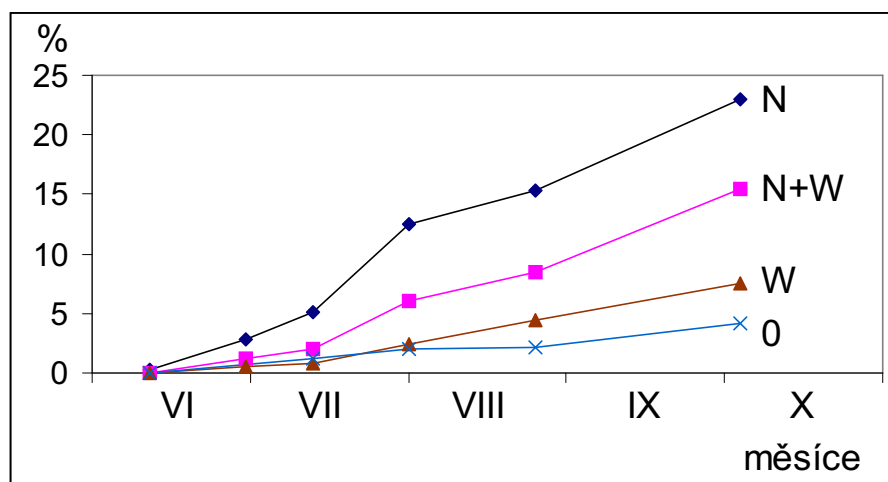
Ve druhé polovině vegetačního období (od června) na kvalitu sazenic příznivě působí mírný vlhkostní stres. Podporuje ukončení výškového růstu a zakládání pupenů. Omezuje nebezpečí tvorby letních výhonů, a tím i následných tvarových deformací. Nepostihuje tloušťkový růst a stimuluje rozvoj kořenových systémů. Vede tedy k získání lepších kvalitativních parametrů v případě, že bylo včas dosaženo požadované výšky semenáčků.

Hnojení

Správná výživa je základem pro dosažení produkce se standardními parametry. Základní hnojení před výsevem vychází z půdních rozborů. V průběhu 1. a 2. vegetačního období je doporučováno hnojení především kapalnými hnojivy rozložené do několika dílčích dávek, nejlépe během května. Preferována jsou vícesložková hnojiva obsahující základní živiny ve vyváženém poměru a stopové prvky (např. Kristalon modrý, Wuxal Super, Vegaflor apod.). Doporučené celkové dávky pro pěstování dvouletých semenáčků jsou 110 – 280 kg.ha⁻¹ N, 60 – 200 kg.ha⁻¹ P a 75 – 150 kg.ha⁻¹ K, měly by však být upraveny podle stavu půdního prostředí jednotlivých školek. Vyšší dávky hnojiv přispívají k vypěstování vyšších semenáčků se silnějšími krčky a větším objemem biomasy, podporují však i tvorbu letních výhonů.

Pevná hnojiva je třeba aplikovat meziřádkově tak, aby nedocházelo k ulpívání částic na rostlinách. Poškození citlivých terminálních vrcholů může vést ke vzniku keřovitého habitu semenáčků zesíleným růstem větví.

Z hlediska vytváření letních výhonů není vhodná aplikace jednosložkových dusíkatých hnojiv ve vysokých dávkách. Takové hnojení podporuje růst nadzemních částí na úkor kořenových systémů a vznik nežádoucích letních výhonů. Tuto skutečnost ilustruje obr. 2 (varianta N). Účinky nadměrného hnojení ve školce se mohou projevit zvýšeným výskytem letního růstu i po výsadbě. Postřiky hnojivy s vysokým obsahem fosforu a draslíku (PK Sol – 20,3 % P, 24,3 % K) nebo tetraboritanem sodným v letním období nepřinesly očekávaný účinek na snížení výskytu letního růstu.



Obr. 2: Vliv diferencované výživy na dynamiku a četnost výskytu růstu letních (proleptických) výhonů. Kapalná hnojiva byla aplikována v 5 dávkách během června a začátkem července: N – ledek amonný s vápencem (27 % N), W – Wuxal Super (8 % N, 6 % P, 6 % K + stopové prvky), 0 – kontrola bez hnojení

Podřezávání kořenů

K účinným pěstebním opatřením je možno počítat podřezávání kořenů. U semenáčků borovice lesní ve druhém roce růstu jsou kořeny podřezávány v polovině června (těsně před ukončením délkového růstu výhonů a jehlic), a to v hloubce 6 – 8 cm. Účinnost podřezání se zvyšuje současně provedeným vertikálním řezem přetínajícím boční kořeny. Po podřezání kořenů ve vegetačním období je nutné zajistit dostatečnou vlhkost povrchové vrstvy půdy obsahující kořenový systém, aby nedošlo k úhynu sazenic nebo k výraznému omezení jejich růstu.

Podřezávání podporuje regeneraci a růst kořenů na úkor nadzemních částí. Omezuje především výškový růst včetně tvorby letních výhonů. Výsledkem jsou nižší sazenice se silnými krčky a bohatými kořenovými systémy soustředěnými do poměrně malého prostoru. To snižuje nebezpečí vzniku závažných deformací kořenů při výsadbě.

Školkování

U borovice lesní je školkování používáno v relativně malém rozsahu, zejména při požadavku dopěstovat silné sazenice. Vhodný je pouze jarní termín školkování. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat zamezení vzniku výrazných deformací kořenů (krácením kořenů, pečlivě prováděným školkováním, dobře seřízenými školkovacími stroji).

Školkování omezuje výškový růst, naopak podporuje tloušťkový růst a rozvoj kořenových systémů. Tvorba letních výhonů v roce školkování je minimální.

Pěstování krytokořených semenáčků

Pěstování krytokořených semenáčků představuje pouze malou část produkce sadebního materiálu borovice lesní. Vážným rizikem u této dřeviny jsou přitom deformace kořenových systémů.

Protože i u obalů, které jen minimálně omezují prorůstání kořenů stěnami a po výsadbě se rozkládají (např. Paperpot) nelze nebezpečí nežádoucího omezování a deformování kořenů vyloučit, doporučovány jsou především obaly, z nichž jsou semenáčky před výsadbou vyjímány. Použitelné jsou přitom pouze typy, které svým tvarem a vertikálními žebry usměřňují růst kořenů dolů k otvorům ve dnech. Nutné je pěstování na tzv. „vzduchovém polštáři“, kdy vzduchová vrstva pode dny obalů omezuje prorůstání kořenů do podloží a jejich následné deformace.

Důležitá je délka pěstování ve vztahu k velikosti obalů, protože při dlouhém pěstování snadno vznikají nevratné deformace kořenů, které po výsadbě zhoršují stabilitu založených kultur a jejich zdravotní stav. Vzhledem k omezenému prostoru pro růst kořenů je třeba přizpůsobit i režim hnojení.

Potenciální příčiny vzniku tvarových deformací nadzemních částí jsou obdobné jako u prostokořeného sadebního materiálu.

Souhrn nejdůležitějších opatření pro pěstování kvalitního sadebního materiálu borovice lesní

Z hlediska pěstování kvalitního sadebního materiálu a omezení tvarových deformací jsou významná následující opatření:

- podpora pěstebních postupů stimulujících tloušťkový růst a rozvoj kořenových systémů na úkor výškového růstu,
- odpovídající a rovnoměrná hustota semenáčků (při velmi nízké hustotě je vyšší výskyt tvarových deformací, přehoustlé síje naopak výrazně snižují morfologickou a fyziologickou kvalitu),
- správná aplikace výživy z hlediska aktuální potřeby, termínů hnojení, dávek a výběru hnojiv,
- širší využívání metody podřezávání kořenů,
- při pěstování krytokořených semenáčků (které je používáno ve velmi omezeném rozsahu) je nezbytné použití ověřených typů obalů vzhledem k citlivosti borovice na nevratné deformace kořenů.

Manipulace

K základním a všeobecně známým zásadám správné manipulace kromě požadavku na odpovídající fyziologickou kvalitu v době vyzvedávání patří:

- ochrana před mechanickým poškozením,
- ochrana před vysycháním,
- ochrana před působením vysokých a nízkých teplot.

Chránit je třeba především kořeny, které na rozdíl od nadzemních částí nemají vlastní systém regulace výdeje vody.

V porovnání s jinými dřevinami jsou kořeny borovice lesní značně citlivé k nízkým teplotám. Jemné kořeny jednoletých semenáčků borovice mohou být například poškozovány již při krátkodobém působení teploty $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vystavení kořenů při manipulaci mrazovým teplotám se proto může stát příčinou neúspěchu výsadeb semenáčků vyzvedávaných během zimy nebo časného jara. K vážnému poškození může dojít i při vyzvedávání ze zmrzlé půdy. Rovněž velmi chladné počasí krátce po výsadbě oddaluje regeneraci kořenů borovice a snižuje jejich vitalitu. Z uvedených důvodů se nedoporučuje vyzvedávání sadebního materiálu borovice při krátkodobém oteplení v zimě nebo v předjaří.

V porovnání například se smrkem má borovice lesní kratší období hlubokého vegetačního klidu. To je důležité zejména v případě dlouhodobého skladování. Protože se u borovice vyvíjí tzv. „zimní odolnost“ poměrně pozdě, vyzvedávání pro dlouhodobé skladování nelze zpravidla uskutečnit dříve než po prvním týdnu v listopadu. Předčasně vyzvednuté skladované sazenice po jarní výsadbě opožděně raší a vykazují vysoké procento úhynu.

Podobné příznaky jsou pozorovány i u sadebního materiálu vyzvedávaného na jaře, jestliže došlo během manipulace k poškození jemných kořenů (mrazem, vysycháním, přehřátím) nebo v případě, kdy krátce po výsadbě následuje velmi chladné období. Nedostatečná obnova růstu kořenů po výsadbě je spojena s opožděným rašením, špatným růstem a následným úhynem, zejména v suchých podmínkách.

Metodika hodnocení morfologické a fyziologické kvality

Morfologická kvalita

V dubnu 1998 vstoupila v platnost ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin. Morfologická kritéria sadebního materiálu uvedená v této normě zahrnují zejména doporučené velikosti výšky, průměru kořenového krčku, poměru objemu kořenového systému k nadzemním částem a podílu jemných kořenů. V tabulce 1 jsou shrnuty základní hodnoty pro semenáčky a sazenice borovice lesní.

Termín semenáček představuje rostlinu vyrostlou ze semene, u které v průběhu pěstování nebyl upravován kořenový systém. Termín sazenice zahrnuje rostliny, vypěstované ze semenáčku nebo vegetativním množením, u nichž byl kořenový systém upravován (školkováním, podřezáváním kořenů, přesazením do obalů apod.), s výškou nadzemní části do 50 cm.

Tab. 1: Základní morfologické charakteristiky sadebního materiálu borovice lesní (zpracováno podle ČSN 48 2115)

Typ sadebního materiálu	Výškové rozpětí (cm)	Maximální věk (roky)	Průměr kořenového krčku (mm)	Minimální poměr objemu koř. systému k nadz. části	Minimální podíl objemu jemných kořenů v objemu celého koř. systému (%)	Délka křivého kořene (cm)
Semenáčky	10 – 14	2	3	1 : 4	40	10 – 14
	15 – 25	2	4	1 : 4	20	15 – 20
Sazenice	15 – 25	3	4	1 : 3	40	15 – 20
	25 – 35	3	5	1 : 3	40	15 – 20
	36 - 50	3	6	-	-	-

Kvalita kořenového systému

Otázkou vyžadující podrobnější sledování je kvalita kořenového systému. Základní charakteristiky doporučené ČSN 48 2115 jsou uvedeny v tabulce 1. Hodnoty poměru kořenů k nadzemním částem a podílu jemných kořenů jsou vztaženy k měření objemů. Vzhledem k tomu, že v praxi se často setkáváme s údaji o hmotnosti sušiny a váhové hodnocení může být někdy rychlejší a přesnější než objemové, byly u dvouletých semenáčků borovice lesní sledovány vztahy mezi charakteristikami nadzemních částí a kořenových systémů získanými na základě objemových a hmotnostních analýz. Mezi výsledky získanými oběma metodami byl zjištěn těsný korelační vztah. Váhová i objemová metoda jsou tedy do značné míry vzájemně zastupitelné.

Tvarové deformace

Otázkou, která není v ČSN 48 2115 pro borovici podrobněji řešena, je výskyt tvarových deformací, zejména letního růstu jánských a proleptických výhonů. Požadován je průběžný kmínek s relativně pravidelně rozmístěnými bočními (laterálními) výhony a pupeny.

U borovice lesní představuje ideální tvar jeden přímý terminální výhon vzniklý na jaře růstem silného vrcholového pupene. Délkový růst tohoto výhonu končí začátkem léta vytvořením jednoho velkého terminálního a přibližně pěti (4 až 7) menších přeslenových pupenů (u jednoletých semenáčků pouze terminálního pupene). Na jaře následujícího roku dávají tyto pupeny vznik výraznému terminálnímu výhonu a přeslenu šikmých, vzhůru mířících postranních větví. Ve školkách i v kulturách se však vyskytuje řada významných odchylek od uvedeného ideálního typu růstu.

Nejběžnější růstové odchylky pozorované ve školkách jsou následující:

- Keřovitý habitus způsobený nadměrným růstem postranních větví po poškození nebo oslabení terminálního výhonu.
- Zmnožené nebo deformované pupeny. Po ukončení výškového růstu výhonu se na jeho vrcholu vytváří více než 8 přeslenových pupenů, postranní přeslenové pupeny nejsou velikostně rozlišeny od terminálního nebo je terminální pupen deformován.
- Letní rašení a růst výhonů z pupenů vytvořených ve stejném roce, tj. dicyklický růst během jednoho vegetačního období. Podle typu a množství rostoucích pupenů je možno popsat různé formy letních výhonů, které mají pro kvalitu dalšího růstu rozdílný význam:
 - symetrická tvorba letních výhonů z bočních přeslenových pupenů (symetrické proleptické výhony),

- asymetrická tvorba letních výhonů z přeslenových pupenů (asymetrické proleptické výhony),
- tvorba letních výhonů ze zmnožených pupenů,
- tvorba letních výhonů z vrcholového (terminálního) pupene (jánské výhony),
- přechody a kombinace předchozích forem.

Výsledky průzkumu ve školkách východočeského a jihočeského kraje ukázaly, že růstové odchylky jsou obecným jevem vyskytujícím se bez ohledu na původ, rok nebo způsob pěstování (tab. 2). Semenáčky s letním růstem tvoří v některých letech významný podíl produkce (více než 30 %).

Tab. 2: Četnost výskytu růstových odchylek u dvouletých semenáčků borovice lesní pozorovaná v letech 1995 – 1997

	Hustota (ks.m ⁻¹ řádku)	Normální růst (%)	Letní výhony (%)	Keřovitý habitus (%)
Průměr	51,9	66,7	19,6	13,0
Minimum	6	0	0	0
Maximum	191	100	93	80
50 % hodnot v intervalu	33 - 66	55 - 81	8 - 30	3 - 19

Z průzkumu výskytu deformací ve školkách a z hodnocení experimentálních výsadeb vyplynuly následující poznatky:

- Byl zjištěn pouze slabý, neprůkazný vztah mezi původem osiva a četností výskytu růstových odchylek, který byl překryt vlivem prostředí ve školce a vlivem klimatických podmínek jednotlivých let.
- Semenáčky s proleptickými výhony ve školce nemají zvýšený sklon k opakování letního růstu v dalších letech v porovnání s jedinci, u kterých nebyl letní růst ve školce zaznamenán. Vytřídění těchto semenáčků před výsadbou proto výrazněji nesníží potenciální nebezpečí pozdějšího výskytu letního růstu v kulturách. Výrazné deformace vytvořené ve školce však negativně ovlivňují kvalitu kultur a není tedy možno výsadbu těchto sazenic doporučit.
- Z hlediska závažnosti deformací je nejnebezpečnější keřovitý habitus vzniklý zesíleným růstem větví po poškození terminálního výhonu a symetrické proleptické výhony delší než 2 cm.

Fyziologická kvalita

Dobrá morfologická kvalita sama o sobě nezaručuje úspěch výsadby. Často morfologicky kvalitní sazenice po výsadbě stagnují a hynou. Nezbytným předpokladem vysoké ujímavosti a růstu je dosažení dobré fyziologické kvality a její udržení až do výsadby.

O základních fyziologických znacích sadebního materiálu informuje ČSN 48 2115. Některá orientační hodnocení je možno provádět přímo ve školkách, většina vyžaduje určité vybavení a je prováděna ve specializovaných laboratořích (pověření pro tuto činnost od MZe ČR má VÚLHM VS Opočno). Vybrané znaky vhodné pro posuzování kvality sadebního materiálu borovice lesní zároveň se stručným popisem metod a kritickými hodnotami jsou uvedeny v příloze 1.

Kvůli náročnosti a destruktivnosti většiny metod je fyziologická kvalita hodnocena pouze u vybraných reprezentativních vzorků sadebního materiálu. Nejčastěji toto hodnocení připadá v úvahu v době vyzvedávání nebo při přejímce sazenic.

Hlavní důvody pro realizaci uvedených testů jsou následující:

- zájem školky získat osvědčení o dobré kvalitě, a tím zvýšit prodejnost,
- testování problémových sazenic v případě podezření, že došlo k jejich poškození nebo oslabení,
- zjišťování vhodných termínů pro vyzvedávání sazenic určených pro dlouhodobé skladování (v tomto případě jsou testy zaměřeny na vývoj vegetačního klidu a tzv. „zimní odolnosti“).

Zjišťování fyziologické kvality umožňuje vyřadit soubory sazenic, u nichž je předpoklad špatné ujímavosti a růstu po výsadbě. Opakované hodnocení pak pomáhá vysledovat případné zdroje poškození a upravit podle toho technologie pěstování nebo manipulace. Volba testů se může případ od případu lišit a závisí na konkrétním sadebním materiálu a předpokládaném způsobu jeho poškození.

Způsob odběru a zasílání vzorků

Pro hodnocení fyziologické kvality ve specializované laboratoři jsou pověřenému pracovišti dodávány reprezentativní vzorky o velikosti 100 kusů sazenic, a to do 48 hodin od vyzvednutí ze záhonu ve školce, ze skladu nebo od přejímky. Vzorek je opatřen průvodním listem obsahujícím údaje o původu, stáří a způsobu pěstování daného oddílu a o požadavcích na provedené hodnocení (zda se jedná o zjištění odolnosti sazenic k některým faktorům, celkové vitality nebo zda existuje podezření na poškození sazenic během pěstování nebo manipulace).

Aby bylo zajištěno dodání vzorků v neporušeném stavu, jsou sazenice i se substrátem ulpívajícím na kořenech uzavírány do polyetylenových pytlů, případně založeny do substrátu v otevřených obalech. Po celou dobu dopravy musí být chráněny před vysycháním a působením vysokých nebo nízkých teplot.

Závěrem této kapitoly je třeba upozornit, že fyziologickou kvalitou (vitalitou) sazenic je účelné hodnotit v době expedice nebo před výsadbou. V případech, kdy dojde k vysokému úhynu po výsadbě, již není zpravidla možné z posouzení mrtvých nebo odumírajících sazenic zjistit prvotní příčinu neúspěchu.

Příloha 1: Vybrané fyziologické charakteristiky a metody vhodné pro hodnocení sadebního materiálu borovice lesní

Charakteristika	Metoda	Zjišťovaná kritéria	Prahová hodnota signalizující neodpovídající kvalitu	Trvání testu	Uplatnění
růstový potenciál kořenů	hodnocení intenzity obnovy růstu kořenů po přenesení do optimálních růstových podmínek	podíl sazenic s novými kořeny	méně než 80 %	3 týdny	hodnocení celkové vitality – odráží kumulativně všechna poškození a oslabení sazenic
		počet nových kořenů	méně než 5 ks		
celková vitalita (test OSU)	porovnání rostlin vystavených stresu (32 °C, 30 % r.v.v. po 15 minut) s nestresovanými	pokles ujmavosti proti neexponovaným rostlinám	více než 30 %	4 týdny	zjišťování vhodnosti sazenic pro nepříznivá stanoviště
poškození jemných kořenů	zjišťování vodivosti výluhu z čerstvých a usmrčených jemných kořenů	podíl vodivosti výluhu z čerstvých kořenů na celkové vodivosti	vyšší než 40 %	2 dny	zjišťování poškození kořenů při manipulaci (suchem, mrazem apod.)
obsah vody v kořenech	stanovení hmotnosti před a po vysušení při 80 °C	obsah vody v % čerstvé hmotnosti	nižší než 55 %	2 dny	zjišťování vlivu nesprávné manipulace; při kombinaci více stresů však dochází k poškození i při vyšších hodnotách
odolnost k mrazu	zjišťování rozsahu poškození po vystavení nadzemních částí mrazu (-18 °C po 20 hodin)	poměr elektrické vodivosti měřené po vystavení mrazu a před ním	menší než 2,5	2 dny	stanovení termínů pro podzimní vyzvedávání před skladováním
		vizuální hodnocení barevných změn kambia a jehličí	přítomnost barevných změn	8 dní	
obsah zásobních látek	zjišťování přítomnosti škrobu v kmínku a kořenech barvením Lugolovým roztokem	vizuální hodnocení	nepřítomnost tmavě modrého zbarvení pletiv	1 den	u skladovaných sazenic – signalizuje vyčerpání zásobních látek při nevhodném skladování