

TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ LISTNATÝCH POLOODROSTKŮ A ODROSTKŮ NOVÉ GENERACE V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

LESNICKÝ PRŮVODCE



Ing. PAVEL BURDA, Ph.D.

Ing. JARMILA NÁROVCOVÁ, Ph.D.

Ing. VÁCLAV NÁROVEC, CSc.

doc. Ing. IVAN KUNEŠ, Ph.D.

Ing. MARTIN BALÁŠ, Ph.D.

Ing. IVO MACHOVIČ



Certifikovaná metodika

3/2015

Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách

Certifikovaná metodika

Ing. Pavel Burda, Ph.D.

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

Ing. Václav Nárovec, CSc.

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Ing. Ivo Machovič

Strnady 2015

Lesnický průvodce 3/2015

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

<http://www.vulhm.cz>

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-097-3

ISSN 0862-7657

TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF NEW GENERATION SEMISAPLINGS AND SAPLINGS OF BROADLEAVES IN FOREST NURSERIES

Abstract

The document describes the technological process for production of large-sized bare-rooted planting stock of broad-leaved species with high-quality root systems, which do not require digging large planting holes at planting on forest sites. We termed this planting stock as “new generation semisaplings and saplings” (in abbrev. NGSS). As for the planting stock size, the new generation semisaplings belong to the 81–120 cm height class and new generation saplings belong to the 121–180 cm height class. The preconditions in terms of required nursery machinery and soil chemistry and physical characteristics of soil are specified and the particular operations within the NGSS production process are described in detail within this document. Chosen morphological parameters of the NGSS are summarized and confronted with the up-to-date version of the Czech standards (ČSN 48 2115 *Forest reproductive material*, 2012).

Key words: large-sized planting stock, broadleaves, bare-rooted planting stock, nursery operations

Oponenti: Ing. Lada Krnáčová; Ministerstvo zemědělství ČR (Těšnov 65/17, Praha 1), Úsek lesního hospodářství, Odbor hospodářské úpravy a ochrany lesů

Ing. Josef Cafourek, Ph.D.; Wotan Forest, a. s., České Budějovice, Lesní školka Budišov

Foto na obálce:

Detail radlice a krojidla u školkovacího stroje konstrukčního řešení podle
Ing. Pavla Burdy, Ph.D.

Foto © Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D. (2014)

e-mail: narovcova@vulhmop.cz

Adresy autorů:

Ing. Pavel Burda, Ph.D.

Hajda 1455, 399 01 Milevsko

e-mail: info@pavelburda.cz

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.; Ing. Václav Nárovec, CSc.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Výzkumná stanice Opočno

Na Olivě 550, 517 73 Opočno

e-mail: narovcova@vulhmop.cz; narovec@vulhmop.cz

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.; Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Katedra pěstování lesů FLD ČZU v Praze

Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka

e-mail: kunes@fld.czu.cz; balas@fld.czu.cz

Ing. Ivo Machovič

Dendria s. r. o.

Březová 1307, 464 01 Frýdlant

e-mail: info@dendria.cz

Obsah:

Předmluva	7
1. Cíl metodiky	8
2. Vlastní popis metodiky	8
2.1 Předpoklady uplatnění technologie pěstování PONG v lesních školcích	8
2.1.1 Vybavenost tažnými prostředky a speciálními stroji	9
2.1.2 Půdy v lesních školcích	11
2.2 Nejdůležitější opatření při realizaci technologie pěstování PONG	13
2.2.1 Výchozí sadební materiál pro další dopěstování	13
2.2.2 Ruční redukce kořenových systémů sazenic před školčováním	14
2.2.3 Školčování sazenic	15
2.2.4 Tvarování nadzemních částí	16
2.2.4.1 Duby	16
2.2.4.2 Buk lesní	17
2.2.4.3 Jilmy a lípy	17
2.2.4.4 Javory, jasany, jeřáby a třešně	18
2.2.4.5 Olše a břízy	18
2.2.5 Agrochemická opatření v průběhu pěstování	18
2.2.5.1 Hnojení	18
2.2.5.2 Integrovaná ochrana rostlin	20

2.2.6	Doba pěstování jednotlivých druhů dřevin	21
2.2.7	Vyzvedávání PONG uživateli „na míru“	21
2.2.8	Opatření při expedici PONG	22
2.2.9	Morfologické znaky PONG	24
3.	Srovnání „novosti postupů“	27
4.	Popis uplatnění certifikované metodiky	27
5.	Ekonomické aspekty	28
6.	Seznam použité související literatury	29
7.	Seznam publikací, které předcházely metodice	31
8.	Dedikace	32
9.	Seznam použitých zkratk	33
	Summary	34
	Fotografická příloha (Appendix)	40

Metodika je výsledkem řešení projektu QJ1220331 *Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa*, který finančně podpořilo Ministerstvo zemědělství ČR prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum. Metodika byla certifikována osvědčením č. 88028/2014-MZE-16222/M105 ze dne 19. 12. 2014, redakčně upravena a doplněna o nové poznatky získané při řešení projektu v roce 2015.

Předmluva

V České republice (ČR) je umělá obnova lesních porostů realizována na ploše přibližně 20 tis. ha ročně. K zajištění takových úkolů umělé obnovy lesa a zalesňování expedují tuzemské lesní školky odběratelům kolem 120–140 mil. kusů výsadby schopného sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD). Podíl listnatých dřevin pro obnovu lesa v posledních letech kolísá mezi 38–40 procenty, přičemž hlavním sortimentem prostokořenného listnatého sadebního materiálu jsou 1 až 3leté semenačky nebo i sazenice. Listnaté poloodrostky a odrostky, jichž naše školky produkuje v řádu pouze několika desítek a nanejvýše stovek tisíc kusů ročně, doposud stály na okraji lesnického zájmu. Nicméně se začíná postupně a stále zřetelněji ukazovat, že i SMLD kategorie poloodrostků nebo odrostků (zkr. POO) může ve specifických poměrech zakládáných lesních porostů nacházet své širší uplatnění a že tento vyspělý sadební materiál může na řadě lokalit představovat důležitý prvek v systému opatření pro úspěšnou obnovu lesa. Jedná se především o obnovu zabuřenělých stanovišť a mrazových poloh, o vylepšování při opakovaně neúspěšném zakládání lesních kultur, o obnovu kalamitami poškozených jehličnatých porostů, o úpravu druhové skladby odrostlejších kultur, o doplnění melioračních a zpevňujících dřevin do přirozeného zmlazení apod.

Předkládaná metodika se zaměřuje na inovativní aspekty technologie pěstování listnatých prostokořenných poloodrostků a odrostků v lesních školkách, a proto do názvu finálních produktů vkládá i označení „nové generace“. Pro předmětnou kategorii SMLD takové označení použili např. již KUNEŠ, BALÁŠ, MILLEROVÁ a BALCAR (2011) a vystihuje záměrné nasměrování pěstebnímu postupu zejména k tomu, aby kořenové systémy poloodrostků a odrostků nové generace (PONG) umožňovaly výsadbu do motomanuálně nebo strojově vrtaných jamek o průměru 20 cm. Popisovaný technologický postup pěstování poloodrostků a odrostků nové generace ve školkách zahrnuje především výběr jedinců z podřezávaných dvouletých sazenic (výchozím mezičlánkem jsou silné sazenice velikosti 50+ cm s kvalitními kořeny a s průběžnou hlavní osou), redukci kořenů až na 50 % původního objemu, školkování speciálním školkovacím strojem, dopěstování v průběhu 1 až 3 let, úpravu nadzemních částí během dopěstování, vyzvedávání a úpravu kořenů. Regenerací kořenových systémů školkováných rostlin je postupně vytvářen prostorový základ kosterních kořenů s velkým množstvím jemných svazčitých kořenů, koncentrovaných v relativně malém prostoru. Způsob pěstování poloodrostků a odrostků nové generace lze vystihnout (označit ve smyslu § 1, odst. 10 a Přílohy 7 vyhlášky č. 29/2004 Sb.) *pěstebním vzorcem* nejčastěji jako 1–1+1 nebo také u některých dřevin jako 1–1+2, výjimečně rovněž jako 1–1+3. Kořenové systémy poloodrostků a odrostků nové generace jsou koncentrovány do prostoru (který má tvar

válce) o průměru 20 cm a hloubce 30 cm, což dovoluje strojovou či motomanuální přípravu výsadbové jamky zemními (půdními) motorovými vrtáky.

Ve všech navazujících podkapitolách předkládané metodiky bude pro označení prostokořenných listnatých poloostrodků a odrostků nové generace jednotně používána zkratka PONG.

1. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout pěstitelům sadebního materiálu lesních dřevin soubor praktických doporučení a návrhů pro optimalizaci pěstování PONG v lesních školkách. Doporučený technologický postup byl v předchozích několika letech (2012–2015) ověřen v rámci řešení výzkumného projektu s názvem *Technologie produkce listnatých poloostrodků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa* (evidenční označení projektu: QJ1220331), podporovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum (NAZV).

Uplatnění doporučených pěstebních postupů vytváří v hospodářské praxi předpoklady pro rozšíření produkce PONG do dalších školkařských podniků a do modernizovaných provozů lesních školek v rámci celé ČR.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 Předpoklady uplatnění technologie pěstování PONG v lesních školkách

Aby bylo možné do lesní školky technologii produkce PONG úspěšně zavést, je nezbytně nutné, aby daný školkařský provoz disponoval nejméně dvěma základními předpoklady. Prvním základním předpokladem je adekvátní strojní vybavení, druhým pak jsou odpovídající agrotechnické vlastnosti (zejména pak zrnitostní skladba s vhodným zastoupením prachových a jílových částic) u půd lesních školek.

2.1.1 Vybavenost tažnými prostředky a speciálními stroji

Pěstování PONG je možné pouze při odpovídajícím strojním vybavení školkařského provozu požadovanou mechanizací. **Základním tažným prostředkem** jsou kolové traktory o výkonu nejméně 80–100 HP (60–75 kW), upravené na práci v záhonu (tzn. traktory, které jsou postaveny na kultivačních kolech s rozchodem odpovídajícím šířce záhonů). Nezbytně nutným předpokladem zejména pro školkování PONG pak jsou traktory s převodovkou volitelně umožňující i tzv. superplazivou rychlost (tj. rychlost pojezdu již od 140 metrů za 1 hod.). Samozřejmým požadavkem je tříbodový závěs traktoru a volné hydraulické okruhy. Nutnou podmínkou je rovněž vybavení traktoru pohonem obou náprav. Traktory bez předního náhonu v podmínkách zhoršené trakce totiž zpravidla nejsou schopny při pojezdu v řádku (při školkování i vyzvedávání) udržet potřebný směr a zachovat přímou jízdní stopu.

Neméně důležité pro produkci kvalitních PONG je zpracování půdy. Pro tuto agromickou operaci je potřebné mít **stroje a nářadí na zpracování celého orníčního i podorníčního profilu půdy** produkční jednotky lesní školky. Jedná se o podryváky podorníčních vrstev, s jejichž pomocí se nakypří spodní utužené půdní vrstvy školkařských polí, a to s dosahem do hloubky až 50 cm, dále se jedná o kvalitní pluhly nebo půdní frézy, sloužící k homogenizaci půdního profilu a k jeho prokypření.

Klíčovou podmínkou vybavenosti školky pak je **školkovací stroj**, který umožňuje školkování rostlin velkých dimenzí. V tuzemských poměrech takovým požadavkům vyhovuje (a také se ve školkařských provozech se zavedeným pěstováním PONG zatím výhradně používá) jednořádkový školkovací stroj, který vychází z originálního konstrukčního řešení, které navrhnul a publikoval Ing. Pavel Burda, Ph.D. (blíže viz BURDA 2001). Detailní vyobrazení tohoto stroje uvádí fotografická příloha (obrázek č. 1) této metodiky.

Jednořádkový školkovací stroj, navržený P. Burdou, je nesen na zadním tříbodovém závěsu traktoru. Stroj pracuje na principu rýhy (brázdy) vytvořené šípovou radlicí. Šíře rýhy je variabilní, maximálně pak 12 cm. Pracovní hloubka školkovacího stroje bývá závislá na nastavení výšky pojezdových kol, obvykle do 35 cm. Školkované rostliny jsou za pojezdu stroje obsluhou ručně vkládány do rýhy. Kořeny školkovaných rostlin jsou následně v řádku přehrnuty zeminou z uzavírající se rýhy. Pomocí páru šikmých bantamových kol (zatížených buď pouze hmotností obsluhy, případně i pomocným závažím) je půda v rýze (původně odhrnutá zemina) patřičně znovu utužena. Konečnou úpravu terénu zajišťují dvě šikmé příhrnovací radlice, které příhrnou volnou nakypřenou zeminu zpět k rostlině a vytvoří tak brázdu optimálního tvaru pro zadržování vody i hnojiv v blízkosti školkované rostliny. Pro narušení bočních stěn vyrývané brázdy má odhrnovací deska radlice školkovacího stroje záměrně šikmo vzhůru zdrsňené

boční povrch, a to rozdružovacími výstupky navařenými od břitu po celé délce desky. Toto opatření zabraňuje ohlazení boků rýhy a následnému neprorůstání kořenů, resp. napomáhá k omezení nežádoucího růstu kořenů pouze ve směru rýhy. Před radlicí je instalováno otočné (diskové) krojidlo, které má pracovní hloubku cca o 5 cm níže, než je hloubkový dosah špiče radlice. Krojidlo rozkrojuje půdu před vlastní radlicí, omezuje částečně i hrnutí zeminy radlicí a především narušuje vrstvu zeminy pod účinnou pracovní hloubkou radlice, aby školkované rostliny mohly bez deformací prokořenit do hloubky. Špiče rycí radlice (nazývaná někdy také jako dláto) má přesah cca 3 cm oproti vlastnímu pracovnímu prostoru radlice a rovněž (vzhledem ke svému šikmému uložení) má za úkol narušovat podorniční vrstvu a zajistit kyprou půdní zónu pro budoucí prorůstání kořenů rozpěstované produkce. Při absenci těchto technických opatření (krojidlo, prodloužené ostří radlice) totiž často docházelo k uhlazení spodní části vyryté půdní rýhy a ke vzniku predispozic k následnému deformovanému růstu kořenů (které po takto vytvořeném „dně“ poté upřednostňovaly růst pouze v podélném směru vytvořené půdní rýhy).

Nezbytností (a předpokladem pro realizaci technologie PONG) je i ostatní (ale v dnešních technologických poměrech už naprosto běžné) provozní vybavení školek mechanizačními prostředky; zdůraznit lze např. mechanizační prostředky a stroje pro aplikace hnojiv včetně přihnojování kultur (rozmetadla, postřikovače atd.), zařízení pro chemické ošetřování rostlin, adaptéry pro meziřádkovou kultivaci půdy a nářadí pro ostatní standardní agronomické zásahy vykonávané během vegetační doby. Závlahové systémy jsou pro pěstování PONG rozhodně vhodné, nejsou však naprostou nutností.

Naproti tomu **boční vyzvedávací zařízení s aktivním rostem** nutností je. Pro vyzvednutí PONG musí boční vyzvedávací zařízení umožňovat pracovní hloubku až do 50 cm a svou konstrukcí musí dovolovat průchod nadzemních částí PONG o celé vyzvedávané délce (cílové výšce). Tyto stroje jsou na zahraničním i tuzemském trhu dostupné; vesměs se jedná se o boční vyvazovací zařízení poháněná kardanem od vývodového hřídele traktoru. Rostliny jsou tímto strojem podryty a pomocí kmitajícího aktivního roštu je z jejich kořenů vytřesena zemina.

Po vlastní sklizni rostlin z produkčních venkovních ploch následuje široký soubor pěstebních úkonů, podporujících úspěšnou expedici finálních výpěstků. Je proto zapotřebí disponovat také zázemím pro třídění a tvarování rostlin, pro jejich krátkodobé uskladnění a ve finále mít k dispozici i vozidla (dopravní prostředky s ložnými plochami krytými plachtou) pro vlastní expedici PONG k odběratelům.

2.1.2 Půdy v lesních školkách

Druhým základním předpokladem pro zavedení technologie PONG v lesních školkách jsou vhodné fyzikální a biologicko-chemické vlastnosti půd. Ty mají pro produkci PONG zcela zásadní význam, a to jak z hlediska udržování půdní úrodnosti, tak (především pak u fyzikálních půdních vlastností) z hlediska uplatnění nasazovaného strojního vybavení a také pro kvalitní uskutečnění všech potřebných školkařských operací. V obecné rovině lze požadavky na fyzikální, chemické a další vlastnosti obhospodařovaných půd v lesních školkách, orientovaných na uplatnění technologie PONG, shrnout do následujících 7 bodů:

(1) Optimální zrnitostní skladbu představují **hlinito-písčité zeminy** (terminologie a členění na půdní druhy, je-li uplatněna jednotná Nováková klasifikační stupnice) s podílem jílnatých částic (I. zrnitostní frakce $<0,01$ mm) v jemnozemi od 10 do 14 %. Ve smyslu ještě **starší Kopeckého klasifikační stupnice** se jedná především o kategorii zemin typu hlinitých písků s podílem částic hrubého prachu (II. zrnitostní frakce od 0,01 do 0,05 mm) v jemnozemi kolem 16 až 35 %, eventuálně již také může jít o kategorii zemin typu písčitých hlín (tj. půd s podílem II. zrnitostní frakce >20 %, se sumou I.+II. zrnitostní frakce >45 % a s podílem IV. zrnitostní frakce >20 %).

(2) Výše uvedená doporučení vycházejí z přímého ověření granulometrické skladby svrchních (0–25 cm) orničních zemin z těch tuzemských lesních školek, kde se technologie pěstování PONG skutečně již několik let úspěšně uplatňuje. Hodnota optimálního podílu jílnatých částic v jemnozemi u ideotypu půd preferovaných pro uplatnění technologie pěstování PONG (viz předešlý bod) pravděpodobně může nabývat i jiného rozpětí (snad např. i směrem k hlinitějšímu charakteru obhospodařovaných půd, tedy k vyššímu podílu jílnatých částic v jemnozemi), avšak pro takový závěr a pro jeho verifikaci dosud v ČR exaktní podklady chybějí, resp. řešitelský kolektiv taková data k dispozici nemá. Pedologická šetření v tuzemských lesních školkách se zavedenou technologií PONG, realizovaná v roce 2014 a 2015 v rámci řešení projektu QJ1220331 a současně zahrnující vyhodnocení **podle soudobého klasifikačního systému** pro mechanické třídění zemin u nás (blíže viz klasifikační trojúhelníkový diagram, který uvádí NĚMEČEK a kol. 2001, s. 33), zatím vyznívají v doporučení, aby preferovanými byly výhradně jen **zeminy charakteru písčitých hlín**. Požadované agrotechnické vlastnosti pro pěstování PONG zeminám u tohoto půdního druhu totiž nepropůjčují jen částice jílu (těch testované půdy obsahují poměrně nízké množství, jen kolem 3,5–6,5 %), nýbrž (a především!) je to příznivý (a relativně vysoký) **podíl prachových částic** (označovaných někdy též jako *silt*; silttem se rozumí půdní zrna s průměrem od 0,002 do 0,05 mm). Ten se podle výsled-

ků našich pedologických šetření na pozemcích se zavedenou technologií pěstování PONG obvykle pohyboval v rozpětí od 25 do 50 %.

(3) Pro příznivý vodovzdušný režim půd je rovněž žádoucí, aby granulometrická skladba zemín vykazovala více méně rovnoměrné zastoupení zrnitostních frakcí skupiny středních, jemných i práškových písků (tj. částic $>0,05$ mm) v jemnozemi. Souhrnný **podíl písčitých frakcí v jemnozemi** obvykle u testovaných půd nabýval hodnot od 47 do 74 %. Podíl skeletu (tj. částic $>2,00$ mm) je nutné udržet co možná nejnižší (max. do 20 %), přičemž by jej měly tvořit hlavně částice hrubého písku (o velikosti 2–4 mm). Příměs šterku (tj. částic 4–30 mm) je přípustná jen ve zcela zanedbatelném podílu, resp. v ojedinělých případech.

(4) Pokud se týká celkové sorpční kapacity půdy (tzv. hodnoty T), její úroveň je vždy úzce závislá na zrnitostní půdní skladbě a na obsahu organických látek v půdě. Žádoucí je, aby dosahovala hodnot blízkých 15 mval/100 g, tedy kategorie střední celkové sorpční kapacity půdy. Provozovatelé školek by měli prostřednictvím aplikací organických hnojiv vždy usilovat o dosažení úrovně celkové sorpční kapacity půdy ještě vyšší (18 mval/100 g a vyšší), což je ovšem na lehkých půdách kategorie hlinito-písčitých zemín (názvosloví podle Novákovy klasifikační stupnice) zpravidla vždy podmíněno dosažením podílu organických látek (humusu; zkr. H_{ox}) v ornici alespoň ve výši 5 % H_{ox} . Pokud je to možné, je žádoucí obsah humusu H_{ox} na školkařských polích s produkcí PONG udržovat v rozsahu 4–8 %. Tehdy kromě pozitivního působení **vyššího podílu organických látek** na fyzikální půdní poměry a zprostředkovaně na růst kořenů PONG přistupuje i jejich role jako nezanedbatelného zdroje minerálních živin pro výživu rostlin.

(5) Nasycení sorpčního komplexu bázemi (tzv. hodnota V), tj. aktuální procentuální poměr obsahu výměnných bází (K, Ca, Mg) v půdě (hodnota S) vůči celkové sorpční kapacitě půdy by měl u půd, preferovaných k uplatnění technologie PONG, dosahovat alespoň 75 %. Mělo by se tedy jednat výhradně o půdy sorpčně nasycené ($V = 75–90$ %), resp. o půdy plně sorpčně nasycené (s hodnotou V nad 90 %). S uvedenou pedologickou charakteristikou silně souvisejí také hodnoty výměnné půdní reakce (pH), které by s ohledem na skladbu pěstovaných druhů dřevin měly být cílevědomě a průběžně udržovány v rozpětí kolem 5,2 (5,5) až 6,0 jednotek pH (stanovených ve vyluhu KCl, resp. $CaCl_2$). Na uvedené rozpětí optimálních hodnot výměnné půdní reakce nicméně nelze pohlížet jako na nepřekročitelné meze.

(6) Z hlediska číselné kvantifikace požadovaných hodnot obsahu rostlinám přístupných živin v půdách lesních školek preferovaných k uplatnění technologie PONG je nutné uvést, že současná laboratorní a agrochemická praxe k určení těchto pedologických parametrů využívá širokého sortimentu instrumentálních metod analytické chemie a řadu odlišných vyluhovacích a jiných postupů. Průběžným změnám podléhají rovněž kritéria hodnocení obsahu rostlinám přístupných

živin P, K, Ca a Mg v půdách lesních školek při uplatnění dílčích (jednotlivých) analytických postupů (výluhů) a při jejich slovní interpretaci do kategorií. Pro uplatnění technologie PONG je třeba respektovat požadavek na **zajištění vyrovnaného obsahu všech rostlinám přístupných živin** (tj. vyloučení deficitních či naopak luxuriantních obsahů jedné z živin), a to nejméně na úrovni dobré (resp. střední) zásobenosti. Při uplatnění soudobých analytických postupů (metody Mehlich III je požadované množství (v mg/kg) rostlinám přístupných živin v půdách školek možné kvantifikovat takto: >81 mg P/kg; >161 mg K/kg; >136 mg Mg/kg a >1300 mg Ca/kg. Při rozborování půdy tradičními postupy agrochemického zkoušení zemědělských půd (výluh P dle Egnera roztokem mléčnanu vápenatého; K a Mg postupem dle Schachtschabela) dosahuje požadované množství rostlinám přístupných živin v půdách školek těchto hodnot: >30 mg P/kg; >100 mg K/kg; >100 mg Mg/kg. Je-li pro analytiku půd v lesních školkách uživateli i nadále preferován výluh půdy 1% roztokem kyseliny citronové, pak by množství rostlinám přístupných živin mělo dosahovat alespoň 110 mg P/kg, 130 mg K/kg a 100 mg Mg/kg.

(7) **Hloubka orničního profilu** pro dopěstování přeškolkovaných sazenic by měla dosahovat nejlépe až 50 cm (obvyklým požadovaným minimem je 40 cm). Pozemek pro pěstování PONG se proto vždy připravuje hlubokou orbou a pluhu s podrýváký. Při zpracování půdy se orebními tělesy promísí a homogenizuje celý orniční profil a usiluje se přitom o vytvoření drobtovité půdní struktury s příznivými hydrofyzikálními a biologickými vlastnostmi. Před vlastním školkováním (přesadbou) je půda opakovaně znovu hloubkově připravována půdními kypřiči či frézami.

2.2 Nejdůležitější opatření při realizaci technologie pěstování PONG

2.2.1 Výchozí sadební materiál pro další dopěstování

Prvotní pozornost musí pěstitel PONG věnovat výběru sadebního materiálu, který bude dále dopěstováván na poloodrostek či odrostek nové generace. Pro naplnění požadovaných parametrů u poloodrostků a odrostků lze z ověřovaných alternativ pěstebních postupů jako nejschůdnější doporučit **výběr dvouletých podřezávaných listnatých sazenic** (pěstební vzorec 1–1), u nichž vlastní podřezání kořenů bylo realizováno ve fázi semenáčků v jarním období druhého roku po výsevu se-

men. Příklady kořenových soustav takových sazenic (1–1) u buku lesního, dubu letního a lípy srdčité přibližují fotografie č. 2–4 v příloze.

Rostliny pro daný záměr s potřebnou dynamiku růstu kořenů i nadzemních částí se zpravidla nacházejí ve výškové (obchodní) třídě 51–70 cm. Tato výšková kategorie listnatých sazenic pak tvoří základní (výchozí) soubor jedinců pro výběr a pro jejich předurčení k dalšímu dopěstování do dimenzí poloodrostků a odrostků. Navržená technologie PONG v této etapě pěstebního výběru a selekce využívá přednostně těch jedinců, kteří již ve fázi semenáčků a sazenic vykazují znaky dynamického růstu a kteří mají odpovídající parametry jakosti (zejména potřebnou tloušťku kořenového krčku, průběžný kmínek, minimum větvení, přiměřenou mohutnost kořenového systému apod.). Upřednostněny proto bývají hlavně mladé (dvouleté) rostliny, které naznačují vysokou růstovou aktivitu, plasticitu a ujmavost.

2.2.2 Ruční redukce kořenových systémů sazenic před školkováním

Individuální ruční redukce kořenových systémů sazenic je dalším z klíčových bodů pěstební technologie. Mnohdy jde o redukci kořenových systémů až o 50 %. Společně se zkrácením délky křídového kořene se redukuje i délka dalších kořenů. Individuální redukce kořenových systémů ve svém důsledku zahrnuje jak sféru kosterních kořenů, tak i jemných svazčitých kořenů vyrůstajících z odstraněných částí kořenové kostry. Vždy platnou zásadou pěstování PONG je **délková redukce všech kosterních kořenů**, které by při školkování mohly vést ke vzniku deformací kořenového systému. Součástí opatření je také kontrola (a případně úprava) řezu hlavních kořenů po předchozím strojovém vyzvedávání. Dbá se, aby řezná plocha byla vedena kolmo na osu kráceného kořene (co nejmenší plocha) a aby byla hladká (omezení následných hnilob kořenů). Tloušťka řezných ran by neměla být větší než 6 mm.

Časová náročnost této části technologického postupu činí cca půl minuty na jednu sazenici a vyžaduje zkušenosti se silným zkrácením kořenů zahradnickými nůžkami. Ilustrativní znázornění rozsahu úprav kořenových systémů vyspělých listnatých sazenic před školkováním nalezne čtenář na fotografiích č. 5–7 v příloze. Silná redukce kořenů obvykle stimuluje (podpoří) tvorbu kořenů vyšších řádů, a to přednostně v prostoru, který bude součástí kořenových systémů finálně dopěstovaných odrostků. Ruční redukce kořenů a detailní prohlídka kořenů jednotlivých sazenic současně odhalí (a následně vyselektuje) jedince s deformacemi kořenů. Individuální redukce v kořenovém prostoru je doprovázena souběžnou kontrolou nadzemních částí sazenic. Pro dopěstování na poloodrostky a odrostky se vylučují

všechny rostliny s viditelným biotickým či jiným poškozením nadzemních částí, s nežádoucím větvením stonků apod.

2.2.3 Školkování sazenic

Školkování je navazující etapou popisované pěstební technologie PONG. Školkují se vyspělé sazenice výškové třídy 51–70 cm, u nichž se předtím vhodně redukoval kořenový systém. Pro všechny druhy listnatých dřevin se preferuje **jarní termín školkování**, neboť tehdy jsou příhodné podmínky pro regeneraci a obnovu růstu redukovaných kořenových systémů. Podzimní termín školkování nemůže být praxi doporučen, protože v tomto období (ve srovnání s jarem) podle zkušeností řešitelského týmu probíhá obnova růstu redukovaných kořenů výrazně pomaleji a také v menším rozsahu. Rostliny s redukovanými kořeny by po podzimním školkování navíc byly ohroženy objemovými změnami půdy v průběhu zimního a předjarního období, tzv. *vytahováním* (vymrzáním) sazenic z půdy.

Školkování provádíme školkovacími stroji, umožňujícími výsadbu sazenic výškové třídy 51–70 cm. Školkování v rámci ověřování technologie pěstování PONG se realizovalo výhradně jednořádkovým školkovacím strojem (jeho bližší popis viz BURDA 2001). Vkládání rostlin do výsadbového prostoru se provádělo tak, aby kořeny rostlin nedosahovaly dna vytvořené výsadbové brázdy (opatření eliminující deformace kořenových systémů) a také aby byly rostliny vysazené kolmo vůči povrchu půdy. Průběh školkování dokreslují obr. 8 a 9 v příloze. Narušení půdní vrstvy pod pracovní hloubkou radlice (krojídlo a prodloužené ostří radlice) spolu se zdrsněním povrchu školkovací radlice podporuje žádoucí prokořenění rostlin jak do šířky, tak do hloubky, a to bez deformací kořenových soustav.

Spony školkovaných rostlin – vzdálenost řádků určuje rozchod kol pojezdové mechanizace a dodržuje se zásada, abychom školkovali výhradně do prokypřené půdy. Vzdálenost řádků po školkování je nejčastěji kolem 80 cm; vzdálenost rostlin v řádcích bývá přibližně 30 cm.

Celou přípravu kořenů sazenic a následné školkování vede snaha o co nejvyšší za kořenění v té oblasti kořenů, která bude součástí kořenových systémů i po dopěstování odrostků. Nejde tedy o délkové rozrůstání kořenových soustav na školkařských záhonech, ale o preferenci silných i jemných kořenů do vzdálenosti cca 10 cm od osy kmínku a do hloubky cca 35 cm.

2.2.4 Tvarování nadzemních částí

Tvarováním nadzemních částí rozumíme odstraňování kosterních větví, narušujících dominanci terminálního vrcholku, nebo také zkracování i odstraňování bočních větví. V průběhu úvodní fáze dopěstování na PONG tvarování provádíme na záhonech, tedy až následně po zaškolkování výběrových sazenic. Tvarování zajišťuje průběžnost kmínků, podporu růstu terminálního výhonu, omezení růstu zesílených větví, úpravy poměru objemu kořenů k objemu nadzemních částí atd. Je třeba jej provádět uváženě a citlivě, vždy během vegetační sezóny. Odstranění větví je spojeno se snížením listové plochy, znamená tedy snížení objemu asimilačního aparátu; a tím i snížení celkové fotosyntetické produkce rostlin. Podpora průběžného a dynamického růstu tvarováním ve fázi pěstování PONG se promítá i následně po užití tohoto typu sadebního materiálu k obnově lesa. Tvarované výpěstky po výsadbě na trvalá stanoviště pokračují v dominantním růstu terminálních výhonů a snáze si zachovávají průběžný kmínek. Současně se touto operací snižuje objem jednotlivých rostlin, což usnadňuje manipulaci a transport po konečném vyzvednutí PONG ze záhonů a při expedici výpěstků ze školky.

Pracovním nástrojem pro tvarování jsou ostré zahradnické nůžky či ostrý nůž. **Technika řezu při odstraňování větví** se provádí metodou tzv. *na větevní kroužek*. Termín závisí na délce plánovaného období, během něhož jsou školkované sazenice dopěstovávány do cílové dimenze PONG. Při délce dopěstování 1 rok přistupujeme ke tvarování nadzemních částí po ukončení jarního přírůstu (přibližně v polovině července) závěrečného roku produkce. Dřeviny, pěstované po zaškolkování ještě další 2 a 3 roky, tvarujeme každoročně, a to vždy po ukončení jarní fáze délkového přírůstu výhonů. Nadzemní části PONG jsou tedy tvarovým ořezem upravovány do konečné podoby (tj. kterou požadujeme, aby měly při expedici) ještě v průběhu jejich odrůstání na pěstebních záhonech v lesních školkách.

Postupy tvarování nadzemních částí jednotlivých druhů listnatých dřevin kategorie výpěstků PONG nebo specifická doporučení při tvarovém ořezu pro skupiny dřevin rozvádějí následující dílčí podkapitoly (2.2.4.1 až 2.2.4.5).

2.2.4.1 Duby

Charakteristickým rysem jarního růstu dubů v prvním roce po zaškolkování je vytváření bohatého větvení (vč. velkého množství drobných větví) po celé délce kmene, na kterém dominance vrcholového (terminálního) výhonu často i zaniká. Teprve v navazující letní periodě růstu nadzemních prýtů (stále během úvodního vegetačního období po zaškolkování) obvykle mnohé rostliny proliferyjí intenzivním délkovým prodloužením terminálního výhonu a jeho habituálním zvýrazněním. Děje se tak zvláště při dostatečné srážkové intenzitě v dané pozdní (letní) vegetační

sezóně. Doporučení pro **tvarování dubů** je následující: řezem odstraníme výhony konkurující terminálnímu výhonu ve vrcholové části rostlin a rovněž redukujeme část silných větví, vyrůstajících po celé délce kmene! Příklad takového ořezu přibližují snímky obrázku č. 10 v příloze (zachycují stav před a po ořezu). Následně pak provádíme tvarování nadzemních částí i ve druhém roce po jarním přírůstu, tj. ořez realizujeme v letním termínu (tzv. letní tvarování, letní ořez). Vždy je důležité ponechat na rostlině veškerou asimilační hmotu na drobných větvích, a to s ohledem na zachování dostatečné výkonnosti asimilačního aparátu. U dubů je důsledné tvarování rozpěstované produkce PONG nezbytné, neboť duby velmi často (patrně je to zejména v tyčkovinách a starších porostech) na osluněných částech hlavní osy vytváření bohaté laterální větvení a podobnou predispozici vykazují i jako juvenilní jedinci.

2.2.4.2 Buk lesní

Pro růst nadzemních částí buku lesního je typické nasazení dominantního terminálního výhonu. Tvarování u buku je proto (na rozdíl od dubů) specifické. Doporučuje se tvarový ořez realizovat v následujícím sledu: nejprve ke konci vegetačního období prvního roku po školkování velmi mírným zásahem odstraníme případné výhony, konkurující terminálnímu výhonu. Ve druhém (a případně i ve třetím) roce po školkování během vegetace (vždy po periodě jarního přírůstu, ale ještě před pozdně letním přírůstem) odstraníme ve vrcholové části (přibližně v polovině) kmene všechny silné přírůstavé větve (tak podpoříme následný růst jediného terminálního výhonu). Souběžně v dolní části kmene (od poloviny dolů) odstraníme silné boční větve, které v letním období průběžně přirůstají. Slabé a krátké boční větve v bazální části se ponechávají. Podíl ořezem odstraněného asimilačního aparátu (listové plochy) u buku lesního může být v této fázi rozpěstování na PONG nejvýše 50 % výchozího stavu. Na výraznější redukci listové plochy by totiž buk reagoval redukcí až pozastavením růstu. Při tvarování buku tedy platí **dvě hlavní zásady**: jednak se musí ořezem zajistit (zachovat) dostatek listového asimilačního aparátu, a to koncentrovaného přednostně v dolní části rostliny, jednak se musí ořezem podpořit růst terminálního výhonu ve vrcholové části výpěstků. Praktické naplnění těchto zásad pak čtenářům přibližují snímky č. 11 ve fotografické příloze.

2.2.4.3 Jilmy a lípy

Obojí představují dřeviny s terminálním výhonem a s tvorbou silných i slabých větví. Po zaškolkování tyto dřeviny sazenic dopěstováváme vždy jen jeden rok. Tvarováním podporujeme dominanci terminálního výhonu v období po ukončení jarního přírůstu, tj. v polovině července. Střihem omezíme růst konkurenčních vr-

cholových výhonů a silných větví. Naopak ponecháváme drobné větve s olistěním po celé délce kmínku k zajištění asimilačních funkcí listoví.

2.2.4.4 Javory, jasany, jeřáby a třešně

Tyto dřeviny s dominantním terminálním výhonem dopěstováváme v jednom roce po školkování. Tvarování provádíme opět v polovině července s cílem eliminovat vícečetnost terminálních výhonů. Dopěstovanou nadzemní část těchto dřevin tvoří silný terminální výhon. V zahradnické praxi se pro takové výpěstky vžilo a používá výstižné označení „špičák“. Vizuální podobu (habitus) takového výpěstku uvádí snímek č. 12 ve fotopříloze.

2.2.4.5 Olše a břízy

Olše a břízy vykazující dynamický růst kmínku s mohutnou korunou. Tyto dřeviny po školkování dopěstováváme jeden rok. Termín tvarování nadzemních částí spadá do poloviny července. Po celé délce kmínku odstraňujeme slabé větve, pouze na vrcholu (apexu) rostliny ponecháváme výrazný terminální výhon s několika vedlejšími větvemi jako základem budoucí koruny. Rostlina následně dynamicky přirůstá ve vrcholové části – výškový růst dominantního terminálního výhonu i výškové přirůsty větví koruny.

2.2.5 Agrochemická opatření v průběhu pěstování

2.2.5.1 Hnojení

Co nejpříznivější podmínky pro výživu pěstovaného sadebního materiálu lesních dřevin ve školkách musí být vytvářeny a udržovány širokým souborem hnojivářských, melioračních, agrotechnických a pěstitelských opatření, která v rámci intenzivního obhospodařování půd lesních školek cílevědomě směřují k pozitivnímu působení na jednotlivé půdní vlastnosti a na všechny dílčí složky příjmu minerálních živin rostlinami. Základem půdně zúrodňovacích opatření na pozemcích s produkcí PONG je systém hnojení, který prostřednictvím organického hnojení **usiluje o všestrannou stimulaci biologické činnosti v půdě** a který dosycovacím režimem (typem) základního hnojení půd pomocí průmyslových hnojiv směřuje k vytváření (k obnově) tzv. *staré půdní síly*, která je základem kontinuálního doplňování živin do půdního roztoku z příznivých forem jejich sorpce v půdě.

Východiskem k naplnění takových ambicí je průběžná (tj. pravidelná v rámci střídání pěstebních cyklů) **kontrola agrochemických vlastností půd** prostřednictvím laboratorních rozborů (podrobně rozvádí např. NÁROVEC 2003, ještě dříve např. DUŠEK 1997). Z hlediska půdní reakce, celkové sorpční kapacity půdy, obsahu organických látek (humusu; zkr. H_{ox}) v půdě a obsahu rostlinám přístupných živin P, K a Mg je žádoucím výchozím stavem dosažení alespoň takových hodnot, které uvádí podkapitola 2.1.2, tj. aby byla dosažena výměnná půdní reakce $>5,2$ pH (v KCl nebo v $CaCl_2$); celková sorpční kapacita půdy (hodnota T) >15 mval/100 g půdy; obsah organických látek $>3,0$ % H_{ox} a aby půdou zadržované množství (koncentrace) rostlinám přístupných živin (stanovených metodou Mehlich III) činilo alespoň >81 mg P/kg; >161 mg K/kg; >136 mg Mg/kg a >1300 mg Ca/kg.

Při úsilí o zajištění těchto parametrů úrodné půdy v lesních školkách je třeba vzít do úvahy skutečnost, že nezastupitelnou úlohu při pěstování PONG má zejména **intenzivní organické hnojení** (při 2–3letém cyklu pěstování PONG se aplikační dávky organických hnojiv vesměs pohybují v řádu desítek tun v přepočtu na 1 ha). Organické hnojení má stejně jako řada dalších agrotechnických a agrochemických opatření na půdách obhospodařovaných pozemků výrazně dlouhodobý charakter. Dosažení cílových parametrů půdní úrodnosti lze proto v některých školkách s nízkou intenzitou organického hnojení očekávat teprve v měřítku celého jednoho či dvou desetiletí. Racionální použití organických hnojiv vyžaduje i vyhovující a výkonnou techniku pro aplikaci hnojiv. V zájmu vysoké účinnosti je nutné rovnoměrné rozmetání a rychlé zapravení většiny hnojiv do půdy, aby se omezily ztráty. Z hlediska ekonomického (ale i ekologického) je na úseku výživy a hnojení PONG pozornost soustředěna většinou na stanovení správné intenzity hnojení – tedy úrovně spotřeby průmyslových hnojiv. Ovšem neméně důležité jsou i další články systému hnojení, a to doba a způsob aplikace hnojiv. Je skutečností, že uplatnění tzv. nadstavbových prvků agrotechniky není efektivní bez důsledného dodržování technologické kázně a že nedostatky v agrotechnice nelze nahrazovat vyšší intenzitou hnojení.

Korigování výživy rostlin aplikací živin formou postřiků na listovou plochu se velmi často využívá v sadovnických a zahradnických provozech, a to jak u ovocných kultur, tak i u zelenin a květin. K tomu účelu jsou na trhu k dispozici mnohá speciální hnojiva, a sice kapalná, která se ředí na vhodnou koncentraci, nebo pevná, která se před použitím uvádějí do roztoku a aplikují se pak postřikem na listy rostlin. Vzdor tomu, že je možné provést **korekci stavu výživy rostlin mimokořenovou výživou** velmi rychle, plní tento způsob výživy při pěstování PONG **pouze podpůrnou funkci** a rozhodně nelze zcela vyřadit výživu kořenovým systémem. Mimokořenová výživa předpokládá aplikaci hnojiv výhradně ve formě roztoku. Termín *hnojení na list* není v této souvislosti možné používat bez výhrad, protože do hospodářské (agrochemické) praxe byl tento odborný pojem zaveden pro hnojení během vegeta-

ce, a to především pevnými hnojivy, kdy jde o využití hnojiv kořenovým systémem. Praktické návody pro *hnojení na list* u kultur PONG jsou velmi blízké postupům, které se aplikují v okrasných školkách (blíže např. VANĚK a kol. 2012), a lze je proto v mnohém i napodobit.

2.2.5.2 Integrovaná ochrana rostlin

Zásady integrované ochrany rostlin na produkčních plochách určených k pěstování PONG se nijak nevymykají standardům, respektovaným obecně ve všech lesních školkách s tradiční technologií pěstování na minerálních půdách, resp. na zemědělském půdním fondu.

K omezení působení škodlivých činitelů (plevelů, škůdců, chorob) se tedy využívá jak ochrana chemická (pesticidy), tak mechanická (orba, meziřádkové plečky, ruční pleť apod.). Preventivními opatřeními ke snížení zaplevelení ploch s produkcí PONG je důsledná mechanická likvidace plevelů v období bez rostlinného pokryvu, mechanická likvidace plevelů v okolí pěstebních záhonů, opatření proti rozšíření semen plevelů v závlahových soustavách atd.

Veškeré metodické aspekty integrované ochrany rostlin na pozemcích určených k plnění funkcí lesa pak mají vlastníci a správci lesních majetků či provozovatelé lesních školek k dispozici v **souhrnné publikaci**, kterou v roce 2014 vydal tým specialistů *Lesní ochranné služby* (LOS) Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady (ZAHRADNÍK, P. a kol.: **Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty**. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2014. 372 s.). Tato publikace reaguje na nedávné novelizace zákona č. 326/2004 Sb., *o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů* (včetně konkretizace vyhláškou č. 205/2012 Sb.), platné od 1. ledna 2014, a zahrnuje i zásady udržitelného používání pesticidů, vyžadované směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES. Výše citovaná publikace („*Metodická příručka*“) je každoročně aktualizována vydáváním jejích novelizovaných příloh, především pak tzv. *Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa*. Aktualizaci ke dni 1. února 2015, zaznamenávající soudobou problematiku integrované ochrany rostlin pro lesnický obhospodařované pozemky včetně uceleného přehledu povolených chemických přípravků a způsobů jejich použití, pak naposledy publikovali ZAHRADNÍKOVÁ a ZAHRADNÍK (2015).

2.2.6 Doba pěstování jednotlivých druhů dřevin

Základem pro pěstování PONG je podřezávaná sazenice (pěstební vzorec 1-1), která je dále školkována (symbol +) a dopěstována pro jednotlivé dřeviny s odlišnou časovou náročností.

Dub letní, dub zimní (pěstební vzorec 1-1+2) bývá obvykle pěstován jako čtyřletý prostokořenný (polo)odrostek, kdy jednoletému prostokořennému semenáčku byl v jarním období druhého roku podřezán kořenový systém, na konci druhého roku byla podřezávaná sazenice (1-1) vyzvednuta, v jarním období byla zaškolkována a dopěstována na nekryté minerální půdě v průběhu dalších dvou let.

Buk lesní s pěstebním vzorcem 1-1+2(3) je dopěstován obvykle jako čtyřletý (alternativně i jako pětiletý) prostokořenný poloodrostek nebo odrostek, kdy jednoletému prostokořennému semenáčku byl v jarním období druhého roku podřezán kořenový systém, na konci druhého roku byla podřezávaná sazenice (1-1) vyzvednuta, v jarním období byla školkována a dopěstována na nekryté minerální půdě v průběhu dalších dvou (tří) let.

Lípa srdčitá, lípa malolistá, olše lepkavá, třešeň ptačí, jasan ztepilý, javor mléč, javor klen, bříza bělokorá, jeřáb ptačí: (obvyklý pěstební vzorec 1-1+1) jsou obvykle dopěstovány jako tříleté prostokořenné (polo)odrostky, kdy jednoletému prostokořennému semenáčku je v jarním období druhého roku podřezán kořenový systém, na konci druhého roku je podřezávaná sazenice (1-1) vyzvednuta, v jarním období je zaškolkována a dopěstována je na nekryté minerální půdě v průběhu jednoho roku.

2.2.7 Vyzvedávání PONG uživateli „na míru“

Kalendářní termín vyzvedávání PONG se stanoví vždy tzv. uživateli „na míru“. Takové označení vystihuje úsilí dodavatele i odběratele SMLD sladit časovou posloupnost všech nutných pěstebních operací a úkonů kolem expedice SMLD tak, aby termín vyzvedávání produkce ze záhonů produkčních ploch (ve školce) harmonicky navazoval na naplánované termíny výsadby PONG na trvalé stanoviště. Vyzvedávání a příprava PONG k expedici se tedy děje vždy až na základě závazné konkrétní objednávky k expedici, resp. na základě objednávky k bezprostřední výsadbě na trvalé stanoviště.

Vyzvedávání rostlinného materiálu z půdy i následná manipulace představují kritickou fází pěstování PONG, která mívá **zásadní dopad na fyziologickou kvalitu výpěstků**, a tedy i na následné přežívání PONG po výsadbě. Na spoluřešitelských pracovištích, kde se technologie pěstování PONG ve školkách ověřovala, se osvědčilo vyzvedávání produkce pro podzimní výsadby listnáčů teprve v termínech až po expozici rostlin prvními (časnými) mrazovými teplotami (ty pak obvykle ve školkách přicházejí až ve druhé polovině října). Listnaté dřeviny v tomto období zpravidla již dosáhly mrazuvzdornosti a mají vyžralou pozdně letní část letokruhu (dokončenou lignifikaci tzv. letního dřeva). Předchozí období zkracování délky světelné části dne a výskytu chladnějších nocí (nočních poklesů teplot) bývá již také spojeno s vizuálně patrným podzimním *přebarvováním* listů (rozkladem pigmentů), s vytvořením odlučovací parenchymatické vrstvy na bázi řapíku listů a také s postupným opadem listoví. Tyto fyziologické procesy nám navenek naznačují narůstající připravenost rostlin na zimní odpočinek (tj. signalizují vstup do fáze adaptací na nízké teploty a do předdormantního a dormantního období) a současně také jejich připravenost k vyzvedávání.

Vzhledem k rozměrům a k objemnosti vyprodukovaných odrostků (jak s ohledem na skladovací prostory, tak se zřetelem na převozní kapacity dopravních prostředků) a dále také vzhledem k pracnosti při následném třídění a balení PONG je možné v provozních poměrech lesních školek uvažovat zpravidla (někde i zcela výlučně) jen o podzimním termínu vyzvedávání. Nicméně záložní alternativou zůstává i termín jarního vyzvedávání, který je opět termínově úzce spojený s bezprostředně navazující výsadbou PONG na trvalá stanoviště.

Vyzvedávání provádíme stroje, a to speciálními vyzvedávacími sadebnímu materiálu vyšších dimenzí, které dokáží pracovat s dostupnou hloubkou kolem potřebných 30 až 50 cm. Pro šetrné odstranění zeminy z kořenů prostokořenných výpěstků je nutné doplnit tyto jednoúčelové mechanizační prostředky také o aktivní vytrásací ústrojí (vytrásáče zeminy).

2.2.8 Opatření při expedici PONG

Celá fáze manipulace s vyzvednutým sadebním materiálem, tj. transport z pěstitelských záhonů, třídění, finální úprava kořenových systémů ve školce, balení (svazkování), krátkodobé skladování před expedicí i vlastní expedice PONG, je náročná na zachování fyziologické kvality výpěstků (zejména na minimalizaci ztrát vody z rostlinných pletiv vysycháním) a klade i značné požadavky na manipulační prostor. Během poměrně krátkého časového úseku (v řádu i několika dní) vždy hrozí

riziko znehodnocení výpěstků v důsledku poškození abiotickými činiteli. Kořenné systémy rostlin během a po vyzvednutí z půdy nesmějí být vystavovány přímému slunečnímu záření, také výsušnému proudění vzduchu a zejména pak mrazovým teplotám. Podzimní období vyzvedávání může za vhodných meteorologických podmínek (oblačnost a teploty nad bodem mrazu) umožnit rychlou úpravu kořenů rostlin také přímo na školkařských polích. Přesto **využití třídících klimatizovaných hal** pro úpravu PONG a pro následnou manipulaci je z hlediska zachování fyziologické kvality výpěstků nejvhodnější. Jak z hlediska fyziologického, tak i ryze z pohledu organizace prací ve školce je žádoucí, aby po nezbytných operacích spojených s vyzvednutím PONG ze záhonu proběhlo **co nejdříve svazkování a rychlý transport na místo výsadby**.

Ruční úprava kořenových systémů vyzvednutých poloodrostků a odrostků zahrnuje **individuální zkrácení hlavních i postranních kořenů** na požadovanou délku a prostorový tvar (hloubková dostupnost kořenové soustavy se upravuje zpravidla na délku kolem 25–35 cm; prostorově se kořenová soustava upravuje nejčastěji tak, aby geometricky tvořila idealizovaný kruhový válec o průměru podstav cca 20 cm). Součástí této operace je rovněž kontrola a případné zarovnění řezu po nožích vyzvedávacího strojního zařízení. Požadavkem je, aby radiální řez byl vůči kořenu pokud možno kolmý a také aby byl na svém povrchu co nejvíce hladký (tj. bez potrháných rostlinných pletiv). Tloušťka řezných ran nesmí u výpěstků standardní kvality přesáhnout 10 mm. Dodržení výše uvedených postupů při pěstování a při manipulaci s PONG je předpokladem i pro vyloučení nežádoucích deformací kořenových systémů při jejich růstu na trvalém stanovišti.

Nadzemní části výpěstků byly upravovány řezem přímo při dopěstování do dimenzí PONG na pěstebních záhonech. Po vyzvednutí tedy zůstává pouze **vizuální kontrola dominance terminálních prýtů**. Dle výšky nadzemních částí a dle tloušťky kořenového krčku jsou rostliny tříděny do kategorií poloodrostků a odrostků. Morfologické parametry třídění jsou uvedeny v následující podkapitole (tj. 2.2.9).

Svazkování, případně balení PONG je činnost vyžadující ruční práci. Podle dosavadních praktických zkušeností řešitelských pracovišť (Lesní školky Milevsko; Dendria s. r. o. Frýdlant) je vhodné poloodrostky svazkovat maximálně po 25 kusech, odrostky pak po 10 kusech. (Příklady takového svazkování pak přibližují snímky č. 13 ve fotopříloze). Při svázání a další manipulaci s PONG nesmí dojít k poškození kůry kmínků či ke stržení pletiv na povrchu kořenů. Před expedicí lze doporučit i ošetření kořenů antidesikanty.

Expedice SMLD je prováděna v plné návaznosti na předchozí manipulaci. Nutné je zajištění dopravního prostředku s krytou ložnou plochou, vyloučení přepravy PONG za vysokých vnějších teplot nebo v mrazu, šetrné vyskladnění a okamžité založení rostlin v místě výsadby.

I u PONG nadále zůstávají v platnosti veškeré obecné zásady skladování a manipulace se SMLD. Výčet těchto zásad, aplikovatelných především na PONG, popsala např. již certifikovaná metodika, která rozpracovala použití PONG při druhé diverzifikaci jehličnatých lesů v Jizerských horách (blíže KUNEŠ, BALÁŠ, MILLEROVÁ a BALCAR 2011).

Hospodářskou (lesnickou) praxi je v souvislosti s manipulací, expedicí a se skladováním SMLD nutné upozornit také na novou důležitou skutečnost, že v březnu 2015 vydal Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) novou českou technickou normu **ČSN 48 2116 Umělá obnova lesa a zalesňování**. Na jejím vypracování se spolupodílela Mendelova univerzita v Brně (prof. Ing. Oldřich Mauer, DrSc.) a Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc.). Tato norma nově specifikuje postupy umělé obnovy lesa a zalesňování pomocí sjí a výsadby sadebního materiálu lesních dřevin. Popisuje mimo jiné také **biologicky vhodné metody manipulace** s ovšem a se SMLD před jejich použitím k obnově lesa a dále i technologické parametry provádění sjí a výsadby dřevin (blíže MAUER a JURÁSEK 2015).

2.2.9 Morfologické znaky PONG

V předchozích podkapitolách uváděná metodická doporučení pro pěstování PONG v lesních školkách vyžadují, aby byla uzavřena také popisem morfologických a dalších parametrů SMLD, kterých bylo v letech 2012 až 2015 během zavádění a ověřování technologie pěstování PONG ve školkách na řešitelských pracovištích dosahováno. Předdeslat můžeme závěr, že českou technickou normou ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (jejíž poslední platné znění bylo ÚNMZ publikováno v březnu 2013 – viz Věstník ÚNMZ č. 3/2013 ze dne 8. března 2013) sledované morfologické parametry a ostatní jakostní znaky, vyžadované pro tyto obojí specifické kategorie školkařských výpěstků (tj. POO), se vesměs dařilo v reálné školkařské praxi zajišťovat. Toto konstatování platí jak pro poloodrostky (SMLD s výškovým rozpětím 81–120 cm), tak i pro kategorii odrostků (ta se člení na výškové třídy 121–180 cm a dále pak 181–250 cm). Finalizovaný SMLD pak čtenářům přibližují snímky č. 14–16 ve fotografické příloze a dále některé dílčí údaje v příložených tabulkách i v doplňujícím textu.

Při sloučení všech druhů testovaných dřevin do jednoho společného statistického souboru o četnosti 1000 ks nabývala průměrná (střední) délka nadzemních částí (výška) u výpěstků kategorie poloodrostků hodnotu 104 cm; u odrostků (opět n = 1000 měření) činil aritmetický průměr

134 cm. U všech testovaných dřevin (buk lesní, dub letní, lípa srdčitá, javor klen, jeřáb ptačí) byl popsán technologickým postupem na řešitelských pracovištích bez potíží naplňován požadavek normy na minimální tloušťku kořenového krčku. Ta má u poloodrostků standardní kvality dosahovat >10–11 mm, u odrostků >14–16 mm. Reálně dosahované střední hodnoty tlouštěk kořenových krčků jednotlivých druhů dřevin přibližují údaje tabulky 1. Výrazně nadstandardní kvalitu vyprodukované PONG prokázaly také v morfologických znacích, týkajících se posuzování objemnosti kořenových systémů (viz tabulka 2) a jejich poměru k velikosti nadzemní části (viz tabulka 3).

Tabulka 1

Průměrné hodnoty tlouštěk kořenového krčku (v mm) u poloodrostků a odrostků nové generace (četnost souborů n = 200) vybraných druhů dřevin, pěstovaných v letech 2012–2015 v lesních školkách řešitelských pracovišť, včetně údajů o požadavcích české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* pro tento morfologický znak

Dřevina	Průměrné hodnoty tlouštěk kořenových krčků (mm)			
	u poloodrostků nové generace		u odrostků nové generace	
	naměřené	požadované	naměřené	požadované
Buk lesní	16	11	18	14
Dub letní	17	11	17	14
Lípa srdčitá	20	11	27	16
Javor klen	14	10	23	14
Třešeň ptačí	14	10	nestanoveno	
Jeřáb ptačí	14	10	16	14
Olše lepkavá	10	10	26	14

Tabulka 2

Průměrné hodnoty poměru objemu kořenového systému vůči objemu nadzemní části (bezrozměrná jednotka) u poloodrostků a odrostků nové generace (četnost souborů n = 200) vybraných druhů dřevin, pěstovaných v letech 2012–2015 v lesních školkách řešitelských pracovišť, včetně údajů o požadavcích české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* pro tento morfologický znak

Dřevina	Průměrné hodnoty poměru objemu kořenového systému vůči objemu nadzemní části (bezrozměrná jednotka)			
	u poloodrostků nové generace		u odrostků nové generace	
	naměřené	požadované	naměřené	požadované
Buk lesní	0,8	0,5	0,8	0,3
Dub letní	1,2	0,5	1,0	0,3
Lípa srdčitá	1,1	0,5	0,7	0,3
Javor klen	0,8	0,5	0,7	0,3
Třešeň ptačí	1,1	0,5	0,9	0,3
Jeřáb ptačí	0,8	0,5	0,5	0,3
Olše lepkavá	1,0	0,5	0,7	0,3

Tabulka 3

Průměrné hodnoty relativního podílu objemu jemných kořenů vůči objemu celého kořenového systému (v %) u poloodrostků a odrostků nové generace (četnost souborů n = 200) vybraných druhů dřevin, pěstovaných v letech 2012–2015 v lesních školkách řešitelských pracovišť, včetně údajů o požadavcích české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* pro tento morfologický znak

Dřevina	Průměrné hodnoty relativního podílu objemu jemných kořenů vůči objemu celého kořenového systému (v %)			
	u poloodrostků nové generace		u odrostků nové generace	
	naměřené	požadované	naměřené	požadované
Buk lesní	7	5	6	5
Dub letní	5	5	4	5
Lípa srdčitá	7	5	4	5
Javor klen	9	5	6	5
Třešeň ptačí	8	5	5	5
Jeřáb ptačí	10	5	11	5
Olše lepkavá	5	5	4	5

Všechny normou stanovené parametry morfologických znaků výpěstků pěstovaných dle navržených pěstebních postupů byly naplňovány. Ve znacích *tloušťka kořenového krčku* a u neopomenutelného jakostního parametru *poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části* byl dosahovaný standard u PONG výrazně vyšší, než jsou požadavky ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (MAUER, JURÁSEK a kol. 2013). Výsledky destrukčních analýz potvrzují, že navrhované pěstební postupy podstatně posilují rozvoj kořenových systémů. Vysoce **nadprůměrná kvalita kořenů PONG** je přitom dosažena při relativně malých rozměrech kořenových systémů. To poskytuje příležitost pro motomanuální nebo strojové hloubení jamek půdními vrtáky a zvyšuje i potenciál lesnického využití tohoto specifického sadebního materiálu v hospodářské praxi.

3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

Poloodrostky a odrostky nové generace ve dvou důležitých morfologických ukazatelích kvalitativně výrazně převyšují požadavky dané příslušnou normou (ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*) a současně splňují všechna další normou daná kritéria. Bohatost a koncentrovanost kořenových systémů pod rostlinu podstatně usnadňuje výsadbu PONG a zvyšuje potenciál jejich lesnického využití. Předkládaná metodika definuje nezbytné předpoklady a zásady produkce PONG v lesních školkách. Producentům sadebního materiálu lesních dřevin je prostřednictvím metodiky předkládán metodický dokument, který, pokud bude důsledně dodržován, umožní produkci PONG rovněž v dalších školkařských provozech. Stručně shrnuto: existuje zde kvalitativně vysoce nadprůměrný sadební materiál pěstovaný inovativní technologií. Metodika definuje, jaké předpoklady musí být splněny a jaké zásady dodrženy, aby se komerční školka mohla rozhodnout zařadit PONG do své produkce.

4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Publikační uplatnění předložený text nalezne jako certifikovaná metodika v tradiční ediční řadě *Lesnický průvodce*, kterou pro nejširší odbornou veřejnost vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady. Na webových stránkách a prezentacích výzkumného ústavu (www.vulhm.cz), pracovníků univerzity (www.listnace.cz) a řešitelského pracoviště (www.pavelburda.cz) bude metodika zájemcům (uživatelům internetu) dostupná v elektronickém formátu. Na webserveru Výzkumné stanice Opočno je metodika aktuálně (září 2015) dostupná na URL adrese <http://www.vulhmop.cz/metodiky.html> (v seznamu metodik ke stažení je umístěna pod pořadovým číslem 37).

5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Popisovaný sadební materiál má potenciál zaujmout průměrný podíl cca 2,5 % z celkové produkce sadebního materiálu listnatých druhů dřevin (kalkulace vycházející z předpokládaného podílu 4 % u dubu letního a zimního; 1,5 % u buku lesního a 1,4 % u ostatních listnatých dřevin). Představuje to potenciální roční produkci kolem 1,5 mil. kusů PONG (800 tis. ks dubu letního a zimního, 560 tis. ks buku lesního a 140 tis. ks ostatních listnatých dřevin). Při předpokládané ceně 25 Kč/ks jsou předpokládané tržby 36 mil. Kč. Výrazně menší rozměry kořenových systémů PONG umožňují zmenšení rozměrů výsadbových jamek, což vede ke snížení nákladů na výsadbu cca o 10 %.

Snížením ztrát při obnově lesa z obvyklých 15 % na 7,5 % u užitého sadebního materiálu typu PONG se ročně sníží o cca 100 tis. kusů požadavky na množství sadebního materiálu lesních dřevin pro opakovanou obnovu, což může generovat úsporu až 6,6 mil. Kč ročně.

Přínosem z hlediska uživatele (vlastníka lesa) je předpokládané snížení přímých nákladů nutné péče o lesní kultury (zejména ožínání) o 30–40 %, tj. 3,0–3,6 tis. Kč/ha. Při užití kalkulovaného množství 1,5 mil. ks sadebního materiálu PONG ročně na výměře kolem 1 200 ha (400 ha dubu letního a zimního, 660 ha buku lesního, 140 ha ostatních listnatých dřevin) představuje tato úspora částku 4 mil. Kč.

Navrhovaný projekt plně koresponduje a svojí podstatou směřuje nejen k zabezpečení nezbytného podílu melioračních a zpevňujících dřevin při obnově lesních porostů vyžadovaného lesním zákonem do fáze zajištěné kultury, ale vytváří předpoklady pro zachování příměsi melioračních a zpevňujících dřevin i v dalších fázích vývoje lesních porostů. Větší smíšené lesních porostů podporuje komplex ekologických, ekonomických i sociálních funkcí lesa souvisejících s trvale udržitelným využíváním přírodních zdrojů a se zachováním a rozvojem krajinného rázu.

6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- BURDA P. 2001. Nové konstrukční řešení stroje pro pěstování velkého sadebního materiálu a práci na nelesních půdách. In: Sborník z II. ročníku konference mladých vědeckých pracovníků COYOUS II. Praha, Česká zemědělská univerzita: 3–8.
- DUŠEK V. 1984. Pěstování prostokořenných poloodrostků. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 27 s. Lesnický průvodce 1/1984.
- DUŠEK V. 1997. Lesní školkařství. Základní údaje. 1. vyd. Písek, Matice lesnická: 139 s.
- JELÍNEK B., ÚRADNÍČEK L. 2010. Malé nebo velké sazenice? In: Petrová A. (ed.): ÚSES – Zelená páteř krajiny 2010. Sborník ze semináře, Brno, 8.–9. 9. 2010. Kostelec na Hané, Česká společnost pro krajinnou ekologii s Ministerstvem životního prostředí ČR: 56–62.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2000. Návrh národního standardu kvality sadebního materiálu. In: Jurásek A. (ed.): Kontrola kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin. Sborník referátů z celostátního odborného semináře s mezinárodní účastí. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 9–20.
- KANTOR P., PEKLO Z. 2001. Hodnocení výsadeb odrostků buku na Školním polesí Hůrky. Lesnická práce, 80: 444–446.
- KOTEK K., HABART F., NEUMANN J. 1989. Výsadba bukových odrostků na ŠP Hůrka u SLŠ Písek. Lesnická práce, 68: 120–124.
- KUNEŠ I., BURDA P. 2007. Vnášení listnaté příměsi do mladých smrkových porostů na zalesněných imisních holinách našich hor. In: Zvyšování druhové pestrosti lesů. Praha, Česká lesnická společnost: 35–39.
- LOKVENC T. 1978. Problematika zalesňování velkými sazenicemi. Lesnická práce, 57: 153–157.
- LOKVENC T. 1980. Kvalita sadebního materiálu lesních dřevin. Studijní informace – Lesnictví č. 1/80. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 67 s.
- MAUER O. 1999. Pěstování poloodrostků listnatých dřevin. Lesnická práce, 78: 66–69.
- MAUER O. 2000. Lesní školkařství po transformaci lesního hospodářství. Lesnická práce, 79: 101–103.

- MAUER O. 2008. Pěstování poloodrostků a odrostků (význam, zásady, pěstování, určení k výsadbě). In: Foltánek V. (ed.): Pěstování poloodrostků a odrostků sadebního materiálu lesních dřevin v lesních školkách. Sborník referátů ... Sepekov. Brno, Tribun EU: 6–21.
- MAUER O., JURÁSEK A., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2013. ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [pův. 2012; Oprava 1 této normy byla vydána 8. března 2013]: 23 s.
- MAUER O., JURÁSEK A. 2015. ČSN 48 2116. Umělá obnova lesa a zalesňování. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 24 s.
- NÁROVCOVÁ J. 2004. Zkušenosti s hodnocením kvality kořenového systému sadebního materiálu lesních dřevin. In: Mauer O. et al.: Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference. Křtiny, 25. srpna 2004. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: 103–114.
- NÁROVEC V. 2003. O půdách v lesních školkách. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce: 27 s.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 1. vyd. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 79 s.
- PEŘINA V. 1969. Příspěvek k používání listnatých odrostků. Lesnická práce, 48: 171–176.
- ŠINDELÁŘ J. 1999. Některé cíle a možnosti racionalizace v lesním školkařství. Zprávy lesnického výzkumu, 44: 11–14.
- VANĚČEK J. 2001. Jak dosáhnout zajištěné kultury během jednoho dne. Lesnická práce, 80: 308–309.
- VANĚK V., BALÍK J., ČERNÝ J., PAVLÍK M., PAVLÍKOVÁ D., TLUSTOŠ P., VALTERA J. 2012. Výživa zahradních rostlin. 1. vyd. Praha, Academia: 568 s.
- ZAHRADNÍK P. a kol. 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 372 s.
- ZAHRADNÍKOVÁ M., ZAHRADNÍK P. 2015. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Příloha 1. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 152 s.

7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- BALÁŠ M., KUNEŠ I. 2010. Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Lesnická práce*, 89: 20–22.
- BALÁŠ M., KUNEŠ I., KOŇASOVÁ T., MILLEROVÁ K. 2011. Vitalita výsadeb odrostků v podmínkách Jizerských hor. In: Kacálek D. et al. (ed.): *Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí*. Sborník z mezinárodního symposia, Opočno, 28.–29. 6. 2011. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 55–69. *Proceedings of Central European Silviculture*.
- BALÁŠ M., KUNEŠ I., NÁROVCOVÁ J., TRLICOVÁ M. 2012. Časová náročnost mechanizované výsadby listnatých odrostků na písčitých stanovištích nižších poloh. In: Kucbel M. et al. (ed.): *Pestovanie lesa v strednej Európe*. Sborník vědeckých prací, Zvolen, 2.–4.7.2012. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 223–232. *Proceedings of Central European Silviculture*.
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J. 2009. Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 92–98.
- JURÁSEK A., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2012. ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 23 s.
- NÁROVCOVÁ J. 2008. Kvalitativní znaky poloodrostků a odrostků. In: Foltánek V. (ed.): *Pěstování poloodrostků a odrostků sadebního materiálu lesních dřevin v lesních školkách*. Sborník referátů... Sepekov. Brno, Tribun EU: 25–32.
- NÁROVCOVÁ J. 2013. Poloodrostky a odrostky nové generace. In: Novák J. et al. (ed.): *Aktuální problémy pěstování lesa*. Sborník přednášek odborného semináře. Opočno, 28.11.2013. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – VS Opočno: 9–11.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., BURDA P. 2010. Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů. *Lesnická práce*, 89: 656–658.
- KUNEŠ I., BALÁŠ, M. 2011. Listnaté výsadby v Jizerských horách. *Lesnická práce*, 90: 38.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K., BALCAR V. 2011. Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor. *Certifikovaná metodika*. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 50 s. *Lesnický průvodce* 9/2011.

KUNEŠ I., BALÁŠ M., ZAHRADNÍK D., NOVÁKOVÁ O., GALLO J., NÁROVCOVÁ J., DRURY M. 2014. Role of planting stock size and fertilizing in initial growth performance of rowan (*Sorbus aucuparia* L.) reforestation in a mountain frost hollow. *Forest Systems*, 23: 272–288.

8. DEDIKACE

Metodika je výsledkem řešení projektu QJ1220331 *Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa*, který finančně podpořilo Ministerstvo zemědělství ČR prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum.

Autoři metodiky adresují upřímné poděkování všem svým zúčastněným spolupracovníkům, a to zejména za všestrannou a spolehlivou podporu během přípravy projektu, při jeho vlastním výzkumném řešení a při nezbytných terénních výzkumných šetřeních, která se uskutečnila v lesních školkách Ing. Pavla Burdy, Ph.D. v okolí Milevska i jinde.

Zvláštní poděkování pak náleží také všem těm, kteří se svými kritickými připomínkami, oponentními posudky či jinými inspirativními podněty podíleli na přípravě a korekturách rukopisu metodiky i na finální certifikaci práce a na jejím zveřejnění.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
HP	koňská síla (z anglického <i>horsepower</i> ; fyzikální jednotka výkonu)
IOR	integrovaná ochrana rostlin
kW	kilowatt (fyzikální jednotka výkonu)
LOS	<i>Lesní ochranná služba</i> (Strnady)
PONG	poloodrostky a odrostky nové generace
POO	poloodrostky a odrostky
SMLD	sadební materiál lesních dřevin
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
URL	Uniform Resource Locator („jednotná adresa zdroje“)

TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF NEW GENERATION SEMISAPLINGS AND SAPLINGS OF BROADLEAVES IN FOREST NURSERIES

Summary

Introduction

The methodology summarised in this work is an outcome of project provided by Ministry of Agriculture of Czech Republic (NAZV agency, project no. QJ1220331). The document describes the technological process, i.e. required machinery and nursery soil parameters, for production of large-sized bare-rooted planting stock of broad-leaved species with high-quality root systems. We termed this planting stock as “new generation semisaplings and saplings” (in abbrev. NGSS; Czech abbrev. PONG).

Required machinery

A four-wheel drive tractor (motor power 60–75 kW) fitted with a creeping speed reducer enabling a very slow forward movement ($140 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$) is necessary. The tractor must be equipped with a three point linkage (three point hitch) and free available hydraulic circuits.

A subsoiler (subsoil plough) must be able to conduct deep tillage down to 50 cm depths and to disrupt compacted layer of subsoil. A subsoiler can be towed behind tractors or mounted to the three point linkage.

It is necessary to use the quality ploughs or rotary cultivators for ploughing, loosening and homogenizing the plough layer of nursery fields.

Transplanter must be able to plough a furrow reaching a depth up to 35 cm below the surface of the nursery field. The width of the furrow should be up to 12 cm. The transplanter shoe must be equipped with a mechanism preventing compaction and/or smoothing of the furrow walls (e.g. ribs welded on the surface of the shoe disrupting the soil in the furrow walls). A transplanter should be equipped with a disc coulter mounted in front of the shoe. The disc coulter cuts the soil. The shoe opens the soil and makes a furrow to place the root systems of transplanted trees (see Fig. 1 in Appendix for further details).

Side plant digger (side plant lifter) is used for row lifting of high-stemmed plants (saplings) over which the tractor cannot pass. Lifting depth must be up to 50 cm.

Soil parameters

Sandy loam (according to the world textural triangle) is the ideal soil texture for growing the NGSS in forest nurseries (see Fig. A). The weight proportion of the soil particles 2–4 mm in diameter should be desirably less than 20%. As for soil texture in the fine earth fraction (i.e. <2.0 mm in size), the weight proportion of the clay particles (less than 0.002 mm in size) should range between 3.5 and 6.5%. The weight proportion of the silt particles (i.e. 0.002–0.05 mm in size) should be 25–50%. The minimum depth of plough layer is 50 cm.

As for soil chemistry, soil reaction should be 5.5–6.0 pH (in CaCl_2). The cation exchange capacity (CEC; according to the Kappen procedure) of plough layer should be at least 15 meq/100g of soil material (desirable CEC equals 18 meq/100g or more). The concentration of soil organic matter (H_{ox}) should be at least 5%. Base saturation (BS) of plough layer should range between 75 and 90%. Recommendable concentrations of available nutrients (by the Mehlich III procedure) in the plough layer are as follows: $\text{P} > 81 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{K} > 161 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{Mg} > 136 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{Ca} > 1\,300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

The principle nursery operations to grow NGSS

Initial planting stock selection

The two-year-old, bare-rooted, root-pruned plants (1–1) are used as the initial planting stock entering the further nursery process of NGSS production. The

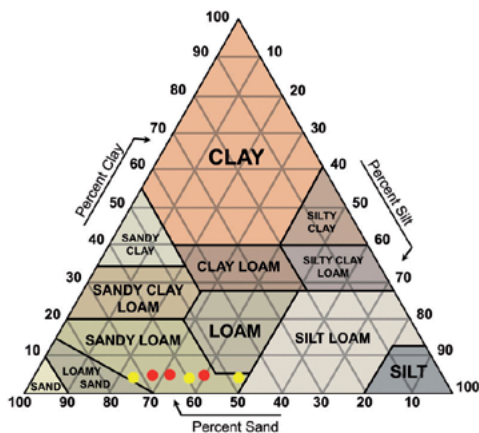


Fig. A

Soil texture in the forest nurseries that participated in the verification process of the NGSS production technology. The recorded values of granularity are depicted against a background of the textural triangle. Yellow dots – Dendria Ltd. (a forest nursery in Northern Bohemia); red dots – Pavel Burda forest nurseries Ltd. (Southern Bohemia)

root pruning of these 1–1 plants is conducted in the spring of the second growing year. The plants belonging to the 70–90 cm height class constitute a group from which the first-quality individuals are selected for NGSS production. Apart from the above-ground parts, an important criterion for selection is root systems. Root systems of appropriate quality of European beech (*Fagus sylvatica*), English oak (*Quercus robur*) and small-leaved lime (*Tilia cordata*) are depicted on Fig. 2, 3 and 4, respectively.

Manual root pruning

Manual reduction of root systems (second root pruning) is a major step in the process of NGSS production. The root biomass of the lifted two-year-old (1–1) plants (that were chosen as the initial planting stock for the NGSS production) is reduced by up to 50%. The aims are (1) to shorten the skeletal roots (and thus reduce the hazard of root system deformation during subsequent nursery and forestry operations), and (2) to achieve a more fibrous root system of the NGSS to be grown. The root pruning is conducted using garden shears (bypass pruners). This operation keeps an experienced worker occupied for ca 0.5 min per a tree. The cut end diameter of the pruned roots should not exceed 6 mm. Some details of the manual root pruning of beech, oak and alder are depicted on Fig. 5, 6 and 7, respectively.

Transplanting

After root pruning, the plants are transplanted back into a nursery bed at a spacing of 80 × 30 cm (the drills with plants should be 80 cm apart). The used transplanter must meet requirements as defined above. The operational sequence is depicted on Fig. 8 and 9. The nursery stock must be transplanted in the upright position. The roots of the transplanted trees should be placed deep enough inside the furrow, however, the roots should not reach the bottom of the furrow.

Singling and formative pruning of the above-ground parts

The singling and/or formative pruning of the NGSS (Fig. 10, 11 and 12 in Appendix) are conducted to produce a single straight stem and to promote a dynamic height growth of the planting stock. Singling is the removal of a stem fork or multiple leaders, if these occur. Formative pruning should reduce the occurrence and growth of coarse lateral branches. Both operations are carried out on the transplanted trees during the vegetation period after the spring growth has terminated. The bypass pruners or sharp knives are used to conduct these nursery techniques. It is essential to avoid damaging the branch collar (the ridge of bark at the base of branch).

Production time

Propagating the NGSS from seed may require from three to six years depending on the species and target dimensions (semisaplings vs. saplings). As mentioned previously, the two-year-old, bare-rooted, root-pruned plants (1–1) are used as the initial planting stock entering the NGSS production. What differs is the production time in the nursery subsequent to transplanting that is required to achieve the finished planting stock. The following overview summarizes the recommended schemes for the NGSS production of chosen forest tree species.

Oaks (*Quercus robur* and *Quercus petraea*): The bare-rooted transplants of oaks reach the dimension of NGSS most commonly at the age of four years. The recommendable way of production: two-year-old, root-pruned plants are transplanted and then grown for two years as transplants.

Beech (*Fagus sylvatica*): The bare-rooted transplants of beech reach the dimension of NGSS most commonly at the age of four or five years. The recommendable way of production: two-year-old, root-pruned plants are transplanted and then grown for two or three years as transplants.

Some other species – limes (*Tilia cordata* and *Tilia platyphyllos*), alder (*Alnus glutinosa*), wild cherry (*Prunus avium*), ash (*Fraxinus excelsior*), maples (*Acer pseudoplatanus* and *Acer platanoides*), birches (*Betula* sp.) and rowan (*Sorbus aucuparia*): The bare-rooted transplants of the above-mentioned broadleaves reach the dimension of NGSS most commonly at the age of three years. The recommendable way of production: two-year-old, root-pruned plants are transplanted and then grown for one year as transplants.

Lifting of the NGSS

The lifting of the bare-rooted NGSS from the nursery bed is a crucial step that has an important influence on the physiological quality of the planting stock. The lifting must be well-timed to fit the phenology of trees. Tree dormancy is required. Since the lifted NGSS are bulky and sensitive, it is highly recommendable to lift this planting stock just before the term of expedition from the nursery and planting on a forest site.

In the temperate zone, it is advisable to lift the NGSS in autumn, usually in the second half of October, after the first night frosts occurred. The lifting from the nursery bed and planting on a forest site must be conducted when the outdoor temperature is above 0°C. The soil must not be frozen or covered with snow. The spring term of lifting and planting the broad-leaved NGSS must be seen only as a fall-back solution. Tree dormancy is required.

The side plant digger able to lift the root systems of the NGSS from a depth of 30–50 cm must be used. The digger should be equipped with shaking grades separating the soil from roots of the lifted planting stock.

Grading, storing and expedition of NGSS

To keep the planting stock viable, respiration and transpiration must be held to a minimum so far the roots of plants are out of soil. Root systems of the lifted planting stock must not be exposed to sun radiation, desiccative air flow and freezing temperatures. It is best to reduce the time between lifting and planting the NGSS as much as possible. The manipulation with the lifted plants should be conducted in the air-conditioned facilities under cool and moist conditions.

Manual adjustment of root systems before expedition from the nursery includes shortening the roots to the required length. The length of roots should range between 25 and 35 cm, the diameter of the whole root system should be ca 20 cm. All pruning cuts must be less than 10 mm in diameter. Within this final adjustment, the roots systems of NGSS are also checked and some cuts made by the share of the lifter are eventually corrected (made smoother and perpendicular to root). The lifted plants are graded by the height of shoot and basal stem diameter in semisaplings and saplings.

The bundles of NGSS constructed before expedition from a forest nursery should consist of no more than 25 semisaplings and 10 saplings, respectively (Fig. 13). The application of antidessicants to roots is advisable. However, the antidessicants cannot be used if the planting stock is kept in air-conditioned stores with air humidifiers due the risk of fungi diseases of roots (moulding).

The expedition of NGSS from a forest nursery on forest site should be a component of a well-prepared flow of operations. The planting stock, when being transported, must be protected from high temperatures, frosts and desiccative conditions. Immediately after the NGSS arrive from the nursery on a forest site, they must be heeled in.

Morphological parameters of NGSS

The morphological parameters of NGSS and their confrontation with the requirements on semisaplings and saplings defined by the Czech technical standards (ČSN 48 2115) are summarized in Tab. 1 and Tab. 2. The NGSS meet all the requirements defined by the Czech national standards. Regarding the basal stem diameter as well as root-to-shoot volume ratio, the NGSS markedly exceeds the requirements defined by the national standards.

Table 1

Comparison of mean basal stem diameter of new generation semisaplins and saplings with the requirements defined by the Czech standard (ČSN 48 2115) for the respective size classes of planting stock.

Species	Basal stem diameter [mm]			
	New generation semisaplins	Czech standard requirements	New generation saplings	Czech standard requirements
European beech <i>Fagus sylvatica</i>	16	11	18	14
English oak <i>Quercus robur</i>	17	11	17	14
small-leaved lime <i>Tilia cordata</i>	20	11	27	16
sycamore maple <i>Acer pseudoplatanus</i>	14	10	23	14
wild cherry <i>Prunus avium</i>	14	10		undefined
rowan <i>Sorbus aucuparia</i>	14	10	16	14
black alder <i>Alnus glutinosa</i>	10	10	26	14

Table 2

Comparison of mean root-to-shoot volume ratio of new generation semisaplins and saplings with the requirements defined by the Czech standard (ČSN 48 2115) for the respective size classes of planting stock.

Species	Root-to-shoot volume ratio			
	New generation semisaplins	Czech standard requirements	New generation saplings	Czech standard requirements
European beech <i>Fagus sylvatica</i>	0.8	0.5	0.8	0.3
English oak <i>Quercus robur</i>	1.2	0.5	1.0	0.3
small-leaved lime <i>Tilia cordata</i>	1.1	0.5	0.7	0.3
sycamore maple <i>Acer pseudoplatanus</i>	0.8	0.5	0.7	0.3
wild cherry <i>Prunus avium</i>	1.1	0.5	0.9	0.3
rowan <i>Sorbus aucuparia</i>	0.8	0.5	0.5	0.3
black alder <i>Alnus glutinosa</i>	1.0	0.5	0.7	0.3

Fotografická příloha (Appendix)

V příloze byly použity snímky z fotoarchivu Zkušební laboratoře č. 1175.2 *Školkařská kontrola* (Výzkumná stanice Opočno).

Autoři fotografií:

Ing. Martin Baláš, Ph.D.	obrázek 8a
Ing. Pavel Burda, Ph.D.	obrázky 10–12
Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.	obrázky 1–5, 8b–9, 14–16
David Šimek	obrázky 6–7, 13

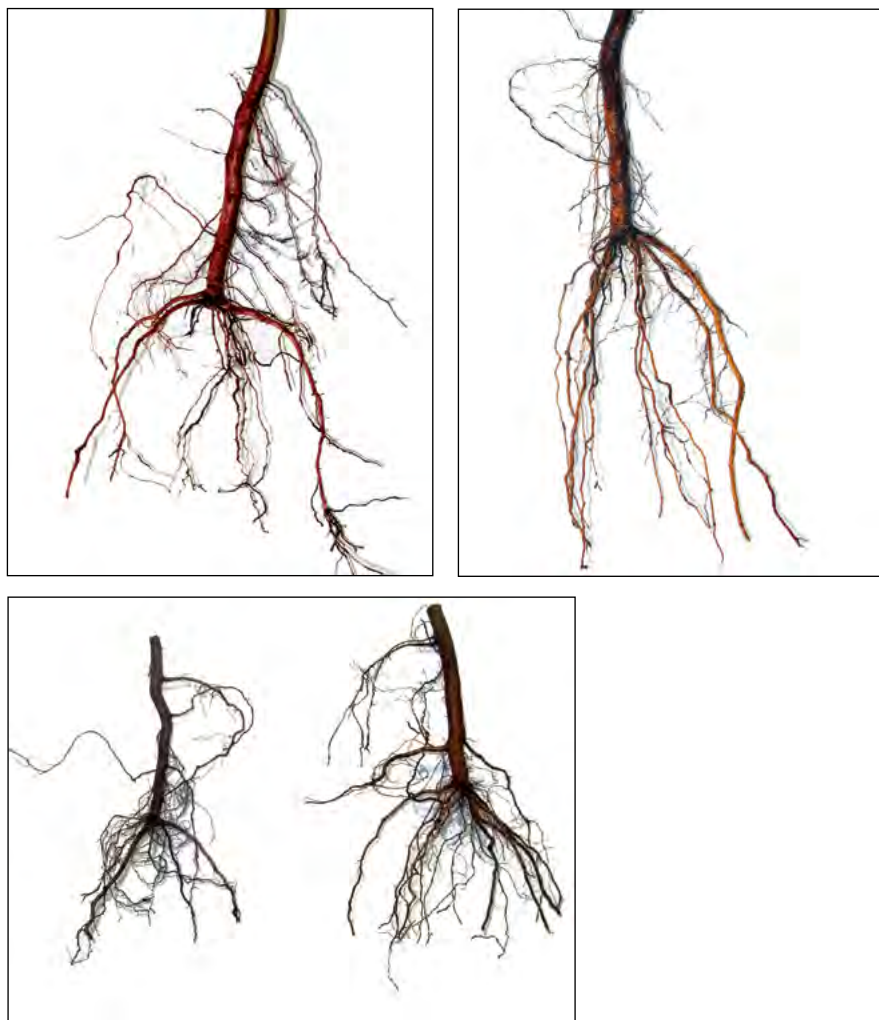


Obr. 1

Školkovací stroj nesený na třibodovém závěsu traktoru, školkovací stroj (a) je vybaven diskovým krojidlom (b), šípovou radlicí (c) se zdrsňením povrchu navařenými výstupky (d)

Fig. 1

Transplanter (a) is mounted out on the three point hitch of a tractor. The transplanter is equipped with a disc coulter (b) mounted in front of the shoe (c) that is equipped with ribs (d) preventing compaction of furrow walls.

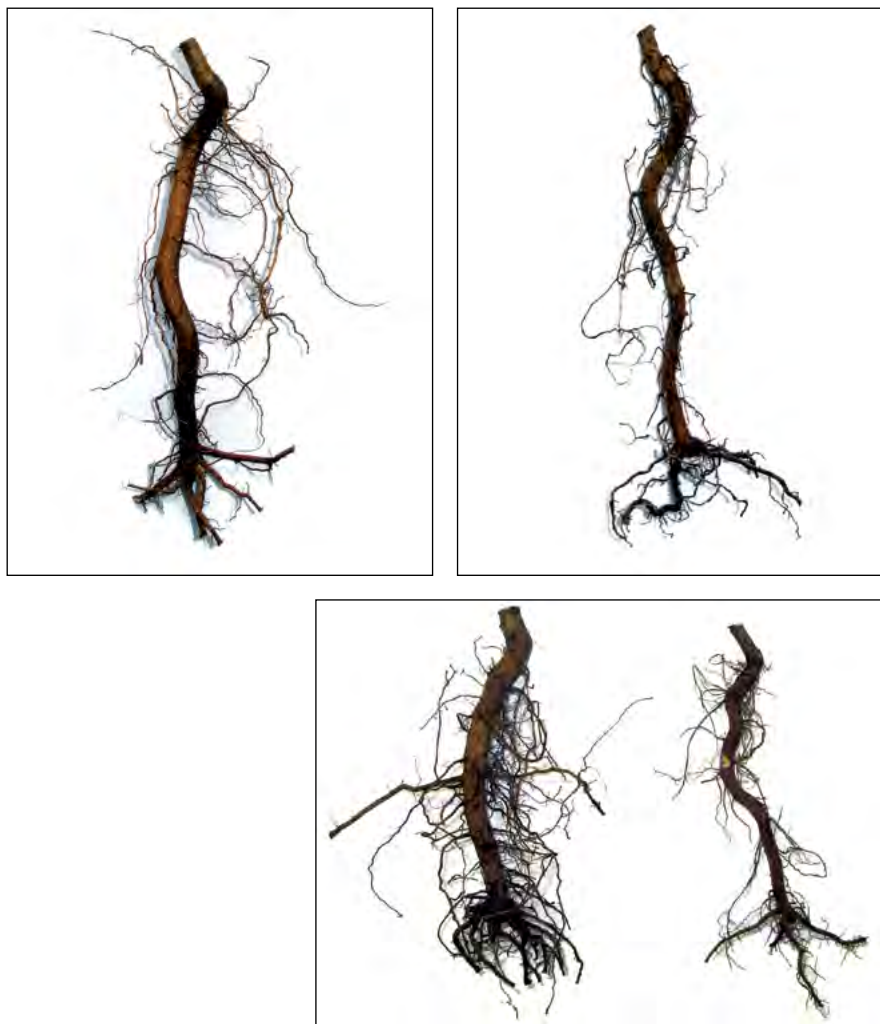


Obr. 2

Kořenové systémy podřezávaných sazenic (1–1) buku lesního (*Fagus sylvatica*)

Fig. 2

Root systems of two-year-old, root-pruned plants of European beech (*Fagus sylvatica*)

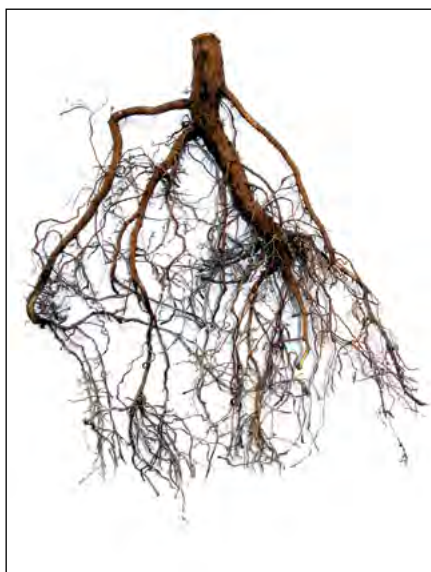


Obr. 3

Kořenové systémy podřezávaných sazenic (1–1) dubu letního (*Quercus robur*)

Fig. 3

Root systems of two-year-old, root-pruned plants of English oak (*Quercus robur*)

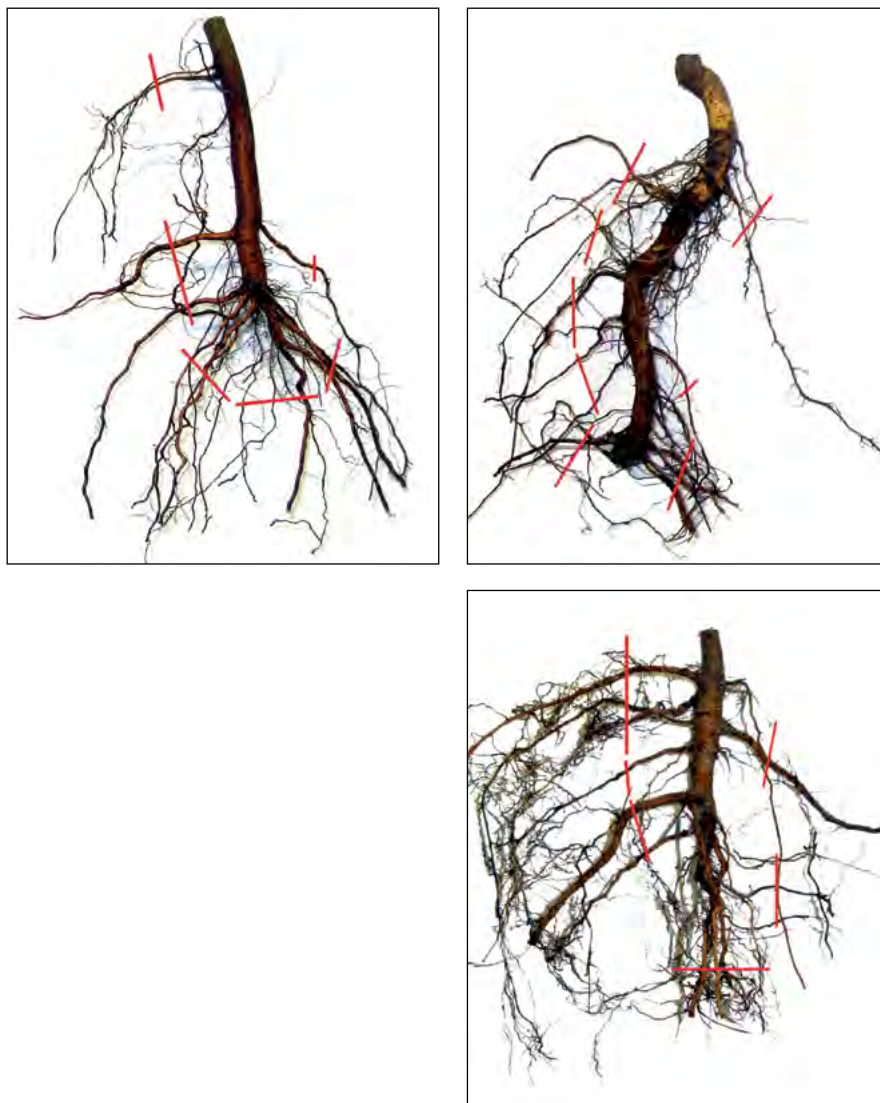


Obr. 4

Kořenové systémy podřezávaných sazenic (1–1) lípy srdčité (*Tilia cordata*)

Fig. 4

Root systems of two-year-old, root-pruned plants of small-leaved lime (*Tilia cordata*)

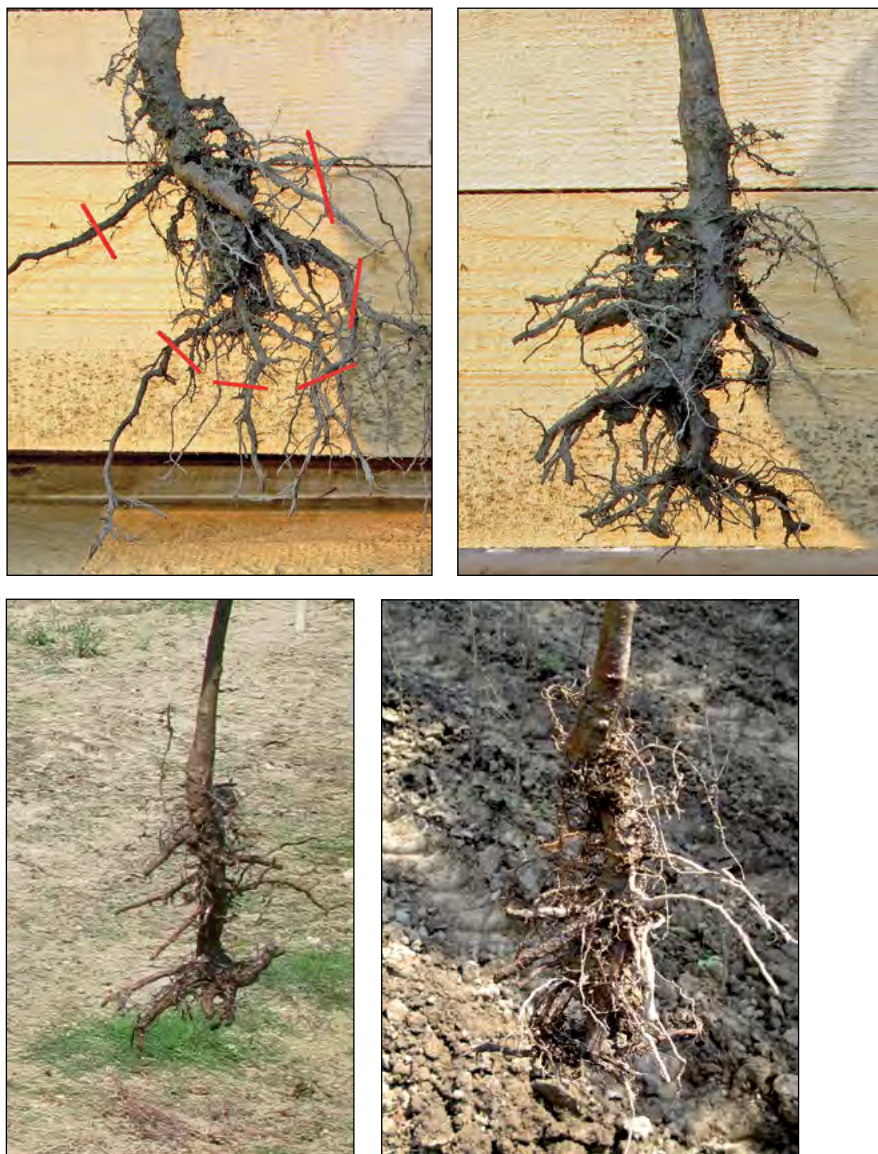


Obr. 5

Kořenové systémy podřezávaných sazenic (1–1) buku lesního (*Fagus sylvatica*), barevně je vyznačeno místo zkrácení kořenů před školkováním

Fig. 5

Root systems of the two-year-old, root-pruned plants (1–1) of European beech (*Fagus sylvatica*) lifted from a nursery bed within the transplanting operation. The lines indicate the cuts to be done within second root pruning before (trans)planting the trees back to the nursery bed so that the growing of the NGSS could continue

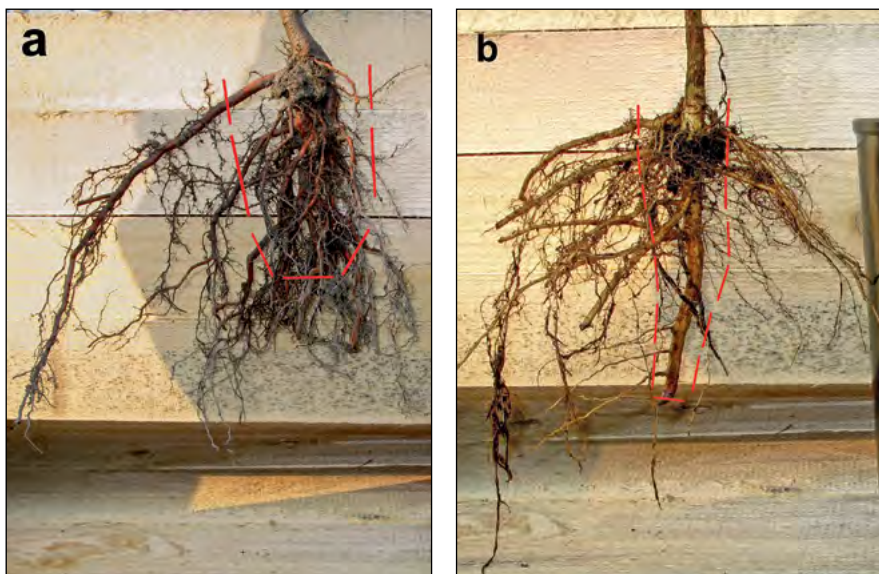


Obr. 6

Kořenové systémy podřezávaných sazenic (1–1) dubu letního (*Quercus robur*) se zkráceními kořeny, popř. s barevně vyznačeným místem zkrácení kořenů před školkováním

Fig. 6

Root systems of the two-year-old, root-pruned plants (1–1) of English oak (*Quercus robur*) lifted from a nursery bed within the transplanting operation. The lines indicate the cuts to be done within second root pruning before (trans)planting the trees back to the nursery bed so that the growing of the NGSS could continue. Where red lines are missing, the second root pruning has already been done



Obr. 7

Kořenové systémy sazenic (1–1) olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) (a), třešně ptačí (*Prunus avium*) (b), barevně je vyznačeno místo zkrácení kořenů před školkováním

Fig. 7

Root systems of the two-year-old, root-pruned plants (1–1) of black alder (*Alnus glutinosa*) (a) and wild cherry (*Prunus avium*) (b) lifted from a nursery bed within the transplanting operation. The lines indicate the cuts to be done within second root pruning before (trans)planting the trees back to the nursery bed so that the growing of the NGSS could continue



Obr. 8

Školkování dvouletých podřezávaných sazenic se zkrácenými kořeny. Vkládání rostlin do výsadbového prostoru (a), zasypávání kořenů půdou (b, c), utužení kořenů pojezdem kol (d)

Fig. 8

Transplanting. Placing the roots of a two-year-old plant (after the second root pruning) in a furrow made by the transplanter (a). Covering the root system and filling the furrow with soil (b, c). Tamping the soil inside the furrow by the downwardly convergent packer wheels (d)



Obr. 9

Detail práce obsluhy školkovacího stroje (a), kontrola kvality výsadby (b), celkový pohled na rozpěstovanou produkci PONG ve fázi školování sazenic (c)

Fig. 9

Transplanting. The operator inserts the plants, whose roots have already been pruned for the second time, in the furrow made by the transplanter (a). Quality control of the transplanting (b). Nursery field with newly transplanted trees to be grown to the NGSS dimension (c)



Obr. 10

Tvarování dubu letního (*Quercus robur*) – podpora dominantního terminálního vrcholu

Fig. 10

Formative (shoot) pruning of English oak (*Quercus robur*)



Obr. 11

Tvarování buku lesního (*Fagus sylvatica*) – dostatek asimilačního aparátu v dolní části (polovině) kmene spolu s podporou růstu dominantního terminálního výhonu

Fig. 11

Formative (shoot) pruning of European beech (*Fagus sylvatica*)



Obr. 12

Tvarování jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) (a), třešně ptačí (*Prunus avium*) (b) – silný terminální výhon, tzv. špičák

Fig. 12

Formative (shoot) pruning of European ash (*Fraxinus excelsior*) – (a), and wild cherry (*Prunus avium*) – (b)



Obr. 13

PONG připravené k expedici z lesní školky – detaily svazků rostlin po 25 a 10 kusech PONG

Fig. 13

Bundles of planting stock should consist of no more than 25 semisaplings (a) and (b) and of 10 saplings (c), respectively



Obr. 14

Kořenové systémy PONG buku lesního (*Fagus sylvatica*)

Fig. 14

Root systems of the NGSS of European beech (*Fagus sylvatica*)



Obr. 15
Kořenové systémy PONG dubu letního (*Quercus robur*)
Fig. 15
Root systems of the NGSS of English oak (*Quercus robur*)



Obr. 16

Kořenové systémy PONG lípy srdčité (*Tilia cordata*)

Fig. 16

Root systems of the NGSS of small-leaved lime (*Tilia cordata*)

LESNICKÝ PRŮVODCE



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
www.vulhm.cz