

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s.



Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví

I. Vybrané problémy lesního semenářství a školkařství

Sestavil: Petr Martinec

Sborník příspěvků z celostátního semináře

Třeboň-Vlčí luka, 22. června 2016

Tečovice, 2016

Dedikace:

Sborník je výsledkem vzdělávacího projektu, který nese název „Odborný seminář - Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví I.“. Praktickou realizaci akce zajišťovalo Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (IČ 64271463) ve spolupráci s obchodní společností Wotan Forest, a. s. (IČO 26060701) a spolu s dalšími členskými subjekty sdružení. Uspořádání semináře ve školkařském středisku Vlčí luka u Třeboně včetně vydání sborníku finančně podpořilo Ministerstvo zemědělství.

Pořadatel semináře:

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (www.lesniskolky.cz)

Odborní a organizační garanti semináře:

Petr Martinec (info@lesniskolky.cz), Přemysl Němec (pn@lesniskolky.cz),

Václav Šebek (vaclav.sebek@wotan.cz), Jaroslav Ticháček (jaroslav.tichacek@wotan.cz)

Vydává:

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (www.lesniskolky.cz)

Grafická úprava:

Petr Martinec

Tisk:

Polygrafie Zlín, s.r.o

Náklad:

50 ks

Neprodejné bez souhlasu vydavatele. Pořizování a rozšiřování kopií je přípustné pouze se souhlasem vydavatele. Za obsah příspěvků zodpovídají jednotliví autoři. Texty dodaných rukopisů neprošly jazykovou úpravou.

OBSAH

Editorial

5 *Václav Nárovec*

Najde tuzemské lesní školkařství na prahu nových výzev cestu k tomu být nadále moderním?

Úvodní sdělení pořadatele a pořadatelem vyžádané příspěvky (přednesené referáty)

9 *Petr Martinec*

Úvodní informace a zahájení semináře

11 *Jan Stejskal, Milan Lstibůrek, Kateřina Chaloupková*

Teoretická východiska produkce semenných sadů

17 *Pavel Češka*

Zakládání, údržba a rozvoj semenných sadů u VLS ČR, s. p.

29 *Michal Remeš*

Semenné sady u Lesů České Republiky, s. p. a jejich využití

33 *Zuzana Neznajová*

Možnosti dlouhodobého skladování semen v Semenářském závodě v Týništi nad Orlicí a další služby pro pěstitele reprodukčního materiálu a vlastníky lesa

39 *Jiří Korecký*

Praktické využití nástrojů molekulární genetiky v lesnictví

Individuálně přihlášené diskusní příspěvky

44 *Přemysl Němec*

Lesní semenářství jako předpoklad rozvoje moderních školkařských technologií
pohledem obchodní společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem

54 *Václav Nárovec*

Prověřování kvality zdroje závlahové vody v lesních školkách

Editorial

NAJDE TUZEMSKÉ LESNÍ ŠKOLKAŘSTVÍ NA PRAHU NOVÝCH VÝZEV CESTU K TOMU BÝT NADÁLE MODERNÍ?

Ve struktuře školkařských zařízení většiny současných tuzemských producentů sadebního materiálu lesních dřevin (zkr. SMLD) dodnes figurují (i dominují) provozy, které byly vybudovány v 80. letech minulého století státními organizacemi lesního hospodářství. V tehdejších společenských a ekonomických poměrech měly podnikům státních lesů zajišťovat vypěstování požadovaného množství sadebního materiálu, tehdy tolik naléhavě potřebného pro obnovu lesa v imisemi nejvíce poškozovaných příhraničních oblastech Česka. Současní noví vlastníci a provozovatelé těchto lesních školek v již zcela nových poměrech usilují o ekonomicky zvládnutelnou pozici na trhu se SMLD a přitom i o environmentálně obhajitelnou koncepci obhospodařování půd školkařských pozemků.

Téměř čtyři desetiletí nepřetržitého využívání těchto lesních školek představuje jeden z důvodů, proč můžeme předpokládat, že se tuzemské lesní školkařství nachází v etapě, kdy mnozí vlastníci a provozovatelé lesních školek (spolu s odběrateli svých produktů) budou muset v poměrně blízké době **přijmout celou řadu strategických rozhodnutí**. Patří k nim široké spektrum opatření při modernizacích stávajících školkařských provozů včetně například i rozhodování o tom, jakým podílem se bude do budoucna při obnově lesa a při zalesňování v České republice využívat produkce krytokořenného nebo prostokořenného sadebního materiálu lesních dřevin a jaké technologické postupy jejich pěstování získají u producentů (resp. u odběratelů) přednost. Obojí typy technologií mají své nesporné biologické, ekonomické, environmentální nebo další přednosti; obojí vyžadují pro své úspěšné završení splnění mnoha nutných předpokladů.

U obou technologických platforem (zaměření) zcela shodně také platí, že teprve po výsadbě na cílové stanoviště může SMLD vyprodukovaný v lesních školkách naplnit svůj skutečný účel – být plnohodnotným **základem budoucích lesních porostů**. V tomto ohledu se tuzemské lesní školky do jisté míry štěpí do dvou hlavních koncepčních a realizačních okruhů (skupin). Rozlišovacím kritériem při tom je míra zachování kontinuity a vzájemné propojenosti všech dílčích oborů pěstování lesa, tedy návaznost praktického lesního semenářství a školkařství na zakládání a obnovu lesních porostů. Zatím ovšem ucelená oborová terminologie, jednoznačně diferencující a vymezující naznačené dvě hlavní teorie (přístupy) pěstování SMLD v lesních školkách, v praxi zavedena ani užívána není.

V prvním případě bychom snad mohli i nadále mluvit o konceptu **tradičního lesního školkařství**. Provozují jej obvykle ty lesní školky, které svojí produkcí prvořadě usilují o zabezpečení vlastní spotřeby SMLD pro obnovu lesa na obhospodařovaném lesním majetku. Tyto školky se řídí příslušnými ustanoveními *lesního zákona* a zpravidla vždy bývají integrální součástí správy lesních majetků a pěstebních výkonů při obhospodařování lesa. Provozovatelé u tohoto konceptu akcentují a upřednostňují nezpochybnitelnou genetickou kvalitu (původ) SMLD, neopomenutelnou úlohu lesního semenářství a rovněž úsilí o zachování co nejširší genetické diverzity reprodukčního materiálu pěstovaných dřevin. Důležitou součástí tradičního konceptu bývá i hledání co možná nejužších biologických synchronizací při fázích pěstování SMLD ve školkách s podmínkami pro růst SMLD po výsadbě na cílovém stanovišti. Úsilí o tyto synchronizace nemusí mít v regionálních lesních školkách podobu pouze vyhledávání klimaticky blízkých (synchronních) lokalit, ale také vědomého sblížování stavu půdních podmínek ve školkách a celé řady dalších biologických aspektů při pěstování SMLD ve školkách směrem k situacím (především stresům), kterým bude užitý SMLD čelit až na budoucím trvalém stanovišti. Vyhodnocení účinnosti jednotlivých opatření (včetně souhrnného zhodnocení ekonomické efektivity takové školkařské výroby) se zpravidla neděje v okamžiku, kdy expedovaný SMLD (obrazně) *opouští brány lesní školky*, ale až mnohem později – ve fázi zajištěné lesní kultury. Tradiční lesní školkařství dosud většinou čerpá impulzy a inspiraci z empiricky ověřených zkušeností předchozích generací zakladatelů lesa. Zejména se jedná o poznatky, které byly popsány v tuzemské odborné literatuře již v období někdy kolem let 1962–1978. Za všechny je nutné odcitovat tematicky souhrnnou publikaci *Moderní lesní školkařství* (aut.: DUŠEK, KOTYZA a kol. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1970). Míra využívání intenzifikačních opatření při pěstování SMLD v tradičních lesních školkách mívá v porovnání se soudobým intenzivním a komerčně orientovaným hospodařením jen velmi umírněnou podobu. Na úseku péče o půdu, která tvoří integrující rámec pěstování prostokořenného sadebního materiálu, je mimořádný důraz kladen na užití organických hnojiv. Základní organické hnojení půd školek je doplňováno opatřeními biologické racionalizace; užití průmyslových hnojiv při hnojení rostlin je někdy i zcela vynecháváno. V jistém slova smyslu by proto některé varianty tradičního hospodaření ve školkách bylo možné označovat také jako hospodaření s prvky tzv. *organického zemědělství* nebo také za hospodaření *souznící s obnovou lesa*.

Ve druhém konceptu vystupuje lesní školkařství vůči ostatním úsekům při zakládání lesních porostů jako relativně samostatný *technologický rámec*. Jde o koncept, který v 90. letech

minulého století odstartovala privatizace a transformace státních organizací lesního hospodářství. Nachází široké uplatnění téměř ve všech nynějších lesních školkách. Lze jej označit jako **komerčně orientované lesní školkařství**. Podle úrovně intenzifikace výroby SMLD poté můžeme takovou školkařskou činnost dále specifikovat např. jako *intenzivní* lesní školkařství, někde dokonce již jako *průmyslové* lesní školkařství apod. Praktická realizace této koncepce vychází z nastavených dodavatelsko-odběratelských vztahů účastníků uvádění SMLD do oběhu. Důraz klade na SMLD jako na obchodní komoditu (produkt). Takové lesní školkařství se průběžně přizpůsobuje požadavkům trhu (vč. trvale narůstajícím nárokům svých odběratelů na kvalitu SMLD) a pod tlakem tržního prostředí nutně usiluje o dosažení maximálního množství tržně uplatnitelné produkce SMLD, a to za splnění podmínky, že potřebná míra zisku dané školkařské činnosti (společnosti) bude dosažena již ve fázi prodeje SMLD. Ekonomický tlak, který odběratelé SMLD vůči producentům SMLD aplikují (nejnižší cena jako jediné kritérium výběrových řízení), nutně školkařské provozy směřuje k intenzivním pěstebním technologiím s minimálním podílem lidské práce, k unifikaci své produktové nabídky a k co nejširšímu **uplatnění všech možností intenzifikace výroby SMLD** včetně prosazování systémů sofistikovaně řízené výživy rostlin, náročných agrotechnických a agrochemických opatření, integrované ochrany rostlin atd. Školky lesních dřevin, které uplatňují koncept intenzivního komerčního pěstování SMLD, zpravidla dopředu neznají, kdo bude odběratelem, resp. koncovým uživatelem pěstovaného SMLD. Při svém podnikání se řídí platným zněním *zákona o obchodování s reprodukčním materiálem lesních dřevin* a obvykle také naplňováním ustanovení *zákona o zemědělství*.

Do názvu předmluvy k zahajovanému semináři ve *Vlčích lukách* (Třeboň, 22. 6. 2016) byl pojem *moderní* vložen záměrně. Paralela s názvem legendární publikace *Moderní lesní školkařství* z roku 1970, ve které Ing. Vratislav Dušek, CSc. (Výzkumná stanice Opočno), Ing. František Kotyza (býv. ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR) a další spoluautoři publikace blíže rozpracovali koncepci přebudování tehdejšího systému malých a rozptýlených lesních školek na soustavu centralizovaných školkařských provozů, zde není náhodná a snad je i srozumitelná. Záměrem bylo poukázat, že nyní (tj. po 45 letech od vydání připomínané publikace) pravděpodobně nazrává doba, kdy bude lesní školkařství znovu hledat svoji koncepci, strukturu a technologické zázemí pro zajištění SMLD v potřebném množství, skladbě a kvalitě a pro uspokojování celospolečenské poptávky po trvale udržitelném obhospodařování lesů. Zahajovanému semináři s názvem **Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví** proto na prahu nových výzev i soudobých požadavků od odběratelů sadebního materiálu popřejme, aby napomohl příštím modernizacím infrastruktury lesního školkařství, aby inicioval nové etapy biologických racionalizací při

pěstování SMLD ve školkách a aby ovlivnil přijímání nových oborových koncepcí při zakládání lesních porostů směrem, o kterém by i příští generace zakladatelů lesa mohly mluvit jako o moderní a pokrokové součásti lesnictví, resp. zemědělství.

V Opočně dne 9. června 2016

Ing. Václav Nárovec, CSc., Výzkumná stanice Opočno

(úvodník využívá poznatky výzkumného projektu TA04021467)

Úvodní informace a zahájení semináře

Petr Martinec

Lesní semenářství a školkařství představují relativně malé výrobní segmenty při porovnání s širokou škálou výkonů a s ohledem na rozsah činností, které se týkají lesního hospodářství (LH) jako celku a jsou základem ekonomické prosperity LH. Pro zajištění budoucí podoby zakládaných lesních porostů a pro budoucí naplňování všech společností požadovaných funkcí při ekonomicky a ekologicky udržitelném obhospodařování lesů je význam obou pěstebních oborů naopak obrovský a nezastupitelný. Vlastníci a správci lesních majetků oprávněně očekávají, že jim soudobé aplikace nových poznatků biologických věd a technologického rozvoje v rámci lesního semenářství a školkařství usnadní obnovu a zakládání lesních porostů.

Zmapovat některé dílčí biologické a technologické aspekty současného stavu a předpokládaného vývoje v obou uvedených oborech je hlavní náplní dvojice seminářů, které finančně podpořilo ministerstvo zemědělství ČR a jejichž uspořádání se ujalo Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (zkr. SLŠ ČR).

Společný název pro oba semináře byl organizátory určen jako *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví* s tím, že termínové a tematické rozlišení mezi nimi bude provedeno pořadovou římskou číslicí a také případně i podnázvem semináře. Pro zahajovaný seminář s pořadovým označením I. byl vybrán podnázev *Vybrané problémy lesního semenářství a školkařství*. Seminář se koná ve školkařském středisku Vlčí luka u Třeboně, které provozuje obchodní společnost Wotan Forest, a. s. (IČO 26060701). Ta se také ujala úkolu zabezpečit pro účastníky semináře zázemí pro plenární přednášky i pro venkovní ukázky.

Důraz a orientace semináře, přednostně na problematiku lesního semenářství, vyplývá z celé řady palčivých situací, které LH včetně lesního semenářství při praktickém obhospodařování lesů doprovázejí. V posledních několika letech to bývají také četné klimatické a meteorologických abnormality, jejichž dopad například na zajištění potřebné skladby reprodukčního a sadebního materiálu lesních dřevin (zkr. RMLD/SMLD) bývá nemalý. Pramení jak z velké nepravidelnosti semenných roků, tak z malé připravenosti nabídnutou úrodu semen a plodů lesních dřevin včas a správně sklídit a uskladnit. Ke zlepšení stavu by mohlo pomoci produkovat osivo lesních dřevin v semenných sadech a dlouhodobé skladování dostupného osiva. Oběma těmito aspekty bude na zahajovaném semináři věnována náležitá pozornost včetně diskuse a také praktické terénní ukázky. V jejich rámci bude účastníkům

semináře prezentovaná rovněž moderní soustava strojů pro přípravu půdy a následného setí semen a plodů lesních dřevin na produkční plochy ve školkách.

Pořadatel semináře (SLŠ ČR) tentokrát požádal o prezentaci vybraných problémů lesního semenářství a školkařství relativně úzký okruh přednášejících. Důvody pro absenci dalších odborníků, které na dnešním semináři postrádáme, nicméně spočívají výhradně jen v kolizi termínů. Došlo do jisté míry ke kurióznímu stavu, že v tentýž den probíhá jeden školkařský seminář zde u Třeboně a druhý souběžně pořádají v Liptovském Jáně naši slovenští kolegové. Ti si své přednášející z ČR dokázali zajistit s větším předstihem.

Jak pořadatel semináře (SLŠ ČR) tak i jeho členové však usilují o co nejširší diskusi u všech problémových okruhů, které se obnovy a zakládání lesních porostů v současnosti dotýkají. Proto při svých akcích a ve vydávaných sbornících chce SLŠ ČR dát prostor i pro prezentace dalších témat a názorů, které školkařská veřejnost považuje za důležité a užitečné publikovat. Máme tak zájem, aby se ve vydávaných sbornících objevovaly také příspěvky, které si autoři u pořadatele semináře individuálně přihlásí a které budou dle možností organizátora uvedeny ve vydávaném sborníku. Ve struktuře připravovaných sborníků budou tyto diskusní příspěvky otištěny vždy v samostatném bloku a nebude u nich vyžadováno přednesení referátu.

* * *

Dedikace

Uspořádání odborného semináře *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví I* včetně vydání sborníku příspěvků ze semináře umožnila mimo jiné také finanční podpora od Ministerstva zemědělství.

Adresa autora:

Ing. Petr Martinec

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s.

Tečovice 349, 763 02 Tečovice

info@lesniskolky.cz

TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRODUKCE SEMENNÝCH SADŮ

Jan Stejskal, Milan Lstibůrek, Kateřina Chaloupková

Anotace

Využití inovačních postupů v lesnické genetice tradičně naráží na praktická omezení lesního hospodářství a biologické zvláštnosti lesních dřevin. Smyslem tohoto příspěvku je podat přehled vybraných inovací s uvedením konkrétních příkladů ilustrujících význam lesnické genetiky v aktuálním lesnictví. Dnešní šlechtitelé lesních dřevin mají na výběr širokou škálu metod a postupů. Výběr postupu a výše investice je vždy závislá na konkrétní dřevině a její populaci. Klasickým příkladem je v tomto kontextu genomická selekce, která naráží na specifika lesnictví, a přes počáteční nadšení je řada lesnických genetiků k její aplikaci spíše skeptická. Před investicí do nových technologií je vždy potřebné kvantifikovat ekonomickou návratnost a posoudit danou technologii ve srovnání s alternativními postupy. Pilířem šlechtitelských strategií jsou celosvětově semenné sady. Tento příspěvek představuje také dlouholetý vývoj designů semenných sadů na našem pracovišti.

Klíčová slova: šlechtění lesních dřevin, semenné sady, genomika

Revoluce v molekulární biologii v posledních dvaceti letech změnila zásadním způsobem vědecké přístupy v lesnické genetice a šlechtění lesních dřevin. Systém šlechtitelských cyklů a zakládání šlechtitelských programů v prostoru Střední Evropy však bude těmito novými trendy ovlivňován spíše pozvolným tempem. V současnosti dokážeme pracovat s informací přímo na úrovni DNA a kvantifikovat genetickou diverzitu populace, ověřovat příbuznost, případně je možné (u některých druhů) využít rozsáhlých genomických dat (v řádu desítek tisíc genových markerů) k predikci šlechtitelských hodnot.

S tímto postupem přímo souvisí i nejčastěji zmiňovaná inovace v oboru posledních let - tzv. genomická selekce, která nachází masivní uplatnění v zemědělství a mnohými jsou testovány její modifikace v lesnictví. Zde se pracuje s časnou genetickou evaluací na bázi pokročilých metod analýz DNA, sloužících k predikci šlechtitelské hodnoty a k následné selekci (Meuwissen, 2001; Grattapaglia a Resende, 2010). Hlavním benefitem tohoto přístupu je výrazné zkrácení selekčního cyklu v případě přesné predikce budoucích fenotypů v dané populaci. Využití inovací je však obecně závislé na stupni připravenosti konkrétního odvětví. V České republice tak neočekáváme v dohledné době využití pokročilých genomických přístupů v praktických šlechtitelských programech. V tom se naše republika neliší od řady

vyspělých lesnických velmocí. Důvodem nejsou v tomto případě pouze astronomické náklady spojené s genotypizací rozsáhlých populací lesních dřevin za účelem predikce. Každý jednotlivý strom má ve všech svých živých buňkách uloženou unikátní genetickou informaci. Lesní dřeviny se vyznačují rozsáhlým genomem (souhrn genetické informace), často mnohonásobně převyšujícím genom člověka (Neale et al. 2014). Zároveň tyto dlouhověké organizmy vykazují obrovskou proměnlivost jak uvnitř populací, tak mezi populacemi, která je zřejmě nezbytným předpokladem k adaptabilitě při změnách podmínek prostředí. Velikost, dlouhověkost a specifika reprodukční biologie činí studium genetiky lesních dřevin mimořádně náročným. Právě tato výše zmíněná specifika zapříčinila, že genomickou selekci v populacích lesních dřevin nelze aplikovat bez větších obtíží jako ve šlechtění hospodářských zvířat či polních plodin. Vědecká komunita hledá intenzivně řešení těchto problémů. Ekonomické hledisko genotypizace rozsáhlých populací lze v současnosti sledovat s mírným optimismem, jelikož náklady na genetické analýzy každým rokem strmě klesají a paralelně roste výpočetní síla nutná na zpracování obrovských souborů genomických dat. Na základech těchto typů šlechtitelských programů v ČR teprve začínáme pracovat, což nám dává do budoucna šanci inkorporovat genomické postupy i do šlechtitelských programů domácích dřevin.

Jakýmsi protipólem genomické selekce především z hlediska nákladové strategie jsou nové inovativní systémy ve šlechtění (z kategorie low-input breeding) jsou strategie typu „Breeding without Breeding“, kde se tradiční kontrolované křížení nahrazuje metodami rekonstrukce rodokmenu (El-Kassaby a Lstibůrek, 2009). Klíčovým prvkem je zde sice opět využití markerů DNA, ale pouze ve spojení s intenzivní fenotypovou před selekcí, kdy ke genotypizaci dojde pouze u před vybraného vzorku potomstva elitních fenotypů. Toto je velmi významný prvek snižující celkové náklady. Donedávna byly k tomuto účelu využívány převážně selekčně neutrální SSR markery podobně jako například v medicíně či kriminalistice. Do budoucna i zde počítáme s nástupem vysoce variabilních SNP markerů, avšak až za předpokladu jejich finanční dostupnosti. V poslední době je řešena též otázka využití alternativních systémů testování lesních dřevin na bázi moderních metod sběru a analýzy dat v rozsáhlých lesních porostech (Lstibůrek a Hodge, 2015). Klíčovým slovem se v tomto kontextu stane opět fenotypizace rozsáhlých porostů například s využitím dronů, či malých letadel. Nové technologie jsou v tomto ohledu příslibem nižších nákladů na měřící personál. Další výhodou představuje přístup k obrovské variabilitě velkých populací lesních dřevin. Za zmínku stojí studie FLD ČZU v Praze s partnery v Rakousku (modřín opadavý) a v Norsku (smrk ztepilý) na toto téma.

Na populace lesních dřevin působí dlouhodobě jednotlivé evoluční procesy a též jejich interakce. Populace se tak v dlouhodobém horizontu lokálně adaptují. Při využívání reprodukčních zdrojů je tedy nutné respektovat platnou semenářskou rajonizaci a hledat systémy kontrol původu sadebního materiálu. Nevhodný původ obvykle zapříčiní značné produkční ztráty. Inovací je v tomto případě zavedení systému ověřování původu sadebního materiálu, ovšem pouze na bázi smysluplných (a vědecky podložených) metod, které pomáhají odhalit podvodné jednání. Nutno doplnit, že aktuální semenářská rajonizace vychází z určitých předpokladů o ekotypové variabilitě lesních dřevin, která se (vědecky řečeno) předpokládá, nicméně není seriózně ověřena. Také zde se nachází pole působnosti pro moderní nástroje populační genetiky a genomiky.

V samotném školkařství by bylo možné, při zavedení funkčních šlechtitelských programů u hlavních hospodářských dřevin, optimalizovat různé genotypy do tzv. produkčních směsí, v návaznosti na jejich šlechtitelskou hodnotu a míru genetické proměnlivosti (mnohdy kvantifikovanou tzv. efektivní velikostí populace). Teprve tehdy by bylo možné s jistotou určit genetickou hodnotu nově zakládaných lesních porostů. Jedná se o systém založený na semenných sadech a selektivním sběru osiva (dle jednotlivých mateřských stromů) a tvorby směsi dle konkrétních požadavků odběratele. K tomuto účelu byly vytvořeny optimalizační nástroje (Funda et al. 2009). Druhou možností představuje hromadná vegetativní propagace vybraných genotypů, případně metody hromadného kontrolovaného křížení. Tyto pozdější nástroje umožňují využití též neaditivní složky genetického rozptylu, nicméně pro obvyklé využití v lesnictví jsou příliš nákladné.

Semenné sady jsou nejčastěji používané produkční populace v lesním hospodářství po celém světě. Bez existence semenných sadů by nebylo možné aplikovat ani jeden z výše popsanych metodických postupů. Semenné sady můžeme vnímat jako produkční vektory spojující postupy šlechtění lesních dřevin a zalesňování. U nás (i celosvětově) převažující klonální sady jsou výhodné, protože jsou z hlediska využití méně omezeny pozdějším nástupem kvetení. Každý klon je v rámci sadu reprezentován libovolným počtem geneticky identických kopií označovaných také jako ramety. Je-li zakládán nový sad, musí být zváženy faktory, jako je souhrn genotypů, které přispívají, počet ramet jednotlivých klonů, jakož i jejich fyzická alokace (design sadu). Všechny tyto faktory ovlivňují realizovanou odezvu na selekci (genetický zisk) a úroveň genetické rozmanitosti. Proto by kvalitní design měl podporovat náhodné páření (blízké panmixii) a minimalizovat inbreeding. Inbreeding popisuje páření mezi příbuznými klony.

Hlavním cílem sadu je produkovat pravidelně a v hojné míře osivo vysoké genetické kvality pro následnou produkci geneticky vylepšených sazenic pro zalesňování. Tato genetická kvalita osiva ze semenných sadů je dána mírou genetického zisku a genetické diverzity, která je ovlivněna reprodukční fenologií, synchronizací, jakož i tokem genů v rámci i mimo sad (El-Kassaby 1995; Burczyk a Prat 1997).

Z genové diverzity se stal nosný pojem v ochraně přírody, lesnictví, zemědělství a v dalších oborech. Jaký má ale význam pro praktický management populací? Z pohledu matematického je diverzita (synonymem je proměnlivost nebo polymorfismus) závislá na četnosti jednotlivých forem genů (tzv. alel) v populaci. Platí tedy, že čím různorodější bude genetická výbava posuzované populace, tím vyšší bude diverzita v dané populaci. Pro dosažení vysoké hodnoty diverzity můžeme například uměle vysadit směs vzorků ze vzdálených populací. Výsledkem bude vysoký polymorfismus vzniklé směsi. Nutno doplnit, že genová diverzita je nepřenosným parametrem konkrétní populace a má význam pouze v daných podmínkách prostředí (prostor i čas), ve kterých se populace nachází. Diverzita v případě adaptačně-významných segmentů DNA pak představuje nutný předpoklad dlouhodobé adaptability populací, ovšem kvantifikace očekávané odezvy na selekci (jako nepřímého determinantu kauzálního genetického polymorfismu) bývá prakticky velmi obtížně dosažitelná.

Významnou úlohu při určování úrovně inbreedingu uvnitř sadu hraje systém páření. Je ovlivněn především klonální genealogií a velikostí, rodičovskou reprodukční fenologií a gametickými příspěvky. Dále pak také náchylnosti druhu k samoopylení a prostorovým uspořádáním ramet / klonů na ploše sadu (Burczyk a Prat, 1997).

Designy semenných sadů se postupně vyvíjely od pouhé snahy o randomizaci pro maximalizaci páření mezi nepříbuznými klony, jako je například zcela náhodné uspořádání (Giertych 1975) a permutace sousedních pozic (Bell a Fletcher, 1978). V posledních letech byly vyvinuty a využívány především designy zaměřující se na semenné sady pokročilých generací a zamezující páření mezi příbuznými klony, či podporující preferenční páření a minimalizující inbreeding (náhodné blokové uspořádání: White et al. (2007); replikované randomizované rozložené klonální řady: El-Kassaby et al (2014), Minimum Inbreeding Design: Lstibůrek a El-Kassaby, (2010); Lstibůrek et al. (2015)).

Je všeobecně známo, že účinnost opylení je funkcí vzdálenosti a tím i k nejčastější genetické výměně dochází mezi sousedními klony. Proto panmiktická populace v semenných sadech může být definována jako situace, kdy všechny možné kombinace klonů se v blízkém sousedství vyskytují se stejnou frekvencí v rámci plánu daného sadu. K dosažení tohoto cíle byl na našem pracovišti vyvinut zcela originální postup, kdy rozptyl (počítán v rámci všech

dvojic sousedních klonů přes celou matici) je minimální, neboť kritériální funkce je současně v reálném čase optimalizována včetně penalizace řešení, kdy dochází k přímému sousedství ramet shodného klonu. Následně byl vyvinut a naprogramován heuristický algoritmus v softwaru R. Zatímco stávající designy používané po celém světě jsou primárně zaměřeny na minimalizaci hladiny příbuzenského křížení, cílem navrhovaného Optimized Neighborhood Algoritmu (ONA) je maximalizovat panmixii v produkční populaci. Tento originální algoritmus byl testován pro různé úkoly, včetně symetrických i nesymetrických zastoupení klonů a různých velikostí / tvarů semenných sadů. Nový algoritmus vyniká při řešení všech těchto konkrétních úkolů. V případě vyvážených počtu klonů je optimální řešení často nalezeno již v první iteraci. Za účelem zhodnotit relativní kvalitu výsledných schémat byla navržena teoretická referenční hladina pro minimální rozptyl daného schématu. Následně byla efektivita nového algoritmu porovnána s dalšími používanými designy (MI) a také plně znáhodněným schématem. V tomto ohledu nový algoritmus opět exceluje, jelikož vytváří dokonalý kompromis mezi absolutní separací MI schématu a COOL designem (permutovaná sousedství), který v předchozích studiích vykazoval parametry bližší panmixii. V praxi to znamená, že ONA je nejbližší panmiktické situaci ze všech dostupných designů za cenu pouze o něco méně striktní separace ramet stejných klonů. Finální schémata vynikají rovnoměrným rozmístěním ramet. Při podbarvení daného schématu tedy nelze vypořádat žádné pravidelné vzorce či shluky u méně zastoupených klonů, jak bylo patrné například u MI schématu. Významným benefitem nového přístupu je také fakt, že nebezpečí příbuzenského křížení je minimalizováno jako druhotný produkt kritériální funkce, což naplňuje druhý obecný cíl designu semenných sadů. Kromě toho, ONA může být použit též v kombinaci s jinými designy, aniž by ztratil svou účinnost. Provedli jsme případovou studii ONA ve spojení s předdefinovanou MI optimalizací s použitím tzv. klonálních řad. Smyslem bylo pomocí MI designu nejprve co nejdůsledněji odseparovat příbuzné klony v sadu pokročilé generace a následně vyřešit zbytek plochy s maximálním důrazem na panmixii. Tento hybridní systém bude použit pro založení semenného sadu *Abies fraseri* v Severní Karolíně (NCSU, Christmas Trees Genetics program).

Využití inovačních postupů v lesnické genetice tradičně naráží na praktická omezení lesního hospodářství a biologické zvláštnosti lesních dřevin. Uvedený text nelze považovat jako vyčerpávající přehled všech možných inovací, spíše uvádí příklady a význam lesnické genetiky v aktuálním lesnictví. Před případnou investicí do nových technologií je vždy potřebné kvantifikovat ekonomickou návratnost a posoudit danou technologii ve srovnání s alternativními postupy.

Literatura

- Bell G. D., Fletcher A. M. (1978). Computer organised orchard layouts (COOL) based on the permuted neighbourhood design concept. *Silvae Genet* 27:223–225.
- Burczyk J., Prat D. (1997). Male reproductive success in *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco: the effects of spatial structure and flowering characteristics. *Heredity* (Edinb) 79:638–647.
- El-Kassaby Y. A. (1995). Evaluation of the tree-improvement delivery system: factors affecting genetic potential. *Tree Physiol* 15:545–550.
- El-Kassaby Y. A., Fayed M, Klápště J, Lstibůrek M (2014). Randomized, replicated, staggered clonal-row (R2SCR) seed orchard design. *Tree Genet Genomes* 10:555–563.
- Giertych M. (1975) Seed orchard designs. *Seed Orchard* (Faulkner R, ed) For Comm Bull 25–37.
- El-Kassaby Y.A., Lstibůrek M. (2009). Breeding without breeding. *Genetics Research Cambridge* 91(2): 111-20.
- Funda T., Lstibůrek M., Lachout Petr, Klápště J., El-Kassaby Y. A. (2009). Optimization of combined genetic gain and diversity for collection and deployment of seed orchards crops. *Tree Genetics & Genomes* 5(4): 583-593.
- Garcia-Gil, M. R. et al. (2015). Genetic diversity and inbreeding in natural and managed populations of Scots pine. *Tree Genetics & Genomes* March: 11: 28.
- Grattapaglia, D. a Resende, M. D. V. (2010). Genomic selection in forest tree breeding. *Tree Genetics and Genomes* 7: 241-255.
- Lstibůrek M, El-Kassaby Y. A. (2010). Minimum-inbreeding seed orchard design. *For Sci* 56:603–608.
- Lstibůrek M., Hodge G. R., Lachout P. (2015). Uncovering genetic information from commercial forest plantations -- making up for lost time using "Breeding without Breeding". *Tree Genetics and Genomes* 11: 55.
- Lstibůrek M., Stejskal J., Misevicius A., et al (2015). Expansion of the minimum-inbreeding seed orchard design to operational scale. *Tree Genet Genomes* 11:1–8.
- Meuwissen T. H. E., Hayes B. J., Goddard M. E. (2001). Prediction of Total Genetic Value Using Genome-Wide Dense Marker Maps. *Genetics*, 157(4), 1819-1829.
- Neale, D. B. et al. (2014). Decoding the massive genome of loblolly pine using haploid DNA and novel assembly strategies. *Genome Biology* 15: R59.
- White, T. L. et al. (2007). *Forest Genetics*. CAB International.

Adresa autora:

Ing. Jan Stejskal, Ph.D.
Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin
Fakulta lesnická a dřevařská
Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbátka
stejskalj@fd.czu.cz

ZAKLÁDÁNÍ, ÚDRŽBA A ROZVOJ SEMENNÝCH SADŮ U VLS ČR, S. P.

Pavel Češka

Anotace

Vojenské lesy a statky ČR, s. p. (dále jen VLS) disponovaly až do roku 2003 pouze dvěma semennými sady borovice lesní založenými v letech 1977, resp. 1987 a dvěma semennými sady modřínu opadavého založenými v letech 1977, resp. 1989. Z dostupných pramenů je zřejmé, že neexistoval cílený šlechtitelský program, výše uvedené populace nebyly testovány a nebyl připravován přechod na semenné sady druhé generace. V zájmu VLS je vytvoření komplexního šlechtitelského programu pro hlavní hospodářské dřeviny (smrk ztepilý, borovice lesní a jedle bělokorá), větší využití semenných sadů a především jejich transformace na semenné sady druhé generace. K naplnění těchto cílů je nezbytné založit síť semenných sadů první generace a dále založit testovací výsadby, které umožní ověřit, že vlastnosti klonů, vybraných podle fenotypu, jsou geneticky podmíněné. V rámci metodiky testování potomstev využívá tento projekt metodického postupu (El-Kassaby et Lstibůrek, 2009), který umožňuje pomocí rekonstrukce rodokmene převést stávající polosesterská potomstva na potomstva plnosesterská, vhodná k selekci klonů pro semenné sady druhé a vyšších generací. Oproti klasickému šlechtitelskému postupu se tím založení semenných sadů druhé generace značně urychlí.

Klíčová slova: *semenný sad; smrk ztepilý; borovice lesní; jedle bělokorá; testy potomstev.*

1. Úvod

Semenné sady představují nejběžnější formu tzv. produkčních populací lesních dřevin. Tyto populace se zakládají za účelem realizace genetického zisku (tj. odezvy na umělou selekci) akumulovaného opakovaným výběrem ve šlechtitelských populacích (Namkoong et al, 1988). Ekonomická hodnota semenných sadů tak narůstá s počtem šlechtitelských generací. S realizací každého šlechtitelského cyklu je tak spojen nárůst genetického zisku v lesních porostech zakládaných z osiva původem ze semenných sadů.

Prakticky všechny české semenné sady jsou zatím semenné sady první generace. Využití osiva původem ze semenných sadů při umělé obnově představuje velmi nízké procento. V tomto směru má české lesní hospodářství značný skluz. Jinak je tomu ale v řadě jiných zemí (Kobliha et al, 2007a).

Semenné sady druhé generace jsou zakládány v západoevropských zemích a zvláště pak v zemích skandinávských, USA, Kanadě, Číně a některých dalších asijských zemích, JAR,

Austrálii a na Novém Zélandě. V jižních státech USA v případě tzv. jižních druhů borovic přistoupili již k využívání semenných sadů třetí generace. Zajímavé jsou publikované realizované genetické zisky v jednotlivých generacích v případě šlechtění jižních druhů borovic na jihovýchodě USA (umělá obnova u těchto druhů se podílí 37 % na celkové umělé obnově lesních dřevin v USA). V první generaci se zisk pohyboval mezi 7-12 % u objemové produkce. U sadů druhé generace byl kumulovaný zisk již 13-21 %. Odhadovaný zisk u semenných sadů, kde byla provedena selekce na základě testů potomstev, činí 26-35 % (Li et al, 2000). Tyto genetické zisky se skutečně realizují v provozních podmínkách v době obmýtí, neboť veškerá umělá obnova se provádí z osiva původem ze semenných sadů. Skutečné zhodnocení je ovšem značně vyšší, neboť vyšlechtěný materiál je odolnější vůči biotickému a abiotickému poškození, dále se vyznačuje vyšší kvalitou (například tvárnost kmene). Podobné statistiky se objevují v řadě šlechtitelských programů na různých kontinentech. V případě *Pinus radiata* D.Don se zisk v semenných sadech první generace pohyboval mezi 15-30 % v porovnání s kontrolními výsadbami z nešlechtěného materiálu (Matheson et al, 1986).

2. Cíle a přínos projektu

Pro VLS jsou hlavními hospodářskými dřevinami smrk ztepilý a borovice lesní. Další velmi významnou dřevinou je jedle bělokorá a vzácnou vtroušenou dřevinou třešeň ptačí. Smrk ztepilý tvoří 49,0 % rozlohy lesních porostů VLS, borovice lesní 20,3 % a jedle bělokorá 1,3 %.

Cílem šlechtitelského programu je:

1. pro smrk ztepilý - navýšení kvality a produkce, uchování, příp. navýšení tolerance vůči stresovým faktorům;
2. pro borovici lesní – navýšení kvality a produkce;
3. pro jedli bělokorou – zachování genofondu a navýšení kvality a produkce;
4. pro třešeň ptačí – zachování genofondu a navýšení kvality a produkce.

Přínosem realizace popsaných metodik a implementace šlechtitelského programu do praxe u VLS budou především produkce osiva vhodné fyziologie, vysoké kvality a známého původu, navýšení genetické hodnoty hospodářsky významných znaků a zachování genetické diverzity v přirozených i hospodářských lesích.

3. Metodika

3.1. Selektovaná populace - výběr rodičovských stromů

Základem pro výběr vhodných jedinců jsou stávající zdroje reprodukčního materiálu, především porosty uznané ke sběru osiva nebo ortety. Další jedinci jsou vytipováni na

základě znalosti místního lesnického personálu. Z tohoto širšího spektra populace je vybírána cílová zdrojová populace.

V případě smrku ztepilého a borovice lesní se velikost zdrojové populace pohybuje v rozsahu cca 50-80 jedinců. V případě jedle bělokoré se velikost zdrojové populace pohybuje v rozsahu cca 40-50 jedinců.

Vzhledem k tomu, že často neexistují věrohodné doklady o původu porostů, v nichž je zdrojová populace vybírána a jejich původ může být přirozený a blízko stojící stromy tudíž příbuzné, je vhodné vybírat populaci z co největšího počtu nesousedících lokalit.

3.2. Výběr ploch pro založení semenných sadů

Plochy pro založení semenných sadů jsou vybírány podle předem daných kritérií. Základním kritériem jsou vlastnické vztahy. Nejvýhodnější je, pokud je vlastníkem pozemku sám provozovatel semenného sadu.

Další kritéria pro výběr již lze řadit mezi kritéria vlivu prostředí. Jako nejvhodnější se jeví pozemky s trvalými travními porosty, které jsou pravidelně udržovány a není tak nutné vydávat finanční náklady na přípravu plochy. Plochy jsou vybírány tak, aby byla dodržena izolační vzdálenost 300-1 000 m od porostů stejného druhu dřeviny.

Plochy se umísťují na rovinách nebo mírných svazích do cca do 15o s jižní nebo jihozápadní expozicí, kde lze předpokládat maximální oslunění. Dávají předpoklady k dobré fruktifikaci a eliminují vliv někdy poněkud větší nadmořské výšky. Jsou zcela vyloučeny mrazové kotliny, místa vystavená častým silným větrům, severní svahy, plochy zastíněné z jižní a jihozápadní strany (vlivem konfigurace terénu nebo vysokými porosty) a inverzní polohy.

Co se týče půd, jsou semenné sady zakládány na středně úrodných půdách s příznivým pH, kde hladina podzemní vody nesáhá výše než 70 cm pod povrch terénu. Vyloučeny jsou půdy oglejené, degradované a plochy se stagnující vodou nebo půdy těžké, studené a zamokřené. Dále je vhodné se vyhýbat půdám trvale suchým nebo půdám trpícím častými přísušky.

Všechny zakládané semenné sady musí být dopravně přístupné po zpevněných cestách (Češka, 2013).

3.3. Design semenného sadu

Roubovanci jsou na plochy semenných sadů vysazovány podle předem vypracovaných schémat. V minulosti bylo prostorové rozmístění roubovanců v semenných sadech řešeno jednoduchým znáhodněním. Později byly vyvinuty a implementovány do lesnické praxe různé modifikace designů na bázi permutací založených na zamezení přímého sousedství ramet stejných nebo příbuzných klonů. Lstibůrek a El-Kassaby (2010) vyvinuli „Minium Inbreeding Design“ semenných sadů, který nabízí globální rozšíření optimalizace založené na

kvadratické přiřazovací úloze. Existují i další aktuální přístupy k prostorovému uspořádání semenných sadů jako například randomizované, replikované, rozložené klonální řady (R2SCR) publikované El-Kassabym et al (2014).

Na ČZU v Praze byl vylepšen původní MI design a v souvislosti s tím vyvinut výkonný software rozšiřující globální optimalizační protokol na mnohem větší a složitější provozní problémy. Balíček se skládá ze dvou částí: (1) vylepšená verze počítačového programu OPTIQAP (rozšíření algoritmu, který vytvořil Miscevicus 2005), a (2) řada rutin vytvořených v softwaru R, které překládají kvadratický přiřazovací problém na skutečné provozní plochy semenných sadů. Všechny výhody původního režimu MI byly ponechány i v aktuální rozšířené verzi. Ty mohou zahrnovat, a to buď samostatně, nebo v kombinaci, nerovné zastoupení klonů, příbuznosti mezi klony atd. V posledních třech letech jsou touto metodou zakládány nové semenné sady (první i druhé generace) v několika regionech České republiky.

3.4. Výběr ploch pro založení testů potomstev

Plochy pro testy potomstev jsou vybírány na porostní půdě, a sice na stávajících holinách vzniklých obnovní těžbou. Základním kritériem je především homogenita plochy. Charakter plochy by neměl být po celé její ploše zásadně odlišný, co se týče světelných podmínek, půdních podmínek a ovlivnění stanoviště vodou. Protože není možné zajistit stoprocentně identické podmínky, jsou takové plochy pro test každého z potomstev vybírány v počtu 3-5. Z praktických důvodů je vhodné, aby byla každá plocha lehce dostupná po zpevněné cestě. Všechny plochy jsou oplocené z důvodu ochrany sazenic proti škodám zvěří.

3.5. Založení testů potomstev

Testy potomstev jsou zakládány jako standardní lesnické výsadby a sazenice jsou vysazovány v obvyklých hektarových počtech a běžném sponu. U smrku ztepilého a jedle bělokoré se obvykle vysazuje 5 tis. ks/ha ve sponu 2x1 m a borovice lesní se vysazuje v počtu 10 tis. ks/ha ve sponu 1x1 m.

Pro testování jsou vybírána potomstva s vypěstovanými minimálně 30 jedinci. Na každou z ploch je použito minimálně 40 potomstev a od každého potomstva 10 jedinců. Testy jsou zakládány ve 3-5 opakováních.

Pro každou z testovacích ploch je vypracováno schéma, podle kterého se výsadba provádí.

3.6. Založení semenných sadů druhé generace

Obecně semenný sad n-té generace (jako specifická forma produkční populace) vzniká v rámci n-tého šlechtitelského cyklu, tzn. nejčastěji přeroubováním selektovaných jedinců zastoupených ve šlechtitelské populaci v n-té generaci (White et al, 2007). V České republice

jsou semenné sady hlavních hospodářských dřevin první generace, tj. vznikly prostým přeroubováním výběrových stromů. Tyto semenné sady, bez ověření v testech potomstev, nemají ověřenou genetickou hodnotu, neboť vycházejí z jednoduchého fenotypového výběru rodičovských stromů. Toto je jeden z nejvýznamnějších problémů v současném lesním hospodářství, kdy 100 % reprodukčních zdrojů v ČR neprošlo statistickým ověřením genetické hodnoty. Teprve v případě založení testů potomstev (v zahraničí zakládány od 60-70. let 20. století) může být následně po vyhodnocení přistoupeno k verifikaci genetické hodnoty zdrojových sadů a k případné genetické probírce (převod na sad 1,5. generace). Pouze v případě znalosti obou rodičů, tj. testy potomstev vznikly z kontrolovaného sprášení (v provozním lesnictví v ČR tyto stále neexistují) lze přistoupit k následnému výběru jedinců pro zahájení druhého šlechtitelského cyklu a založení sadů druhé generace. V ČR je tento postup demonstrován u dvou sadů borovice lesní na základě metody BwB, nicméně v ČR v současnosti chybí další testy potomstev, které by šly analogicky k těmto účelům využít. Proto jsou v této dizertační práci akcentovány testy potomstev, které musí vždy navazovat na založení semenných sadů.

V semenných sadech z testovaných rodičovských stromů se posunuje i otázka počtu klonů v sadu na jinou úroveň. Jsou zde pro intenzifikaci šlechtění používány menší počty klonů, jejichž odezva na konkrétní ekologické podmínky je ověřena. Zatímco pro semenné sady pro zachování genofondu je vhodný počet 100 klonů, pro provozní semenné sady 50 klonů, pro intenzivní semenné sady druhé generace lze používat např. jen 10 klonů (Kobliha a Funda, 2004).

Na základě testů potomstev, které budou prováděny metodou BwB bude z každého semenného sadu první generace vybráno 10-15 klonů, z kterých budou založeny semenné sady druhé generace.

4. Výsledky

4.1. Výběr rodičovských stromů

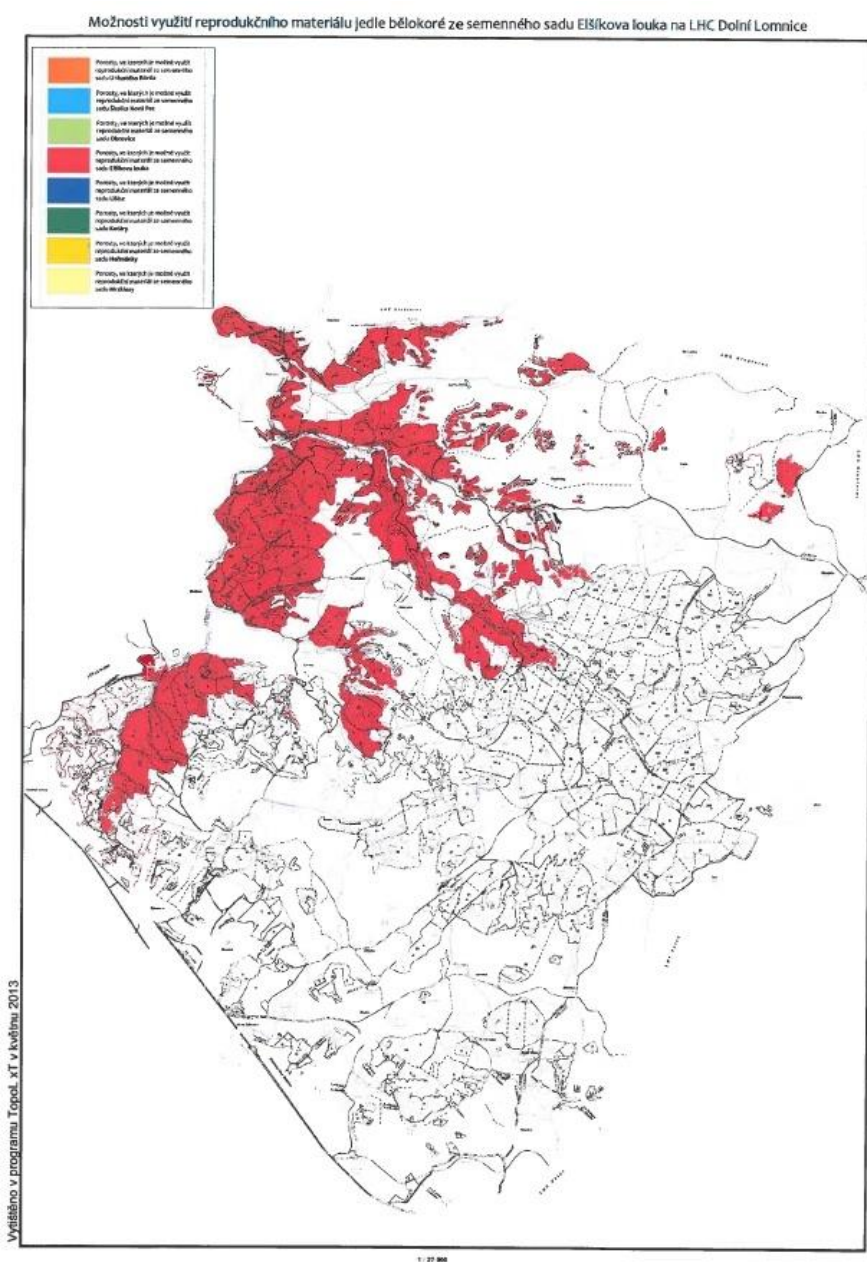
Na základě průniku PLO a LVS, v nichž bude reprodukční materiál využitelný v souladu s legislativními předpisy a rozhodnutími o uznání zdroje kvalifikovaného reprodukčního materiálu, byly zpracovány grafické přehledy budoucího využití sadebního materiálu na jednotlivých lesních hospodářských celcích (LHC) VLS.

Po zpracování a analýze výše uvedených podkladů bylo rozhodnuto, že jednotlivé rodičovské stromy budou vybrány ve vytipovaných dřevinách, přírodních lesních oblastech a lesních vegetačních stupních. Pro výběr byly určeny konkrétní lesní hospodářské celky VLS.

V letech 2008-2011 byly postupně selektovány všechny rodičovské stromy. Výběr probíhal na základě detailního posouzení fenotypu předem vytipovaných jedinců nebo jedinců v doporučených porostních skupinách.

Selekčními kritérii byly především produkční vlastnosti jednotlivých stromů – tvar kmene, čištění kmene, tvar koruny a výška nasazení koruny. V jediném případě, u souboru rodičovských stromů smrku ztepilého z divize Lipník nad Bečvou byla selekčním kritériem tolerance ke stresovým faktorům, jako jsou biotičtí a abiotičtí škodliví činitelé.

Obr. 1: Grafické znázornění využití sadebního materiálu jedle bělokoré ze semenného sadu U tlustého Bártla II na LHC Dolní Lomnice



Komentář: Mapa vznikla jako průnik přírodní lesní oblasti a lesních vegetačních stupňů na LHC Dolní Lomnice (divize Karlovy Vary), ve kterých lze v souladu vyhláškou č.139/2004 Sb. použít reprodukční materiál ze semenného sadu jedle bělokoré U tlustého Bártla II.

Na základě odborných posudků byly podány žádosti o uznání zdrojů kvalifikovaného reprodukčního materiálu lesních dřevin. Celkem bylo žádáno o uznání 488 ks rodičovských stromů. Přehled počtu rodičovských stromů navržených k uznání a nakonec uznaných, a to podle jednotlivých souborů, je uveden v tabulce č.1.

Tabulka č. 1. Přehled rodičovských stromů navržených k uznání a rodičovských stromů uznaných.

Soubor	Dřevina	PLO	LVS	Divize	RS navržené uznání (ks)	Uznané RS (ks)
1	Smrk ztepilý	13	6,7	Horní Planá	64	63
2	Smrk ztepilý	4	4,5	Karlovy	71	64
3	Smrk ztepilý	30	2,3,4	Plumlov	70	68
4	Smrk ztepilý	29	4,5	Lipník n.B.	73	72
5	Smrk ztepilý	29	3	Lipník n.B.	56	54
6	Jedle bělokorá	13	6	Horní Planá	48	48
7	Jedle bělokorá	4	3,4	Karlovy	40	40
8	Borovice lesní	18	3	Mimoň	80	79
Celkem					502	488

4.2. Výběr ploch pro založení semenných sadů

Základní podmínkou pro výběr plochy bylo, aby na vybraném pozemku měly právo hospodařit VLS. Tím bylo spektrum potenciálních pozemků značně zúženo. Ačkoliv se zdá, že v rámci vojenských újezdů je k dispozici celá řada vhodných pozemků, je převážná většina z nich s právem hospodařit AHNM (Agentura hospodaření s nemovitým majetkem, organizační složka MO ČR).

Vzhledem k tomu, že nejvhodnějším druhem pozemky pro založení semenného sadu je trvalý travní porost, byla jim při výběru dáвана přednost. Na trvalých travních porostech je zakládáno 5 semenných sadů. Další 2 semenné sady jsou zakládány na plochách lesních školek, kde se redukuje plocha pro výrobu prostokořenného sadebního materiálu. Jeden semenný sad bude založen na ploše bývalého semenného sadu, který již dosáhl konce své životnosti. Výhodou je, že na plochách lesních školek a semenného sadu není nutné budovat nové oplocení, ale je možné zcela nebo po drobných opravách využít oplocení stávající.

Ve všech případech, ovšem s ohledem na podmínky konkrétní lokality, je snahou, aby cílová (tj. v okamžiku zahájení plodnosti semenného sadu) izolační vzdálenost byla 300-500 m. V případě, že vzdálenost není dodržena v okamžiku založení semenného sadu, jsou přijata opatření, aby byly porosty nebo jednotlivé dřeviny stejného druhu vytěženy do doby, kdy nastane plodnost semenného sadu. Dřevinami stejného druhu již nebude probíhat obnova až do zmíněné minimální izolační vzdálenosti.

Semenné sady se nacházejí v nadmořských výškách do 600 m n.m., s výjimkou lokality „U tlustého Bártla“ (semenné sady smrku ztepilého a jedle bělokoré z Horní Plané), která je v nadmořské výšce 850 m.

Velikost ploch semenných sadů se pohybuje od 0,64 ha do 3,00 ha. Jako tvary jsou zvoleny pravoúhlé čtyřúhelníky. Ve dvou případech se jedná o čtverce a v šesti případech o obdélníky. Všechny zakládané semenné sady jsou dopravně velmi dobře přístupné po zpevněných cestách.

4.3. Založení semenného sadu (výstavba, design, výsadba)

Finančně nejnákladnější částí založení semenného sadu je jeho oplocení. Z dosud zpracovaných pěti rozpočtů vyplývá, že oplocení lze vybudovat v ceně 741-938 Kč/bm. Celkové náklady pak vyplývají z délky oplocení konkrétního semenného sadu. Celkové a jednotkové finanční náklady na dosud založené semenné sady jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2. Základní parametry oplocení semenného sadu, celkové a jednotkové náklady na jejich výstavbu.

Název	Délka oplocení (m)	Celkové náklady (Kč)	Jednotkové náklady (Kč/bm)
Mrsklesy*	-	-	-
U tlustého Bártla I	480	389 725	812
Kotáry	640	591 874	924
Heřmánky	700	519 218	741
Elšíkova louka	320	258 853	808
U tlustého Bártla II**	330 (210)	197 063	938

* Pro založení semenného sadu Mrsklesy byla využita již oplocená plocha bývalé lesní školky.

** Semenný sad byl připlocen k oplocení semenného sadu smrku v lokalitě u Tlustého Bártla I. Pro stanovení jednotkových nákladů se uvažuje délka oplocení uvedená v závorce.

Schémat semenných sadů zakládaných u VLS vznikla překryvem 4 schémat optimalizovaných metodou "Minimum-Inbreeding Design" (Lstibůrek a El-Kassaby, 2010).

Na plochu semenných sadů byli vysazováni vyzrálí roubovanci ve věku 4 let. Jednalo se o krytokořenné roubovance v kontejnerech o velikosti 1,5 litru. Výsadba byla prováděna motykou do jamek o velikosti 35x35 cm. Během výsadby byla důsledně hlídána identita jednotlivých roubovanců a dodržování daného schématu (designu). Po vysazení byl ke každému roubovanci zatlučen modřínový hranolek (4x4 cm) o výšce 1,5 m, ke kterému byl roubovanec vyvázán, aby se eliminoval plagiotropní růst roubovance. Štítek s označením čísla klonu je připevněn jak na roubovanci, tak i na opěrném kolíku.

Přehled základních parametrů dosud vyhotovených schémat je uveden v tabulce č.3

Tabulka č. 3. Přehled základních parametrů založených semenných sadů.

Název	Plocha (ha)	Spon (m)	Řada x sloupec (ks)	Počet použitých klonů	Min. počet ramet 1 klonu	Max. počet ramet 1 klonu	Počet ramet celkem
Mrsklesy	1,00	5 x 5	18 x 18	44	4	11	324
U tlustého Bártla	1,44	4 x 4	28 x 28	56	4	19	784
Kotáry	2,40	10 x 5	11 x 37	55	6	10	407
Heřmánky	3,00	10 x 5	11 x 47	65	7	10	517
Elšíkova louka	0,64	5 x 5	15 x 15	32	3	10	225
U tlustého Bártla II	0,57	4 x 4	11 x 26	35	3	10	271

Obr. 2: Semenný sad smrku ztepilého v lokalitě Kotáry u divize Plumlov.



Obr. 3: Roubovanec smrku ztepilého v lokalitě Kotáry u divize Plumlov.

4.4. Založení testů potomstev

V současné době je založeno 5 testů potomstev, a sice test potomstev borovice lesní z lokality divize Mimoň, testy potomstev smrku ztepilého z lokalit divizí Horní Planá, Plumlov a Lipník nad Bečvou a test potomstev třesně ptačí.

Test potomstev borovice lesní je založen na třech plochách, na lesním hospodářském celku (LHC) Břehyně v porostech 56 B 010, 39 B 010 a 226 A 010.

Test potomstev je založen podle předem daného schématu. Na každou ze tří ploch je použito 71 potomstev. Od každého potomstva je na každou ze tří ploch použito 10 sazenic. Celkem tedy 710 sazenic na jednu plochu a 2 130 na všechny tři plochy. Na schématu je označen severozápadní roh, který odpovídá severozápadnímu rohu označenému v terénu.

Testy potomstev jedle bělokoré budou zakládány v roce 2016. Na podzim 2016 budou založeny testy potomstev jedle bělokoré z lokalit Horní Planá a Karlovy Vary (Češka, 2014).

Obr. 4: Test potomstev smrku ztepilého na divizi Plumlov po výsadbě.



5. Závěr

Vojenské lesy a statky ČR, s. p. disponují v roce 2016 osmi soubory rodičovských stromů vytipovaných na základě posouzení fenotypu a osmi nově založenými semennými sady. Ze zmíněných rodičovských stromů jsou sebrány rouby pro výrobu roubovanců k založení semenných sadů první generace a zároveň je z nich sebráno osivo pro vypěstování potomstev, které jsou, a budou testovány s využitím metody BwB. Tato metoda umožňuje testovat polosesterská potomstva z volného opylení (Lstibůrek et al, 2012). V rámci semenného sadu

první generace a potomstev těchto sadů je možné po provedení molekulárně-genetické analýzy zpětně určit příbuzenské vztahy.

Při porovnání s klasickým postupem dochází k posunu o 25 let dopředu díky aplikaci uvedeného postupu (Kobliha et al, 2012). Výhodou navrhované metody je snížení nákladů spojených s genotypizací před zahájením rekonstrukce rodokmenu potomstev získaných ze šlechtitelských výsadeb a produkčních nebo přírodních populací.

6. Literatura

ČEŠKA, P. Sběr rouků, roubování a příprava roubovanců na výsadbu semenných sadů. VLS: Časopis zaměstnanců Vojenských lesů a statků ČR, s. p. 2011, roč. 6, č. 4, s. 4-5.

ČEŠKA, P. Průběžný stav projektu zakládání semenných sadů. VLS: Časopis zaměstnanců Vojenských lesů a statků ČR, s. p. 2013, roč. 8, č. 4, s. 16-18.

ČEŠKA, P. Zakládání testů potomstev v rámci projektu TA01020512 „Využití genových zdrojů lesních dřevin pro zachování biologické rozmanitosti a obnovu leša pro Vojenské lesy a statky ČR, s. p.. VLS: Časopis zaměstnanců Vojenských lesů a statků ČR, s. p. 2014, roč. 9, č. 9, s. 2-4.

EL-KASSABY, Yousry A. a Milan LSTIBŮREK. Breeding without breeding. Genetics Research. Cambridge, 2009, roč. 91, č. 2, s. 111-120. ISSN: 0016-6723.

EL-KASSABY, Y.A., M. FAYED, J. KLÁPŠTĚ a M. LSTIBŮREK. Randomized, replicated, staggered clonal-row (R2SCR) seed orchard design. Tree Genet Genomes. 2014, roč. 10, s. 555-563.

KOBLIHA, Jaroslav, Tomáš FUNDA. Šlechtitelské programy smrku ztepilého v ČR a EU. Smrk - dřevina budoucnosti: sborník příspěvků. Svoboda nad Úpou, 2004. s. 39-46.

KOBLIHA, J., M. LSTIBŮREK, P. ČEŠKA. Význam semenných sadů jako zdroj reprodukčního materiálu vysoké genetické kvality. VLS: Časopis zaměstnanců Vojenských lesů a statků ČR, s. p. 2007a, roč. 2, č. 1, s. 4-6.

KOBLIHA, J., M. LSTIBŮREK, V. HÝNEK, J. KLÁPŠTĚ, J. STEJSKAL, 2012. Metodika testů potomstev lesních dřevin pro zakládání semenných sadů 2. generace, certifikovaná metodika 218370/2012-MZE-16222/M57.

LI, B., S. McKEAND, R. WEIR. Impact of forest genetics on sustainable forestry - results from two cycles of loblolly pine breeding in the US. Journal of Sustainable Forestry. 2000, č. 10, s. 79-85.

LSTIBŮREK, Milan a Yousry A. EL-KASSABY. Minimum-Inbreeding Seed Orchard Design. Forest Science. 2010, roč. 56, č. 6, s. 603-608. ISSN: 0015-749X.

LSTIBŮREK, Milan, Jaroslav KLÁPŠTĚ, Jaroslav KOBLIHA a Yousry A. EL-KASSABY. Breeding without Breeding. Tree Genetics. 2012, č. 1, ISSN 1614-2942.

MATHESON A.C., K.G. ELDRIDGE, A.G. BROWN, D.J. SPENCER. Wood volume gains from first-generation radiata pine seed orchards. CSIRO Division of Forest Research Report. 1986, č. 4.

MISEVICIUS, A. A tabu search algorithm for the quadratic assignment problem. Comput Optim Appl. 2005, roč. 30, č. 1, s. 95-111.

NAMKOONG, Gene, Hyun-Chung KANG a Jean Sébastien BROUARD. Tree breeding: principles and strategies. New York: Springer-Verlag, 1988, 180 s. ISBN 03-879-6747-8.

WHITE, Timothy L, W ADAMS a David B NEALE. Forest genetics. Cambridge, MA: CABI Pub., 2007, 682 p. ISBN 08-519-9083-5.

Adresa autora:

Ing. Pavel Češka, Ph.D.

Vojenské lesy a statky ČR, s. p.

Pod Juliskou 1621/5, 160 00, Praha 6 – Dejvice

pavel.ceska@vls.cz

SEMENNÉ SADY U LESŮ ČESKÉ REPUBLIKY, S. P. A JEJICH VYUŽITÍ

Michal Remeš

Úvod

Zakládání semenných sadů u Lesů České republiky, s. p., je součástí Koncepce zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin. Semenné sady jsou zakládány s převažujícím cílem zachování a reprodukce genofundu regionálních populací dřevin, často s akcentem na záchranu genofundu. Semenné sady jsou účelové výsadby selektovaných klonů lesních dřevin, dle stanovených podmínek ve smyslu platné legislativy, pod dohledem pověřené osoby (ÚHÚL), jejichž hlavním cílem je produkce geneticky hodnotného a vhodného reprodukčního materiálu. Některé ze založených semenných sadů, současně slouží i jako archivy klonů cenných ekotypů lesních dřevin a mají nezastupitelný význam, především pro dnes již ohrožené dřeviny (jilmy, vysokohorské javory, autochtonní vysokohorské smrky). V příloze č. 1 je uveden seznam uznaných a registrovaných semenných sadů ke dni 1. 6. 2016.

Příloha č. 1

Dřevina	Stav k 31.12.2014		restituce	zrušení		Stav k 1.6.2016	
	uznaný	registrovaný	uznaný	uznaný	registrovaný	uznaný	registrovaný
Smrk ztepilý	14	1	1	1		12	1
Borovice lesní	21	3		1		20	3
Borovice blatka	2					2	
Modřín opadavý	11		1	1		9	
Jedle bělokorá	1					1	
Jedle obrovská	1					1	
Tis červený		2					2
Buk lesní	1					1	
Jilm habrolistý	2					2	
Jilm horský	6	1	1			5	1
Jilm vaz	1	1				1	1
Jeřáb břecký	1	3				3	1
Jeřáb oskeruše	1					1	
Hrušeň polní		1					1
Třešeň ptačí	7	2	1			6	2
Javor klen	3	3				4	2
Olše lepkavá	1					1	
Topol osika	1					1	
Lípa srdčitá	3	3	1		1	2	2
Lípa velkolistá	1					1	
Celkem	78	20				73	16

Zakládání semenných sadů u LČR, s. p.

Před založením semenného sadu je nutné provést průzkum současných a výhledových potřeb reprodukčního materiálu pro danou oblast. Záměrem založení semenného sadu může být i záchrana ohroženého genofundu konkrétní zbytkové populace. Důležitým faktorem je také

usnadnění sběru reprodukčního materiálu a umožnění vzájemného opylování vybraných kvalitních jedinců, kteří jsou v přirozených podmínkách od sebe často velmi vzdáleni.

Semenný sad se zakládá podle registrované a schválené dokumentace pověřenou osobou, která obsahuje - časový harmonogram prací, plánec budoucího semenného sadu s uvedením výměry, schéma rozmístění jednotlivých roubovanců (ramet) a jejich počet, spon výsadby a počet klonů (ortetů). Ze samotného projektu musí být zřejmý cíl zakládaného sadu a také předpokládané budoucí využití osiva z plánovaného sadu. Na základě posouzení projektu a schválené dokumentace, pověřená osoba přiřadí semennému sadu prozatímní evidenční číslo uznané jednotky.

Pro založení semenného sadu se používají vegetativní potomci ortetů – roubovanci (ramety), kteří vznikají naroubováním z odebraných roubů. Roubování a následné pěstování roubovanců je specializovanou činností, která je řešena dodavatelsky u vybraných pěstitelů s dostatečnými zkušenostmi. Velký důraz je kladen na přesnou evidenci jednotlivých klonů při pěstování nových roubovanců, aby nedošlo k jejich záměně. Velmi důležitá je také přesná evidence již od samotné výsadby. Výsadba nových roubovanců se provádí ve volných sponech, jelikož cílem je vypěstovat nízko nasazené, avšak široké koruny pro usnadnění samotného sběru RMLD. Rozmístění jednotlivých roubovanců na ploše semenného sadu musí být náhodné, shodné ramety by měly být umístěny co nejdále od sebe, aby se zamezilo možnosti jejich samoopylení.

Péče o semenné sady u LČR, s. p.

Do doby, než je založený semenný sad uznán za zdroj kvalifikovaného RMLD, nelze v semenném sadu provádět sběr osiva. Jedná se o relativně dlouhé období – do doby nastupující plodnosti, která nastupuje podle druhu dřeviny od 5 do 20 let. Nedílnou součástí péče o založený semenný sad, je starost o plochu semenného sadu (vyžínání, opravy oplocení, výřez nežádoucích dřevin atd.). Roubovance vysázené v semenném sadu také pravidelně tvarujeme. V případě úhynu některých jedinců, je potřeba zajistit dopěstování nových roubovanců. Samozřejmostí je vedení řádné evidenci k semennému sadu, kde každou změnu zaznamenáváme v dokumentaci a aktualizujeme plánec semenného sadu.

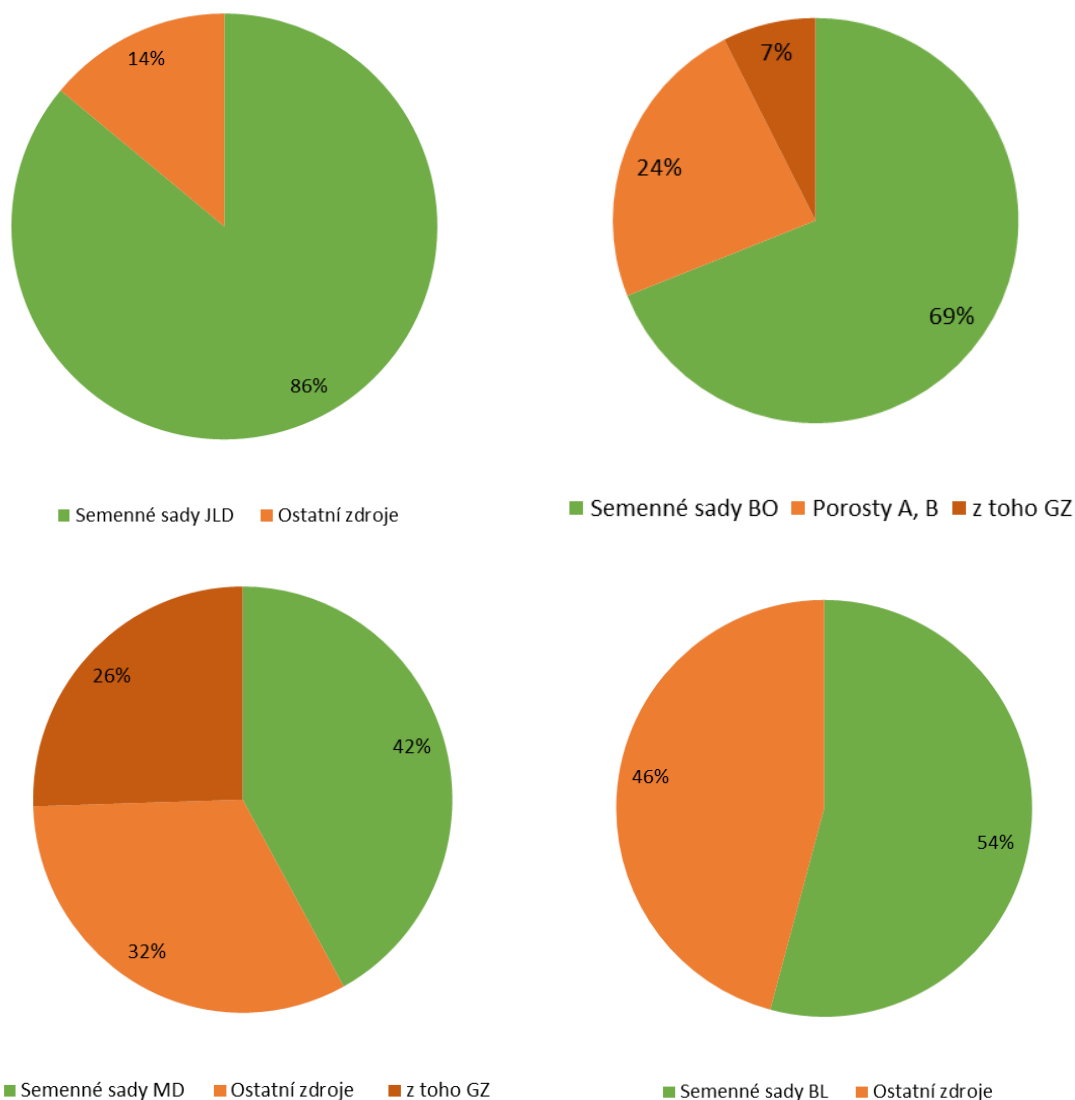
Využití semenných sadů u LČR, s. p.

Uznání semenného sadu je podmíněno jeho plodností, na které se podílí nadpoloviční většina zastoupených klonů a potřebným zastoupením klonů (ortetů) s dobrým zdravotním stavem. Proces uznávání semenného sadu za zdroj kvalifikovaného RMLD, provádí na základě žádosti vlastníka pověřená osoba, na dobu platnosti 10 let. Po uplynutí doby platnosti uznání semenného sadu, vlastník musí požádat pověřenou osobu o nové uznání. Doklad o uznání

semenného sadu za kvalifikovaný zdroj RMLD, který vystavuje pověřená osoba, obsahuje údaje o uznání zdroje RMLD, dobu uznání a evidenční číslo uznané jednotky. Součástí uznání je také rozsah použití osiva ze semenného sadu - stanovení přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů.

V příloze č. 2 je uvedeno grafické znázornění celkových sběrů semenné suroviny za období 2011-2016 u vybraných druhů dřevin u LČR, s. p. Mezi nejvíce využívané patří semenné sady borovice lesní, nejen z pohledu objemu sběrů, ale také ve srovnání se sběry i z ostatních uznaných zdrojů RMLD.

Příloha č. 2



Semenné sady vyšších generací u LČR, s. p.

Založení semenného sadu klade vysoké nároky na odborné znalosti, je časově náročné a velmi nákladné, proto se očekává, že v budoucnu přinese zisk, který vložené prostředky nejenom

vrátí ale i zhodnotí. Semenné sady první generace tyto požadavky naplňují pouze částečně. Založení semenného sadu druhé generace je nadějí, že se očekávání naplní. Proto již před více než 25 lety byly zakládány testovací výsadby potomstev semenných sadů modřínu, borovice, smrku a olše.

Potenciál dobře založených a evidenčně podchycených starších testovacích ploch potomstev klonů borovice lesní ze semenných sadů k získání podkladů pro založení semenných sadů druhé generace využila Česká zemědělská univerzita v Praze. V rámci projektu „Zakládání semenných sadů vyšších generací u borovice lesní s využitím kombinace kvantitativně a molekulárně genetických metod“ (2009-2013), provedla biometrická měření všech jedinců v polosesterských výsadbách na čtyřech lokalitách (Nepomuk, Skelná Huť, Jindřichův Hradec a Třeboň). Z naměřených dat následovala kvantitativně-genetická analýza s odhadem šlechtitelských hodnot všech jedinců, tzn. rodičovských stromů a jednotlivých potomstev. Byla provedena předběžná selekce a odběr vzorků pro analýzy DNA. Na podkladě podrobných molekulárně-genetických výstupů byla provedena rekonstrukce rodokmene. Stručně uvedený nástin metodických postupů je výsledkem originální vědecké práce prof. Lstibůrka a kolektivu autorů na FLD ČZU v Praze.

Konečným výstupem vyhodnocení všech měření, porovnávání a genetických analýz bylo vylišení celkem 20 selektovaných jedinců ze dvou testovacích výsadeb pro odběr roubů k založení semenného sadu druhé generace v západních Čechách a 20 selektovaných jedinců opět ze dvou testovacích ploch k založení semenného sadu druhé generace v jižních Čechách. Následoval výběr vhodných lokalit in-situ, pro založení sadů a projekty výsadby, které byly také součástí výstupů výzkumného úkolu. V zimním období 2014/2015 byly z vybraných jedinců odebrané rouby a v současné době probíhá dopěstování rametů a příprava ploch pro výsadbu na jaře roku 2017.

Od dubna tohoto roku také běží ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze projekt NAZV „Zabezpečení kvalitních genových zdrojů s ohledem na požadavky společnosti a změnu klimatu (doba řešení 2016-2018)“. Jedním z výsledků tohoto projektu bude založení poloprovozních testovacích výsadeb dalších 9 semenných sadů borovice lesní u LČR, s. p.

Adresa autora:

Ing. Remeš Michal

Lesy České republiky, s.p.

Semenářský závod, 517 21 Týniště nad Orlicí

remes.lz71@lesy.cz

MOŽNOSTI DLOUHODOBÉHO SKLADOVÁNÍ SEMEN V SEMENÁŘSKÉM ZÁVODĚ V TÝNIŠTI NAD ORLICÍ A DALŠÍ SLUŽBY PRO PĚSTITELE REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU A VLASTNÍKY LESA

Zuzana Neznajová

Anotace

Lesy České republiky, s.p. zajišťují umělou obnovu lesa na cca 8 000 ha ročně. K tomu je třeba zajistit dostatečné množství sadebního materiálu resp. osiva pro jeho napěstování. Současně Lesy České republiky, s.p. obhospodařují 82 % uznaných zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin (94% v kategorii identifikovaný a 71% v kategorii selektovaný) a 90% semenných sadů (kategorie kvalifikovaný) což je cca 200 tis. ha.

Na zajištění dostatečného množství osiva má nejzásadnější vliv dostatečná úroda a kvalita semenného materiálu, který je třeba zajistit jak pro výsevy v roce sběru, tak pro potřeby let s nízkou nebo žádnou úrodou. K tomu je semenářský závod vybaven dostatečnou kapacitou jak zpracovatelskou tak i skladovací a služby s tímto spojené nabízí i ostatním vlastníkům lesa.

Klíčová slova: *semenný materiál, zpracovatelská kapacita, služby v oblasti semenářství*

Semenářský závod v Týništi nad Orlicí má za sebou již více než 40 let, kdy zajišťoval služby v oblasti lesního semenářství, nejdříve pro všechny podniky státních lesů a po roce 1989 jak pro státní lesy, tak i pro soukromé subjekty, zabývající se školkařskou činností.

V počátcích byl závod zaměřen hlavně na zpracování jehličnanů, postupně se jeho činnost rozšiřovala i do oblasti zpracování listnáčů, především bukvic a žaludů. Zároveň nabízíme všechny činnosti, spojené s předosevní přípravou a ošetřováním semenného materiálu fungicidy proti houbovým patogenům.

V současnosti zajišťuje semenářský závod v souladu s „Koncepcí zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin u Lesů České republiky, s.p. na období 2010 – 2019“ tyto činnosti v oblasti nakládání s genovými zdroji jako např.:

- proces uznávání a péče o zdroje reprodukčního materiálu lesních dřevin,
- sběr, zpracování a skladování dostatečného množství reprodukčního materiálu jak pro potřeby vlastní obnovy lesa, tak i ostatních vlastníků lesa,
- uvádění reprodukčního materiálu do oběhu – veškerý obchod se semennou surovinou a osivem je uskutečňován prostřednictvím semenářského závodu,

- poradenskou činnost v oblasti nakládání s reprodukčním materiálem pro všechny zájemce, zejména pro drobné vlastníky lesa.

Služby v oblasti zpracování jehličnanů s ohledem na dlouhodobé skladování.

Skladování semenné suroviny

Semenářský závod disponuje dostatečnou kapacitou pro uskladnění semenné suroviny (šišek) a to jak v dřevěných boxech pro smrk a borovice, tak na dřevěných plochách pro šišky s vysokým obsahem vody, jako je jedle, douglaska nebo vejmutovka, kde je surovina ložená ve slabé vrstvě a pravidelně se prohazuje. Samozřejmostí je oddělené skladování jednotlivých oddílů o hmotnosti v řádech kg i v řádech tun.

Sklad má speciálně upravenou konstrukci kombinovanou s žaluziemi a surovina tak přirozeně prosychá díky neustálému proudění vzduchu. Zároveň probíhá posklizňové dozrávání, které je žádoucí pro dosažení maximální kvality vyluštěného osiva.

Při příjmu suroviny věnujeme pozornost kvalitě šišek i způsobu dopravy, kdy dodavatel je upozorněn na případné možné problémy při přepravě šišek v igelitových pytlích nebo podíl starých šišek mezi čerstvými.

Již při vlastním sběru lze eliminovat nízkou výtěžnost vyloučením šišek poškozených hmyzem (je patrné zasmolení a deformovaný tvar) nebo těch, které na řezu vykazují vysoký podíl prázdných semen.

Zpracování suroviny - luštění

Samotné luštění probíhá na základě požadavků zákazníků, včetně tzv. přednostního luštění. I v případě požadavku na přednostní luštění doporučujeme ponechání alespoň tří týdnů na proschnutí semenné suroviny a dozrání semen.

Zpracování šišek jedle

Jsou tři možnosti pro použití osiva, každá z nich vyžaduje jinou technologii zpracování:

a) osivo určené k podzimnímu výsevu – ihned po sběru – pro osivo jde o optimální způsob, je zde však nebezpečí poškození klíčících semenáčků pozdními mrazíky na jaře.

b) osivo pro výsev první jaro po sklizni – vyžaduje řádné uskladnění osiva a předosevní přípravu. Vyčištěné osivo se skladuje přes zimu za stálé péče (provzdušňování) při teplotě cca +3°C a vlhkosti 18 %. Před plánovaným termínem výsevu je třeba provést cca 1 měsíční předosevní přípravu - stratifikaci, která je nutná pro překonání klíčního klidu.

c) **osivo pro výsev rok a déle po sběru** – dlouhodobé skladování – využívá se co nejvyšší kvality osivo. Postupně se u přečištěného osiva snižuje vlhkost na cca 10%, uzavře se do neprodyšných obalů a skladuje se při teplotě -7°C. Doba skladovatelnosti je optimální 3 -5 let, u kvalitního osiva i déle. Vyskladnění pak probíhá pozvolně s postupnou aklimatizací na teplotu +3°C po dobu 24 hodin. Před výsevem je nutná stratifikace stejně jako u osiva

vysévaného na jaře po sklizni. Doba stratifikace se ale pohybuje v rozmezí 50 – 60 dnů. Jinou možností je podzimní výsev zamraženého osiva, ovšem s rizikem poškození jarními mrazíky nebo likvidací části výsevů hraboši.

Zpracování semenného materiálu ostatních jehličnanů

Šišky smrku, borovice, modřínu a ostatních jehličnanů se zpracovávají v luštírenských komorách. Lušτίrna je vybavena dostatečnou kapacitou luštírenských komor pro oddělené luštění oddílů šišek o vyšších hmotnostech i zařízením pro malé oddíly v řádech kilogramů. V případě potřeby luštění více menších partií využíváme novou sušící a luštící linku BCC, pořízenou v roce 2011

Vyluštěné osivo prochází předčištěním, odkřídlením a čištěním. Čistotu osiva průběžně vyhodnocujeme tak, aby bylo distribuováno nebo skladováno osivo s maximální čistotou. Kontrolu procesu čištění provádíme v naší provozní laboratoři, která je vybavena kompletně pro všechny základní zkoušky kvality osiva.

U osiva se před skladováním zároveň kontroluje vlhkost. Konečný rozbor před uložením do chladicího nebo mrazicího zařízení provádí VÚLHM, v.v.i., stanice semenářská kontrola v Kunovicích – akreditovaná laboratoř.

Skladování čistého osiva

Veškeré vyluštěné osivo skladujeme v klimatizovaných skladech při teplotách vhodných pro dlouhodobé nebo krátkodobé skladování. V průběhu skladování odebíráme průměrné vzorky, u vlastního osiva určeného k prodeji je zasíláme do akreditované laboratoře, u osiva našich zákazníků provádíme rozbor kvality v naší provozní laboratoři a na požádání je také zasíláme do akreditované laboratoře (v případě, že zákazníci osivo uvádějí do oběhu).

Předosevní příprava

Před expedicí osiva jehličnatých dřevin provádíme na přání majitelů jednoměsíční předosevní přípravu, která zajistí stejnoměrnost vzcházení a podporuje zvýšení energie klíčení. Doporučujeme ji zejména u oddílů osiva s nízkou energií klíčení. Také je vhodné připravit osivo i pro výsevy do sadbovačů - v tomto případě je nutné výsevy provádět bezprostředně po expedici (zachování vlhkosti osiva, které prošlo předosevní přípravou).

Třídění

Součástí expedice je i třídění u nás uloženého osiva. Třídění opět využívají zákazníci, kteří potřebují co nejvyšší kvalitu osiva pro výsevy do sadbovačů. Samozřejmě, třídění lze provést u menšího množství na počkání, na základě předchozí dohody.

Služby v oblasti zpracování listnáčů

V současnosti v semenářském závodě zpracováváme všechny druhy listnatého osiva a to zejména z uznaných zdrojů LČR. Hlavní podíl zpracovávané suroviny pro zákazníky tvoří

bukvice – jak čištění a skladování, tak i předosevní příprava a v poslední době i žaludy, které lze skladovat optimálně do další sezóny, ale i déle.

Zpracování bukvic

U buku je postup zpracování určen, obdobně jako u jedle, dobou výsevu po sklizni:

a) pro výsev ihned po sběru se sebraná semenná surovina dodává přímo do školek bez úprav, obvyklá čistota semenné suroviny je až 98%, jediná nevýhoda je, že v době výsevu není známa kvalita a obtížně se stanovuje optimální výsevová dávka. Výsevy jsou také ohroženy jarními mrazy i hlodavci.

b) pro výsev na jaře dalšího roku po sběru se osivo pročistí a uskladní v klimatizovaném skladu při teplotě v rozmezí 4 – 5 °C a vlhkost se udržuje na 20%. Protože bukvice patří k semenům s klíčním klidem, vyžaduje před výsevem předosevní přípravu dlouhou cca 2 měsíce. Důležitý je údaj o tom, zda osivo bylo při sběru plaveno, v takovém případě předosevní příprava trvá kratší dobu. Pro stanovení optimální délky stratifikace a pro určení data zahájení využíváme stratifikační křivky, zpracované na základě zkoušek kvality v laboratoři.

c) pro výsevy v letech neúrody je možné skladovat bukvice až 10 let, optimální je využít dlouhodobě skladované bukvice v průběhu 4 – 5 let. Základem je skladovat to nejkvalitnější osivo. Dále pro dlouhodobé uskladnění není vhodné plavené osivo.

Bukvice po pročištění projdou pozvolným sušením až na 10 – 8% vlhkosti při nízkých teplotách (max. 22°C). Vysušená semena jsou balena do neprodyšných obalů a zmrazena na skladovací teplotu -7°C. Sušení velkých objemů probíhá na sušičce Heindl a menší množství v komorové sušičce BCC. Pro podzimní výsevy lze použít osivo po aklimatizaci přímo bez předosevní přípravy. Pro jarní výsevy trvá stratifikace 3 – 4 měsíce, proto požadavek na expedici musí přijít v dostatečném předstihu. U stratifikovaného osiva je nutný osobní odběr (vysoký obsah vody v semenech) a rychlá přeprava k výsevům. Osivo po výsevu pak musí být pod závlahou.

Zpracování žaludů

Žaludy ke skladování procházejí nejdříve plavením a následně ošetřením termoterapií, kterou provádíme i pro zákazníky, kteří následně nepožadují jejich uskladnění.

Termoterapie probíhá na lince BCC a je důležitou ochranou proti hlízence žaludové (*Ciboria batschiana*), která je jedním nejnebezpečnějším nekrotrofním parazitem žaludů, který není možné zlikvidovat klasickým mořením, ať už suchým nebo mokrým. Hlízenka napadá zdravé žaludy velmi rychle po opadu a po výsevu je schopna zlikvidovat i celé záhony.

Žaludy ošetřené termoterapií se skladují metodou podle „Suszka“ v plastových sudech při udržování vysoké vlhkosti (nesmí klesnout pod 40%), se zajištěným přístupem vzduchu a při teplotě v rozmezí -2 až -3°C. Samozřejmostí jsou rozborů kvality i zdravotní rozborů.

Zpracování ostatních listnáčů

Zpracováváme jak listnáče, kde probíhá uskladnění na vzdušných plochách. Následuje čištění a třídění osiva (lípy, jasanů, habrů, javorů) na upravených zemědělských strojích jako je mlátička pro oddělení jednotlivých nažek nebo čistička a třídička Petkus.

Pro zpracování dužnatých plodů jako jsou jablka, hrušky, jeřáby a třešně, případně plody keřů využíváme mixér, lis, a následně různá proplachovací síta a v konečné fázi čištění laboratorními třídičkami Westrup.

I toto osivo při výsevech v další sezóně po sběru potřebuje stratifikaci, kterou provádíme obvykle bez média. Osivo lip, jasanů, habru nebo třešně požaduje kombinovanou, osivo javoru studenou a poměrně dlouhou stratifikaci, proto je třeba požadavky na stratifikaci objednávat v dostatečném předstihu, nejlépe do srpna běžného roku pro jarní výsevy následujícího roku a objednávka musí obsahovat předpokládaný termín výsevu.

Stratifikované osiva nezasíláme poštou, je nutný osobní odběr, kdy zákazník zkontroluje stav osiva a je upozorněn na nutnost udržování dostatečné závlahy po výsevu.

Další služby, poskytované pěstitelům reprodukčního materiálu a vlastníkům lesa:

- prodej osiva všech lesních dřevin (samozřejmě s ohledem na úrodu a tím i možnost doplnění zásob) v souladu s platnou legislativou,
- prodej osiva okrasných dřevin,
- prodej hnízdních budek jako součást biologické ochrany lesa,
- zajištění sběru a dodání semenné suroviny dřevin přímo do školky zejména u dřevin jedle, buk, duby a jilmy,
- exkurze a prohlídky s ukázkami zpracování semen,
- poradenská činnost.

Komunikaci s koncovým uživatelem našich služeb, což je obvykle školkař, zajišťujeme zejména přes metodiky – specialisty pro genetiku, kteří spravují určitou oblast republiky a jejich úkolem je i metodické vedení lesních správ v oblasti nakládání s reprodukčním materiálem, spolupráce s pověřenou osobou (ÚHÚL) a s pěstiteli sadebního materiálu, Shromažďují požadavky zákazníků na zajištění semenného materiálu, plánují a organizují sběry ze stojících stromů, spravují semenné sady a ostatní zdroje reprodukčního materiálu.

Dalším pracovníkem, který je v kontaktu se zákazníkem je vedoucí luštnírně, který zajišťuje zejména příjem semenného materiálu ke zpracování, průběh luštění a uskladnění vyluštěného osiva včetně následné expedice dle pokynů odbytu. Zajišťuje všechny činnosti spojené se zpracováním i uskladněním vyluštěného osiva.

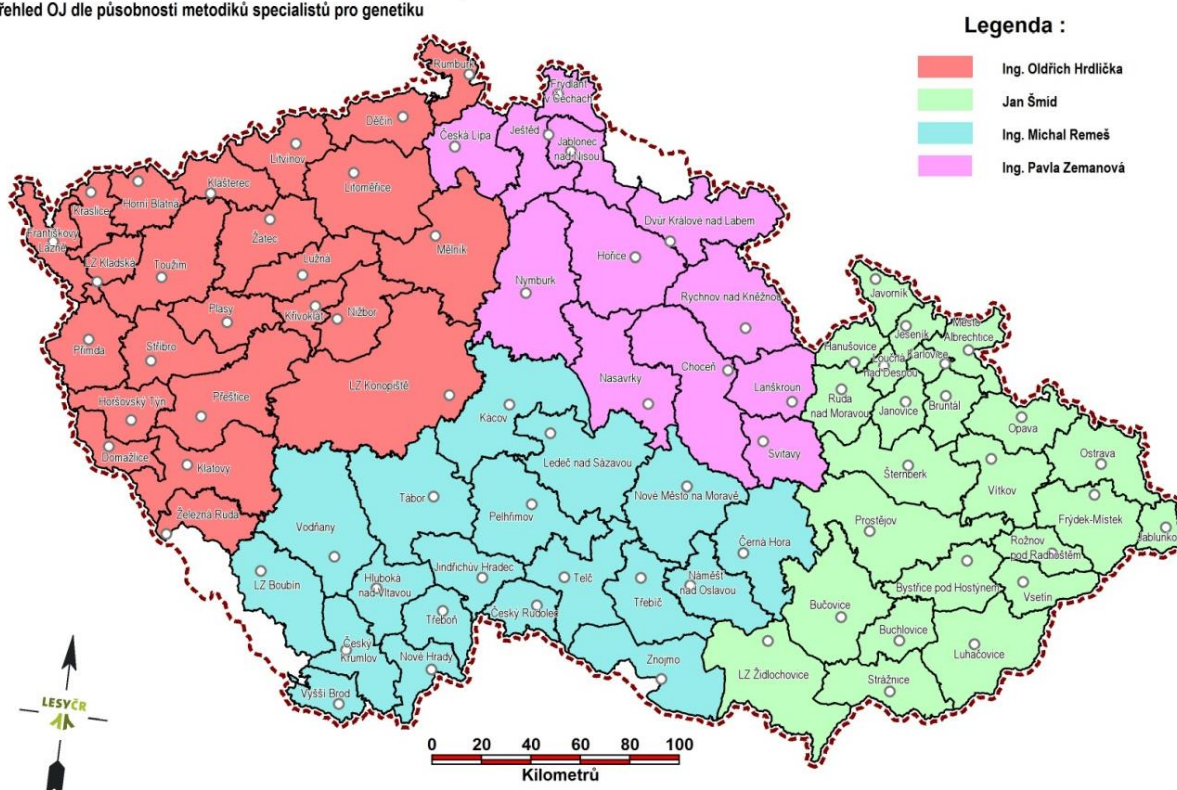
Prodej osiva a zpracování objednávek se zákazníky řeší pracovníci odbytu. Požadavky na zpracování provozních rozborů, měření vlhkosti apod. zajišťuje vedoucí laboratoře, která zároveň řídí a kontroluje průběh stratifikací tak, jak dostane požadavky zákazníků zpracované z odbytu.

Metodik specialista pro genetiku	Ing. Michal Remeš	remes.lz71@lesycr.cz	725 472 226
	Jan Šmíd	jurasek.lz71@lesycr.cz	724 257 628
	Ing. Oldřich Hrdlička	hrdlicka.lz71@lesycr.cz	724 524 643
	Ing. Pavla Zemanová	zemanova.lz71@lesycr.cz	725 257 688
Vedoucí luštnírný	Leon Horský	horsky.lz71@lesycr.cz	725 257 284
Vedoucí laboratoře	Radka Grimová	grimova.lz71@lesycr.cz	725 184 509
Odbyt	Ema Kavuláková	kavulakova.lz71@lesycr.cz	725 879 730

Mapa: Přehled území ve správě jednotlivých metodiků – specialistů na genetiku

LESY ČESKÉ REPUBLIKY, s.p.

Přehled OJ dle působnosti metodiků specialistů pro genetiku



Adresa autora:

Ing. Zuzana Neznajová

Lesy České republiky, s.p.

Semenářský závod, 517 21 Týniště nad Orlicí

neznajova.lz71@lesycr.cz

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ NÁSTROJŮ MOLEKULÁRNÍ GENETIKY V LESNICTVÍ

Jiří Korecký

Anotace

Průspěvek podává stručný přehled o vývoji genetiky a popisuje možnosti využití molekulárně-genetických metod v lesnické praxi.

Klíčová slova: vývoj genetiky, mikrosatelitové markery, analýza rodičovství – ověřování původu

Vývoj genetiky

Úvahy o podstatě genetiky, tedy o pravidlech a mechanismech přenosu „podobnosti“ z rodičů na potomky, provází lidstvo od nepaměti. Již v dochovaných dílech antických myslitelů, z těch známějších to byli například Aristoteles či lékař Hippokratés, najdeme úvahy věnované těmto otázkám. Středověk nepřinesl v rozvoji poznání v této oblasti příliš velký pokrok, až do novověku například přetrvávala představa o samoplození živočichů. Období od druhé poloviny 19. století až do dnešních dnů je ale dobou převratných objevů a bouřlivého rozvoje této vědní disciplíny.

Opomenout rozhodně nemůžeme českého rodáka Johanna Gregora Mendela, který je na celém světě dodnes považován za jednu z nejvýznamnějších osobností genetiky. Mendel popsal pravidla přenosu genů pro některé znaky a položil tak základ správného chápání základních mechanismů přenosu a uchování genetické informace.

Celé dvacáté století pak bylo dobou významných objevů – od lokalizace genetické informace v buňce až po objasnění molekulárních mechanismů jejího uchování, přenosu a rekombinace. V druhé polovině minulého století započal velmi rychlý vývoj techniky a přístrojového vybavení. Přístroj pro analýzu genetické struktury, který před několika dekádami zabíral celé místnosti, dnes nemusí být větší než mobilní telefon. S pokrokem je také spojeno významné snižování nákladů, což lze velmi dobře demonstrovat na příkladu zjišťování struktury lidského genomu, tedy celkové genetické informace člověka. První analýza genomu byla provedena konsorciem výzkumných týmů z celého světa, trvala více než 10 let a celkové náklady byly odhadnuty na přibližně tři miliardy dolarů. Dnes se analýza celé genetické informace člověka provádí rutinně a náklady se blíží částce 1000 dolarů. Studium částečné genetické informace, kterou lze při dodržení určitých pravidel použít místo celkové genetické informace, je dnes finančně natolik nenáročné, že je reálné uvažovat o jejím využití i pro potřeby provozního lesnictví.

Možnosti využití genetických metod v lesnictví

Lesnickou legislativou jsou poměrně jednoznačně definována pravidla povoleného přenosu sadebního materiálu s důrazem na využívání materiálu pocházejících z konkrétních, tedy jasně definovaných zdrojů. Byť současné vědecké poznání v oblasti molekulární biologie umožňuje aplikaci metod, které mohou deklarovaný původ sadebního materiálu ověřit, nejsou tyto postupy dostatečně rozpracovány a lesnickým provozem využívány. Deklarovaný původ tak není možno potvrdit - je definován pouze průvodní dokumentací osiva a sadebního materiálu. V některých případech vzniká důvodné podezření rozporu mezi skutečným stavem a průvodní dokumentací, lesnický provoz však nedisponuje efektivními nástroji pro ověření této domněnky.

V dnešní době je však technicky možné realizovat studie, které jsou v podstatě obdobou sestavení genetického profilu při ověřování identity či příbuznosti v humánní genetice a kriminalistice. Při těchto studiích jsou využívány tzv. genetické markery, kdy je analyzována pouze část celkové genetické informace, přičemž algoritmus výběru nejvhodnějších úseků není fixní. Proto je potřebné pro každou dřevinu jednoznačně definovat a také dodržovat protokol analýzy, aby postupně získávaná data byla vzájemně porovnatelná. Opět je zde možné spatřovat určitou paralelu s kriminalistikou, kde je také přesně definován standardizovaný soubor ověřovaných úseků DNA, který tak umožňuje vytvořit celosvětově kompatibilní databázi DNA profilů osob.

Většina vyšších rostlin je diploidních, což znamená, že si ve svých buňkách nese jednu sadu genů od matky a druhou od otce. Tyto sady si jsou velmi podobné, jelikož obsahují stejné geny, nesou informaci pro stejné znaky. Celkový projev konkrétního znaku pak vzniká spolupůsobením genů od otce a od matky. Tyto geny mohou být buď stejného typu (např. obě formy genu, tzv. alely, způsobují červenou barvu květu) nebo odlišného typu (jedna alela genu způsobuje bílou barvu květu, druhá alela pak barvu červenou). V prvním případě se jedinec označuje jako homozygot (obě alely jsou stejné), ve druhém případě jako heterozygot (alely jsou odlišné).

K vytvoření genetického profilu se využívá analýza repetitivních nukleotidových sekvencí DNA nazývaných mikrosatelity nebo také SSRs markery. Jedná se o kodominantní neutrální markery vykazující vysokou míru polymorfismu (variability) i na úrovni příbuzných jedinců v populaci. Termínem marker se rozumí vhodně zvolený úsek molekuly DNA, jehož genetická informace reprezentuje celkovou genetickou informaci jedince. Konkrétní alela v případě mikrosatelitů odpovídá počtu opakování daného nukleotidového motivu. Díky své vysoké informační hodnotě a dědičnosti podle pravidel Mendelových zákonů jsou tyto repetitivní úseky DNA vhodným nástrojem pro studium diverzity, testování rodičovství a ověřování příslušnosti.

Pro zviditelnění mikrosatelitového úseku genomu se využívá metoda polymerázové řetězové reakce (PCR), kdy dojde k namnožení tohoto variabilního úseku v takové míře, že jej lze analyzovat pomocí separace fragmentů DNA v elektrickém poli. Takto zviditelněný fragment si lze představit jako alelu, tedy konkrétní formu (části) genu. Byť z pohledu funkce není tato definice přesná, neboť mikrosatelitové úseky se nachází téměř vždy v úsecích DNA, kde není zapsán žádný konkrétní znak.

Popis principu analýzy variabilních oblastí DNA

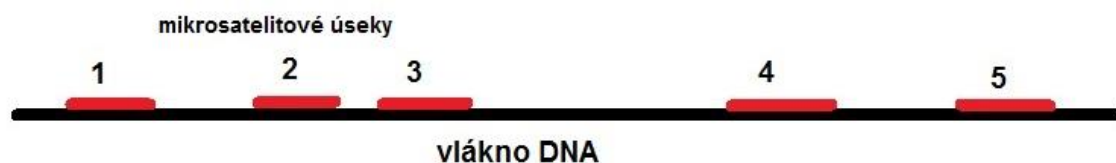
Na schématu níže je znázorněna částečná genetická informace dvou stromů se zvýrazněním variabilního mikrosatelitového úseku (základní repetice je motiv AT)

Strom 1: vlákno a) -A G A T C G **A T A T A T A T A T A T** G C A C G T A – (6 rep.)
 vlákno b) - A G A T C G **A T A T A T A T A T A T** G C A C G T A – (6 rep.)
Strom 2: vlákno a) - A G A T C G **A T A T A T A T A T** G C A C G T A – (5 rep.)
 vlákno b) - A G A T C G **A T A T A T** G C A C G T A – (3 rep.)

Tento stav interpretujeme tak, že strom 1 je homozygot ve studovaném úseku, tedy že alely na obou vláknech DNA (jedno z vláken pochází od matky, druhé od otce) jsou stejné, mají tedy stejný počet repetice a tudíž stejnou celkovou délku studovaného úseku DNA (stav označíme jako alely 6 a 6). Strom 2 je ve studovaném úseku heterozygot, jelikož jedno vlákno obsahuje 5 repetice a druhé vlákno 3 repetice (alely 5 a 3). Vidíme tedy, že stromy 1 a 2 nesou odlišnou genetickou informaci, mají odlišný genotyp. Mohlo by se však stát, a poměrně často se stává, že zjištěný počet repetice na analyzovaném úseku bude u obou stromů stejný, ale budou se lišit v jiné, nestudované části genomu. Na základě analýzy jednoho úseku by pak mohlo dojít k formulaci mylného závěru, že tyto dva stromy jsou geneticky identické. Ve skutečnosti by ale byly odlišné, jen se nám tuto odlišnost nepodařilo zachytit.

Je proto třeba provést analýzu mikrosatelitových repetice na více místech v molekule DNA, často na 10 či i více úsecích současně (Obr. 1).

Obr. 1: Schématické znázornění vlákna DNA s pěti mikrosatelitovými úseky



Výsledná tabulka získané genetické informace by pak pro pět stromů, které byly zkoumány na pěti variabilních úsecích, vypadala například takto (Tab. 1).

Tab. 1: Tabulka genotypů – 5 stromů analyzovaných na 5 mikrosatelitových úsecích

Strom	úsek 1		úsek 2		úsek 3		úsek 4		úsek 5	
1	6	6	6	4	8	6	6	4	10	8
2	6	6	6	4	4	4	6	6	10	8
3	6	6	6	4	8	6	6	4	10	8
4	10	4	8	2	8	4	10	6	10	8
5	10	4	8	0	4	4	6	8	8	8
6	10	4	8	8	4	4	6	10	8	8

Pokud se zaměříme pouze na úsek 1 a ostatní úseky budeme prozatím ignorovat, můžeme rozdělit stromy pouze do dvou geneticky odlišných skupin. Stromy 1,2 a 3 mají na úseku 1 identický genotyp - dvě alely 6. Druhou skupinu tvoří stromy 4,5 a 6, které mají genotyp s alelami 10 a 4.

Až interpretace všech úseků současně poskytuje velmi silnou informační a diskriminační hodnotu. Jako identicky shodné, tedy klony, se v případě současného posouzení na všech úsecích jeví již pouze stromy 1 a 3. Shodný genotyp mohou mít pouze jedinci vzniklí vegetativním množením, půjde tedy o dva identické klony. Pokud bychom provedli analýzu ještě na vyšším počtu variabilních úseků, je prvek náhody statisticky již téměř vyloučen.

Popsaný princip je podstatou ověřování původu sadebního materiálu. Předpokladem je, že z deklarované rodičovské populace může být odebrán čerstvý rostlinný materiál ke genetickým analýzám.

Vraťme se zpět k tabulce 1 a pro ilustraci principu si představme situaci, při které je strom 6 sazenicí a stromy 1 až 5 patří do skupiny potenciálních rodičů. Otázka zní, zda jsme schopni na základě uvedených genetických dat říci, zda je některý ze stromů s téměř 100% mírou statistické pravděpodobnosti rodičem nebo zda můžeme rodičovství sazenice 6 se stromy 1 až 5 vyloučit.

Připomeňme, že každý jedinec získal jednu alelu (v tomto případě konkrétní počet repetice) od jednoho rodiče a druhou od druhého rodiče. Již při porovnání úseku 1 můžeme vyloučit rodičovství stromů 1, 2 a 3, jelikož zde není žádná alelová shoda, počty repetice jsou odlišné. To znamená, že sazenice (strom 6) musela mít rodiče, kteří mají na úseku 1 počet repetice 10 či

6. Rodiči stromu 6 tedy mohou být stromy 4 a 5. Kdybychom posuzovali opět pouze úsek 1, je možná také varianta, že jedinec 6 je klonem některého ze stromů 4 nebo 5 a nebo že jde o inbredního jedince. Pokud ale posoudíme všech 5 úseků, je závěr jednoznačný - strom 6 je potomkem stromů 4 a 5.

Slovo na závěr

Je důležité poznamenat, že myšlenka paušálního ověřování původu veškerého sadebního materiálu není ekonomicky odůvodnitelná a molekulárně-genetické metody je vhodné používat s uvážením. Nicméně je přínosné vědět, že v konkrétních situacích, kdy existuje důvodné podezření rozporu skutečnosti s deklarovaným stavem, je k dispozici velmi účinný nástroj. A už jen obecné povědomí o tom, že tyto metody existují a jejich využití v lesnickém provozu je realizovatelné, může významně přispět ke snížení transferu osiva a sadebního materiálu z legislativně nevhodných či nelegálních zdrojů.

Adresa autora:

Ing. Jiří Korecký, Ph.D.
Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin
Fakulta lesnická a dřevařská
Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbátka
korecky@fld.czu.cz

**LESNÍ ŠKOLKY JAKO PŘEDPOKLAD ROZVOJE MODERNÍCH
ŠKOLKAŘSKÝCH TECHNOLOGIÍ POHLEDEM OBCHODNÍ SPOLEČNOSTI
LESOŠKOLKY S. R. O. ŘEČANY NAD LABEM**

Přemysl Němec

Úvod

Předkládaný diskusní příspěvek je určen účastníkům oborového školkařského semináře „Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví I.“, který pod gescí ministerstva zemědělství České republiky pro nejširší odbornou veřejnost zorganizovalo Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (zkr. SLŠ ČR) ve školkařském středisku *Vlčí luka* (místo a datum konání semináře: Třeboň, 22. června 2016). Záměrem příspěvku je postihnout vybrané aspekty rozvoje lesního semenářství v podmínkách tuzemských obchodních lesních školek a dále upozornit na některé současné problematické skutečnosti, které v hospodářské praxi vyžadují změnu, resp. inovativní řešení. Část předkládaného příspěvku zahrnuje také popis zkušeností, získaných v letech 2012–2015 s předosevní přípravou semen a plodů vybraných druhů listnatých dřevin při pěstování 1letých krytokořenných semenáčků nové výškové třídy 51–80 cm. Jednalo se o výzkumný projekt TA02020335 „Produkce a užití jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm“, který finančně podpořila Technologická agentura České republiky.

Důsledky kolísavé poptávky

Poptávku po osivu lesních dřevin předurčuje aktuální poptávka po sadebním materiálu lesních dřevin (zkr. SMLD), resp. po jeho druhové skladbě a množství. Druhy dřevin, které jsou preferovány pro obnovu lesa a pro zalesňování, určují především vlastníci a správci lesa a priority jejich pěstebních záměrů. Pokud je poptávka po jednotlivých druzích dřevin ve střednědobém časovém horizontu ustálená, tak vcelku nemívají obchodní lesní školky problém zajistit poptávaný SMLD. Disproporce nastávají teprve v případech, kdy se z roku na rok poptávka po SMLD skokově změní. Za takové situace je nereálné, aby lesní školkaři dokázali na náhlou změnu požadavků adekvátně (tj. bezprostředně a rychle) zareagovat. Vždyť například v případě jedle bělokoré může dojít k tomu, že mezi sběrem šišek a expedicí sazenic pro výsadbu uplyne i více než osm let. Takže skokově zvýšenou poptávku po některé dřevině obvykle doprovází nedostatek daného sadebního materiálu na trhu; naopak náhle snížená poptávka po některém druhu dřeviny jde vždy na vrub školkaře a přináší mu nemalou ekonomickou ztrátu. Ani jeden z uvedených krajních případů ale není žádoucí a rozvoji

lesního hospodářství neprospívá. Proto je velice důležitá vzájemná komunikace mezi pěstiteli a uživateli SMLD. Především taková, která je zaměřená na prognózování víceletých trendů při obnově lesa, na kvantifikaci budoucích odbytových závazků nebo alespoň na odhad skladby a na zvážení možnosti uplatnění pro rozpěstovaný SMLD.

Správa zdrojů reprodukčního materiálu

Podle zákona č. 149/2003 Sb., *o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin)* ve znění pozdějších předpisů (zkr. ZORM) se rozlišuje reprodukční materiál lesních dřevin (zkr. RMLD) v kategoriích identifikovatelný, selektovaný, kvalifikovaný, testovaný a geneticky modifikovaný. V České republice (ČR) nachází nejčastěji uplatnění RMLD kategorie identifikovaný (listnaté druhy dřevin) a selektovaný (jehličnany). Obdobně tomu tak bývá i ve většině evropských zemí. Oproti lesnický vyspělým zemím Evropské unie (EU) nicméně ČR částečně zaostává ve využívání semenných sadů, tedy u RMLD (zdrojů osiva) kategorie kvalifikovaný.

Jednotliví vlastníci lesa přistupují ke správě a využívání zdrojů osiva značně rozdílně. Jsou mezi nimi aktivní subjekty, které své zdroje RMLD mají řádně uznané (kategorizované podle ZORM), umožňují na nich sběr a nechávají si na zakázku v obchodních lesních školkách SMLD napěstovat. Další umožňují ve svých porostech sběr osiva za úplatu. Jsou však i vlastníci lesa, kteří si vlastněné zdroje RMLD úzkostlivě chrání a využívají je pouze ke své potřebě. V neposlední řadě ovšem existují i lesní majetky, kde nejsou uznané žádné zdroje RMLD. Bývá to většinou pro nevyhovující původ porostů, ovšem někdy i z důvodu neochoty se administrativou uznávání zdrojů RMLD a semenářskou činností zabývat.

S ohledem na výměru spravovaných lesních majetků je v ČR dominantním správcem zdrojů RMLD státní podnik Lesy ČR (zkr. LČR). Během několika posledních let došlo s novou vzájemnou iniciativou a spolu s přehodnoceným přístupem současného vedení Semenářského závodu LČR (SZ Týniště nad Orlicí) k výraznému zlepšení komunikace se školkaři. Avšak celý obor lesního semenářství je úzce závislý také na vnějších vlivech (zejména na průběhu počasí), takže ani přes veškerou vstřícnost je nereálné očekávat, že by samotné Lesy ČR byly bez spoluúčasti ostatních vlastníků lesních majetků schopny v celé šíři pokrýt v ČR poptávku po osivu.

Biologický rámec dostupnosti reprodukčního materiálu

Z pohledu praktického zajišťování osiva u základních (obvyklých) druhů dřevin, nebývá zásadním problémem dostupnost osiva jehličnatých dřevin jako je smrk, borovice, jedle nebo

modřín, a to i přesto, že ZORM stanovuje, že pro obnovu lesa a zalesňování není možné využít zdroje kategorie identifikovaný (neplatí u jedlí). V poslední době bývá obtížným zajišťování dostatečného množství osiva u listnatých druhů dřevin, zejména pak u dubů a u buku lesního. Pravdou je, že pokud bývá silná úroda, tak současné zdroje (kapacity) u plodů a semen listnatých dřevin stačí vykrývat potřeby pěstitelů SMLD. Jiná situace ale nastává v dobách střední až slabé úrody. Tehdy se kompletní poptávku po osivu listnatých dřevin zpravidla uspokojit nedaří. Tato situace je způsobena především tím, že v ČR existuje nejen dílčí nedostatek zdrojů osiva listnatých dřevin, ale že jej umocňuje i nedostatečné zabezpečení kvalifikovaných pracovních sil pro sběry semenné suroviny v porostech. U listnatých druhů je možné sebrat z jednoho hektaru porostu mnohem méně jednotek osiva než u jehličnatých druhů. Úrody u listnatých druhů lesních dřevin jsou obvykle periodické. V případě dubů není periodicitu úrod tak výrazná jako u buku, ale rozdíl v úrodách lze vysledovat mezi dubem letním a dubem zimním. V rámci celé ČR je potřebné množství osiva dubu letního možné sehnat téměř každý rok. Nicméně byly již zaznamenány i atypické roky, kdy úroda žaludů vůbec nebyla. Úrody dubu zimního nebývají tak silné jako u dubu letního. Dub zimní je citlivější na pozdní jarní mrazy a na průběh vegetačního období. Navíc jsou zdroje (porosty pro sběr) u dubu zimního mnohem omezenější než u dubu letního. Buk lesní zpravidla neplodí každý rok. Lokální úrody plodů buku lesního ovšem obvykle bývají ve dvouletém intervalu.

Praktické zajišťování osiva pro pěstování SMLD

Existují dva hlavní přístupy, jak si může lesní školkař osivo pro vlastní produkci SMLD zajistit. Prvním způsobem je, že si sběr semenné suroviny realizuje sám. V takovém případě může ušetřit náklady na nákup osiva, ale nutností je individuální znalost všech aspektů sběru včetně veškerých postupů následného zpracování semenné suroviny. Druhým způsobem je nákup osiva včetně navazujících služeb (předosevní přípravy) od subjektů, které se na tuto činnost cíleně zaměřují a dodavatelsky ji lesním školkám zajišťují.

Na tuzemském trhu s lesním osivem má celostátní a dominantní působnost jeden státní subjekt (SZ Týniště nad Orlicí) a jeho nabídku doplňuje několik (3–5) spíše lokálně působících soukromoprávních specializovaných společností. Společně mohou lesním školkám zajistit široký komplex služeb na úseku lesního semenářství, a to počínaje sběrem RMLD, přes zpracování semenné suroviny až po krátkodobé i dlouhodobé skladování vyluštěného osiva. Vedle těchto obchodních společností je třeba zmínit také přínos několika dalších podnikatelských subjektů, které se na trhu zaměřují především na zajištění vlastního sběru výchozího semenného materiálu lesních dřevin. Většinou na úseku lesního semenářství podnikají jako fyzické osoby, resp. jako osoby samostatně výdělečně činné (zkr. OSVČ).

Státní podnik LČR je v ČR s ohledem na množství dostupných zdrojů RMLD na jím obhospodařovaných pozemcích a také se zřetelem na další okolnosti (např. skladovací kapacity v Týništi nad Orlicí, rozsah nabízených služeb, veškeré další zázemí u SZ atd.) samozřejmě tím rozhodujícím subjektem, který předurčuje cenové hladiny pro osivo lesních dřevin. Z hlediska podnikových strategií a cenové politiky u SZ LČR bývá proto nákup osiva od tohoto státního podniku zpravidla vždy tou nejdražší variantou.

Naplňování legislativního rámce

Celý proces sběrů semen a plodů lesnický významných druhů dřevin z uznaných zdrojů RMLD podléhá *zákonu o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin* (č. 149/2003 Sb.). Roli tzv. *pověřené osoby*, která garantuje dohled nad dodržováním tohoto zákona (ZORM), naplňuje Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL). Subjekt, který chce z uznaného zdroje RMLD sbírat semena nebo plody, musí mít k této činnosti příslušnou licenci. Proces naplňování legislativního rámce při sběru osiva lesních dřevin se odvíjí v posloupnosti těchto nejdůležitějších dílčích kroků:

Zaslání vyplněného formuláře „Oznámení o konání sběru“ pověřené osobě minimálně 15 dní před předpokládaným sběrem. Na formuláři musí být, mimo jiné, vyplněné předpokládané množství sbíraného semenného materiálu. Pokud by bylo sebráno více, ÚHÚL Brandýs nad Labem nevystaví příslušné doklady na více semenného materiálu, než je uvedeno v oznámení o sběru. Ve formuláři je také nutné uvést termín předpokládaného sběru a žadatel si musí dát pozor na to, aby na formuláři neuvedl dřívější datum než 15 dní od doručení oznámení o sběru. Oznámení o sběru musí být potvrzeno ověřeným podpisem vlastníka zdroje osiva.

Vlastní sběr osiva. Sběr osiva nesmí být zahájen dříve, než je uvedeno v oznámení o konání sběru, navíc přesný termín a místo sběru musí být upřesněno nejméně 2 pracovní dny před sběrem. Sběr osiva je pověřenou osobou zpravidla vždy zkontrolován.

Zaslání žádosti o vystavení potvrzení o původu formou řádně vyplněného formuláře. Tuto žádost je žadatel povinen zaslat pověřené osobě nejpozději do 10 dnů od ukončení sběru. Při nedodržení tohoto termínu pověřená osoba již nemůže na sebraný oddíl vystavit potvrzení o původu. Při splnění všech zákonných požadavků pověřená osoba zašle žadateli potvrzení o původu do deseti dnů od obdržení žádosti.

U popsaného systému sběru semenného materiálu lesních dřevin mi, dle praktických zkušeností, chybí možnost operativnosti. Sběry musí být domluveny a naplánovány minimálně tak měsíc před předpokládaným sběrem. Pokud se naskytne příležitost a vyvstane (třeba i neočekávaně a již během období zahájených sběrů) možnost uskutečnit sběr z předem nenaplánovaného uznaného zdroje RMLD, není již často možné nastavený administrativní

system schvalování a realizací urychlit, a to jakkoliv by to bylo v zájmu získání cenného semenného materiálu. Opět narážím na dostupnost osiva dubů a buku, kdy je na sběr osiva těchto druhů dřevin velice krátké období (pouze několik týdnů). Pokud vše není domluveno včas, pak již chybí časový prostor na dodržení celého popsaného administrativního rámce. Ten je svým způsobem velmi strnulý, neboť prakticky vylučuje možnost se v jeden den s vlastníkem zdroje RMLD na sběru domluvit a druhý den již reálně sbírat.

Dalším kritickým administrativním krokem je včasné podání žádosti o vydání potvrzení o původu. Z mnoha našich i jiných zkušeností je známo, jak hektickým a stresujícím bývá období sběrů. Probíhají-li sběry pro více druhů dřevin a na více lokalitách současně, může v důsledku značné pracovní vyčerpání všech zúčastněných snadno dojít k nedodržení termínů při podávání žádosti. Práce tak může být zcela zmařena. Důležité je před podáváním oznámení o konání sběru osiva také zkontrolovat, do kdy má uznaný zdroj svoji platnost jako zdroj uznaného osiva. Není neobvyklé, zjistí-li se dodatečně, že doba uznání již vypršela.

Zjišťování jakosti plodů a semen lesních dřevin

Vzhledem k tomu, že kvalita osiva je jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících produkci rostlin, měl by každý školkař přesně znát, jaké kvalitativní parametry vysévané osivo má. Nejdůležitějším parametrem pro plánování a praktickou realizaci výsevů je znalost a prověření aktuálního údaje o počtu čistých klíčivých semen v 1 kg osiva, neboť semena a plody lesních dřevin přirozeně postupně ztrácí svoji životaschopnost. Některé pomaleji, jiné rychleji. Proto je bezpodmínečně nutné znát reálnou klíčivost nebo životnost užitého osiva.

Oddíly osiva by měly být rozborovány vždy před každým výsevem. Výsledky rozborů by rozhodně neměly být starší než 6 měsíců. Důraz na prověřování kvality osiva společnost LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem přivedl k rozhodnutí, že ve vlastní režii a pro vlastní potřebu provozuje neakreditovanou podnikovou semenářskou laboratoř, ve které se před každou sítí a u každého oddílu vysévaného osiva testuje klíčivost nebo jeho životnost. S laboratorními rozborů u oddílů osiva jilmů začínáme v květnu, v červenci pokračujeme např. s třešněmi. Na podzim laboratoř průběžně testuje osivo dubů, buku a ostatních listnáčů; před Vánocemi rozborujeme vyluštěná semena jedlí. V lednu a únoru bývá testováno osivo smrků, borovic a ostatních jehličnanů. Pokud je to možné, provádíme rozbor osiva zkouškou klíčivosti. To je případ jehličnatých druhů dřevin a některých listnáčů, jejichž semena není nutné stratifikovat (DB, BR, JL, OL). Osivo listnáčů s problematickou předosevní přípravou testujeme zkouškou životnosti – barvením v tetrazoliu. Testování kvality osiva v podnikové semenářské laboratoři v Řečanech nad Labem probíhá dle příslušných českých technických norem, nicméně postupy naší laboratoře nemáme akreditované od Českého institutu pro akreditaci (zkr. ČIA) nebo u jiných akreditačních a certifikačních orgánů. V praxi to znamená,

že nemůžeme naše výsledky použít v obchodním styku, resp. při uvádění RMLD do oběhu jako oficiální garanci kvality osiva. Výsledky rozborů tedy slouží výhradně jen pro naši podnikovou potřebu a jsou využívány při plánování a realizaci výsevů.

Při uvádění osiva do oběhu má každý dodavatel povinnost (ve smyslu ustanovení ZORM a jeho prováděcích podzákonných předpisů) uvést na průvodním listě k danému oddílu osiva jeho kvalitativní parametry. Pokud nejsou požadované výsledky kvalitativního rozboru semen a plodů známy, tak je dodavatel osiva povinen zaslat výsledky rozboru co nejdříve po ukončení laboratorních zkoušek. Při koupi staršího osiva je důležité zaměřit se na termín, kdy bylo osivo naposledy testováno. Pokud je rozbor oddílu osiva starší než 1 rok, tak je vždy užitečné zadat rozbor nový (viz PROCHÁZKOVÁ 2004, 2010a, 2010b aj.)

Postupy při testování jakosti plodů a semen lesních dřevin definuje česká technická norma ČSN 48 1211 *Lesní semenářství - Sběr, jakost a zkoušky jakosti plodů a semen lesních dřevin*, novelizovaná v roce 2006. Uvádí pokyny pro sběr, označení, přejímku, dopravu a zkoušení jakosti semenné suroviny a semen lesních dřevin. V ČR zkoušky jakosti semenné suroviny a semen lesních dřevin provádí a zajišťuje akreditovaná Zkušební laboratoř č. 1175 *Semenářská kontrola* (provozovatelem je Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice Kunovice). Tato laboratoř je členem mezinárodní organizace ISTA (International Seed Testing Association). Při zkoušení jakosti semen a při zkoušení jakosti semen lesních dřevin pro export se zkušební laboratoř řídí metodickými postupy této organizace (tj. ISTA).

Předosevní příprava semen a plodů lesních dřevin

Při soudobém rozvoji technologií v lesním školkařství se nyní v ČR stále zřetelněji prosazují postupy pěstování krytokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin (FOLTÁNEK 2013). Bezchybné provedení všech dílčích pěstebních operací a technologických úkonů je neopomenutelným předpokladem zavedení, ověření a realizace všech soudobých moderních školkařských technologií. Předosevní příprava semen a plodů lesních dřevin v těchto případech sehrává zcela klíčovou roli (NĚMEC 2015).

Prostřednictvím výzkumného projektu TA02020335 v letech 2012–2015 společnost LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem spolu s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady řešila problematiku „Produkce a užití jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm“ (blíže NĚMEC, NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2014). V rámci tohoto projektu byla produkce 1letých krytokořenných semenáčků vybraných druhů listnatých dřevin úspěšně dopěstována z osiva, u kterého byla aplikována (odzkoušena a do podnikové praxe zavedena) následující předosevní příprava, popř. další ošetřování nebo péče před výsevem:

Buk lesní: Osivo buku lesního prodělávalo studenou stratifikaci v délce 6–12 týdnů (tzv. stratifikace bez média probíhala v klimatizovaném skladě při vzdušné teplotě mezi 2–5 °C a za vlhkosti semen kolem 30 %). K ověření technologie v provozním měřítku byly vybírány pouze oddíly osiva s klíčivostí nad 80 %. Pro jednotné klíčení osiva buku lesního bylo důležité podmínky studené stratifikace bez média důsledně dodržet, protože jen při takových teplotách a vlhkosti osivo překonává dormanci, ale již nedormantní semena klíčit nezačnou. Před výsevem se nechávalo klíčivé osivo tzv. *předklíčit*, což znamenalo zvýšení vlhkosti osiva nad 32 %. Osivo za těchto podmínek začne klíčit (vytvoří klíčky dlouhé 1–2 mm), přičemž v závislosti na udržované okolní vzdušné teplotě to obvykle bývá během 5–10 dní.

Javor mléč: Osivo javoru mléče vyžaduje stejně jako buk lesní studenou stratifikaci v délce 6–12 týdnů. Osivo bylo stratifikováno s médiem (rašelina + písek) při teplotě 2–5 °C. Médium se udržovalo stále vlhké (tak aby při smáčknutí média v ruce z něj nekapala voda). Při stratifikaci javoru mléče s médiem následně dochází k postupnému klíčení osiva, takže je nutné s počátkem klíčení osiva začít rovněž (okamžitě) také s výsevem naklíčených semen.

Javor klen: Podmínky překonání dormance semen javoru kleny byly udržovány zcela shodně jako v případě javoru mléče. Zdůraznit je však třeba, že semena javoru kleny spadají do skupiny semen rekalcitrantních, tj. že jsou velmi citlivá na ztrátu vody (vlhkost osiva javoru kleny proto nikdy nesmí klesnout pod 24 %).

Lípa malolistá: U osiva lípy malolisté byla k překonání dormance aplikována tzv. teplostudená stratifikace. Semena při tom musí nejprve od poloviny července do konce září projít úvodní (teplou) fází stratifikace, kdy jsou stratifikována s médiem při teplotě 15–20 °C, a následně od konce září procházejí druhou (studenou) fází stratifikace. Ta trvá minimálně 5 měsíců a probíhá při teplotě 2–5 °C (výhodou teplostudené stratifikace je, že pokud je stratifikované osivo lípy umístěno v těchto podmínkách, pak začne klíčit až tehdy, když se okolní teplota zvýší nad 5 °C).

Habr obecný: Stratifikace probíhá stejným způsobem jako v případě lípy malolisté, ale na rozdíl od lípy je studená fáze stratifikace kratší a semena habru obecného klíčí ihned po překonání dormance i při teplotě 2–5 °C.

Dub letní a zimní: Osivo dubů spadá do skupiny rekalcitrantních semen. Vlhkost žaludů nesmí klesnout pod 40 %. Takto vysoká vlhkost semen přináší problémy při manipulaci a skladování semenné suroviny. Osivo dubů je náchylné na zapaření a rychlý rozvoj houbových chorob. Provozně nejjednodušším způsobem jak zachovat co nejlepší kvalitu osiva je co možná nerychlejší výsev po sběru, který je zpravidla prováděn v měsíci říjnu. Máme však i požadavky, kdy chceme vysévat žaludy až v jarním období. V tomto případě se nám osvědčil následný technologický postup: 1) vyplavení prázdných žaludů (prázdná semena jsou zdrojem infekce a zabírají místo ve skladech), 2) moření (fungicid zabraňuje

rozšiřování houbových chorob), 3) termoterapie (metoda likvidující infekci hub, které infikovali vnitřní orgány semene), 4) dlouhodobé uskladnění (v hermeticky uzavřených obalech při teplotě -1 až -3 °C). Žaludy dubu zimního a letního nepotřebují žádnou stratifikaci, pokud se dostanou do příznivých podmínek, ihned začínají klíčit.

Problematika dlouhodobého skladování osiva

Zásadní problematikou současného lesního semenářství se nadále jeví možnost dlouhodobého uskladnění oddílů některých lesních dřevin. S dlouhodobým skladováním jehličnatých dřevin vcelku zásadní problémy nevznikají (YOUNG a YOUNG 1992; SUSZKA a kol. 1996). Složitější je dlouhodobé skladování listnatých druhů, jako jsou buk lesní, dub letní a dub zimní. Vždy je při sběrech výhodné využít dobré úrody a předzásobit se osivem na období neúrody. Z důvodu periodicity úrody semen jednotlivých dřevin a také s ohledem na rozvoj technologií dlouhodobého skladování se stále zřetelněji ukazuje, že v nejbližší budoucnosti by již každý větší školkařský provoz měl být vybaven dostatečnými skladovacími kapacitami pro bezeškodné dlouhodobé skladování vlastních zásob osiva. Pokud školkařský subjekt takové vybavení nemá, měl by si zajistit dlouhodobé skladování semen u toho, kdo mu v patřičné kvalitě tuto službu dokáže zajistit.

Nejdůležitějšími faktory ovlivňujícími snižování kvality osiva při dlouhodobém skladování osiva je jeho vlhkost a teplota skladování. Z hlediska fyziologie rozdělujeme semena lesních semen do dvou základních skupin. Těmi jsou semena ortodoxní a semena rekalcitrantní.

Skladování ortodoxních semen je možné i po dobu delší než deset let. Vždy jde o snížení vlhkosti semen na 8–10 % a o jejich uskladnění v chladících boxech při teplotách až -10 °C. Při skladování těchto semen téměř nedochází ke ztrátě klíčivosti. Ke ztrátě energie klíčení v takovém případě ovšem ale dochází. Vlivem dlouhodobého skladování osiva proto probíhá vzházení sje často vlekle a bývá navenek v závislosti na dalších faktorech nejednotné.

Mnohem složitější je skladování rekalcitrantních semen. Z hlediska lesnický významných druhů do této kategorie patří především duby a javor klen. U těchto semen je (naopak od ortodoxních) důležité, aby byla udržena minimální vlhkost osiva nad určitou hranicí. V případě dubů nesmí vlhkost semen klesnout pod 40 %. Pokud k takové situaci dojde, osivo rychle ztrácí klíčivost. Vzhledem k vysoké vlhkosti osiva není možné skladovat osivo v příliš nízkých minusových teplotách. Skladovací teplota se pohybuje do -3 °C. Dalším problémem je, že díky vysokému obsahu vlhkosti osivo intenzivněji prodává zásobní látky. Tím svoji klíčivost ještě rychleji ztrácí (během 1 roku skladování poklesne klíčivost i o více než 10 %). Náchylnější je také na rozvoj houbových chorob. Skladování rekalcitrantních semen je zpravidla možné jen po dobu max. 3 let.

Závěr

Záměrem příspěvku bylo postihnout a v rámci setkání lesních školkařů artikulovat některé vybrané aspekty rozvoje lesního semenářství v podmínkách tuzemských obchodních lesních školek. Upozornění na některé současné problémy z oboru lesního semenářství (např. dostupnost reprodukčního materiálu, naplňování vyžadovaného legislativního rámce při sběrech, požadavky na skladování a předosevní přípravu semen a plodů lesních dřevin aj.) snad vybídne odbornou veřejnost k ochotě kultivovat produkci semenného a sadebního materiálu lesních dřevin na segment, který představuje základ pro budoucích odrůstání a vývoj lesních porostů. V tomto směru stojí před lesnictvím i nadále celá řada nových výzev.

Citovaná, použitá a doporučená literatura

- FOLTÁNEK, V. (2013): Lesní školkařství v České republice v roce 2013. In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013*. Sborník referátů. Lisek u Bystřice nad Pernštejnem, 27. listopadu 2013. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU: s. 37–41.
- HOFFMANN, J., CHVÁLOVÁ, K., PALÁTOVÁ, E. (2007): Lesné semenárstvo na Slovensku. 2. vydanie. Sliač, ITgamma, s. r. o. [ISBN 978-80-969717-0-1].
- NĚMEC, P. (2015): Současný stav lesního semenářství. In: *Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství?* Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. ČLS při LDF MENDELU v Brně: s. 33–40.
- NĚMEC, P., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V. (2014): Zásady pěstování jednoletých krytokořených semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2014: 45 s.
- PROCHÁZKOVÁ, Z. (2004): Kvalitní osivo – základ intenzivních technologií KSM. In: *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa*. Sborník referátů z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. 6. 2004. Sest. A. Jurásek. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice, s. 35–39.
- PROCHÁZKOVÁ, Z. (2010a): Způsoby získávání (sběru), přepravy a skladování osiva lesních dřevin. In: *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. Soubor tématických přednášek přednesených v průběhu vzdělávacího cyklu uspořádaného pro technické pracovníky v lesním školkařství. 1. vydání. Brno, Mendelova univerzita v Brně: s. 126–129. [ISBN 978-80-7399-946-9].
- PROCHÁZKOVÁ, Z. (2010b): Jakost osiva a její zjišťování. In: *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. Soubor tématických přednášek přednesených v průběhu vzdělávacího cyklu uspořádaného pro technické pracovníky v lesním školkařství. 1. vydání. Brno, Mendelova univerzita v Brně: s. 129–135.
- SUSZKA, B., MULLER, C., BONNET-MASIMBERT, M. (1996): Seed of forest broadleaves from harvesting to sowing. Paříž, INRA: 294 s. [ISBN 2-7380-0659-0].
- YOUNG, JAMES A., YOUNG, CH. (1992): Seed of woody plants in North America. Portland, Disocorides Press: 407s. [ISBN 0-931146-21-6].

Dedikace

Příspěvek je výsledkem výzkumného projektu TA02020335 „Produkce a užití jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm“, jehož hlavním řešitelem v letech 2012–2015 byla společnost LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem a spoluřešitelem Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady (Výzkumná stanice Opočno). Finanční dotací tento projekt podpořila Technologická agentura České republiky, které za tuto podporu přísluší poděkování.

Adresa autora:

Ing. Přemysl Němec
LESOŠKOLKY s. r. o.
1. Máje 104, 533 13 Řečany nad Labem
pn@lesoskolky.cz

PROVĚŘOVÁNÍ KVALITY ZDROJE ZÁVLAHOVÉ VODY V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

Václav Nárovec

Úvod

Rozvoj nových technologií pěstování sadebního materiálu lesních dřevin (zkr. SMLD) ve školkách klade nové požadavky zejména na prověřování kvantitativních a kvalitativních předpokladů u lokálně dostupných zdrojů závlahové vody. Vyhovující jakost závlahové vody se při modernizacích školkařských provozů nebo při budování nových výrobních zařízení v lesním školkařství místy stává klíčovým předpokladem pro dosažení cílů pěstební (biologické) a technologické racionalizace. Plně to platí zejména při přecházení na produkci krytokořenného SMLD s využitím technologií tzv. stříhu vzduchem (též pěstování SMLD na „vzduchovém polštáři“; *technology of air pruning*), kde veškerá péče o výživu (hnojení) krytokořenných výpěstků bude realizována prostřednictvím hnojivých roztoků a kde závlahová soustava je nedílnou součástí sofistikovaných systémů řízené výživy rostlin.

Náplní předkládané technicko-ekonomické informace jsou především ty aspekty prověřování zdroje závlahové vody v lesních školkách, které by školkařská praxe v rámci posuzování svých předprojektových záměrů neměla nikdy opomenout. Patří k nim nejen naplnění všeobecných požadavků českých technických norem (především ČSN 75 7143 *Jakost vod – Jakost vod pro závlahu*), ale také zabezpečení analýz pro určení lokálně dostupného množství vody pro závlahy včetně kontroly jakosti takových zdrojů.

Nejdůležitější požadavky ČSN 75 7143

Možnost odběru vody pro závlahu předem stanovených kultur povoluje vodoprávní úřad, se kterým je nezbytné nejpozději ve stadiu investiční přípravy projednat veškeré dílčí podrobnosti připravovaného záměru (vč. vybudování zařízení pro čerpání a úpravu závlahové vody apod.). Především je nutné v praxi počítat s tím, že ve smyslu ustanovení čl. 1 a 11 české technické normy ČSN 75 7143 *Jakost vod – Jakost vod pro závlahu* bude nutno úřadu předpokládanou jakost závlahové vody v místě odběru doložit odborným posudkem. Citovaná norma definuje veškeré podrobnosti, týkající se zařazování zdrojů závlahových vod do tří základních tříd (I. třída – vody vhodné k závlaze; II. tř. – vody podmíněně vhodné k závlaze; III. tř. – vody nevhodné k závlaze), a rozvádí i příslušné ukazatele, podle kterých se při klasifikaci vod do jakostních tříd postupuje. Zde je třeba zdůraznit někdy opomíjenou

skutečnost, že pro klasifikaci jakosti vody z hlediska aplikovatelnosti závlah musí být použity údaje zjištěné rozbořem během tzv. *uceleného období*. Při přípravě zadání stavby se za ucelené období považuje vegetační období jednoho roku s minimálně 6 odběry vzorků vody; pro vypracování projektu stavby pak je uceleným obdobím nejméně 1 rok s alespoň 11 odběry vzorků vody.

Kapacitní kalkulace

V úvodních kapacitních kalkulacích pro modernizované školkařské provozy s plánovanou produkcí křesťančinného sadebního materiálu (KSM) při užití *technologie stříhu vzduchem*, zejména pak u KSM vyšších dimenzí (listnatých dřevin) , je nutné brát do úvahy, že pro zavlažování 1 m² produkční plochy bude během celého vegetačního období zapotřebí nejméně 1,0 až 1,5 m³ závlahové vody. Obecně lze u takové produkce KSM pro období, kdy vrcholí požadavky rostlin na zásobování vodou, také kalkulovat s nutnou denní závlahovou dávkou v rozmezí od 7 do 15 mm (tj. s 70 až 150 m³ vody na 1 ha a na 1 den), přičemž nezbytnou kapacitní rezervu (zachovávanou vždy v samostatných rezervoárech) je třeba ve školkařských provozech dimenzovat na vykrývání nejméně 3 až 5denních výpadků ze zásobování školky z hlavního zdroje závlahové vody. Pro úsporné režimy zavlažování ve školkách, zaměřených na pěstování prostokřesťančinného sadebního materiálu (PSM) tradičními technologiemi na minerální půdě, se doporučuje počítat s rezervoárem vody polovičním až třetinovým (tj. alespoň s retenční nádrží o objemu kolem 150 až 200 m³ na 1 ha výměry produkčních ploch školky). Ve výsevových částech tradičních školek (tj. při pěstování semenáčků na venkovních plochách pomocí výsevů semen do organických pěstebních substrátů) lze kalkulovat s denní závlahovou dávkou kolem 4–6 mm (tj. s 40–60 m³ vody na 1 ha a 1 den), resp. na venkovních plochách se školkovanými prostokřesťančinnými sazenicemi se 2–3 mm.

Jakostní požadavky na závlahovou vodu u produkce PSM

Z doporučení, jejichž platnost pro lesnickou školkařskou praxi orientovanou převážně na produkci PSM víceméně dosud nepominula, lze odkázat na upřesnění jakostních požadavků pro závlahové vody, které u nás publikoval DUŠEK (1997, s. 83–85) a které excerpuje tabulka 1.

Tab. 1: Doporučované hodnoty vybraných jakostních ukazatelů při posuzování vyhovující chemické kvality zdroje závlahové vody v lesních školkách s produkcí prostokořenného sadebního materiálu pěstovaného tradičními technologiemi na minerálních půdách (převzato z podkladů podle Duška 1997, s. 83)

Jakostní ukazatel závlahové vody	Doporučená hodnota jakostního ukazatele
hodnota pH	5–7
celková uhličitánová tvrdost vody	2,9–4,3 mval/l (= 8–12 ° německé stupnice)
elektrická vodivost (tzv. konduktivita vody)	do 0,5 mS/cm
chloridy (Cl^-)	až 50 mg/l
sírany (SO_4^{2+})	až 200 mg/l
N (NO_3^-)	až 5,0 mg/l
N (NH_4^+)	až 2,0 mg/l
Fe	až 5,0 mg/l
Na	až 10 mg/l
K	až 10 mg/l
Ca	až 50 mg/l
Mg	až 25 mg/l

Upřesnění požadavků na jakost vody pro závlahy ve školkách s produkcí KSM

Technologický rozvoj lesního školkařství v České republice v posledních několika letech pokročil natolik, že do provozu jsou u nás nově uváděny komplexně vybavené a výhradně na kontejnerové pěstování orientované lesní školky (blíže např. BÁRTA 2013; FOLTÁNEK 2013; KULHANOVÁ 2012; LASÁK 2013; PETERKOVÁ 2013 a další). Z rozdílné technologické vybavenosti každého konkrétního školkařského provozu vyplývá i různorodost při uplatňování systémů výživy u pěstovaných krytokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin a do jisté míry i jedinečnost přístupů při prověřování kvality zdroje závlahové vody v individuálních případech.

Při pěstování krytokořenných výpěstků (1letých semenáčků) zejména listnatých druhů dřevin ve školkách, vybavených umělými kryty a technologií stříhu vzduchem, obecně nejlépe vyhovují zdroje závlahové vody, které splňují kvalitativní ukazatele uvedené v tabulce 2.

Tab. 2: Doporučované hodnoty vybraných jakostních ukazatelů při posuzování vyhovující chemické kvality zdroje závlahové vody v lesních školkách s produkcí jednoletých krytokořenných semenáčků zejména listnatých druhů dřevin pomocí technologie tzv. stříhu vzduchem (převzato z podkladů podle Němce, Nárovce a Nárovce 2014, s. 14)

Jakostní ukazatel kvality závlahové vody	Bezpečná (doporučená) hodnota ukazatele	Mezná (limitní, konfliktní) hodnota ukazatele
pH	5,5–7,0	<5,5 nebo >8,0
specifická elektrická vodivost	<0,40 mS/cm	>0,75 mS/cm
Ca	<100 mg/l	>100 mg/l
Mg	<25 mg/l	>50 mg/l
Na	<15 mg/l	>30 (50) mg/l
sodíkový absorpční poměr	<4,0	>8,0
uhličitanová tvrdost vody	2,8–3,5 mval/l (= 8–10 °něm)	>3,5 mval/l (>10 °něm)
chloridy (Cl ⁻)	<15 (20) mg/l	>30 (50) mg/l
sírany (SO ₄ ²⁺)	<200 mg/l	dosud nestanoveno
P	<0,2 mg/l	dosud nestanoveno
N (NO ₃ ⁻)	<5 mg/l	dosud nestanoveno
N (NH ₄ ⁺)	<2 mg/l	dosud nestanoveno
Fe	<0,3 mg/l	>2 (5) mg/l
Mn	<0,2 mg/l	>0,5 mg/l
Al	<1,0 mg/l	>5,0 mg/l
Cu	<0,05 mg/l	>0,25 mg/l
Zn	<0,3 mg/l	>0,5 (1,0) mg/l
B	<0,1 mg/l	>0,1 (1,0) mg/l

Poznámka: Bezpečné hodnoty respektují požadavek, že veškerá péče o výživu (hnojení) krytokořenných semenáčků je realizována závlahovou soustavou prostřednictvím hnojivých roztoků, při jejichž přípravě budou do systému hnojení zakalkulovány i výsledky chemického složení závlahové vody. Mezní hodnoty (termín převzat z ČSN 75 7111 Pitná voda) představují obvyklé horní hranice rozmezí, jejichž překročením závlahová voda ztrácí vyhovující jakost pro dané užití. Použití takové vody k závlahám krytokořenných výpěstků lesních dřevin se stává problematické (omezené) a její zdroj v lesních školkách obvykle vyžaduje nezbytné korekce (úpravy chemických vlastností), event. využití takového zdroje v intenzivním lesním školkařství již nepřichází ani do úvahy.

Ostatní doporučení

Chemické vlastnosti závlahové vody do jisté míry úzce předurčuje samotný vodní zdroj. V lesních školkách to nejčastěji bývá podzemní (studniční) voda čerpaná z vrtů, místy pak infiltrovaná voda jímaná v akumulacích nádrží poblíž povrchových zdrojů nebo také voda čerpaná přímo z povrchových toků. Podíl využívání dešťové vody k závlahám v lesních

školkách je u nás dosud nízký, ačkoliv právě dešťová voda všeobecně představuje ideální zdroj vody pro zavlažování rostlin. K jejím přednostem mimo jiné patří i přirozené prokysličení, díky obsahu volné kyseliny uhličitě také příznivá acidita, vyhovující celková (do 8° něm. stupnice) a karbonátová (do 2° něm. stupnice) tvrdost atd. Jímání dešťové vody a její využívání k závlahám proto bezesporu patří k účinným nástrojům (projevům) racionálně řízených školkařských i zahradnických provozů (např. již SOUKUP, J., MATOUŠ, J. a kol 1979; DUŠEK 1997; NÁROVEC 2014 aj.).

Podzemní vody se zpravidla vyznačují vysokým obsahem některých přírodních minerálních látek a u vod z povrchových toků nutně přistupují rizika kontaminace nejrozličnějšími znečištěninami (ropné látky, těžké kovy, kyanidy apod.), zejména pokud se vyskytují ve sběrné oblasti takového vodního zdroje. Někdy podzemní vodní zdroje obsahují nadměrné množství oxidu uhličitěho (kyselá voda), popř. i železa a manganu.

Podrobné odborné prověření vhodnosti (jakosti) vybraného vodního zdroje je u soudobých a modernizovaných školkařských provozů neopomenutelnou nutností již ve fázi úvodních (předprojektových) technologických a investičních příprav. Provádějí je specializovaná hydropedologická, hydrologická, vodohospodářská a jiná pracoviště (např. laboratoře hygienických stanic) s příslušným oprávněním, které je akceptováno vodoprávním úřadem. Soubor obecných ukazatelů jakosti závlahové vody (blíže ČSN 75 7143 *Jakost vod – Jakost vody pro závlahu*) se podle místních podmínek doplňuje dalšími ukazateli speciálního chemického, mikrobiologického, fyzikálního nebo i radiologického rozboru.

Citovaná, použitá a doporučená literatura

- BÁRTA, A.: Praktické základy výživy krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013*. Sborník referátů přednesených na semináři Sdružení lesních školkařů ČR. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 27. listopadu 2013. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU 2013, s. 33–36.
- DUŠEK, V.: Lesní školkařství. Základní údaje. 1. vyd. Písek, Matice lesnická 1997. 139 s.
- FOLTÁNEK, V.: Lesní školkařství v České republice v roce 2013. In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013*. Sborník referátů přednesených na semináři uspořádaném Sdružením lesních školkařů ČR. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 27. listopadu 2013. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU 2013, s. 37–41.
- KULHANOVÁ, P.: Na volný trh uvádíme do dvaceti procent naší produkce. Rozhovor s Pavlem Draštíkem, vedoucím Správy lesních školek Lhota VLS ČR, s. p. *Lesnická práce*, 91, 2012, č. 10, s. 680–683.
- LASÁK, O.: Lescus míří neskromně do Evropy. *Lesnická práce*, 92, 2013, č. 10, s. 660–661.
- NĚMEC, P., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V.: Zásady pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm. Lesnický průvodce 2/2014. 1. vyd. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2014. 45 s.

- NÁROVEC, V.: Požadavky na kvalitu závlahové vody v lesních školkách. In: *Malé lesní školky, ano či ne?* Sborník referátů přednesených na odborném semináři středočeské regionální organizace SVOL v ČR. Jemniště, 10. září 2014. Sest. M. Pacovský. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2014, s. 12–15.
- PETERKOVÁ, H.: Provoz fóliovníků po roce provozu. *VLS: Časopis zaměstnanců Vojenských lesů a statků ČR*, s. p., 8, 2013, č. 3, s. 21.
- SOUKUP, J., MATOUŠ, J. a kol.: Výživa rostlin, substráty, voda v okrasném zahradnictví. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1979. 279 s.
- SZABLA, K., PABIAN, R.: Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. Wydanie II, poprawione. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych 2009. 250 s.

* * *

Dedikace

Příspěvek vychází z poznatků, které vyplynuly při řešení projektu TA02020335 „Produkce a užití jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm“ (řešitelem projektu byly LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem a Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady – Výzkumná stanice Opočno). V letech 2012–2015 tento projekt finančně podpořila Technologická agentura České republiky. Té je třeba i nyní adresovat poděkování za tuto podporu. Organizátorovi odborného semináře „Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví“ (Třeboň-Vlčí luka; 22. června 2016; Sdružení lesních školkařů ČR, z. s.) pak náleží poděkování za aktivní přenášení výsledků výzkumu, vývoje a inovací do aplikační sféry.

Adresa autora:

Ing. Václav Nárovec, CSc.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
narovec@vulhm.opocno.cz

Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví I.

Sborník příspěvků z celostátního semináře

Třeboň-Vlčí luka, 22. června 2016

Sestavil: Petr Martinec

Fotografie na obálce: Petr Martinec

Vydalo: Sdružení lesních školkařů ČR, z. s., Tečovice 349, 763 02 Tečovice

Vytiskla: Polygrafie Zlín, s.r.o.; třída Tomáše Bati, 76001 Zlín, 760 01

Počet stran 60

První vydání

Tečovice, 2016