

METODICKÉ POSTUPY OVĚŘOVÁNÍ ZDROJŮ REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU LESNÍCH DŘEVIN V ČESKÉ REPUBLICE



Ing. JOSEF FRÝDL, CSc.

Ing. PETR NOVOTNÝ, Ph.D.

Ing. JIŘÍ ČÁP

RNDr. VÁCLAV BURIÁNEK

Recenzovaná metodika

12/2009

METODICKÉ POSTUPY OVĚŘOVÁNÍ ZDROJŮ REPRODUKČNÍHO MATERIÁLU LESNÍCH DŘEVIN V ČESKÉ REPUBLICE

Recenzovaná metodika

**Ing. Josef Frýdl, CSc.
Ing. Petr Novotný, Ph.D.
Ing. Jiří Čáp
RNDr. Václav Buriánek**

Strnady 2009

Foto na obálce:

Ověřování porostů borovice lesní, výzkumná plocha č. 48, Obecní lesy Horosedly, lokalita Čimelice-Háj, červenec 2005, věk potomstev 35 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.

Lesnický průvodce 12/2009

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

<http://www.vulhm.cz>

Odpovědný redaktor: Mgr. E. Krupičková

e-mail: krupickova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-020-1

ISSN 0862-7657

**Věnováno památce Ing. Jiřího Šindeláře, CSc.
(27. 2. 1919 – 23. 2. 2009)**





Foto 1:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., ve školce Baně při realizaci programu řízkování smrku ztepilého (17. 5. 2002)



Foto 2:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., s RNDr. Janou Malou, CSc., na demonstrační ploše s výsadbami výpěstků oskeruše a břeku *in vitro* (30. 4. 2004)



Foto 3:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., na konferenci „Meliorační a zpevňující dřeviny – přínos nebo ztráta pro lesní hospodářství?“, Kostelec nad Černými lesy (2. 6. 2005)



Foto 4:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., na konferenci „Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor“, Kostelec nad Černými lesy (17. 1. 2006)

Adresa autorů:

Ing. Josef Frýdl, CSc., Ing. Petr Novotný, Ph.D., Ing. Jiří Čáp, RNDr. Václav Buriánek

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

e-mail: frydl@vulhm.cz

pnovotny@vulhm.cz

cap@vulhm.cz

burianek@vulhm.cz

TESTING OF FOREST TREE SPECIES REPRODUCTIVE MATERIAL SOURCES IN THE CZECH REPUBLIC, METHODOLOGICAL PRINCIPLES

Abstract

To obtain information about genetically conditioned variability of economically considerable traits and characteristics of forest tree species reproductive material sources, especially as for both seed stands and seed orchards, this is the main goal of these partial populations testing. Testing is the base for following selection of units having been verified and for the formulation of proposals to enlist the most valuable variants among category of tested sources of forest tree species reproductive material. Testing of forest tree species reproductive material sources used to be obviously realized on the long-term research plots with both seed stands and seed orchards progenies. Besides already mentioned aims of testing (to obtain information about genetic variability of economically considerable traits and characteristics of tested units), it is also possible to judge adaptation abilities of tested material and to use obtained results for the formulation of proposals to actualization of forest tree species reproductive material zoning to be possible to use it in forest practice.

Key words: forest tree species reproductive material sources, genetically conditioned variability, testing, research plots, adaptation abilities, forest tree species reproductive material zoning, forest management

Klíčová slova: zdroje reprodukčního materiálu lesních dřevin, geneticky podmíněná proměnlivost, testování, výzkumné plochy, adaptační schopnosti, rajonizace reprodukčního materiálu lesních dřevin, lesní hospodářství

Recenzenti: Ing. Vladimír Henžlík
Ing. Karel Znojemský
Ing. Lada Krnáčová, MZe ČR

Obsah:

CÍL METODIKY.....	11
VLASTNÍ POPIS METODIKY	11
Úvod	11
Problematika ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin	12
Základní charakteristiky ověřovacích experimentů.....	14
Ověřování uznaných porostů lesních dřevin.....	15
Ověřování rodičovských stromů/ortetů	15
Ověřování semenných sadů	16
Metodické principy zajišťování výsadbového materiálu.....	16
Metodické postupy zakládání ověřovacích ploch	18
Metodické postupy obhospodařování a hodnocení ověřovacích ploch	22
Zásady obhospodařování ověřovacích ploch	22
Hodnocení ověřovacích ploch	23
NOVÉ PŘÍSTUPY V METODICE.....	27
POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	28
DEDIKACE	29
LITERATURA.....	30
Seznam použité literatury	30
Seznam publikací, které předcházely metodice	31
SUMMARY.....	37
PŘÍLOHY	39

CÍL METODIKY

Poznatky a informace o geneticky podmíněné proměnlivosti jakostních znaků a charakteristik ověřovaných zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin jsou důležitým podkladem pro formulaci návrhů na zařazení pozitivně ověřených zdrojů reprodukčního materiálu do kategorie zdrojů testovaných. Řešení dané problematiky v České republice je v souladu s příslušnými legislativními předpisy EU a mělo by přispět také k sjednocení a sladování dalších významných legislativních předpisů a pravidel platných v České republice s legislativou EU, zejména na úseku aplikací vybraných zásad Směrnice Rady č. 1999/105/ES ze dne 22. 12. 1999, o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin.

VLASTNÍ POPIS METODIKY

Úvod

Řešení problematiky ověřování geneticky podmíněných charakteristik zdrojů reprodukčního materiálu navazuje v širším rámci na závazky České republiky respektovat závěry ministerských konferencí o ochraně evropských lesů (Štrasburk 1990, Helsinky 1993, Lisabon 1998), včetně zásad usnesení konference o ochraně biodiverzity (Rio de Janeiro 1992). Problematika využití šlechtitelských metod při testování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin souvisí v podmínkách České republiky zejména s příslušnými ustanoveními a prováděcími vyhláškami zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů, včetně příslušných ustanovení aktualizovaných a nově přijatých legislativních opatření (zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin).

Řešení dlouhodobých šlechtitelských výzkumných úkolů (doba řešení cca 10 – 30 let podle druhu dřeviny) navazuje na šlechtitelské práce zahájené v České republice ve druhé polovině padesátých let minulého století. Původní šlechtění smrku ztepilého, borovice lesní, modřínu opadavého a topolů bylo postupně rozšířeno o jedli bělokorou, některé domácí listnaté dřeviny (buk lesní, duby, olše lepkavá aj.) a některé introdukované dřeviny (douglaska tisolista, jedle obrovská).

Využívání reprodukčních zdrojů ověřených, ať již jde o porosty uznané ke sklizni semenného materiálu, semenné sady, včetně dalších druhů reprodukčního materiálu, má podle geneticky podmíněného složení a podle lokalit využívání přispívat k zvyšování produkce lesů, jakosti produkované biomasy a k zvýšení stability lesních porostů. Ověřování reprodukčních zdrojů lze považovat za jedno z významných šlechtitelských opatření v lesním hospodářství. Problematice ověřování (testování) zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin byla v souvislosti s dlouhodobými koncepcemi šlechtění na pracovišti autorů předkládané metodiky věnována pozornost již v minulosti. V roce 1974 byl zpracován Návrh metodických postupů ověřování porostů uznaných ke sklizni osiva (ŠINDELÁŘ 1974). Tato zpráva, spolu se směrnici Evropského hospodářského společenství OECD, byla metodickým základem pro zakládání srovnávacích ploch pro vybrané jednotky lesních dřevin uznané ke sklizni osiva. Plochy zakládáné v 60. až 80. letech pro modřín (1969), borovici lesní (1972), smrk ztepilý (1973), olši lepkavou (1971), jedli bělokorou (1975), buk lesní (1984), břízu bělokorou (1983) a jeřáb ptačí (1984) měly vedle ověřování zastoupených potomstev vybraných jednotek přinést základní informace o proměnlivosti těchto dřevin rostoucích na území ČR. V pracích se pokračovalo v 90. letech, kdy byly založeny početné výsadby s potomstvy uznaných porostů smrku ztepilého, dále srovnávací plochy s potomstvy uznaných porostů a semenných sadů borovice lesní, modřínu opadavého, jasanu ztepilého a jasanu úzkolistého.

V současné době se šlechtitelské programy zaměřují nejen na zvyšování produkce a kvality dřevní hmoty, ale také na řešení problematiky zajištění žádoucí úrovně biodiverzity a stability lesních ekosystémů, včetně řešení problematiky související s ověřováním dílčích populací lesních dřevin, resp. zdrojů reprodukčního materiálu (uznané porosty, semenné sady, směsi klonů, rodičovské stromy).

Hlavním cílem ověřování zdrojů reprodukčního materiálu je získat informace o geneticky podmíněné proměnlivosti hospodářsky významných znaků a vlastností těchto dílčích populací. Ověřování je základem pro následnou selekci těchto populací (zdrojů reprodukčního materiálu) na genetické úrovni a pro formulaci návrhů na zařazení nejhodnotnějších variant do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu. Tato kategorie je součástí příslušné legislativy EU (Směrnice Rady č. 1999/105/ES) i ČR (zákon č. 149/2003 Sb.).

Problematika ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin

Ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin se realizuje zpravidla na dlouhodobých výzkumných plochách zakládáných většinou v různých stano-
vištních podmínkách, na kterých jsou podle příslušných metodických principů vysazována potomstva uznaných porostů a semenných sadů. Srovnávací výsadby

těchto potomstev je možno považovat za specifický případ prakticky orientovaného ověřovacího experimentu. Předmětem testování jsou dílčí populace (porosty uznané ke sklizni semenného materiálu), rodičovské stromy (které se ověřují buď jako samostatné zdroje reprodukčního materiálu, nebo jako jednotlivé klony) a dále umělé syntetické směsi (semenné sady), které se v praxi lesního hospodářství za uznané jednotky specifického typu považují (ŠINDELÁŘ 2004). V případě semenných sadů jsou v rámci ověřovacích experimentů testována jak generativní potomstva vypěstovaná ze směsi osiva, kdy jedno potomstvo reprezentuje příslušný semenný sad, tak potomstva jednotlivých klonů zastoupených v semenných sadech. Ověřovací výsadby mají přinést další informace významné z hlediska způsobu dalšího využívání reprodukčního materiálu z uznaných porostů, rodičovských stromů a semenných sadů. Společně se získáním informací o geneticky podmíněné proměnlivosti hospodářsky významných charakteristik testovaných jednotek je tak možno posoudit i adaptační schopnosti testovaného materiálu a získané výsledky využít pro formulaci návrhů aktualizace zásad rajonizace reprodukčního materiálu pro potřeby lesnické praxe. Příkladem takového výzkumu je v České republice série ověřovacích ploch smrku ztepilého s potomstvy porostů uznaných ke sklizni semenného materiálu založených v druhé polovině osmdesátých let minulého století. Na základě hodnocení početného souboru dvaceti ověřovacích ploch je možno posoudit hospodářskou hodnotu, ale doporučit i rajonizaci vybraných dílčích populací zejména se zřetelem na přírodní lesní oblasti a lesní vegetační stupně. Obdobným způsobem byly na konci šedesátých a v průběhu sedmdesátých let založeny série ověřovacích ploch s potomstvy výběrových stromů (podle tehdejší terminologie) modřínu opadavého, resp. s potomstvy jejich klonů z volného sprášení a kontrolovaného křížení v semenných sadech a tehdejších klonových archivech. V devadesátých letech minulého století byly založeny např. série ověřovacích ploch s generativními potomstvy uznaných porostů a semenných sadů borovice lesní a modřínu opadavého.

Geneticky podmíněné charakteristiky zdrojů reprodukčního materiálu vybraných lesních dřevin jsou v rámci lesnického výzkumu ověřovány v České republice zejména ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (dříve VÚLHM Jíloviště-Strnady) již od druhé poloviny 60. let minulého století a v současné době je již k dispozici řada významných výsledků. Jedná se např. o selekci některých pozitivně otestovaných dílčích populací (uznaných porostů) smrku ztepilého a borovice lesní, které byly v rámci příslušných závěrečných zpráv a odborných publikací navrženy na zařazení do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu. V rámci testování klonů sudetského ekotypu modřínu opadavého bylo v minulém období založeno několik sérií ověřovacích experimentů, které jsou průběžně vyhodnocovány. Výsledky těchto ověřovacích prací bylo možno rovněž využít při selekci pozitivně otestovaných klonů a formula-

ci návrhů na jejich další šlechtitelské využití. Některé poznatky přitom do jisté míry korespondují i s průběžně aktualizovanými výsledky hybridizačních projektů (např. v ověřovacím experimentu zaměřeném na testování vybraných klonů sudetského modřínu byly zjištěny nadprůměrné charakteristiky u generativního potomstva klonu modřínu opadavého č. 52-4-11 z Rudy nad Moravou, přičemž se tento klon rovněž velmi dobře osvědčil v hybridizačních pokusech v rámci hodnocení své všeobecné i specifické kombinační schopnosti).

Specifickou oblastí výzkumu je problematika ověřování identity klonů v semenných sadech, jejíž řešení spočívá jak v testování homogenity klonů v semenných sadech s využitím genových markerů, zejména v rámci aplikací isoenzymových analýz, tak v rámci srovnávacích analýz genových markerů mezi klony semenných sadů a příslušnými mateřskými stromy (např. IVANEK, PROCHÁZKOVÁ, BERAN 2006, IVANEK, PROCHÁZKOVÁ 2008 aj.).

Základní charakteristiky ověřovacích experimentů

Z hlediska místa testování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin je možné ověřovací experimenty rozdělit, obdobně jako např. u provenienčních pokusů, do dvou základních kategorií:

1. experimenty školkařského charakteru, kdy budou ověřované varianty testovány v prostředí lesních školek
2. experimenty realizované v rámci výsadby ověřovaných variant na výzkumných plochách zakládáných zejména v prostředí lesních porostů

Pokud jde o celkovou dobu ověřovacích experimentů, je možno je obecně charakterizovat jako krátkodobé a dlouhodobé.

Do kategorie krátkodobých experimentů patří tzv. časné testy (ŠINDELÁŘOVÁ 1962, FRÝDL, ŠINDELÁŘ 2005), které je možno realizovat jak v podmínkách lesních školek, tak i v lesních porostech a na nelesních půdách. U experimentů krátkodobého charakteru je ověřovaný materiál hodnocen zpravidla až do stadia, kdy mezi jedinci na ploše začíná vzájemná konkurence; tato vývojová fáze je obvykle diferencována podle druhu dřeviny, použitého sponu výsadby i v rámci geneticky podmíněných charakteristik jednotlivých experimentálních variant. Pro úplnost je třeba zmínit i některé specifické formy krátkodobých experimentů prováděných v podmínkách, které je možné ovlivňovat a řídit, jako např. v případech laboratorních pokusů nebo experimentů realizovaných ve sklenících, fóliovnících apod. Patří sem i školkařské pokusy (např. odolnost proti mrazům je nejvýznamnější hodnotit právě ve stadiu semenáčků či sazenic, což lze v podstatě zajistit pouze ve školce).

Dlouhodobé experimenty jsou charakterizovány zejména delší dobou sledování a hodnocení ověřovaného materiálu. Z hlediska výzkumných aktivit zaměřených na ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin se jedná o zakládání dlouhodobých ověřovacích ploch, na kterých jsou potomstva ověřovaných jednotek (porostů uznaných ke sklizni semenného materiálu, rodičovských stromů a semenných sadů) sledována v dlouhodobém časovém měřítku. Lokality ověřovacích ploch jsou většinou identifikovány i v příslušných lesních hospodářských plánech. Délka ověřovacích experimentů samozřejmě souvisí i s druhem dřeviny, jejíž zdroj reprodukčního materiálu je v rámci experimentu testován. Dlouhodobé experimenty by však měly být hodnoceny minimálně do třetiny obmýtní doby (KÖNIG 2005).

Ověřování uznaných porostů lesních dřevin

Cílem ověřování dílčích populací lesních dřevin uznaných ke sklizni semenného materiálu je získat informace o geneticky podmíněné proměnlivosti hospodářsky významných znaků a vlastností těchto populací. Ověřování je základem pro případnou následnou selekci na genetické úrovni a pro zařazení nejhodnotnějších dílčích populací do kategorie uznaných jednotek testovaných. Ověřují se uznané porosty fenotypové třídy A. Pokud jde o ověřování uznaných porostů, tak se každý porost fenotypové třídy A, výjimečně i fenotypové třídy B, považuje za jednotku (pokusný člen) v rámci ověřovacích prací. Reprodukční materiál pro ověřování musí být řádně definován a blíže charakterizován (původ, složení, ekologické podmínky).

Ověřování rodičovských stromů/ortetů

Cílem ověřování rodičovských stromů je získat informace o fenotypové a geneticky podmíněné proměnlivosti jejich hospodářsky významných znaků a vlastností. Výsledky ověřování rodičovských stromů, resp. ortetů, jsou základem pro jejich následnou selekci k využití při zakládání semenných sadů dalších generací, případně pro další účely prakticky orientovaného šlechtění lesních dřevin. V rámci ověřování rodičovských stromů je pozornost věnována zejména kontrole fenotypových charakteristik ověřovaných jedinců v lesních porostech v souvislosti s jejich selekcí pro šlechtitelské účely, klonovým zkouškám a ověřování potomstev rodičovských stromů z volného sprášení a kontrolovaného křížení. Klonové zkoušky představují výsadby, na kterých jsou charakteristiky ortetů ověřovány jejich klonovými potomstvy, tj. sazenicemi vypěstovanými buď autovegetativními způsoby, zejména řízkováním nebo roubováním. Roubování v těchto případech přichází v úvahu jako vhodnější způsob s ohledem na sku-

tečnost, že starší stromy již většinou nelze uspokojivě reprodukovat potomstvy z autovegetativního množení (FRÝDL et al. 2008, OBDRŽÁLEK, FRÝDL, NOVOTNÝ 2009).

Ověřování semenných sadů

Výzkumné aktivity realizované při řešení otázek zaměřených na problematiku ověřování semenných sadů lze podle specifických cílů ověřovacích prací rozdělit na testování klonů semenných sadů s cílem selektovat pozitivně ověřené varianty pro využití při zakládání semenných sadů dalších generací a na testování potomstev semenných sadů s cílem selekce pozitivně hodnocených jednotek a formulace návrhů na jejich zařazení do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu.

Testování jednotlivých klonů semenných sadů, příp. rovněž klonů zastoupených ve směsích klonů založených v dřívější době jako klonové archivy, se zpravidla realizuje formou testování generativních potomstev těchto klonů. Testují se jak potomstva klonů (případně jednotlivých ramet) z volného sprášení, tak i potomstva z kontrolovaného křížení. Na základě zjišťovaných charakteristik testovaných potomstev jsou výsledky jednotlivých variant statisticky vyhodnocovány a pozitivně ověřené varianty jsou navrhovány k dalšímu šlechtitelskému využití, včetně zakládání semenných sadů dalších generací.

Šlechtitelské programy zaměřené na testování potomstev semenných sadů jsou zaměřeny na ověření geneticky podmíněných vlastností osiva produkovaného v semenných sadech. Výsledky měření a hodnocení testovacích výsadeb by měly poskytnout informace o šlechtitelském zisku, kterého bylo dosaženo soustředěním klonových potomstev rodičovských stromů do semenných sadů. Na základě těchto výsledků je také možno navrhnout ty semenné sady, které hodnotou produkovaného osiva (ověřenou experimentálním šetřením spočívajícím v hodnocení potomstev vypěstovaných z tohoto osiva) předčí osivo zařazené srovnávací „standardní“ uznané jednotky (zpravidla fenotypové třídy B) na zařazení do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu.

Metodické principy zajišťování výsadbového materiálu

Postupy v rámci přípravných prací a zakládání ověřovacích ploch jsou po metodické stránce analogické jako v případě zakládání výzkumných provenienčních ploch (ŠINDELÁŘ 2004). Optimální způsob sklizně osiva pro ověřování geneticky podmíněné proměnlivosti uznaných porostů by měl být zajišťován za součinnosti

a dohledu výzkumného pracoviště, které bude příslušný ověřovací experiment realizovat. Tento postup lze využít v těch případech, je-li rozsah prací technicky zvládnutelný. Při ověřování většího počtu variant, např. v případech mezinárodních ověřovacích projektů, se jedná o dodávky vzorků reprodukčního materiálu od různých institucí z tuzemska i zahraničí, za předpokladu seriózního přístupu dodavatelů jak ke způsobu sběru potřebného množství osiva, tak k zajištění příslušné dokumentace o jeho původu a dalších informací (ŠINDELÁŘ 2004). Často je třeba s ohledem na fruktifikaci porostů sortiment materiálu pro založení experimentu shromažďovat po několik let, což je možné zejména u dřevin, jejichž osivo je možno skladovat delší dobu. Osivo k založení experimentu je třeba přednostně sklízet v roce, kdy porosty dobře fruktifikují pokud možno v celé oblasti, která má být reprezentativními vzorky v pokusu pokryta. V letech slabých úrod by se osivo nemělo sklízet pro zvýšené riziko příbuzenského křížení (inbreeding) a se zřetelem na výrazně zvýšené související náklady.

Při odběru materiálu pro provenienční pokusy by měl každý vzorek osiva reprezentovat ověřovanou populaci. Tento požadavek je možno (např. podle KÖNIGA 2005) interpretovat tak, že vzorek osiva by měl zahrnovat co možno největší počet genů v rámci genového fondu (genofondu) této populace. Splnění tohoto požadavku je možno po praktické stránce zajistit sběrem osiva z 20 až 30 stromů ověřované populace, přičemž tyto stromy by neměly spolu sousedit, ale měly by být od sebe podle možností ca 50 až 100 m vzdáleny. Výjimku v tomto smyslu mohou představovat některé méně zastoupené druhy lesních dřevin, ale pouze v případě požadavku minimálního počtu stromů určených v ověřované populaci pro sběr osiva, nikoliv pokud jde o jejich vzájemnou vzdálenost

V rámci ověřování rodičovských stromů se osivo k vypěstování materiálu pro založení srovnávacích zkoušek potomstev z volného sprášení sklízí buď přímo z rodičovských stromů v lesních porostech, nebo lze využít jako zdroje výchozího materiálu i semenné sady, kde jsou klony těchto rodičovských stromů zastoupeny, přičemž kontrolované křížení je technicky možné pouze v těchto semenných sadech, eventuálně je možno využít i klonů ověřovaných rodičovských stromů v založených klonových směsích uznávaných dříve jako tzv. klonové archivy.

Výchozí materiál pro zakládání ověřovacích experimentů zaměřených na testování semenných sadů jako dílčích populací představují vzorky osiva sklizeného v semenných sadech příslušných lesních dřevin zejména v letech dobrých úrod. Určení termínu odběru vzorků osiva v období dobrých úrod souvisí s předpokladem, že v takovém období fruktifikuje většina klonů zastoupených v semenných sadech. Ve vzorku osiva, z kterého by mělo být vypěstováno potomstvo k využití při ověřovacím experimentu, tak budou v přibližně rovnoměrném podílu zastoupeny jednotlivé klony příslušného semenného sadu. Takto získaný vzorek osiva, resp. potomstvo z něj vypěstované, představuje pokusný člen připravované expe-

rimentální výsadby. Použité vzorky osiva by měly být rovněž dokumentovány kompletním semenářským rozbořem. S ohledem na nerovnoměrnou fruktifikaci v jednotlivých semenných sadech je možno přípravu vzorků osiva rozložit i do několika let, přičemž vypěstovaná potomstva budou použita jako samostatné specifické experimentální varianty.

Metodické principy zakládání ověřovacích ploch určených k testování potomstev vybraných zdrojů reprodukčního materiálu zahrnují založení jednočetné nebo vícečetné série výzkumných ploch s potomstvy vybraných ověřovaných variant, včetně potomstva jednoho nebo více srovnávacích standardů. Sazenice jednotlivých potomstev lesních dřevin jsou pěstovány a používány pro potřeby zakládání ověřovacích ploch většinou jako 2 – 3leté, podle druhu dřeviny nebo způsobu jejich pěstování pak jako školované či neškolované.

Metodické postupy zakládání ověřovacích ploch

Metodické postupy zakládání ověřovacích ploch určených k testování potomstev uznaných porostů, rodičovských stromů a semenných sadů vycházejí z hlavních principů zakládání provenienčních ploch, které byly zpracovány různými autory (např. IUFRO 1964, ŠINDELÁŘ 1970, 1974, 2004, WRIGHT 1976, PAULE 1992, ZOBEL, TALBERT 2003 aj.). Předkládané metodické postupy z uvedených prací vycházejí a jejich doporučení, která byla v rámci řešení výzkumných projektů orientovaných zejména na provenienční výzkum ověřena, respektují.

Pro účely popisu nejvhodnějších metod při ověřování potomstev uznaných porostů, rodičovských stromů a semenných sadů je dále věnována pozornost metodickým postupům aplikovaným a ověřeným zejména na pracovišti autorů předkládané práce (např. ŠINDELÁŘ 1970, 2004, FRÝDL 1995 aj.).

Jedná se zejména o tzv. metodu kompletního (úplného) blokového uspořádání a o metodu dvojitého mřížového uspořádání. Metoda kompletního blokového uspořádání je také nazývána metodou náhodného blokového uspořádání a metoda dvojitého mřížového uspořádání je někdy nazývána systémem dvojité mříže. Jak je již výše naznačeno, byly tyto metody zakládání ověřovacích ploch v odborné literatuře podrobněji definovány v rámci popisu metodických principů zakládání a hodnocení provenienčních a hybridizačních experimentů (např. WRIGHT 1976, PAULE 1992, ŠINDELÁŘ 2004, KÖNIG 2005 aj.). V předkládané práci jsou charakterizovány zejména s přihlédnutím k problematice ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin.

Metoda kompletního blokového uspořádání představuje podle ŠINDELÁŘE (2004) nejjednodušší metodu. Potomstva ověřovaných jednotek jsou soustředěna do blo-

ků, které lze libovolně opakovat. Každý blok obsahuje všechna ověřovaná potomstva a odpovídá tedy jednomu opakování. Ověřovaná potomstva jsou rozdělena do bloků (opakování) náhodně (obr. 1). Ověřovací plocha by měla být souvislá, se všemi bloky (opakováními) na jedné lokalitě. Pokud není možno umístit všechna opakování na jednu ověřovací plochu, je možno experimentální výsadbu založit na dvou nebo více místech za předpokladu, že na každé lokalitě bude souvisle umístěno alespoň jedno celé opakování. Přitom je žádoucí, aby jednotlivá opakování byla umístěna v nepříliš velkých vzdálenostech od sebe a aby stanovištní podmínky na jednotlivých lokalitách byly shodné, nebo alespoň podobné. Zcela zásadní význam má požadavek, aby plocha každého opakování byla v maximální míře homogenní. Metoda blokového uspořádání se nejčastěji používá při zakládání provenienčních výzkumných ploch i v jiných šlechtitelských pokusech, pokud počet pokusných členů není příliš veliký. Je velmi flexibilní a může se přizpůsobit nejrůznějším problémům.

Metoda dvojitého mřížového uspořádání je potom nejvhodnějším a nejčastěji používaným způsobem při zakládání ověřovacích výzkumných ploch, na kterých je testován větší počet experimentálních variant. Počet ověřovaných potomstev musí přitom představovat druhou mocninu určitého základního čísla. Charakteristickým znakem této metody, stejně jako i dalších postupů mřížového uspořádání (např. metody vyvážené /balancované/ mříže a metody mřížového čtverce), je používání neúplných bloků. Bloky neobsahují všechna ověřovaná potomstva, nýbrž jen jejich část, a tak rozdíly v podmínkách prostředí (zejména půdních) mohou být zachyceny se stejnou přesností jako při kompletním blokovém uspořádání s malým počtem pokusných členů (obr. 3). Nevýhodou tohoto postupu je skutečnost, že počet ověřovaných potomstev je s ohledem na tento systém experimentu stanoven a nelze jej volit podle rozsahu materiálu, který je k dispozici. V praxi dochází proto často k tomu, že sortiment ověřovaných potomstev musí být omezen na počet, který představuje druhou mocninu nejvyššího čísla, které je v počtu disponibilních potomstev obsaženo.

Zásadním kritériem k založení ověřovací plochy je volba vhodné lokality. Proměnlivost půdních podmínek je možno v přípravných fázích posoudit reprezentativním odběrem půdních vzorků, přičemž charakter stanovištních podmínek je patrný mj. i z výšek a výčetních tloušťek zdejších stromů. Tento postup přichází v úvahu na lesních půdách, kdy se pro založení ověřovací plochy předpokládá smýcení porostu. Určitou orientační informaci o proměnlivosti půdních poměrů, např. z hlediska vlhkosti, může poskytnout složení půdní vegetace a obecně i typologická mapa. Stanovištní poměry, zejména půdní charakteristiky, by měly být v rámci ověřovací plochy pokud možno homogenní. Obdobně by měla být ověřovací plocha homogenní i z hlediska terénních charakteristik příslušné lokality (sklon, expozice aj.).

Pro účely ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin se v podmínkách ČR doporučuje na základě dosavadní praxe a zkušeností pracoviště autorů práce zvolit princip náhodného blokového uspořádání s minimálním počtem tří opakování testovaných potomstev; spon výsadby se doporučuje aplikovat v souladu s provozně realizovanými metodami podle druhu dřeviny. U smrku ztepilého, modřínu opadavého, jedle bělokoré, buku lesního aj. je tedy doporučován většinou spon 2×1 nebo 2×2 m, velikost parcely 10×10 m. Na jedné parcele tak bude vysázeno 50, resp. 25 sazenic, celková potřebná výměra pro jednu variantu ve třech opakováních bude tedy představovat 300 m^2 . Dřeviny, které se vyznačují v časných vývojových fázích rychlým růstem, např. douglaska tisolistá, se doporučuje vysazovat ve větších sponech (min. 2×2 m).

Při zakládání ověřovacích experimentů se dále počítá se zařazením srovnávacích potomstev, tzv. „standardů“ do sortimentu pokusu, přičemž se uvažuje buď s jedním takovým srovnávacím standardem, nebo i s jejich větším počtem. Podle metodických postupů, stanovených např. pro jednotlivé účastníky provenienčního experimentu s modřínem opadavým série IUFRO 1964, jde o takový počet, který odpovídá druhé odmocnině z celkového počtu pokusných členů. Tento postup je výhodný z hlediska větší vypovídací hodnoty výsledků experimentu, na druhé straně je však nutno počítat se zvýšením celkové rozlohy příslušné ověřovací plochy nebo série ploch. Jako srovnávací „standarty“ jsou obdobně jako v případě jiných šlechtitelských programů využívána vybraná potomstva uznaných porostů příslušných dřevin (ŠINDELÁŘ 1992, ŠINDELÁŘ, RAMBOUSEK 1992, FRÝDL 1995, PAQUES 2004 aj.). Standarty jsou nezbytné v případě, že na všech plochách série nejsou zastoupeny všechny pokusné varianty.

Z hlediska přesnosti pokusu a s cílem omezit hodnotu tzv. zbytkové variance (proměnlivosti) ověřovaných potomstev, přicházející v úvahu v souvislosti s různým stupněm homogenity stanoviště ověřovací plochy, je třeba věnovat pozornost počtu opakování testovaných potomstev. Větší počet opakování sice může velmi výrazně zvýšit přesnost a vypovídací hodnotu experimentu, na druhé straně však vyžaduje úměrné zvětšení velikosti výzkumné plochy a velký počet sadebního materiálu.

Z tohoto důvodu se podle dosavadní praxe omezuje počet opakování zpravidla na čtyři, někdy i na tři. V případě krátkodobých testů, kdy jsou aplikovány ve schematických systémech experimentu i malé parcely, je počet opakování možno zvýšit, např. na šest opakování. U experimentů, u kterých jsou aplikovány tzv. „jednostromové“ parcely, musí být počet opakování ještě větší, např. v mezinárodním experimentu IUFRO se smrkem ztepilým byl počet opakování testovaných proveniencí stanoven na 25.

Školkařské pokusy zajišťují ve srovnání s polními pokusy větší homogenitu stanovištních podmínek, takže se někdy provádějí bez opakování. V případech, kdy mají

být výsledky těchto pokusů statisticky hodnoceny, to však nepřichází v úvahu. Vždy je nutno vysadit pokusný materiál aspoň ve dvou opakováních. V mimořádných případech (např. hrozí-li extrémní mrazy) je nutno juvenilní materiál sloužící výzkumu podpořit, aby nedošlo k přílišným ztrátám a zmaření vynaložených prostředků (KÖNIG 2005).

Velmi významným faktorem při zakládání ověřovacích experimentů jsou stanovištní charakteristiky lokality výsadby. Čím je stanoviště plochy stejnorodější, tím větší lze volit velikost parcel. Na velmi heterogenních plochách je třeba s ohledem na žádoucí přesnost experimentu aplikovat menší parcely a větší počet opakování.

Při zakládání ověřovacích experimentů je také třeba v co nejvyšší míře eliminovat potenciální vliv okolí plochy na testovaný materiál, resp. zajistit podle možností v co největším měřítku jeho homogenitu. Z tohoto důvodu jsou obvykle na okrajích ověřovacích ploch s příslušnou dřevinou zakládány tzv. okrajové pásy s využitím stejné, případně i jiné dřeviny. Zpravidla jsou jako dostatečně voleny dvouřadové systémy těchto okrajových pásů.

Problematické je zakládání experimentů u druhů, které vyžadují v mládí zastínění. Někdy jsou výsledky z těchto ploch zpochybňovány s odůvodněním, že je hodnocena pouze pionýrská forma dané dřeviny. Není to však oprávněná námitka, neboť sazenice nejsou pro zakládání ploch ve školkách velikostně tříděny a úhyny v prvních letech po výsadbě nebývají natolik výrazné, že by je bylo možno ztotožnit s klimaxovou formou.

Pokusy by měly být zakládány v podmínkách, kde daný druh dřeviny nachází příznivé prostředí a kde se v lesních směsích používá. Pokud jde o volbu konkrétních lokalit ověřovacích ploch, optimálním řešením je např. využití zrušených lesních školek, zejména pokud jsou tyto lokality z předchozích období např. ještě oploceny. S ohledem na současnou praxi v lesním hospodářství je však tento způsob čím dál méně možný a je tedy třeba hledat další možnosti. V současné době jsou většinou pro zakládání ověřovacích ploch využívány lokality, kde probíhá obnova, či kde se zahájením obnovy v rámci příslušných LHP v nejbližší době počítá. V těchto případech se již méně často daří dodržet požadavek co nejpravidelnějšího tvaru ověřovací plochy a co nejméně diferencovaných stanovištních podmínek, hlavně z hlediska terénních a půdních charakteristik. V takových situacích je třeba přistupovat k různým kompromisům, včetně rozdělení ověřovaného materiálu k výsadbě na více místech, která by však samozřejmě neměla být od sebe příliš vzdálená. Rozdělení ověřovaného materiálu na více lokalit se doporučuje realizovat podle jednotlivých opakování. Obecně by se srovnávací experimenty lesních dřevin neměly zakládat na zemědělské půdě (jiný obsah nutričních prvků, nepřítomnost mykorhizních hub, napadání některých druhů hnilobou aj. ve srovnání s lesními půdami).

Základními principy zakládání srovnávacích experimentů jsou náhodnost a opakování pokusných variant. Každá pokusná varianta je reprezentována jednou parcelou v části plochy, která se označuje jako blok (opakování). Příklady různých schémat uspořádání ověřovacích experimentů jsou uvedeny na obrázcích 1 až 3, na kterých je zvýrazněn vždy jeden blok.

Jak již bylo v úvodu zmíněno, výzkumné plochy se v rámci příslušných šlechtitelských programů, včetně projektů orientovaných na ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin, zakládají v jednočetných nebo vícečetných sériích. Účelem tohoto postupu je hlavně dosáhnout větší spolehlivosti výsledků hodnocení potomstev na těchto plochách. Pro ověření míry plasticity sledovaných potomstev je třeba zakládat série ověřovacích ploch v různých stanovištních podmínkách. U vícečetných sérií ověřovacích ploch by měl být s ohledem na možnost souhrnného statistického vyhodnocení výsledků šetření dodržen minimální počet tří ploch. Maximální počet ploch zakládaných v rámci jednoho experimentu na národní úrovni by neměl být vyšší než 20, u projektů mezinárodního charakteru jsou celkové počty ověřovacích ploch obvykle samozřejmě větší. V případě zakládání vícečetných sérií ověřovacích experimentů je třeba dodržet v co největší míře zásadu, aby byl na všech plochách zařazených do těchto sérií testován co největší počet shodných potomstev.

Metodické postupy obhospodařování a hodnocení ověřovacích ploch

Zásady obhospodařování ověřovacích ploch

Výzkumné projekty orientované na problematiku ověřování uznaných porostů, rodičovských stromů a semenných sadů jsou v ČR realizovány v rámci praktických aplikací šlechtitelských programů, souvisejících zatím v převažující míře s výzkumem genetické variability vybraných domácích jehličnatých lesních dřevin (smrk ztepilý, borovice lesní, modřín opadavý), z hlavních listnatých dřevin je pozornost věnována zejména buku lesnímu. Jedná se tedy o dřeviny, které představují většinou hospodářsky nejvýznamnější složku lesních ekosystémů České republiky.

S ohledem na tuto skutečnost je žádoucí, aby příslušné fáze obhospodařování experimentálních ověřovacích ploch s potomstvy zdrojů reprodukčního materiálu uvedených dřevin byly realizovány v souladu s běžnými provozními postupy, které jsou v lesním provozu aplikovány v rámci hospodářských způsobů stanovených v příslušných LHP. Jde jak o ochranu založených ověřovacích ploch před škodami zvěří zajištěním jejich kvalitního a funkčního oplocení, tak i o realizaci

dalších obvyklých provozních opatření, jako je pravidelné ožínování vysazených variant, likvidaci nežádoucích nalétnutých dřevin aj. Ve spolupráci s příslušným výzkumným pracovištěm je pak třeba udržovat označení hraničních rozdělení parcel jednotlivých experimentálních variant, v mladších vývojových stadiích např. formou vymezovacích hraničních kůlů, později pak označením hraničních stromů latexovou barvou apod. V současné době jsou aplikovány i modernější způsoby označení hranic jednotlivých parcel a opakování na plochách, např. použitím tzv. geodetických kotev a jejich stabilizací v rámci systémů GPS. Při lokalizacích v průběhu následně realizovaných terénních šetření na takto stabilizovaných ověřovacích plochách je pak možno použít jak přístrojové vybavení pracující se systémy GPS, tak např. i techniku lokalizující hraniční ocelové geodetické kotvy prostřednictvím detekce kovů.

V souvislosti s tím, že v rámci předkládané metodiky je pozornost věnována zejména ověřovacím plochám dlouhodobého charakteru, přičemž předpokládaná doba jejich hodnocení je kalkulována v řádu desítek let, budou na těchto plochách realizována rovněž odpovídající výchovná opatření. V těchto případech se doporučuje, aby byla tato opatření opět vždy realizována v součinnosti s lesním provozem. Členové řešitelského týmu příslušného výzkumného projektu obvykle zajišťují vyznačení potřebných zásahů, které pak realizují zástupci lesního provozu. Existují dvě názorové skupiny na provádění výchovných zásahů na ověřovacích plochách (1) schematicky a (2) v souladu s místní lesnickou praxí. KÖNIG (2005) se ztotožňuje s druhou variantou. Na pracovišti autorů se v mladém věku výsadeb realizují zásahy prvním způsobem, ve vyšším věku je užíváno druhé metody. Výchovné zásahy tedy většinou bývají v časnějších fázích realizovány např. prořezáním původního sponu 2×1 m na spon 2×2 m, v pozdějších fázích může být pozornost zaměřena spíše na kvalitativní výběr. Tento princip vychází z předpokladu, že výsledky experimentálních prací by měly být aplikovány v běžných provozních podmínkách, tedy běžnými hospodářskými postupy lesního provozu. Účast a vliv zástupců řešitelských týmů realizujících příslušný experiment je přitom žádoucí a potřebná z důvodů kontroly a dodržení schválených metodických postupů tohoto experimentu, tj. kontrola a udržení pokud možno vyrovnaného počtu rovnoměrně rozmístěných stromů v rámci jednotlivých parcel a opakování, eliminace nežádoucích či extrémních podmínek ovlivňujících úspěšnost a věrohodnost experimentu (řešení důsledků neočekávaných poškození ověřovaných potomstev abiotickými a biotickými faktory aj.).

Hodnocení ověřovacích ploch

Při hodnocení ověřovacích ploch je nutno zohledňovat řadu aspektů, které často významně ovlivňují výsledky experimentu. Z metodického hlediska se někdy

doporučuje hodnotit pouze stromy, které se nacházejí ve vnitřní části parcel, aby byl eliminován vliv okrajových stromů sousedních variant, které mohou mít zcela odlišný růst. Pozornost je třeba věnovat i prostorovému rozmístění, resp. pozici stromů na parcele, odlišnostem ve stanovištních podmínkách (např. zamokření části parcel) apod. S rostoucími poznatky dochází i ke změnám ve způsobech zakládání a hodnocení ověřovacích ploch. Starší experimenty tak bývají z dnešního pohledu zatíženy určitými metodickými nedostatky, nicméně jsou však jejich závěry novými pokusy často potvrzovány (KÖNIG 2005) .

Potomstva uznaných porostů, rodičovských stromů a semenných sadů vybraných lesních dřevin jsou na ověřovacích plochách hodnocena ve vhodných časových odstupech (zpravidla 5 – 10 let). Předmětem hodnocení potomstev jsou v jejich počátečních vývojových stádiích zejména podíl rostoucích (přežívajících) jedinců a parametry výškového růstu ověřovaných potomstev, přičemž podíl rostoucích jedinců lze považovat za jedno z kritérií adaptační schopnosti ověřovaných variant. Pro vyhodnocení výsledků měření výškového růstu jsou kalkulovány základní matematicko-statistické ukazatele, tj. aritmetické průměry, a jako kritérium přesnosti aritmetických průměrů jsou určeny i střední chyby. Relativní ukazatele geneticky podmíněné proměnlivosti ověřovaných experimentálních variant jsou charakterizovány variačními koeficienty.

Rozdíly v kvantitavních znacích jsou ověřovány dvoufaktorovou analýzou variance pro příčiny proměnlivosti potomstvo a blok:

$$y_{ij} = \mu + p_i + b_j + e_{ij}$$

kde y_{ij} je hodnota i -tého potomstva v j -tém bloku, μ představuje průměr pokusu, p_i je efekt i -tého potomstva ve vztahu k průměru pokusu, b_j je efekt j -tého bloku ve vztahu k průměru pokusu, e_{ij} představuje náhodnou odchylku od průměru pokusu (experimentální chybu).

V případech, kdy není k dispozici dostatečný počet vypěstovaného materiálu a je možno založit experiment v rámci jednoho opakování, je aplikována jednofaktorová analýza variance vyšetřující jako příčinu proměnlivosti jen jeden faktor – potomstvo. Takové řešení by mělo být přijímáno pouze výjimečně.

Při posuzování proměnlivosti zkoumaného znaku je žádoucí získat informace o spolehlivosti pokusu. Za kritérium spolehlivosti se považuje opakovatelnost (heritabilita) pokusu vyjádřená vzorcem:

$$h^2 = \frac{V_p}{V_p + \frac{V_e}{b}},$$

přičemž V_p je komponenta variance vypočtená na základě rozdílů mezi průměrnými hodnotami jednotlivých potomstev, V_e představuje komponentu variance připadající na chybu pokusu, b je počet opakování v pokusu. Výsledná hodnota opakovatelnosti by při žádoucí dostatečné spolehlivosti pokusu neměla být menší než 0,70 (IUFRO 1964, ŠINDELÁŘ 2004).

K získání informací o statistické povaze rozdílnosti testovaných potomstev od standardní populace jsou podle výsledků analýzy variance využívány tzv. pořadové testy, které umožňují rozčlenit jednotlivá ověřovaná potomstva do skupin, které se vzájemně statisticky významně odlišují. Na pracovišti autorů předkládané metodiky byl v minulosti pro tyto účely používán zejména Duncanův mnohonásobný pořadový test, přičemž v současné době jsou pro tyto účely k dispozici i další statistické metody a postupy (např. MELOUN, MILITKÝ 2004, 2006, DUŠEK, MELOUN, NOVÁK 2009 aj.).

V rámci hodnocení potomstev zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin je třeba také posoudit, do jaké míry se na jejich proměnlivosti projevuje rozmanitost stanovištních podmínek jednotlivých ověřovacích ploch. Pro posouzení této skutečnosti (ekovalence) se pro konkrétní série ověřovacích ploch používá analýza variance se dvěma příčinami proměnlivosti (potomstvo, lokalita). Přitom se posuzuje i statistická významnost interakce potomstev a ploch.

Ve starších vývojových stádiích se na ověřovacích plochách hodnotí i další kvalitativní a kvantitativní parametry ověřovaných potomstev, jako např. objemová produkce, tvárnost kmene apod.

Ověřovací plochy s potomstvy zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin jsou periodicky sledovány a hodnoceny po dobu minimálně 20 – 30 let. Předběžné výsledky hodnocení potomstev na ověřovacích plochách šlechtitelského charakteru lze obecně očekávat obvykle po uplynutí 10 až 15 let, u výsadeb charakteru časných testů i dříve (do 10 let). Výchovné postupy aplikované na výzkumných plochách by měly být realizovány v souladu s provozně používanými hospodářskými opatřeními v rámci příslušného platného LHP. Jak bylo v předcházejících kapitolách zmíněno, výchovné zásahy by měli vyznačovat členové řešitelského týmu daného výzkumného projektu, přičemž by na plochách měly být v rámci kladného výběru respektovány principy stability, objemové produkce, jakosti, zdravotního stavu apod.

Statistická významnost mezi proveniencemi je testována pomocí F -testu (také Tuckey, Duncan). Duncanův test by do budoucna však již neměl být používán, neboť není schopen zajistit kontrolu míry chyby.

Tab. 1: Schéma analýzy variance se dvěma příčinami proměnlivosti

Příčina proměnlivosti	Stupně volnosti	Očekávané hodnoty průměru čtverců
provenience	$p - 1$	$V_e + b * V_p$
bloky	$b - 1$	$V_e + p * V_b$
experimentální chyba	$(p - 1) * (b - 1)$	V_e

V případě hodnocení sérií ověřovacích ploch je schéma analýzy variance znázorněno v tabulce 2. Heritabilita se v tomto případě počítá podle vzorce:

$$h^2 = \frac{V_p}{V_p + V_{p \times l} + \frac{V_e}{b * l}},$$

kde V_p je komponenta variance vypočtená na základě rozdílů mezi průměrnými hodnotami jednotlivých potomstev, V_e představuje komponentu variance připadající na chybu pokusu, $V_{p \times l}$ je variance vzniklá vzájemnou interakcí potomstev a lokalit, b značí blok a l lokalitu.

Tab. 2: Schéma analýzy variance pro hodnocení série výzkumných ploch

Příčina proměnlivosti	Stupně volnosti	Očekávané hodnoty průměru čtverců
provenience	$p - 1$	$V_e + b * V_{p \times l} + b * l * V_p$
lokalita	$l - 1$	$V_e + b * V_{p \times l} + b * p * V_l$
provenience $\times$ lokalita	$(p - 1) * (l - 1)$	$V_e + b * V_{p \times l}$
experimentální chyba	$l * (p - 1) * (b - 1)$	V_e

Při interpretaci kvalitativních znaků, mortality, fenologie rašení apod. se většinou uvádí frekvence výskytu a průměrná hodnota. U kvantitativních dat je vhodnou interpretací např. krabicový graf, který zobrazuje minimální a maximální hodnotu, dolní a horní kvartil, medián a aritmetický průměr. Nejprve se vyhodnotí každá plocha zvlášť a následně i celá série (pokusné varianty zastoupené na všech plochách). Výsledkem je informace o plasticitě jednotlivých variant.

Některé znaky závisí na vlivu prostředí (např. výškový růst na úhrnu srážek či délce vegetační doby na lokalitách původu). V těchto případech lze provést regresní analýzu. Tyto údaje nejsou však vždy dostupné, proto jsou často nahrazovány geografickými souřadnicemi. Nejjednodušším modelem je lineární regrese:

$$y_i = \mu + \beta x_i + \varepsilon_i$$

kde y_i je jeden ze sledovaných znaků, x_i je např. zeměpisná šířka, nadmořská výška, průměrný roční úhrn srážek apod. Je-li regrese statisticky významná, lze předpokládat, že variabilita sledovaného znaku má klinální charakter.

Složitější regresní modely zahrnují více znaků a jsou často nelineární, např.:

$$y_i = \mu + \beta_1 x_i^2 + \beta_2 x_i^2 + \varepsilon_i$$

Mezi dvěma nezávisle měřenými proměnnými (např. výška a výčetní tloušťka téhož stromu, výška téže pokusné varianty na různých lokalitách apod.) lze provést korelační analýzu.

Pro společnou interpretaci pokusných variant zastoupených na sérii ploch hodnocených v různém věku je možný postup, kdy se na osu x vynese příslušná varianta označená např. kódem „varianta-plocha-nadmořská výška“, tj. pro jednotlivé plochy série. Na osu y se vynášejí odchylky sledovaného znaku od průměrných hodnot tohoto znaku na jednotlivých plochách (jsou zde vyneseny i hraniční hodnoty směrodatných odchylek $\pm 1s$ a $\pm 2s$) v daném věku. Výzkumné plochy je vhodné na ose x seřadit podle nějakého gradientu (zeměpisná šířka, nadmořská výška), případně vynést výsledky do mapy.

V současné době je k dispozici široká škála moderních statistických softwarů, které lze k výpočtům využít.

NOVÉ PŘÍSTUPY V METODICE

V rámci dalšího využívání zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin, zejména porostů uznaných ke sklizni semenného materiálu, rodičovských stromů a semenných sadů, byla jednou z podmínek vstupu České republiky do Evropské unie i transpozice Směrnice Rady č. 1999/105/ES. Pokud jde o praktickou aplikaci této směrnice v podmínkách ČR, jedná se zejména o zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin (s účinností od 1. 1. 2004) a jeho prováděcí vyhlášku č. 29/2004 Sb.

V předkládané metodice jsou aktualizovány cíle, zásady a praktické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu, zejména uznaných porostů, rodičovských stromů a semenných sadů v podmínkách ČR. Poznatky a informace získané na základě hodnocení v současné době řešených ověřovacích projektů

i v rámci dalších experimentů orientovaných na ověření geneticky podmíněné proměnlivosti kvantitativních a kvalitativních charakteristik potomstev dosud netestovaných zdrojů reprodukčního materiálu bude možno využít při navrhování pozitivně ověřených variant do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu. Tato kategorie je součástí příslušné legislativy EU (zejména Směrnice Rady č. 1999/105/ES ze dne 22. 12. 1999) i zákona č. 149/2003 Sb., který tuto kategorii rovněž zahrnuje.

POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Předkládaná metodika byla zpracována s cílem aktualizovat a konkretizovat hlavní zásady a cíle ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin, přičemž byla pozornost věnována zejména problematice ověřování uznaných porostů ke sklizni semenného materiálu, rodičovských stromů a semenných sadů. Cílem předkládané práce bylo rovněž přispět k aktualizaci zásad a metodických postupů při plánování a realizaci šlechtitelských projektů orientovaných na problematiku související s ověřováním zdrojů reprodukčního materiálu s přihlédnutím k potřebám a podmínkám v ČR. Mezi hlavní výstupy šlechtitelských projektů orientovaných na ověřování zdrojů reprodukčního materiálu v ČR je možno na základě posouzení hodnoty reprodukčního materiálu z osiva produkovaného v uznaných porostech a semenných sadech, včetně materiálu z osiva z rodičovských stromů, uvést zejména návrhy na zařazení ověřených jednotek do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu. Získané výsledky konkrétních šlechtitelských projektů v podmínkách ČR je rovněž možno využít při formulaci a aktualizaci zásad dalších postupů zakládání a obhospodařování semenných sadů. Mezi další významné výsledky ověřovacích experimentů patří rovněž formulace závěrů pro lesnickou praxi (využití poznatků z testování jednotlivých klonů vybraných lesních dřevin při selekci pozitivně ověřených variant k dalšímu šlechtitelskému využití, zejména k zakládání semenných sadů vyšších generací aj.).

V obecném pojetí představují experimentální projekty orientované na porovnávání a ověřování dílčích populací lesních dřevin a jednotlivých stromů významnou základnu pro koncepci specifických programů na bázi hromadné a individuální selekce a navazujícího autovegetativního množení řízkováním nebo kulturami *in vitro*. Výzkumné aktivity tohoto charakteru a zaměření tak mohou vést v rámci konkrétních šlechtitelských projektů, včetně projektů zaměřených na ověřování zdrojů reprodukčního materiálu, k získání významných výsledků a k docílení značných genetických zisků.

Jako uživatelé metodiky se předpokládají zejména pracovníci v lesnickém výzkumu a školství, ale z hlediska získání základních informací i vlastníci, resp. správci lesního majetku, kde jsou založeny ověřovací plochy, nebo kde se s jejich založením do budoucna počítá.

DEDIKACE

Metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného záměru č. MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“, výzkumného projektu NAZV č. QI92A248 „Využití genových základů jedle bělokoré v komplexu výzkumných opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů této dřeviny v lesním hospodářství České republiky“ a výzkumného projektu COST č. OC08009 „Spoluúčast ČR při hodnocení genetických zdrojů buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) v Evropě za účelem posouzení jejich využití v lesnictví v období předpokládaných klimatických změn“.

Na zpracování metodiky se v rámci přípravy potřebných podkladů a doplňujících informací dále podíleli Ing. JAN KAŇÁK, RNDr. JANA MALÁ, CSc., Ing. FRANTIŠEK BERAN a Ing. ONDŘEJ IVANEK, CSc. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., útvar biologie a šlechtění lesních dřevin).

LITERATURA

Seznam použité související literatury

- Council directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material. Official Journal of the European Communities, 2000, L 11/17-L 11/40.
- DUŠEK D., MELOUN M., NOVÁK J. 2009. Interaktivní statistická analýza v oboru pěstování lesa. I. Vyhodnocení jednorozměrných dat. Zprávy lesnického výzkumu, 54/2: 145-153.
- IVANEK O., PROCHÁZKOVÁ Z. 2008. Metodický postup pro ověření identity a testování klonů v semenných sadech borovice a modřínu s využitím genových markerů. Lesnický průvodce, č. 10, 18 s.
- IVANEK O., PROCHÁZKOVÁ Z., BERAN F. 2006. Výsledky prvního ověření identity roubovanců modřínu opadavého v semenném sadu Pabožek a Mladeč pomocí isoenzymových analýz. In: Procházková, Z., Kotrla, P. (eds.): Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu – minulost, současnost a budoucnost. Sborník z mezinárodního odborného semináře, Bzenec 20. – 21. 6. 2006, 124 s. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 72-48.
- KÖNIG A. O. 2005. Provenance research: evaluating the spatial pattern of genetic variation, pp. 275-333. In: Geburek T., Turok J. (eds.): Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe. Zvolen, Arbora Publishers: 693 s.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2004. Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia: 953 s., CD-ROM.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2006. Kompendium statistického zpracování dat. Praha, Academia: 982 s., CD-ROM.
- PÂQUES L. E. 2004. Roles of European and Japanese larch in the genetic control of growth, architecture and wood quality traits in interspecific hybrids (*Larix ×eurolepis* HENRY). Annals of Forest Science, 61: 25-33.
- PAULE L. 1992. Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda: 304 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1970. K otázce využití klonových potomstev jako předběžného testu pro ověřování výběrových stromů evropského a japonského modřínu. Lesnictví, 16: 247-262.

- ŠINDELÁŘ J. 1974. Návrh metodických postupů ověřování porostů uznaných ke sklizni osiva testy potomstev. Závěrečná zpráva I., II. VÚLHM, Jíloviště-Strnady: 132 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ J. 1992. Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin testy potomstev. Zprávy lesnického výzkumu, 37/4: 1-9.
- ŠINDELÁŘ J. 2004. Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky. Lesnický průvodce, č. 2, 86 s.
- ŠINDELÁŘ J., RAMBOUSEK J. 1992. Porovnávací standardy pro ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 37/3: 1-3.
- ŠINDELÁŘOVÁ J. 1962. Možnosti využití časných testů ve šlechtění lesních dřevin. Studijní informace. Lesnictví, č. 6, 112 s.
- Vereineltlichung der Methoden der forstlichen Herkunftsforschung. Paříž, IUFRO, 1965. 62 s., přílohy.
- Vyhláška MZe ČR č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 9, s. 467-524.
- WRIGHT J. W. 1976. Introduction to Forest Genetics. New York, San Francisco, London, Academic Press: 463 s.
- Zákon 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). Sbírka zákonů Česká republika, 2003, č. 57, s. 3279-3294.
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 3-23.
- ZOBEL B., TALBERT J. 2003. Applied Forest Tree Improvement. Reprint of First Edition 1984. Caldwell, New Jersey. The Blackburn Press: 505 s.

Seznam publikací, které předcházely metodice

- BURIÁNEK V. 1991. Výsledky provenienčního výzkumu s olší lepkavou. Zprávy lesnického výzkumu, 36/3: 9-15.
- BURIÁNEK V. 2000. Provenienční výzkum jasanu v ČR. Zprávy lesnického výzkumu, 45/3: 1-9.

- BURIÁNEK V. 2008. Expanze jasanu, šlechtění a provenienční výzkum. In: Jasan dřevina roku 2008. Zpevňující dřeviny a jejich místo ve schvalovaných LHP a LHO. Sborník z odborného semináře, Děčín 5. 6. 2008. s. 12-19. Kostelec nad Černými lesy, Česká lesnická společnost: 44 s.
- BURIÁNEK V. 2008. Genové zdroje, šlechtění a provenienční výzkum jasanu. s. 13-18. In: Jasan – strom roku 2008. Sborník recenzovaných příspěvků z konference, Kostelec nad Černými lesy 26. 11. 2008. Kostelec nad Černými lesy, KPL FLD ČZU: 68 s.
- BURIÁNEK V. 2009. Ochrana genetických zdrojů, proměnlivost a provenienční výzkum jasanu. Zprávy lesnického výzkumu, 54/4: 256-261.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2009, Vyhodnocení provenienční výzkumné plochy s jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák ve věku 35 let. Zprávy lesnického výzkumu, 54/1: 33-43.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2008. Posouzení vývoje potomstev jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) původem ze Slovenska a České republiky na výzkumné ploše č. 53 – Konopiště, Mrač do věku 35 let. Zprávy lesnického výzkumu, 53/1: 75-85.
- FRÝDL J. 1995. Založení a hodnocení testovacích výsadeb k ověření osiva produkovaného v semenných sadech modřínu. Zprávy lesnického výzkumu, 11/3-4: 14-19.
- FRÝDL J. 2004. Šlechtění lesních dřevin v České republice. In: Karas, J., Kobliha, J. (eds.): Perspektivy lesnické dendrologie a šlechtění lesních dřevin. Sborník z konference, Kostelec nad Černými lesy 12. – 13. 5. 2004, 102 s. Praha, FLE ČZU: 36-50.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J., KAŇÁK J. 2008. Metodické postupy využívání způsobů autovegetativního množení ve šlechtění lesních dřevin. Lesnický průvodce, č. 7, 33 s.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2003. First results of verification of European larch seed from seed orchards. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 20: 37-63.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2003. Provenance plots with European larch (*Larix decidua* MILL.) of the IUFRO series 1958/59 at the age of 38 years in the Czech Republic (CR). Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 20: 5-36.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2003. Study of selection criteria – long term and early tests of European larch seed orchards. In: Frýdl, J., Novotný, P. (eds.): Breeding and Improvement of Coniferous Tree Species both in Sweden and in the Czech

- Republic. Sborník z mezinárodního semináře, Strnady 30. 4. 2001, 71 s. Jíloviště-Strnady VÚLHM: 25-33, přílohy.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2005. Study of selection criteria – long-term and early tests of European larch seed orchards. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 22: 26-44.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2006. K problematice ověřování semenných sadů – metodické principy. In: Procházková, Z., Kotrla, P., Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu – minulost, současnost a budoucnost. Sborník z mezinárodního odborného semináře, Bzenec 20. – 21. 6. 2006, 124 s. VÚLHM Jíloviště-Strnady: 15-22.
- NOVOTNÁ M., NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V., FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2006. Výsledky hodnocení provenienční výsadby s olší lepkavou (*Alnus glutinosa* /L./ GAERTN.) č. 43 – Lužná, Senec ve věku 36 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51/3: 172-183.
- NOVOTNÝ P. 2004. Výsledky hodnocení potomstev uznaných porostů jesenického ekotypu modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) na výzkumné ploše č. 15 – Jíloviště, Třebotov ve věku 31 let. In: Vorel, A., Zasadil, P., (eds.): COYOUS 2003. Sborník z konference, Praha-Suchdol 4. – 5. 12. 2003, 246 s. Praha, FLE ČZU: 54-59.
- NOVOTNÝ P., ČÁP J., FRÝDL J., CHLÁDEK J., ŠINDELÁŘ J., TOMEČ J. 2007. Výsledky hodnocení série experimentálních provenienčních ploch s bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.) ve věku 25 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52/4: 281-292.
- NOVOTNÝ P., ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., ČÁP J. 2009. Potomstva vybraných dílčích populací jedle bělokoré, modřínu opadavého a buku lesního ze Slovenské republiky na srovnávacích výzkumných plochách v ČR – možnosti dovozu reprodukčního materiálu (II. část – modřín opadavý, buk lesní). *Zprávy lesnického výzkumu*, 54/1: 23-32.
- OBDRŽÁLEK J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2009. Metodika heterovegetativního množení buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) a její uplatnění ve šlechtění dřevin. *Lesnický průvodce*, č. 5, 24 s.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2006. K možnostem lesnického využití některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v ČR na základě hodnocení jejich růstu na lokalitě Jíloviště-Cukrák ve věku 30 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51/4: 235-242.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1991. Hybridizace v rámci rodu *Larix*. Vliv rodičovských partnerů na růst a další vlastnosti potomstev. *Lesnictví*, 37 (64)/2: 963-980.

- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1991. Some further findings on hybridization within the *Larix* genus. *Communicationes Instituti Forestalis Cechoslovaca*, 17: 23-40.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1993. Heterozní růst mezidruhových kříženců modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) a modřínu japonského (*Larix leptolepis* GORD.) a jejich vývoj. *Lesnictví-Forestry*, 39/8-9: 313-322.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1994. Metodické postupy ověřování výběrových stromů modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) testy potomstev z volného sprášení na příkladu ověřovacích ploch č. 19 – Pelhřimov, č. 21 – Protivín a č. 31 – Rumburk. *Práce VÚLHM*, 79: 25-38.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1994. Některé genetické parametry modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) na základě hodnocení potomstev z dialelního křížení. *Práce VÚLHM*, 79: 7-23.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1995. Parental partners effects on progenies characteristics on hybridization within the genus *Larix*. In: *Proc. IUFRO S2.02-07*, Umeå, Švédsko, 1995. s. 99-121.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1995. The growth, production and quality of interspecific hybrids of *Larix* when compared with 25 years old progeny populations of European larch (*Larix decidua* MILL.). *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 18: 7-27.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1995. Výsledky ověřování uznaných porostů sudetských modřínů. Hodnocení potomstev ve věku 25 let. *Práce VÚLHM*, 80: 7-19.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1996. Tendence dalšího vývoje proveniencí modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) na příkladu výzkumné plochy provenienční série IUFRO 1958/59 – 21 Jíloviště, Třebotov. *Práce VÚLHM*, 81: 75-91.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1996. Výsledky ověřování výběrových stromů a hybridních kombinací modřínu z ověřovací série 1969, 1970. *Zprávy lesnického výzkumu*, 4/4: 1-7.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 1997. Posouzení vlivu rodičovských partnerů na vlastnosti potomstev při hybridizaci v rámci rodu *Larix*. In: *Růst, význam a pěstování modřínu*. Sborník, Brno 1994. Brno, s. 15-31.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2000. Provenienční plochy modřínu opadavého. Mezinárodní výzkumné provenienční plochy modřínu opadavého série IUFRO 1958/59 v České republice ve věku 38 let. *Lesnická práce*, 79/1: 18-19.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2000. První výsledky ověřování potomstev modřínu opadavého z osiva produkovaného v semenných sadech. *Lesnická práce*, 79/12: 546-549.

- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2001. Některé kulturní populace modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) v České republice, jejich hodnota a význam pro lesní hospodářství. Zprávy lesnického výzkumu, 46/3: 139-146.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2001. Nové poznatky o jedli bělokoré. Lesnická práce, 80/5: 209-211.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2002. Ověřování porostů smrku ztepilého. Lesnická práce, 8/2: 63-65.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2003. Ověřování porostů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.) se zvláštním zřetelem k přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina. Zprávy lesnického výzkumu, 48/1: 1-8.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2004. Některé výsledky výzkumu jedle bělokoré, závěry pro lesnickou praxi. TEI pro lesnickou praxi, Pěstování, č. 1, 6 s.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2005. Some experiences with silver fir (*Abies alba* MILL.) variability with regard to the conditions of the natural forest area 16 – Bohemian-Moravian highland. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 21: 5-27.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2004. Provenienční pokus s jedlí bělokorou ve středních Čechách. Lesnická práce, 83/12: 639-641.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2005. Výsledky hodnocení nejstarší provenienční plochy VÚLHM Jíloviště-Strnady s jedlí bělokorou založené v roce 1961 na lokalitě Jíloviště, Baně (PLO 10). Zprávy lesnického výzkumu, 50/1: 24-32.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2006. Výsledky hodnocení provenienčních ploch se smrkem ztepilým a jedlí bělokorou s ohledem na problematiku místních populací těchto dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 51/2: 75-83.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2008. Evaluation of Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) genetic variability related to regionalization of reproduction material in the Czech Republic. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 24: 81-97.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2007. Hodnocení proměnlivosti potomstev borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na základě geografických charakteristik lokalit jejich původu. Zprávy lesnického výzkumu, 52/3: 214-225.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2008. Potomstva vybraných dílčích populací jedle bělokoré, modřínu opadavého a buku lesního ze Slovenské republiky na srovnávacích výzkumných plochách v ČR – možnosti dovozu

- reprodukčního materiálu (I. část – jedle bělokorá). Zprávy lesnického výzkumu, 53/4: 264-272.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2008. Silver fir (*Abies alba* MILL.) in limiting ecological conditions. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 24: 67-79.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., TOMEČ J., HERCÍK L. 2005. Hodnocení vybraných provenienčních ploch s jedlí bělokorou ve věku 31 let se zřetelem na ověření fytogeografické proměnlivosti této dřeviny v České republice. Zprávy lesnického výzkumu, 50/3: 179-190.
- ŠINDELÁŘ J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2005. Posouzení fytogeografické proměnlivosti a dalších charakteristik vybraných populací jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) na základě hodnocení jejich potomstev. In: Neuhöferová, P. (eds.): Jedle bělokorá – 2005. Sborník referátů, Srní 31. 10. – 1. 11. 2005, 218 s. Praha, ČZU FLE Katedra pěstování lesů a Správa NP a CHKO Šumava, 169-183.
- ŠINDELÁŘ J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2006. Hodnocení provenienční výzkumné plochy č. 77 – Nové Hrady, Konratice s potomstvy jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) ve věku 29 let. Zprávy lesnického výzkumu, 51/1: 1-10.
- VOLFSCHÜTZ J., NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V. 2009. Výsledky hodnocení provenienčního pokusu s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.) č. 121 - Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 24 let. Zprávy lesnického výzkumu, 54/2: 99-111.

TESTING OF FOREST TREE SPECIES REPRODUCTIVE MATERIAL SOURCES IN THE CZECH REPUBLIC, METHODOLOGICAL PRINCIPLES

Summary

Presented methodology has been elaborated with the aim to update and specify main principles and goals connected with testing of forest tree species reproductive material sources. Especially, the attention has been paid to testing of certified forest stands, parent trees and seed orchards. Also, another aim of presented methodology was to contribute to updating of principles and methodological procedures in the course of breeding projects planning and realization in framework of activities connected with testing of reproductive material sources with regards to the Czech Republic needs and conditions. As basic outputs of such breeding projects and on the base of verified value of reproductive material from certified forest stands, parent trees and seed orchards, it is possible to formulate proposals to enlist positively verified units among category of tested (verified) reproductive material sources. Results having been obtained in framework of particular breeding projects solution in the Czech Republic are possible to be used in the course of formulation and updating of other procedures connected with seed orchards establishment and management. As other considerable results of reproductive material sources testing experiments, it is possible to mention formulation of conclusions for forest practice (utilization of results from testing of selected forest tree species individual clones within selection of positively verified variants for another breeding use, especially for establishment of other generations seed orchards, etc.).

Generally, research experiments oriented to comparison and verification of forest tree species partial populations and individual trees are representing the important base for concepts of specific programs on the base of both mass and individual selection and fastening up autovegetative propagation by cuttings or by *in vitro* plant tissue culture. So, research activities of this pattern and orientation can conduce to obtaining of considerable results and to attainment of extensive genetic gains.

Presented methodology is supposed to be used especially in forest research and education branch, and from view of basic information acquirement also by owners and administrators of forest property, where research testing plots have been established, or their establishment is planned in the future.

PŘÍLOHY

Obr. 1: Příklad náhodného uspořádání blokového pokusu (PAULE 1992, upraveno)

12	7	4	5	8	1	6	11	9
5	10	8	11	2	9	10	3	7
3	2	11	4	10	6	1	4	12
9	1	6	3	7	12	5	8	2

Obr. 2: Příklad uspořádání pokusu v podobě latinského čtverce (PAULE 1992, upraveno)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	2	3	4	5	6	7	8
8	9	1	2	3	4	5	6	7
7	8	9	1	2	3	4	5	6
6	7	8	9	1	2	3	4	5
5	6	7	8	9	1	2	3	4
4	5	6	7	8	9	1	2	3
3	4	5	6	7	8	9	1	2
2	3	4	5	6	7	8	9	1

Obr. 3: Příklad uspořádání pokusu v podobě dvojité mříže (PAULE 1992, upraveno)

„Číslo bloku“													„Číslo bloku“
5	26	28	30	25	27	29	19	31	7	25	13	1	7
2	12	7	10	9	11	8	11	29	5	23	35	17	11
1	3	5	2	1	4	6	24	12	30	36	6	18	12
4	23	22	19	21	24	20	26	14	8	20	32	2	8
6	34	36	32	35	33	31	15	33	3	21	9	27	9
3	15	17	16	14	18	13	22	10	4	34	16	28	10
6	31	32	33	34	35	36	8	20	2	32	14	26	8
5	25	26	27	28	29	30	11	29	23	5	17	35	11
4	19	20	21	22	23	24	1	13	31	7	19	25	7
3	13	14	15	16	17	18	10	22	34	16	28	4	10
2	7	8	9	10	11	12	24	6	36	12	30	18	12
1	1	2	3	4	5	6	9	27	21	3	33	15	9

Ověřování rodičovských stromů



Foto 1:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů rodičovských stromů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 21, Vodňany, Vseteč, září 2005, věk potomstev 38 r., foto Ing. F. Beran



Foto 2:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů rodičovských stromů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 21, Vodňany, Vseteč, říjen 2005, věk potomstev 38 r., foto Ing. J. Čáp



Foto 3:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů rodičovských stromů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 27, SLŠ Hranice, polesí Valšovice, srpen 2006, věk potomstev 39 r., foto Ing. J. Čáp



Foto 4:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů rodičovských stromů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 28, LS Ruda nad Moravou, Temenice, srpen 2006, věk potomstev 39 r., foto Ing. J. Čáp

Ověřování klonů ze semenných sadů



Foto 1:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Silov na lokalitě Nepomuk (LS Spálené Poříčí), říjen 1996, věk potomstev 7 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 2:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Silov na lokalitě Nepomuk (LS Spálené Poříčí), říjen 1999, věk potomstev 10 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 3:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Pabožek ve Štěchovicích, hodnocení potomstev v juvenilním stadiu vývoje ve školce Artmanov u Města Albrechtice, listopad 2001, foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 4:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Pabožek ve Štěchovicích, výzkumná plocha č. 380, Šenov, Petřvald, duben 2007, věk potomstev 6 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 5:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Pabožek ve Štěchovicích, výzkumná plocha č. 380, Šenov, Petřvald, duben 2007, věk potomstev 6 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 6:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Pabožek ve Štěchovicích, výzkumná plocha č. 380, Šenov, Petřvald, duben 2007, věk potomstev 6 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 7:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů modřínu opadavého v semenném sadu Pabožek ve Štěchovicích, výzkumná plocha č. 380, Šenov, Petřvald, duben 2007, věk potomstev 6 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 8:

Ověřování potomstev z volného sprášení klonů borovice lesní v semenném sadu Silov na lokalitě Nepomuk (LS Spálené Poříčí), foto Ing. J. Frýdl, CSc.

Ověřování potomstev semenných sadů



Foto 1:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 136, Šenov, Petřvald, březen 1994, zakládání plochy, věk sazenic 2 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 2:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 136, Šenov, Petřvald, říjen 1994, věk potomstev 2 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 3:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 136, Šenov, Petřvald, říjen 1995, věk potomstev 3 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 4:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 136, Šenov, Petřvald, říjen 1997, věk potomstev 5 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 5:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 136, Šenov, Petřvald, září 1999, věk potomstev 7 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 6:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 136, Petřvald, Šenov, duben 2007, věk potomstev 15 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 7:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 133 A, Milevsko, Olešná, září 2005, věk potomstev 13 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 8:

Ověřování semenných sadů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. 134 A, Přeštice, Nýřany, květen 2005, věk potomstev 13 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.

Ověřování uznaných porostů lesních dřevin



Foto 1:

Ověřování uznaných porostů smrku ztepilého, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 244, Horní Blatná, Pernink, září 2005, věk potomstev 30 r., foto Ing. J. Čáp



Foto 2:

Ověřování uznaných porostů smrku ztepilého, výzkumná plocha č. 283, Josefodol, září 2005, věk potomstev 17 r., foto Ing. J. Čáp



Foto 3:

Ověřování uznaných porostů smrku ztepilého, výzkumná plocha č. 278, Obecní lesy Pocínovice, Liščí, foto Ing. F. Beran



Foto 4:

Ověřování uznaných porostů borovice lesní, výzkumná plocha č. 48, Obecní lesy Horosedly, lokalita Čimelice – Háj, červenec 2005, věk potomstev 35 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 5:

Ing. Jiří Šindelář, CSc. na výzkumné ploše č. 48 (Obecní lesy Horosedly, lokalita Čimelice) se spolupracovníky, foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 6:

Ověřování potomstev uznaných porostů borovice lesní série 1994, výzkumná plocha č. 321, Strážnice, Bzenec, říjen 2005, věk potomstev 13 r., foto Ing. J. Kaňák



Foto 7:

Ověřování uznaných porostů modřínu opadavého, výzkumná plocha č. „0“, Město Loštice, srpen 2006, věk potomstev 49 r., foto Ing. J. Čáp



Foto 8:

Ověřování uznaných porostů buku lesního, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 141, Pelhřimov, Černovice, květen 2009, věk potomstev 14 r., foto Ing. J. Čáp



Foto 9:

Ověřování uznaných porostů buku lesního, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 141, Pelhřimov, Černovice, květen 2009, věk potomstev 14 r., hodnocení fenologie, rašení, foto Ing. J. Čáp



Foto 10:

Ověřování uznaných porostů buku lesního, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 141, Pelhřimov, Černovice, květen 2009, věk potomstev 14 r., hodnocení fenologie, rašení, foto Ing. J. Čáp



Foto 11:

Ověřování uznaných porostů buku lesního, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 141, Pelhřimov, Černovice, květen 2009, věk potomstev 14 r., hodnocení fenologie, rašení, foto Ing. J. Čáp



Foto 12:

Ověřování uznaných porostů buku lesního, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 141, Pelhřimov, Černovice, květen 2009, věk potomstev 14 r., hodnocení fenologie, rašení, foto Ing. J. Čáp



Foto 13:

Ověřování uznaných porostů buku lesního, mezinárodní provenienční výzkumná plocha č. 141, Pelhřimov, Černovice, květen 2009, věk potomstev 14 r., hodnocení fenologie, rašení, foto Ing. J. Čáp



Foto 14:

Nejstarší provenienční pokus s jedlí bělokorou, výzkumná plocha č. 211, Jíloviště-Cukrák, březen 2004, věk potomstev 45 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 15:
Nejstarší provenienční pokus s jedlí bělokorou, výzkumná plocha č. 211, Jíloviště-Cukrák, březen 2004, věk potomstev 45 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 16:

Provenienční pokus s jedlí bělokorou, výzkumná plocha č. 53, LZ Konopiště, lokalita Mrač, srpen 2004, věk potomstev 31 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.



Foto 17:

Provenienční pokus s jedlí bělokorou, výzkumná plocha č. 53, LZ Konopiště, lokalita Mrač, srpen 2004, věk potomstev 31 r., foto Ing. J. Frýdl, CSc.

LESNICKÝ PRŮVODCE



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