

ÚVODNÍ GENETICKÉ HODNOCENÍ SEMENNÝCH SADŮ BOROVICE LESNÍ V ZÁPADNÍCH ČECHÁCH

INITIAL EVALUATION OF SEED ORCHARDS OF SCOTS PINE IN THE WESTERN CZECH REPUBLIC

JAN KAŇÁK^{1,3)} - JAROSLAV KLÁPŠTĚ²⁾ - MILAN LSTIBŮREK²⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivost, v. v. i., Arboretum Sofronka, Plzeň - Bolevec; ²⁾Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita, Praha; ³⁾Doktorand Fakulty lesnické a dřevařské, Česká zemědělská univerzita, Praha

ABSTRACT

Seed orchards are production populations, where the goal is to provide mass quantities of genetically superior seed. First generation seed orchards are established from initial plus tree phenotypic selections, therefore, information on respective genetic quality is missing in this initial phase of tree improvement. Progeny trials are the main tool to provide such information in the management of seed orchards. Based on the trials' evaluation, it is possible to estimate selection indices of individual parental trees in seed orchards, as well as that of individual progenies in progeny trials. Forward selection among these progenies then leads to the establishment of production populations in advanced generations.

Klíčová slova: šlechtění lesních dřevin, semenné sady, genetická probírka, heritabilita

Key words: forest tree breeding, seed orchards, genetic thinning, heritability

ÚVOD

Semenné sady jsou účelovými výsadbami naroubovaných vybraných stromů, splňujících určitá kritéria (PAULE 1992). Jsou založené s konkrétním šlechtitelským záměrem a jejich praktický význam spočívá především v dostatečné a snadno dostupné úrodě geneticky hodnotného a vhodného osiva.

Semenné sady v lesním hospodářství jsou mimo svůj nesporný význam při záchraně a využití genofondu ohrožených populací především významným zdrojem šlechtěného reprodukčního materiálu lesních dřevin.

Hlavním předpokladem toho, aby semenné sady dobře plnily svoji funkci, je především ověření jednotlivých klonů (vybraných na základě fenotypu) testováním za účelem zjištění, zda i jejich potomstva odpovídají daným kritériím výběru, tzn. zda jsou kritéria jejich výběru dědičně podmíněná.

Nejstarší semenné sady v naší republice, zakládány v 70. letech minulého století, jsou zralé na rekonstrukci především z toho důvodu, že se při jejich projektování příliš neřešil původ všech použitých klonů, zastoupených v sadu. Tak se stalo, že např. v semenném sadu Zbiroh jsou vedle místních populací borovice lesní zastoupeny klony rodičovských stromů původem z Českého Švýcarska, Plzeňska, jižních Čech apod., přesně podle toho, jaké roubovance měl projektant sadu k dispozici v době jeho zakládání. Použití osiva z těchto ramet ve svém důsledku znamená legalizaci nepovoleného přenosu osiva do jiných semenářských oblastí. Teprve od 80. let minulého století se začalo dbát o čistotu původu potomstev ze semenných sadů a semenné sady začaly svým složením reprezentovat konkrétní regionální populace.

Veškeré dosud založené semenné sady v České republice jsou semenné sady 1. generace. Vyšší generaci semenných sadů lze založit pouze na základě realizace dalšího šlechtitelského cyklu, zahrnujícího křížení, testování a výběr.

Pozn.: Cílem ověřování zdrojů reprodukčního materiálu, zejména uznaných porostů a semenných sadů je získat informace o genetické proměnlivosti hospodářsky významných znaků a vlastností těchto dílčích populací. Ověřování je základem pro následnou selekci zkoumaných jednotek na genetické úrovni a pro formulaci návrhů na zařazení nejvhodnějších 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 o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin) i nově přijatého zákona č. 149/2003 Sb. v rámci přizpůsobování legislativních opatření České republiky předpisům Evropské unie, který tuto kategorii rovněž zahrnuje (FRÝDL, ŠINDELÁŘ 2006).

Testování potomstev semenných sadů lze podle konkrétního cíle založit dvojím způsobem. Buď je naším cílem zařadit pozitivně hodnocené do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu, nebo testujeme jednotlivé klony v semenných sadech 1. generace s cílem použít pozitivně ověřené klony při zakládání semenných sadů dalších generací. V tomto případě ověřujeme testováním potomstev mateřských stromů (klonů) jejich genetickou hodnotu.

První testovací plochy byly v ČR zakládány pracovníky VÚLHM, popř. samotným lesním provozem (LČR) v 90. letech 20. století. VÚLHM připravil projekt rozsáhlých testovacích výsadeb borovice lesní a modřínu opadavého (ŘEŠÁTKO 1992, ŠINDELÁŘ 1992),

kteřé byly realizovány počátkem 90. let. Tyto testovací plochy byly zakládány s cílem zařadit pozitivně ověřené mezi testované zdroje reprodukčního materiálu. Testovací výsadby byly dvojího druhu: jednak pro testování potomstev porostů kategorie „A“ a jednak pro testování potomstev semenných sadů. Způsob tohoto testování spočíval v porovnávání potomstev ze směsných vzorků (všech klonů) jednotlivých semenných sadů (resp. porostů kategorie „A“) z jednoho konkrétního roku mezi sebou. Navíc byly k testování přiřazeny pro porovnání tzv. standardy, vzorky osiva porostů kategorie „B“ známé kvality.

Pro testování potomstev semenných sadů byl našim pracovištěm (VÚLHM v Plzni – Bolevci) navrhován způsob testování podle jednotlivých klonů, popřípadě podle jednotlivých ramet. Jeho výsledky se totiž dají použít buď pro negativní selekci klonů s nevyhovujícími vlastnostmi potomstev, nebo pro pozitivní selekci ověřených kvalitních klonů pro založení sadů vyšších generací. Tento způsob zvolili po konzultaci s našim pracovištěm i pracovníci LČR: pro testovací plochy západočeských semenných sadů borovice lesní Ing. Hrdlička (v r. 1991) a později (1995) i J. Červenský pro testovací plochy semenného sadu třeboňské borovice.

CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo změřit a vyhodnotit dvě testovací plochy LČR s potomstvy klonů borovice lesní ze 2 semenných sadů:

- Plasy – Doubrava, ev. č. 79, test. plocha Skelná Huť (Králov Dvůr), LS Plasy
- Nepomuk – Silov, ev. č. 43, test. plocha Nepomuk, LS Klatovy

Výstupy z této práce budou využity v dalších etapách hodnocení, kdy budou hodnoceny obě lokality najednou. Dále se zvažuje modelování kompetičních vztahů na testovacích výsadbách. Finálním výstupem bude návrh selekčního zásahu v uvedených semenných sadech (tzv. genetická probírka).

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika semenných sadů a testovacích ploch

Semenné sady

Jak již bylo uvedeno, do testování byly zahrnuty dva semenné sady svým složením téměř identické a dvě k nim příslušné testovací plochy. Semenný sad Doubrava byl založen o 5 let později než semenný sad Silov a na rozloze téměř 3x větší. Na obou semenných sadech jsou zastoupeny téměř výhradně ramety západočeské proveniencie (viz přílohy 1 a 2 – Plánky semenných sadů).

Testovací plochy

Biometrická měření a hodnocení testovacích výsadeb byla prováděna v Západočeském kraji na dvou testovacích plochách, založených v 90. letech pracovníkem LČR, s. p., Ing. Oldřichem Hrdličkou – viz tabulka 2. Testovací plocha Skelná Huť (LS Plasy, plánec viz příloha 3), testuje semenný sad č. 79 – Doubrava (LS Plasy) a testovací plocha Nepomuk (LS Klatovy, plánec viz příloha 4), testuje semenný sad č. 43 – Silov u Nepomuka. Oba tyto sady mají ale převážnou část klonů společných, takže jsou na obou plochách testována potomstva stejných klonů. Pro tuto práci bylo rozhodující měření testovací plochy Skelná Huť, neboť na této ploše jsou vysázena potomstva každého klonu po jednotlivých rametách. Testovací plocha Nepomuk byla brána jako orientační v případě nejednoznačných výsledků testovaných potomstev na ploše Skelná Huť.

Sběr šišek pro získání osiva pro obě testovací plochy byl prováděn osobně ing. Hrdličkou a jednotlivé partie šišek byly dovezeny na pracoviště VÚLHM v Plzni – Bolevci, kde byly separované vylušťeny a uskladněny do doby jarního výsevu. Výsev a pěstování sazenic byl prováděn identickým způsobem v identických podmínkách: potomstva sadu Silov u Nepomuka – výsev ve školce na Krkavci (Plzeň) a školkování ve školce Zelená Hora, potomstva ze sadu Doubrava (Plasy) – výsev i školkování ve školce Olejná.

Tab. 1.
Charakteristiky semenných sadů
Characteristics of seed orchards

Semenný sad/Seed orchard	Doubrava	Nepomuk-Silov
Evidenční číslo/Evidence number	79	43
LČR, lesní správa/LČR Forest district	Plasy	Klatovy
GPS	49°54'31.034"N, 13°26'33.605"E	49°28'52.587"N, 13°31'41.536"E
PLO/Natural forest area	6	6
SLT/Forest type group	3 I	4 S
Hospodářský soubor/Management type	8241	451
Počet klonů/Number of clones	87	45
Počet ramet/Number of ramets	1 165	410
Spon/Spacing	6 x 6 m	6 x 6 m
Celková plocha /ha/Total area (ha)	6,48	2,24
Rok založení/Year of establishment	1980	1975
LVS/Forest vegetation type	2	4
Nadmořská výška/Altitude	380	480 - 500
Testován na ploše/Tested at	Skelná Huť	Nepomuk

Tab. 2.

Charakteristiky testovacích ploch
Characteristics of progeny trial

Plocha/Progeny test	Skelná Huť	Nepomuk
LČR, lesní správa/LČR Forest district	Plasy	Klatovy
GPS	49°55'53.489"N, 13°6'43.268"E	49°29'40.735"N, 13°33'5.702"E
SLT/Forest type group	5K5	3S1
Hospodářský soubor/Management type	133	453
Počet potomstev/Progeny size	85 klonů, 320 ramet	38 klonů
Počet parcel/Number of plots	960 + (7 kontroly)	163 + (3+3 kontroly)
Počet opakování/Number of replicates	3 (potomstva ramet)	4 (potomstva klonů)
Velikost opakování/Block size	1 X 10 ks = 10 ks	10 X 5 ks = 50 ks
Spon/Spacing	0,7 X 1,4 m	0,7 X 1,4 m
Celková plocha /ha/Total area (ha)	1,23	0,81
Rok založení/Year of establishment	1994	1991
LVS/Forest vegetation type	5	3
Nadmořská výška/Altitude	610	490
Testuje semenný sad/Test seed orchard	Doubrava	Nepomuk-Silov

V semenném sadu Doubrava byl proveden sběr šišek podle jednotlivých ramet a od každého klonu byla testována potomstva cca 5 ramet. Na testovací plochu (Skelná Huť) bylo sázeno každé potomstvo ve 3 opakováních. Každé opakování bylo reprezentováno 10 sazenicemi ve sloupci po 0,7 m, jednotlivé sloupce byly od sebe vzdáleny 1,40 m, tedy klasický spon, používaný v lesnickém provozu.

V semenném sadu Nepomuk-Silov byly sbírány šišky pouze podle jednotlivých klonů. Výsadba testovací plochy (Nepomuk) byla prováděna opět ve sponu 0,7 x 1,4 m, na rozdíl od předešlé plochy však na parcelách po 50 sazenicích (5 x 10 řad) ve 4 opakováních.

Před samotným měřením byly obě plochy posouzeny z hlediska homogenity a možnosti ovlivnění výsadeb nebo jejich částí stano-
vištěm (okrajem porostu, expozicí, reliéfem, půdním horizontem, vláhou apod.).

Plocha ve Skelné Huti byla částečně založena v místě bývalé lesní školky. Paradoxně právě tato část musela být z hodnocení vypuštěna pro vysoké ztráty, zaviněné dovezeným nevhodným substrátem (viz příloha 3). Zbývající část plochy byla posouzena jako homogenní a byla zařazena do měření. Přestože část plochy byla z hodnocení vypuštěna, neovlivnilo to kvantitativní ani kvalitativní parametry měřené části plochy.

Plocha u Nepomuku, umístěná na počátku rozsáhlejšího lesního komplexu, ale s dostatečnou izolační vzdáleností, byla uznána jako vhodná pro měření a hodnocení celá.

Velmi důležitá byla i obnova stabilizace obou ploch, neboť u každého posuzovaného stromu musela být naprostá jistota jeho původu. Proto byla věnována přípravě ploch na měření náležitá pozornost.

Biometrická měření, kvantitativní a kvalitativní charakteristiky

Všechny stromy na obou testovacích plochách byly měřeny a hodnoceny stejným způsobem. Z kvantitativních znaků byla sledována jejich výška a tloušťka, z kvalitativních znaků především

tvár kmene a mortalita. Dalším kvalitativním znakem je bezesporu i množství, tloušťka a charakter větvení, které nebylo v této fázi práce hodnoceno, ale je plánováno v další fázi selekce – v hodnocení vybraných perspektivních potomstev v případě uvažovaného sadu vyšší generace.

Měření těchto ploch probíhalo jednak v roce 2000 a jednak v letech 2007 a 2008. Dynamika růstu jednotlivých potomstev, kterou můžeme sledovat porovnáním těchto měření, bude publikována samostatně. Tato práce se zabývá pouze hodnocením, které probíhalo v letech 2007/8.

Kvantitativní charakteristiky

Pozn.: Hlavním nežádoucím jevem v současných nejmladších borových porostech je značný podíl jedinců s neprůběžným kmínkem (hlavní osou) a různé typy tvarových deformací habitu borovic. Tvarové deformace borovic jsou různého typu (zakřivení hlavní osy, tvorba dvojáků či rozsoch apod.) a vyskytují se zpravidla (v průměru) u více než 60 % jedinců v mladých kulturách. Převažují deformace průběžnosti kmene typu esovitěho zakřivení hlavní osy (66 %), jednostranného prohnutí hlavní osy (6 %) či tvorba mnohočetných vrcholů (28 %). Dominujícím faktorem, podmiňujícím vznik tvarových deformací a odchylek průběžnosti svislé osy, je dicyklický růst proleptických výhonů (u 2/3 tvarově deformovaných jedinců). U mladých borovic má tento fenomén (letní růst výhonů) společně se zmnožováním počtu pupenů na vrcholových prýtech specifický časový průběh (největší podíl jedinců s proleptickými výhony vykazují kultury ve věku 3 a 4 let po založení; v kulturách tohoto věku se průměrný podíl borovic s proleptickými výhony zpravidla pohybuje v rozpětí od 15 do 20 %, avšak v jednotlivých lesních kulturách bývá situace velmi proměnlivá). Rozmanitost podmínek, za nichž u borovice lesní jednotlivé tvarové odchylky vznikají, naznačila, že tento proces (jev) nelze posuzovat z hlediska jednoho příčinného faktoru. V zásadě dosud z našich i zahraničních výzkumných šetření vyplývají čtyři základní okruhy faktorů, jež vznik tvarových

odchylek vzájemně podmiňují. Jde především o vrozené dispozice (genetické vlivy) včetně morfologické a fyziologické kvality používaného sadebního materiálu borovice lesní, o klimatické podmínky (zejména teplotní a srážkové poměry), půdní podmínky (včetně opatření řízené výživy rostlin) a světelné podmínky (např. délka dne v některých regionech) na stanovišti výsadby (KAŇÁK, NÁROVEC 1999).

1. Výška

U všech stromů na obou plochách byla měřena výška. Na ploše Skelná Hut', kde se pohybovala výška stromků mezi 4 až 8 metry, byla měřena teleskopickou výškoměrnou latí zn. Nokkia s přesností na cm. Na ploše Nepomuk, která je o 3 roky starší a stromky jsou vyšší (cca 8 - 12 m), byl použit výškoměr Vertex III s přesností na 10 cm.

Pro velký objem prací bylo měření na ploše Skelná Hut' započato již v roce 2007 a výška byla měřena na vrchol terminálního výhonu. Měření výšek zde pak pokračovalo po vegetačním období v roce 2008 (srpen - říjen), a aby byly výšky porovnatelné, měřily se k poslednímu přeslenu. Všechny naměřené hodnoty tedy odpovídají výšce potomstev na podzim roku 2007.

2. Tloušťka ($d_{1,3}$)

U všech stromů na obou plochách byla měřena tloušťka ve výšce 1,30 m. Pro větší přesnost byl měřen obvod kmínku, přepočítaný na průměr s přesností 0,5 cm. V případě, že vycházela výška 1,30 m do místa přeslenu, měřili jsme obvod 10 cm pod a 10 cm nad přeslenem a průměr těchto dvou hodnot jsme uvažovali jako tloušťku.

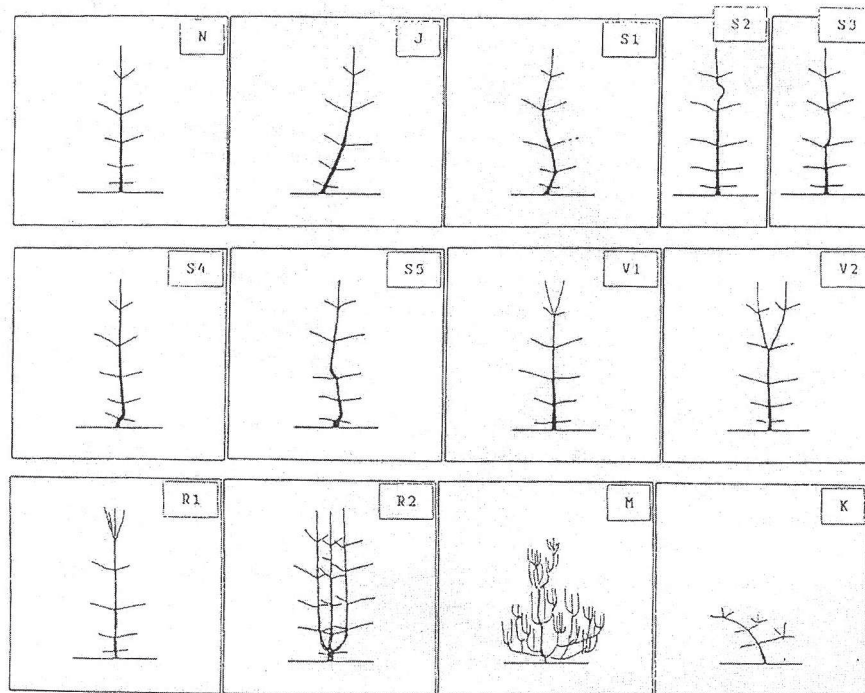
Veškerá měření tloušťky (resp. obvodu) byla prováděná na podzim roku 2008.

Kvalitativní charakteristiky

1. Tvar kmene

U všech stromků byl jako kvalitativní znak sledován tvar kmene podle zjednodušené klasifikace Nárovce (VS Opočno) – viz obr. 1. Rovný vzpřímený kmen bez deformací byl značen „N“ (normální), tvary deformací pak jako „J“ – jednostranně prohnutý, „S“ – dvoustranně prohnutý, „V“ – vidlice a „R“ – rozsocha. Z této klasifikace nebyly brány v úvahu deformace S1-5, V1-2, R1-2 a tvary M a K (viz obr. 1). Naopak, tvary J a S byly ještě doplněny buď písmenem „a“ v případě mírné deformace, způsobené např. bujným růstem, poraněním apod., resp. písmenem „z“ v případě silné deformace, kde se jedná o nezvratnou deformaci patrnou i v budoucnu a zřejmě geneticky podmíněnou. U deformací typu „V“ a „R“ byl kladen důraz na jejich správné posouzení, tzn. jestli nebylo příčinou primární poškození biotickými (např. obaleč prýtový, ptáci apod.) nebo abiotickými činiteli (vítr, kroupy, námraza apod.). Tyto případy se však daly naštěstí poměrně dobře rozlišit: u geneticky podmíněných deformací mají totiž tendenci se pravidelně v určité periodicitě opakovat. Navíc deformace, způsobené pouze vnějšími činiteli mají velmi rychlou tendenci k nápravě, silně vyvinutý negativní geotropismus, upřednostňující většinou jen jeden postranní pupen či výhon k převzetí funkce poškozeného terminálu. U těchto poškození se zpravidla po 3 až 5 letech deformace vyrovnává a nemá tak trvalé následky.

V hodnocení tvaru kmene bylo stanoveno toto pořadí podle závažnosti: N, Ja, Sa, Jz, Sz, V a R. Stromy s deformacemi typu Jz, Sz, V a R byly označeny jako nevyhovující a klony, v jejichž potomstvech se vyskytovaly, jsme označili za neperspektivní a jsou z dalšího šlechtění vyřazeny.



Obr. 1.

Klasifikace tvaru kmene podle NÁROVCE

Classification of stem shape according to NÁROVEC

Při hodnocení tvarových deformací na obou testovacích plochách v roce 2000 bylo konstatováno, že obdobně jako u jiných srovnatelných výsadeb nebyla ani zde potvrzena výchozí hypotéza o dominantním vlivu zeměpisného původu na četnost letního růstu výhonů u borovice lesní a s tím souvisejícími tvarovými deformacemi stromků v mladých borových kulturách. Podle dosud provedených šetření se jeví charakter (vliv) stanoviště (obecně jeho úživnost a klimatická charakteristika, vyplývající z nadmořské výšky) jako daleko významnější faktor iniciace množování počtu pupenů na koncových letorostech a letního růstu výhonů, než je samotný vliv původu (provenience) borových kultur. (KAŇÁK, NÁROVEC 1999, KAŇÁK, NÁROVCOVÁ 2004). Právě množení počtu pupenů na koncových letorostech a letní růst výhonů má za následek růstové deformace (tvaru S, V, R) u mladých borových kultur. Tyto tvarové deformace se však vyskytují u drtivé většiny stromků pouze dočasně (max. do 8 - 10 let) a ve vyšším věku již nebývají patrné. Vyskytují-li se však periodicky nadále i ve vyšším věku, jde s největší pravděpodobností o genetickou zátěž a tyto genotypy je třeba z dalšího šlechtění vyřadit.

2. Mortalita

Na obou plochách byla sledována a evidována mortalita. Ta je částečně, ale nepodstatně zkreslená, protože byla na obou testovacích plochách v minulosti provedena slabá probírka, zaměřená především na zpřístupnění ploch pro měření odstraněním nalétnutých dřevin a suchých popř. ustupujících jedinců. Také v průběhu našeho měření a hodnocení byly evidentně slabé a ustupující (výrazně podúrovňové) stromky též vynechány.

3. Větvění – množství, tloušťka a charakter

Jak už bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, sledování a hodnocení této charakteristiky nebylo v této fázi hodnocení prováděno. Určitě s ním však počítáme, neboť bezesporu patří k hlavním kvalitativním znakům. Předpokládáme, že v další fázi selekce, při posuzování a okulárním hodnocení již vybraných perspektivních potomstev pro eventuální založení sadu vyšší generace bude jedním z důležitých kritérií výběru. Bude sledována především tloušťka větví a úhel, který svírají k ose kmene.

Veškeré naměřené a posuzované charakteristiky byly dále různými metodami statisticky zpracovány.

Statistické zpracování biometrických měření

Cílem zvažované selekce v semenném sadu, tj. převod stávajících sadů první generace na sady 1,5. generace, je navýšení genetického zisku u sledovaných znaků. Genetický zisk bude realizován v provozních podmínkách při využití reprodukčního materiálu původem z těchto sadů.

U zvažovaných znaků v tomto projektu převažuje aditivní složka genetického rozptylu, navíc se empiricky předpokládá dominantní podíl genů s malým účinkem. Budeme tedy předpokládat (a ověřovat) normalitu rozdělení studovaných znaků. Při přenosu specifické alely (funkční formy genu) z rodiče na potomka je tedy důraz kladen na její aditivní účinek s ohledem na proměnlivost sledovaného znaku. Prostý součet aditivních účinků všech těchto alel pak označujeme jako tzv. šlechtitelskou hodnotu jedince. Odhad šlechtitelské hodnoty se pak uplatňuje jako selekční kritérium (v případě více znaků je kritériem selekční index, ve kterém jsou přiřazeny ekonomické váhy jednotlivým znakům).

Pro odhad šlechtitelských hodnot bylo využito smíšených lineárních modelů. V obecné rovině můžeme deklarovat závislost

$$y = c_1 b_1 + c_2 b_2 + \dots + c_n b_n,$$

kde $c_1, c_2, \dots, c_n$ jsou konstanty a $b_1, b_2, \dots, b_n$ jsou neznámé parametry. Předmětem statistické analýzy je odhad (označujeme $\hat{y}$) výše uvedené parametrické funkce. Obvykle předpokládáme lineární vztah mezi parametry této funkce. Z velkého počtu řešení (nestranných lineárních odhadů) pak vybíráme takové, které vykazují minimální rozptyl. Odhady šlechtitelských hodnot pak často označujeme jako tzv. BLUP hodnoty (jsou nejlepším nestranným lineárním odhadem skutečných šlechtitelských hodnot).

Uvedenou lineární závislost (model) je možné aplikovat při hodnocení testovací výsadby (část 4.1.1). Při analýze byl využit následující model:

$$y = Xb + Za + e,$$

kde y je vektorem ($n \times 1$) naměřených hodnot u sledovaného znaku (n je počet měření), b ($p \times 1$) je vektorem veličin s fixním účinkem (p je počet úrovní dané veličiny), a ($q \times 1$) je vektorem veličin s náhodným účinkem (q je počet úrovní dané veličiny), e je vektorem ($n \times 1$) chyb (reziduí), X je matricí ($n \times p$) propojující y s b , a Z je matricí ($n \times q$) propojující y s a .

Předpokládá se, že střední hodnota $E(y) = Xb$ a $E(a) = E(e) = 0$. Chyby, které zahrnují náhodné vlivy prostředí a neaditivní genetické účinky, jsou nezávislými náhodnými veličinami, každá z nich má rozdělení $N(0, \sigma_e^2)$, kde σ_e^2 je neznámým parametrem. Následně je možné vyjádřit $\sigma_{(e)}^2 = I\sigma_e^2 = R$; $\sigma^2(a) = A\sigma_a^2 = G$ a kovariance $\sigma = (a, e) = 0$, kde A je aditivní příbuzenskou matricí vypočítanou z rodokmene. Dále platí, že $\sigma^2(y) = ZGZ' + R$.

Odhad výše uvedené parametrické funkce se provede vyřešením následující soustavy (MRODE 1996):

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

$$\text{kde } \alpha = \sigma_e^2 / \sigma_a^2 \Leftrightarrow (1 - h^2) / h^2.$$

Hodnoty rozptylu a kovariancí (matice R a G) se odhadují z dat modifikovanou metodou maximální věrohodnosti (restricted maximum likelihood, REML).

Dále jsme vycházeli z původního schématu výsadby, resp. náhodného uspořádání potomstev v rámci dané lokality. Zvažovali jsme fixní účinek lokality a náhodný účinek aditivní genetické hodnoty na sledovaných znacích. V základním modelu jsme nezvažovali vliv konkurence sousedních jedinců na měřeného jedince. V tomto modelu jsme matricí R modelovali pomocí jednotkové matice I :

$$R = \sigma_e^2 I$$

kde jednotková matice I je definována jako:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 1 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Následně jsme použili vícekritériální model zvažující průměr ve výčetní tloušťce a celkovou výšku za účelem získání genetické korelace mezi těmito znaky. V tomto případě je použit výše uvedený obecný lineární model:

$$y = Xb + Za + e,$$

kde v tomto případě y je $n \times t$ vektor pozorování na t znacích, $b(p \times t)$ je vektorem veličin s fixním účinkem (p je počet úrovní dané veličiny), $a(q \times t)$ je vektorem veličin s náhodným účinkem (q je počet úrovní dané veličiny), e je vektorem ($n \times t$) chyb (reziduí), X je maticí ($n \times p$) propojující y s b , a Z je maticí ($n \times q$) propojující y s a . Náhodné proměnné a a e jsou předpokládány jako proměnné s vícerozměrným náhodným rozdělením:

$$a \sim \text{MVN}(0, G), \text{ kde } G = G_0 A$$

$$G_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{e1}^2 & \sigma_{e1e2} & \sigma_{e1e3} & \cdots & \sigma_{e1et} \\ \sigma_{e1e2} & \sigma_{e2}^2 & \sigma_{e2e3} & \cdots & \vdots \\ \sigma_{e1e3} & \sigma_{e2e3} & \sigma_{e3}^2 & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{e1et} & \cdots & \cdots & \cdots & \sigma_{et}^2 \end{pmatrix}$$

a matice A je aditivní matice příbuznosti vypočtená z informací z rodokmenu

$$e \sim \text{MVN}(0, R), \text{ kde } R = E_0 I$$

$$E_0 = \begin{pmatrix} \sigma_{e1}^2 & \sigma_{e1e2} & \sigma_{e1e3} & \cdots & \sigma_{e1et} \\ \sigma_{e1e2} & \sigma_{e2}^2 & \sigma_{e2e3} & \cdots & \vdots \\ \sigma_{e1e3} & \sigma_{e2e3} & \sigma_{e3}^2 & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{e1et} & \cdots & \cdots & \cdots & \sigma_{et}^2 \end{pmatrix}$$

Výše uvedené analýzy (REML, BLUP) byly provedeny s využitím software AS REML (GILMOUR et al. 2006).

VÝSLEDKY

Mortalita

Hodnoty mortality jsou uvedeny v tabulkách 3 a 4 jednotlivě pro potomstva konkrétních rodičovských stromů. (tab. 3 a 4).

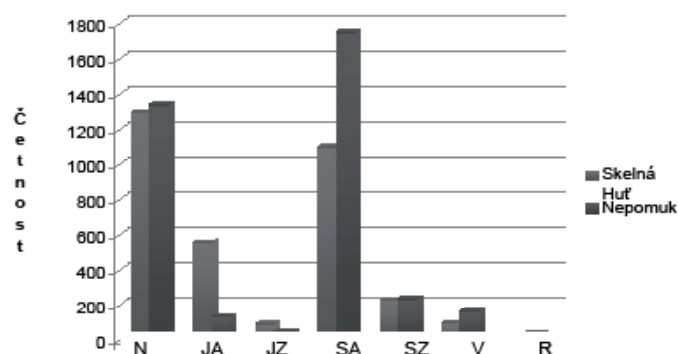
Mortalita na ploše Nepomuk je na rozdíl od plochy Skelná Huť poměrně homogenní a pohybuje se od 45 do 66 %. To odpovídá poměrům na obou plochách: plocha Nepomuk je homogennější a především není vystavena takovému tlaku vysoké zvěře a výřezu vánočních stromků jako plocha Skelná Huť, kde se pohybovala mortalita v rozmezí 20 - 76 %. Při hodnocení v roce 2000 byla průměrná mortalita na ploše Nepomuk 12 %, přestože nebyla plocha po výsadbě vylepšována a na ploše Skelná Huť 40 %. Prořezávky na obou

plochách byly prováděny se zaměřením na suché a výrazně ustupující jedince. Jejich hlavním úkolem bylo zpřístupnění ploch k měření a v žádném případě neovlivnily výrazně procento mortality.

Tvárnost kmene

Zastoupení jednotlivých tříd tvárnosti na obou lokalitách je uvedeno v grafu 1.

Z grafu je patrné, že obě plochy jsou z hlediska tvárnosti velmi podobné. U kategorií, které nás nejvíce zajímají (N, JZ, SZ, V a R), je jejich zastoupení téměř identické. Liší se pouze u kategorií JA a SA, což je patrné způsobeno rozdílným stylem výsadby (obě plochy jsou na jiných lesních správách). Navíc nejsou tyto kategorie z hlediska perspektivy zatížené žádným hendikepem.



Graf 1.

Tvárnost kmene na obou testovacích plochách
Stem form in both test locations

Důležité je, že v porovnání s kontrolním vzorkem je tvárnost kmene testovaných potomstev výrazně lepší a výskyt nežádoucích deformací (JZ, SZ, V a R) výrazně nižší. To svědčí o tom, že potomstva sadů 1. generace jsou kvalitnější než běžné provozní výsadby

Biometrická měření

Pro zajímavost uvádíme výsledky měření v roce 2000:

Průměrná výška potomstev na ploše Nepomuk se pohybovala v rozmezí od 368 do 465 cm a kontrolní vzorky 363 resp. 458 cm. Testovaný soubor byl poměrně homogenní (S_x (%)) v celém souboru byl 6 %).

Na ploše Skelná Huť se pohybovala v roce 2000 průměrná výška potomstev v rozmezí 100 až 255 cm a S_x (%) celého souboru byl 11 %. U kontrolního vzorku (místní populace) dosahovala průměrná výška 187 cm a S_x (%) 22 % (KAŇÁK 2001).

Odhad heritability (v užším slova smyslu) činil 0,34 pro výšku (chyba odhadu = 0,08) a 0,23 pro tloušťku (chyba odhadu = 0,06). V tabulce 3 je mimo mortalitu uveden seznam klonů testovaných na lokalitě Skelná Huť s odhadem šlechtitelských hodnot pro výšku a tloušťku, včetně chyb odhadů, velikosti potomstev (v průběhu měření) a původu klonů. V tabulce 4 je uveden obdobný seznam na lokalitě Nepomuk.

Pro získání odhadů genetických parametrů bylo použito více modelů specifikovaných v kapitole „Statistické zpracování biometrických měření“. V případě výsadby Skelná Huť jsme získali adi-

Tab. 3.

Seznam klonů testovaných na lokalitě Skelná Hut', mortalita, výška, tloušťka

List of clones tested at Skelná Hut' plot, mortality, height, diameter

Klon/ Clone ID	Mortalita/ Mortality	Výška/Height		Tloušťka/Diameter							
		střed/ middle	chyba/ error	střed/ middle	chyba/ error						
2002	70,00 %	591,99	38,71	7,44	0,98	2984	30,00 %	675,34	24,02	7,05	0,65
2097	65,33 %	579,76	19,68	9,31	0,53	2985	30,00 %	607,08	13,89	7,10	0,38
2098	38,75 %	650,15	20,08	9,30	0,54	2986	52,50 %	583,68	21,84	8,01	0,59
2099	35,33 %	590,79	15,82	5,67	0,43	2987	35,00 %	637,94	16,18	7,64	0,44
2101	47,78 %	612,27	20,36	8,11	0,55	2988	38,33 %	654,21	17,41	7,91	0,47
2102	23,00 %	702,51	17,17	7,01	0,47	2989	86,67 %	640,39	37,16	8,06	0,95
2103	66,67 %	527,88	31,38	8,29	0,83	2990	49,33 %	596,53	17,25	7,30	0,47
2349	16,00 %	672,13	21,14	5,43	0,57	2991	18,00 %	688,50	21,31	5,79	0,58
2350	65,00 %	554,98	33,75	9,40	0,88	2992	47,50 %	602,70	26,11	7,32	0,70
2351	36,00 %	703,00	23,06	6,68	0,62	2993	20,00 %	567,67	21,48	5,60	0,58
2352	52,86 %	600,09	22,84	6,95	0,62	2994	28,75 %	643,59	19,07	6,87	0,52
2353	40,00 %	636,87	18,74	7,52	0,51	2995	28,00 %	663,58	22,22	5,49	0,60
2355	71,25 %	634,55	25,45	8,56	0,68	2997	40,00 %	599,99	20,22	7,01	0,55
2356	22,00 %	611,65	17,09	6,44	0,46	2998	47,50 %	614,25	26,11	7,51	0,70
2357	60,00 %	618,05	37,16	7,87	0,95	20001	63,33 %	575,65	30,72	7,60	0,81
2358	70,00 %	721,00	34,73	7,31	0,90	20002	32,50 %	650,47	15,23	7,59	0,41
2360	30,00 %	660,41	15,38	6,99	0,42	20003	36,67 %	602,10	19,07	7,52	0,52
2361	50,00 %	688,76	31,38	7,64	0,83	20004	34,44 %	691,30	18,85	8,50	0,51
2363	42,00 %	522,75	18,96	6,86	0,51	20005	19,00 %	639,56	16,86	6,06	0,46
2364	25,00 %	568,00	28,54	6,39	0,76	20006	45,00 %	628,70	22,84	8,17	0,62
2365	43,33 %	648,29	27,64	8,01	0,74	20007	76,67 %	515,70	33,75	9,59	0,88
2366	18,00 %	728,10	21,31	5,88	0,58	20008	53,33 %	647,33	29,03	7,94	0,77
2369	45,00 %	601,05	19,31	6,92	0,52	20010	49,00 %	579,09	19,81	7,14	0,54
2371	47,00 %	609,45	19,55	7,08	0,53	20011	34,44 %	607,52	18,85	6,56	0,51
2373	70,00 %	545,98	38,71	8,10	0,98	20012	42,22 %	591,24	19,68	6,50	0,53
2374	24,00 %	573,16	21,84	5,84	0,59	20107	20,00 %	559,13	21,48	6,02	0,58
2375	68,89 %	587,88	24,02	8,83	0,65	20108	26,67 %	602,94	16,38	5,93	0,44
2377	60,00 %	673,65	32,88	7,37	0,86	20109	30,00 %	638,56	33,75	6,89	0,88
2378	60,00 %	628,35	37,16	7,09	0,95	20110	50,00 %	646,98	31,38	6,91	0,83
2379	40,00 %	596,50	18,74	7,61	0,51	20111	65,00 %	567,60	33,75	8,99	0,88
2653	45,00 %	610,62	30,72	7,16	0,81	20112	42,00 %	627,42	18,96	5,97	0,51
2654	26,00 %	630,98	22,03	7,80	0,60						
2655	21,25 %	616,84	18,42	6,19	0,50						
2657	46,00 %	598,88	16,86	7,07	0,46						
2658	25,71 %	682,20	19,68	7,77	0,53						
2659	16,00 %	578,45	21,14	6,40	0,57						
2776	60,00 %	606,00	37,16	6,74	0,95						
2918	50,00 %	579,49	35,85	7,28	0,92						
2975	60,00 %	585,46	21,48	7,12	0,58						
2976	43,33 %	604,21	27,64	8,36	0,74						
2978	52,50 %	543,93	19,07	9,01	0,52						
2979	53,33 %	608,80	29,03	7,47	0,77						
2980	48,00 %	629,80	24,56	7,82	0,66						
2981	46,67 %	663,05	20,22	7,51	0,55						
2982	41,33 %	646,19	16,38	6,95	0,44						
2983	35,00 %	575,88	24,56	7,18	0,66						

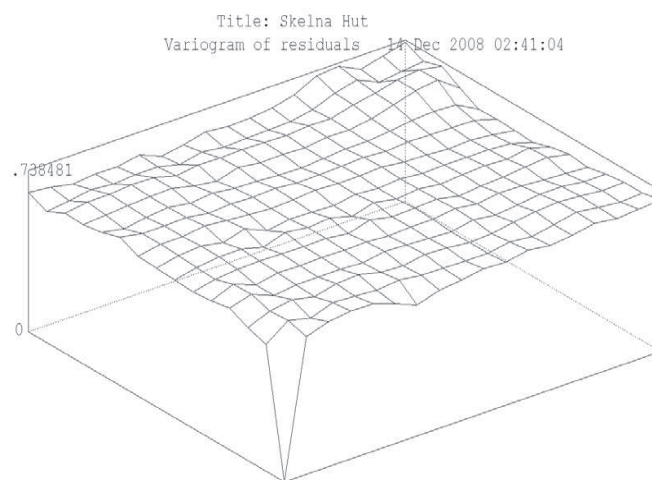
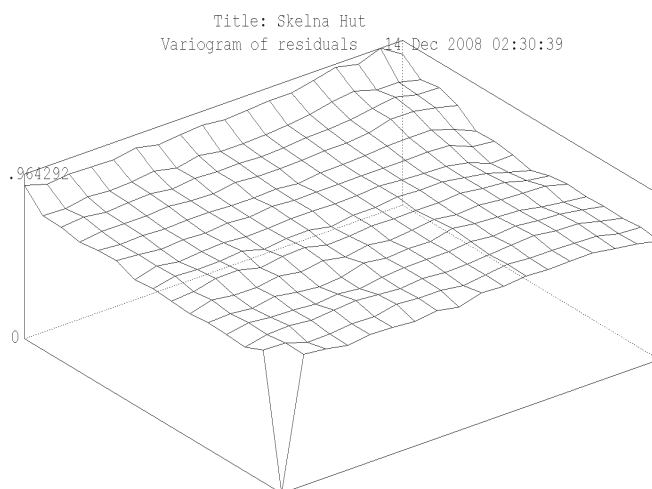
Tab. 4.

Seznam klonů testovaných na lokalitě Nepomuk, mortalita, výška, tloušťka

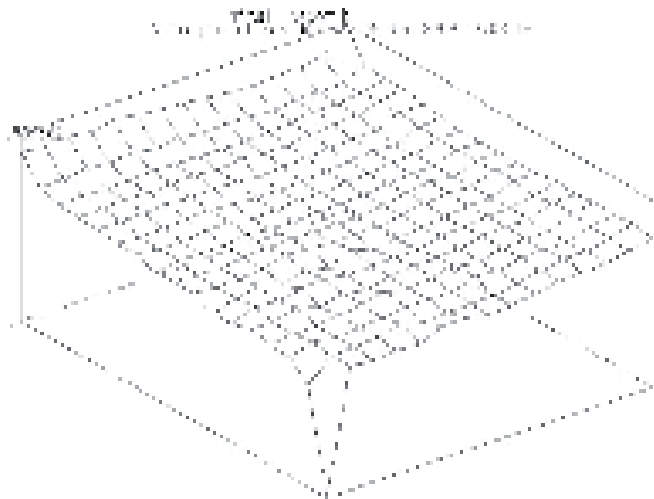
List of clones tested at Nepomuk plot, mortality, height, diameter

Klon/ Clone ID	Mortalita/ Mortality	Výška/Height		Tloušťka/Diameter	
		střed/ middle	chyba/ error	střed/ middle	chyba/ error
2348	54,50 %	1 062,96	25,05	9,12	0,46
2350	56,00 %	1 078,60	19,31	9,13	0,37
2351	49,50 %	820,90	32,88	8,25	0,55
2352	61,50 %	869,72	34,34	9,63	0,56
2353	50,00 %	894,97	21,86	8,45	0,41
2354	52,00 %	982,91	17,96	8,77	0,34
2355	47,00 %	909,16	30,91	9,24	0,53
2357	51,20 %	1 036,79	20,58	9,71	0,39
2358	51,00 %	859,70	21,11	9,29	0,40
2359	51,50 %	1 016,23	21,32	10,00	0,40
2360	49,20 %	880,80	21,25	8,74	0,40
2361	64,00 %	985,37	20,52	7,99	0,39
2363	58,50 %	956,68	19,45	8,16	0,37
2364	54,50 %	1 049,48	25,20	9,28	0,46
2365	66,50 %	1 011,42	20,28	9,54	0,39
2366	55,60 %	1 001,06	19,59	8,20	0,37
2367	49,00 %	973,67	23,39	9,30	0,44
2369	52,40 %	1 015,43	20,00	9,29	0,38
2370	49,14 %	969,86	21,47	9,02	0,41
2371	54,00 %	1 006,86	18,88	8,85	0,36
2372	57,60 %	931,91	20,11	8,39	0,38
2373	54,00 %	989,59	20,77	8,95	0,39
2374	49,33 %	911,49	21,78	8,91	0,41
2375	51,00 %	1 097,20	21,78	10,01	0,41
2379	45,50 %	941,45	19,31	8,55	0,37
2380	49,20 %	934,34	21,25	9,64	0,40
2655	55,00 %	960,59	20,90	8,71	0,40
2657	56,50 %	873,52	22,38	9,57	0,42
2658	53,50 %	973,48	19,79	9,14	0,38
2659	60,00 %	1 003,96	20,83	8,92	0,40
2667	55,00 %	1 006,67	19,22	9,06	0,36
S1	63,00 %	989,77	22,86	9,72	0,43
S15	54,00 %	1 011,22	21,54	9,22	0,41
S2	58,80 %	888,09	22,66	9,31	0,43
S3	50,00 %	990,87	22,47	8,80	0,42
S4	52,00 %	899,61	19,22	7,93	0,36
S5	58,00 %	945,97	17,47	9,26	0,33
S6	58,00 %	957,07	20,46	8,83	0,39
X1	72,00 %	971,46	22,03	9,32	0,42
X2	59,50 %	895,04	25,84	8,99	0,47

tivní genetický rozptyl 2 737,9 (chyba odhadu = 621,1) pro výšku a 1,28 (chyba odhadu = 0,32) pro tloušťku. Heritabilita dosáhla hodnot 0,39 (chyba odhadu = 0,08) pro výšku a 0,25 (chyba odhadu = 0,59) pro tloušťku. Prostorové uspořádání reziduí pro oba sledované znaky jsou zobrazeny v grafech 2 a 3. Z vícekritériálního modelu jsme získali pozitivní hodnotu genetické korelace, která dosáhla 0,14 (chyba odhadu = 0,07), ovšem je potřebné doplnit, že odhad genetické korelace je obecně zatížen vysokou chybou, což je dáno především schématem založení celého experimentu. Pro přesnější odhad genetické korelace by bylo zapotřebí úplného dialelního křížení s větším počtem replikací. K hodnotě 0,14 je tedy potřebné přistupovat obezřetně.

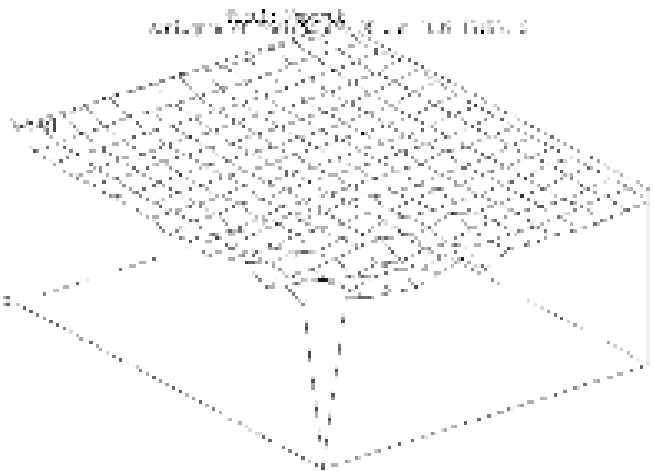
Graf 2.Prostorové uspořádání reziduí – výška (Skelná Hut')
Spatial distribution of residuals – height (Skelná Hut')**Graf 3.**Prostorové uspořádání reziduí – tloušťka (Skelná Hut')
Spatial distribution of residuals – diameter (Skelná Hut')

V případě výsadby Nepomuk jsme získali aditivní genetický rozptyl 4 305,9 (chyba odhadu = 1 107) pro výšku a 0,43 (chyba odhadu = 0,16) pro tloušťku. Heritabilita v tomto modelu dosáhla hodnot 0,4 (chyba odhadu = 0,09) pro výšku a 0,08 (chyba odhadu = 0,03) pro tloušťku. Prostorové uspořádání reziduí pro oba sledované znaky jsou zobrazeny v grafech 4 a 5. Odhad genetická korelace dosáhl 0,33 (opět zatížen vysokou chybou odhadu = 0,19).



Graf 4.

Prostorové uspořádání reziduí – výška (Nepomuk)
Spatial distribution of residuals – height (Nepomuk)



Graf 5.

Prostorové uspořádání reziduí – tloušťka (Nepomuk)
Spatial distribution of residuals – diameter (Nepomuk)

DISKUSE

V rámci testování klonů na lokalitě Skelná Huť lze na základě odhadu heritability tvrdit, že významný podíl proměnlivosti sledovaných znaků lze vysvětlit aditivním genetickým účinkem přímo využitelným při selekci (genetické probírce). Zbylá část rozptylu je ovlivněna interakcí na úrovni lokusu (dominance) nebo mezi lokusy (epistáze) a dalšími neaditivními komponenty a dále vlivem prostředí. Poměrně vysoké hodnotě heritability odpovídá značná proměnlivost šlechtitelských hodnot (tab. 3 a 4). Hodnota heritability a především přijatelné chyby jejího odhadu jsou také odrazem kvalitně založených testovacích výsadeb. Ačkoliv jde o předběžné hodnocení (lokality hodnoceny odděleně s využitím základního vícekritériálního modelu), výsledky poukazují na zanedbatelný vliv původu (lokality) mateřských stromů. Projevují se zde spíše individuální rozdíly v kumulované aditivní hodnotě, zapříčiněné nepřesným, tj. fenotypovým odhadem genetické kvality mateřských stromů. Postupným testováním těchto stromů je možné skutečnou „zásobu“ aditivních účinků u každého jedince přesněji odhadnout, z toho důvodu také některé stromy vykazují nadprůměrnou a jiné zase podprůměrnou hodnotu. Jedinci s vysokou aditivní hodnotou, tj. obecnou kombinační schopností, mají vysoký předpoklad předat tuto hodnotu dále do potomstva z volného sprášení – lze tedy tvrdit, že odstraněním rodičovských jedinců s nízkou šlechtitelskou hodnotou je možné navýšit očekávaný genetický zisk v semenném sadu. Toto je právě předmětem genetické probírky.

Variogramy poukazují na poměrně vysokou homogenitu prostředí na obou lokalitách, nejsou zde patrné výraznější gradienty prostředí, které by ovlivňovaly sledované znaky. Z globálního pohledu není tedy účelné zahrnovat do modelu polynomy vyšších řádů a uvedený model lze označit jako dostatečný pro kategorizaci variability podle kauzálních veličin. Bylo by naopak vhodné posoudit rezidua na lokální úrovni s využitím např. Bayesovské statistiky (CAPPA, CANTET 2006). Relativně nízká hodnota heritability pro tloušťky s relativně vysokou chybou odhadu může implikovat poměrně významné kompetiční vztahy. V současné době jsme zahájili práci orientovanou tímto směrem.

Pro další upřesnění odhadu šlechtitelských hodnot bude provedena vícekritériální analýza zahrnující výšku, tloušťku a tvárnost kmene. Analýza tří znaků bude provedena současně na obou lokalitách. V další etapě budou navrženy ekonomické váhy a vypočítán selekční index, který bude využit jako selekční kritérium. Pro optimalizaci zastoupení dílčích klonů ve stávajících sadech (návrh genetické probírky) bude využito modelu na bázi matematického programování (KLÁPŠTĚ et al. 2007), kde bude zohledněna mj. požadovaná minimální efektivní velikost populace.

Lze očekávat, že genetická probírka významně ovlivní genetickou kvalitu reprodukčního materiálu (osiva) původem ze semenných sadů. Přesto je zapotřebí pokračovat ve šlechtitelských aktivitách a směřovat k semenným sadům vyšších generací, kde bude selekční diferenciál ještě významnější. V současné době probíhají u borovice lesní významné aktivity směřující k tomuto cíli.

ZÁVĚR

Na základě prvotního hodnocení genetické kvality semenných sadů uvádíme následující závěry:

1. byla prokázána významná hodnota geneticky podmíněné proměnlivosti hospodářsky významných znaků u borovice lesní,
2. bude nezbytné ověřit alternativní modely, zejména pro kvantifikaci účinku kompetice na obou lokalitách,
3. tato geneticky podmíněná proměnlivost je přímo využitelná v selekčním opatření (tj. genetické probírce),
4. genetická probírka umožní dosažení dodatečného hospodářského užitku plynoucího z využívání osiva původem ze semenných sadů,
5. takto „vylepšené“ semenné sady mohou sloužit jako významný zdroj reprodukčního materiálu pro umělou obnovu borovice lesní před dosažením plodnosti sadů druhé generace.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu NPV 1G46093 „Využití šlechtitelských metod při testování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin“, projektu NAZV QH81172 „Založení druhé generace semenných sadů borovice lesní s využitím genových markerů“ a výzkumného záměru č. MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- BRUCHÁNIK R. 2001. Šlechtitelský program borovice lesnej pre pahorkatiny stredného Slovenska. Dizertačná práca. Banská Bystrica, 113 s.
- CAPPA E. P., CANTET R. J. 2006. Bayesian inference for normal multiple-trait individual-tree models with missing records via full conjugate Gibbs. *Can. J. For. Res.*, 36: 1276-1285.
- DUTKOWSKI G. W., COSTA E., SILVA J., GILMOUR A. R., LOPEZ G. A. 2002. Spatial analysis methods for forest genetic trials. *Can. J. For. Res.* 32: 2201-2214.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2006. K problematice ověřování semenných sadů - metodické principy. In: Procházková, Z., Kotrla, P. (eds.): Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu – minulost, současnost a budoucnost. Sbor. abstr. z mezinárod. odbor. sem., Bzenec 20. - 21. 6. 2006. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 19 s.
- CHELIAK W. M., PITEL J. A. 1984. Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from forest tree species. Petawawa National Forestry Inst., Canadian Forestry Service, Agriculture Canada.
- IVANEK O., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., KAŇÁK J. 2008. Czech Republic, towards a seed orchards establishment and management, with especial attention to Scots pine problems. Treebreedex, Activity-N° 5: Scots pine breeding programmes, Wageningen/NL, 6th June 2008.
- IVANEK O., KAŇÁK J. 2008. Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní. Dílčí technická zpráva výzkumného úkolu č. 05/8830. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 25 s.
- IVANEK O., PROCHÁZKOVÁ Z. 2006. Identifikace roubovanců a klonů ve dvou semenných sadech modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.). *Zprávy lesn. výzkumu*, 51: 38-43.
- IVANEK O., PROCHÁZKOVÁ Z. 2008. Identifikace roubovanců a klonů v semenném sadu Rudíkovy-Albrechtice (nepublikované údaje).
- KAŇÁK J. 2001: Hodnocení výzkumných ploch s potomstvy jednotlivých klonů semenných sadů borovice lesní. Dílčí závěrečná zpráva – realizační výstup za rok 2001. Výzkumný záměr č. MZE-M06-99-02 „Šlechtění lesních dřevin a záchrana genových zdrojů cenných a ohrožených populací včetně využití biotechnologických postupů v lesním hospodářství“. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 2001. 9 s., 9 gr., 9 tab., summary eng.
- KAŇÁK J., NÁROVCOVÁ J. 2005. Růst mladých borových kultur identického původu v rozdílných stanovištních poměrech. [Growth of young pine stands of identical origin in different site conditions.] *Zprávy lesnického výzkumu*, 50: 79-82.
- KAŇÁK J., NÁROVEC, V. 1999. Četnost tvarových deformací v mladých borových kulturách ve vazbě na původ osiva a charakter stanoviště výsadby. In: Jurásek, A. et al.: Pěstování lesa v ekotopech narušených antropogenní činností. Výroční zpráva výzkumného projektu. Opočno, VÚLHM-VS, s. III-21-III-27.
- KLÁPŠTĚ J., LSTIBŮREK M., LACHOUT P. 2007. Integer-programming approach to group-merit selection. In: Joint Meeting of the South. For. Tree Improve. Conf. and the Western For. Genetics Association, June, 2007. Galveston, Texas.
- PAULE L. 1992. Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda: 122 s.
- ŘEŠÁTKO M. 1992. Metodický pokyn pro využití osiva vybraných uznaných jednotek kategorie A pro bo l., osiva pro ověření kvality osiva ze semenných sadů bo a osiva pro ověření kvality osiva ze semenných sadů modřínu opadavého. MZe ČR, Odbor tvorby lesa, č. j. 191/92-640. Praha, 1992.
- ŠINDELÁŘ J. 1992. Nástin metodických zásad pro první fáze prací spojených se založením ověřovacích ploch uznaných jednotek kategorie A pro borovici lesní a semenných sadů borovice lesní a modřínu. Příloha k Metodickému pokynu MZe ČR, 191/92-640.
- Vyhláška č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2004 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 9, s. 467-524.
- 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.

Plán 1.

Semenný sad borovice lesní, evid. č. 79 Doubrava, LS Plasy, založen r. 1980

Seed orchard of Scots pine, no. 79, Doubrava (Plasy), established in 1980

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
A	2984	2366	2657	2659	2992	20005	20007	2656	2988	2986	2988	2975	20001	2363	2656	2989	2379	2659	2987	20007	2981	222	2656	20006	2987		20011	20004	2101	2366	20012	20006	2097	2371	2992	2658	2656	2986	20010	2992	20004		2983	2371	2379	2377	2982	2349	2363	2366	2656	2991	2351	20004	2984	20011	2983	2656	2998
B	2979	20008	20010	20002	20011	2975	2983	2975	2369	2989	20008	20011	2355	2983	2010	2988	2374	20008	2012	2983	2097	2975	20012	20108	2993	2991	2654		20107	2987	20011	2355	2993	2101		2998	20003	2374	20012	2985	2997	2654	20107	2993	2099	2975	20004	2098	2369	20003	2982	2102		2978	2993	2982	20110		
C	2375	2373	2988	2989	2991	20001	2982	2657	2979		2987	2097	2101	2991	20002	2990	2655	20011	20001	2975	2101	2657	2379	20112	2352	2975	2377	2983	2374	2998	20005	2655	20002	2369	2654	20107	20011	2995	2103	20005	2988	20112	20003	2659	2990	2363	2980	2989	2986	2356	2987	2353	20010	2363	2659	2366	2655	2989	
D	2658	20107	2101	2103	20108	2976	20112	20107	2371	20002	20108	20005	2975	2981	2657	20107	2997	2352	20005	2976	2355	2979	2374	2984	2659	2994	2997	2369	2986	2657	2991	20004	20010	2983	2989	20008	2352	2658	2355	2975	2982	20009	2998	20012	2987	2657	20010	2995	2659	20007		2985	2975	2992	2993	2348	2999		
E	20012	2379	2995	20006	20009	2981	2985	2099	2658	2103		20004	20112	2351	2979	2369	2998	2994	2993		2654	2352	20107	20009	2658	2976	2097	2981	20008	2995	20009	2103	2994	2349	20108	2371	2978	2987	2349	2101		2351	2378	2353	2655	2102	2985	20011	2983		2980	2353	20005	20011					
F	2998	2988	2990	2352	2097	2351	2364	2994	2353	20012	2997	2375	2654	2374	2099	20108	2369	20009	2103	20004	2992	2989	2995	20001	2998	20005	2355	2992	2099	2988	2976	2379	2984	20007	2981	2099	2375	2097		20108	2360	2989	2658	2978	2991	2374	20005	2103	2351	2379	20006	2989	2657		2656	2995	20003	2653	
G	2983	2654	2993	2997	2366	2374	2371	2995	2993	2990	2659	2379	2985	2992	2995	2986	2658	20006	2985	2991	2351	2659	20002	2985	2371	20006	2103		2352	2979	2985	2975	2997	2351	20112	2657	2993	2991	2990	2659	2369	2981	20008	2656	2353	2997	20112	2998	2983	2366	2998	2371	2374	2986		2658	2981	2350	
H	2365	20010	20008	20002	20007	2983	2975	20010	2998	2656	20011	2988	20001	2983	20010	2655	2659	2988	20008	2981	20001		20108	2987	20010	20004	20011	2351	20010	2987	2097	20011	2369	2101	20005		2654	2992	20003	20005	2993	20010	2351	2363	2996	2986	2982	2992	20010		2353	20004	2996	2983	2375	20010	2987		
I	2374	2659	2656	2989	20011	20004	20001	20008	2987	2979	2657		2975	20007	2101	20002	2654	2987		20112	2975	2352	2988	2375	2657	2991	2101	2986	2993	2989	2655	20004	2991	2355		2374	2352	20004	2355	2983		2655	2998	2659	2995	2374	2657		2993	2097	2999	2352	2975	2991	2993	2102	2999	20005	
J	2365	2988	2101	2976	2657	2992	20005	2101	20002	2366	2369	2981	2991	2355	2989	2352	2658	2976	2379	20005	2983	2984	20107	20009	2997	2656	20008	20112	20107	20108	2998	2371	20008	2979	2656	2995	2998	20011	2982	2656	2369	20112	2371	2360	2987	2098	2658	20008	20004	2981	20110	2653	2988		2659	2358	2981	2098	
K	2658	2987	2103	2991	20107	20009	20112	2103	2989	2997	2097	20004	20108	20112	2103		2657	2097		20004	2355	2374	2654	2659	2998	2658	2776	2369	2995	2374	20009	2654	2658	2983	2360	2371	2987	2379	2102	2658	2975	20008	2989	20012	20002	20003	2369		2983	2356	2371	2103	20008	2374	2369	2982	2992	2655	
L	2994	2097	2986	2352	2351		20108	2995	2659	2099	2655	2992	20009		2984	2374	2994	2371	2979	2993	2369	20012	2995	2097	2349	2979	2983	2983	2988	2659	20012	2103	2375	2099	2976	20002	2349	20007	2360	2351	2099	2657	2981	2349	2356	2656	2990	2997	20011	2989	20003	2992	2995	2978		20005	2356	2653	
M	2369	2995	2990	20006	2099	2985	2355	2374	2984	2654	2371	2658	20005	2993	2990	20107	2986	2365	2991	2656	2992	2103	2379	2099	2371	2985	20007	2975	2981	2657	2352	20007	2997	20112	2975	2989	20107	20012	2659	2978	2991	2986	2103	20005	20107	2655	2978	20007	2997	2986	2987	2655	20002	2985	2349	2656	2995		
N	2979	2654	20012	2375	2997	2993	2998	2998	20012	2379	2352	2986	2994	2351	2104	20012	2099	20006	20108	2985	2351	20002	2655	2989	2981	20005	2355	2992	2379	20002	2984	2985	2349	2351	2992	2981	2097	2998	2990		2985	2371	20110	2988	2353	2975	2985	2375	2102	2980	2998	2657	20007	2363	2375	2098	2985	2657	
O	20002	20011	20010	2983	2371	20006		2979	20011	2983	20007	2975	20110	20008	20011	20002	2987	2654	2975	2101	2658	20011	2987	2989	2981	2981	2352	2351	2101	20011	2656	2097	2355	2374	20010	2995	20011	2352	20004	2654	2992	2983	2983	20011	2998		2374	20004	2996	2349	20011	2999	2358	2996	20111	2983	2097	20011	2357
P		20007	2658	2984	2657	2975	2369	2992	2993	2987	2101	20006	2981	2355	2659	2658	20009	2988	2352	20001	2985	20107	20008	2986	20112	2658	2657	2995	2655	2989	2986		20012	2987	2369	2655	2103	2372	20112	20003	20010	2658	2995	2360	2657	2372	2983	2658	2309	2356	2988	2348	2653	20010	2372	2982	2986	2655	
R	2374	20112	2656		20107	2103	20005		2985	20112	2657	2991	20108	20004	2097	2374	2989	20010	20005	20112	2355	2097	2979	2657	20012	2976	20004	2371	20006	2993	20107	2099	2984	2654	2101	2656	2360	2355	2375	2975	2374	2981	20012	2363	2985	2991	20010	2990	2659	2985	2360	2993	20004	2984	2991	2659	2361	2989	
S	2986	2998	2989	2976	2352	2994	2981	2989	2371	2658	20010	2369	2103	2990	2656	20009	2983	2991	2379	2993	2995	2998	20010	2374	2361	2654	2375	2369	2988	2991	2658	2983	2372	2659	20108	20008	2099	2657	2998	2361	20006	2102	2103	2356	2655	20110	2098	20003	20007	2379	2980	2361	20007	20110	2369	2998	20008	2353	
T	2379	2097	2991	2993	2355	20004	2997	2656	2984	2099	2976		20005	2995	2998	2984	2985	2371	20012	2990	2997	20007	2988	2656	2655	2365	2983	20108		2975	20112	20006	2918	2379	20005		2997	2986	2978	2991	20007	2659	2353	2379	2992	2656	2982	2989	2997	2353	2103	2374	2975	2363	2657	2992	2101	20002	
U	2655	2987	2990		2985	2779	2995	2998	2654	2655	2659	2375	2377	20012	2992	2099	20110	2979	2657	20108	2351	2378	2099	2975	2659	2994	20006	20005	2992	20002	2352	2657	20003	2990	2349	2002	20107	2985	20012	20005	2369	2990	2988	2986	2351	2377		2097	20111	20008	2655	2349	2995	2989	20003	2987	2356	2991	
V	2351	2654	2992	20008	2659	20012	20111	20002	2374	20009	20107	2994		2351	20008	20108	2993	2373	2981	2369	20004	20002	2989	2981	2997	2103	2355	2984	2351	2997	2103	2985	2981	20004	2360	2995	2993	2097	2989	2351	2987	2102	20008	2981	2978	2975	2102	20005	2980	2978	2986	2656		20005		2981	2366	2985	

Seznam klonů/Survey of clones

2010	1	V.Mež	2101	16	Bolevce 2001	20	Plasy	2983	28	Plasy	2374	24	Nepom	2375	12	Nepom	2986	20	Plasy	2987	23	Plasy	2658	23	H.Týn	2979	13	Plasy	2309	1	Plasy		rametů	1165
20010	21	Plasy	2351	21	Kaliště 20002	19	Plasy	2373	22	Nepom	2984	14	Plasy	2365	14	Kaliště	2366	8	Nepom	2997	20	Plasy	2988	23	H.Týn	2992	22	Nepom	2996	4	Plasy		klonů	87
2990	16	Plasy	20011	24	Plasy 20112	19	Bolevce	2993	24	Plasy	2994	10	Plasy	2655	20	H.Týn	2656	24	H.Týn	20007	17	Plasy	2988	18	Plasy	2379	17	Nepom	2358	2	Kaliště			
20110	7	Bolevce	2991	24	Plasy 2992	24	Plasy	2103	21	Bolevce	2654	18	H.Týn	2995	24	Plasy	20006	14	Plasy	20107	18	Bolevce	20008	22	Plasy	2659	25	H.Týn						
2360	8	Kaliště	2371	19	Nepom 2352	18	Kaliště	2353	10	Kaliště	2364	23	Plasy	2355	17	Kaliště	2976	10	Plasy	2657	26	H.Týn	20108	15	Bolevce	2999	26	Plasy						
2980	5	Plasy	2981	23	Plasy 2372	4	Nepom	20003	11	Plasy	2300	1	Kaliště	2985	25	Plasy	2776	1	Prácheň	2997	19	Plasy	2378	2	Nepom	20009	12	Plasy						
2350	1	Kaliště	20001	8	Plasy 2002	1	V.Mež	2363	8	Kaliště	2104	1	Bolevce	2975	27	Plasy	2356	7	Kaliště	2377	4	Nepom	2918	1	V.Chvá	2009	16	Bolevce						
					20111	3	Bolevce	2982	9	Plasy	2653	4	H.Týn			20005	25	Plasy	2996	4	Plasy	2357	1	Kaliště	2978	9	Plasy	2779	1	Prácheň				
					2361	4	Kaliště	2102	8	Bolevce													2098	5	Bolevce	20109	1	Bolevce						
																							2348	2	Kaliště	2349	11	Kaliště						

Plán 3.

Testovací plocha borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) LČR LS Plasy, Skelná Huť
Progeny test of Scots pine, Plasy, Skelná Huť

h	g	f	e	d	c	b	a	
2978 F/44	2377 C/27	2352 O/26	20011 H/11	20010 H/29	20112 K/14	2991 S/18	2366 G/50	1
2656 M/20	2377 U/13	2988 N/38	20011 O/22	20010 H/2	20112 E/13	2991 M/19	2366 J/10	2
2656 T/24	2358 O/52	2988 B/16	20011 I/19	20010 S/23	20112 J/28	2991 I/26	2366 G/5	3
2656 A/8	2358 J/56	2988 A/11	20005 V/48	20010 H/8	20112 R/10	2991 J/13	2366 C/56	4
2656 J/35	20001 H/13	2988 I/23	20005 D/12	20010 B/3	20112 L/31	2991 I/33	2366 A/29	5
2996 L/54	20001 I/7	2990 T/20	20005 M/44	2379 T/1	2369 F/17	2993 M/14	2995 E/3	6
2996 O/48	20001 C/6	2990 F/3	20005 T/13	2379 E/2	2369 L/21	2993 R/30	2995 F/23	7
2996 O/53	2375 C/1	2990 U/3	20005 L/35	2379 N/10	2369 H/33	2993 I/29	2995 P/28	8
2996 L/46	2989 F/22	2990 U/34	2994 S/6	2379 N/29	2369 S/12	2993 G/9	2995	9
2372 P/46	2989 D/35	2990 M/3	2994 L/1	2379 M/23	2369 P/35	2993 N/6	2995 M/2	10
2372 P/55	2989 K/9	2984 T/9	2994 V/12	2099 E/8	2351 L/5	2374 K/30	2349 L/25	11
3372 S/33	20007 I/14	2984 J/22	2994 E/33	2099 M/5	2351 E/14	2374 F/14	2349 N/33	12
2372 P/38	20007 H/5	20004 K/12	2994 U/26	2099 F/15	2351 H/28	2374 L/16	2349 L/37	13
20008 E/29	20007 A/7	20004 K/20	2102 V/47	2099 F/29	2351 U/21	2374 K/22	2349 E/34	14
20008 B/2	2103 L/32	20004 I/6	2102 K/39	2099 U/23	2351 F/6	2374 M/8	2349 U/35	15
20008 V/4	2103 V/31	20004 E/12	2102 S/42	2360 L/39	2983 H/6	20107 R/5	20005 H/41	16
20008 H/3	2103 K/15	2997 G/33	2102 V/42	2360 V/35	2983 J/21	20107 B/29	20005 N/26	17
2980 S/51	20111 U/49	2997 J/25	2102 E/46	2360 R/37	2983 B/7	20107 D/2	20005 J/7	18
2980 V/49	20111 O/54	2997 N/5	2658 E/9	2360 F/41	2983 K/34	20107 K/5	20005 E/56	19
2980 K/48	2373 C/2	2997 K/10	2658 E/25	2360 K/35	2918 T/33	20107 P/22	20005 V/54	20
2980 C/47	2981 E/6	2098 J/46	2658 K/33	2657 P/5	2101 C/13	20003 B/37	2987 A/19	21
2980 N/50	2350 G/58	2098 S/47	2658 G/17	2657 J/5	2101 B/34	20003 L/40	2987 H/30	22
2361 S/52	2355 F/27	2098 N/40	2658 S/10	2657 C/22	2101 D/28	20003 U/33	2987 I/9	23
2361 R/57	2355 M/7	2098 N/56	2654 E/21	2657 A/3	2101	20003 C/43	2987 O/23	24
2998 N/7	2355 B/13	2098 D/48	2654 R/34	2657 M/30	2101 I/15	20003 P/40	2987 I/18	25
2998 S/2	2365 M/18	2986 T/38	2654 N/2	2982 K/56	2975 P/6	2985 U/38	20002 N/22	26
2998 S/22	2365 T/26	2986 P/31	2654 U/9	2982 T/47	2975 B/6	2985 G/13	20002 C/33	27
2998 F/1	2375 L/33	2986 I/28	2659 I/2	2982 J/39	2975	2985 U/5	20002 H/4	28
2002 U/36	2375 I/24	2986 A/10	2659 A/4	2982 P/56	2975 C/20	2985 G/19	20002 B/4	29
2002 I/16	2375 U/12	2355 O/32	2659 L/30	2982 D/41	2975 M/28	2985 T/17	20002 C/15	30
2976 L/35	2375 N/4	2976 J/18	2659 U/11	20108 D/11	2371 J/32	2985 P/21	2356 L/45	31
2979 B/1	2097 F/5	20110 J/51	2659 K/24	20108 J/30	2371 S/9	2985 N/26	2356 P/50	32
2979 J/34	2097 T/2	2981 D/14	2992 L/12	20108 H/23	2371 G/7	2985 E/7	2356 C/50	33
2979 C/2	2097 L/2	2981 J/12	2992 F/28	20108 R/13	2371 M/25	2985 M/6	2356 K/50	34
20109 V/16	2097 B/21	2981 M/29	2992 N/28	20012 V/6	2371 O/5	2985 G/31	2356 S/44	35
2653 J/52	2097 H/31	2981 H/20	2992 G/14	20012 P/33	2353 T/50	2363 R/44	2655 C/17	36
2653 L/58	2978 E/37	20006 E/4	2352 M/31	20012 E/20	2353 N/45	2363 A/48	2655 H/16	37
2776 K/27	2978 M/40	20006 A/31	2352 L/4	20012 E/1	2353 T/43	2363 T/54	2655 C/32	38
2357 O/58	2978 V/45	20006 E/41	2352 N/11	20011 C/18	2353 F/9	2363 N/54	2655 L/11	39
2378 E/43	2978 T/39	20006 R/29	2352 F/4	20011 O/29	2353 E/44	2363 N/45	2364 F/7	40
2352 F/4	2363 N/45	2353 E/44	2364 F/7	2978 T/39	2378 E/43	20006 R/29	20011 O/29	41
2352 N/11	2363 N/54	2353 F/9	2655 L/11	2978 V/45	2357 O/58	20006 E/41	20011 C/18	42
2352 L/4	2363 T/54	2353 T/43	2655 C/32	2978 M/40	2776 K/27	20006 A/31	20012 E/1	43
2352 M/31	2363 A/48	2353 N/45	2655 H/16	2978 E/37	2653 L/58	20006 E/4	20012 E/20	44

2992 G/14	2363 R/44	2353 T/50	2655 C/17	2097 H/31	2653 J/52	2981 H/20	20012 P/33	45
2992 N/28	2985 G/31	2371 O/5	2356 S/44	2097 B/21	20109 V/16	2981 M/29	20012 V/6	46
2992 F/28	2985 M/6	2371 M/25	2356 K/50	2097 L/2	2979 C/2	2981 J/12	20108 R/13	47
2992 L/12	2985 E/7	2371 G/7	2356 C/50	2097 T/2	2979 J/34	2981 D/14	20108 H/23	48
2659 K/24	2985 N/26	2371 S/9	2356 P/50	2097 F/5	2979 B/1	20110 J/51	20108 J/30	49
2659 U/11	2985 P/21	2371 J/32	2356 L/45	2375 N/4	2976 L/35	2976 J/18	20108 D/11	50
2659 L/30	2985 T/17	2975 M/28	20002 C/15	2375 U/12	20002 I/16	2355 P/32	2982 D/41	51
2659 A/4	2985 G/19	2975 C/20	20002 B/4	20004 I/32	2002 U/36	2986 A/10	2982 P/56	52
2659 I/2	2985 U/5	2975	20002 H/4	2375 L/33	2998 F/1	2986 I/28	2982 J/39	53
2654 U/9	2985 G/13	2975 B/6	20002 C/33	2654 M/10	2998 S/22	2986 P/31	2982 T/47	54
2654 N/2	2985 U/38	2975 P/6	20002 N/22	2365 M/18	2998 S/2	2986 T/38	2982 K/56	55
2654 R/34	20003 P/40	2101 I/15	2987 I/18	2355 B/13	2998 N/7	2098 D/48	2657 M/30	56
2654 E/21	20003 C/43	2101	2987 O/23	2355 M/7	2361 R/57	2098 N/56	2657 A/3	57
2658 S/10	20003 U/33	2101 D/28	2987 I/9	2355 F/27	2361 S/52	2098 N/40	2657 C/22	58
2658 G/17	20003 L/40	2101 B/34	2987 H/30	2350 G/58	2980 N/50	2098 S/47	2657 J/5	59
2658 K/33	20003 B/37	2101 C/13	2987 A/19	2981 E/6	2980 C/47	2098 J/46	2657 P/5	60
2658 E/25	20107 P/22	2918 T/33	20005 V/54	2373 C/2	2980 K/48	2997 K/10	2360 K/35	61
2658 E/9	20107 K/5	2983 K/34	20005 E/56	20111 O/54	2980 V/49	2997 N/5	2360 F/41	62
2102 E/46	20107 D/2	2983 B/7	20005 J/7	20111 U/49	2980 S/51	2997 O/25	2360 R/37	63
2102 V/42	20107 B/29	2983 J/21	20005 N/26	2103 K/15	20008 H/3	2997 G/33	2360 V/35	64
2102 S/42	20107 R/5	2983 H/6	20005 L/41	2103 V/31	20008 V/4	20004 E/12	2360 L/39	65
2102 K/39	2374 M/8	2351 F/6	2349 U/35	2103 L/32	20008 B/2	20004 I/6	2099 U/23	66
2102 V/47	2374 K/22	2351 U/21	2349 E/34	20007 A/7	20008 E/29	20004 K/20	2099 F/29	67
2994 U/26	2374 L/16	2351 H/28	2349 L/37	20007 H/5	2372 P/38	20004 K/12	2099 F/15	68
2994 E/33	2374 F/14	2351 E/14	2349 N/33	20007 I/14	2372 S/33	2984 J/22	2099 M/5	69
2994 V/12	2374 K/30	2351 L/5	2349 L/25	2989 K/9	2372 P/55	2984 T/9	2099 E/8	70
2994 L/1	2993 N/6	2369 P/35	2995 M/2	2989 D/35	2372 P/46	2990 M/3	2379 M/23	71
2994 S/6	2993 G/9	2369 S/12	2995	2989 F/22	2996 L/46	2990 U/34	2379 N/29	72
20005 L/35	2993 I/29	2369 H/33	2995 P/28	2375 C/1	2996 O/53	2990 U/3	2379 N/10	73
20005 T/13	2993 R/30	2369 L/21	2995 F/23	20001 C/6	2996 O/48	2990 F/3	2379 E/2	74
20005 M/44	2993 M/14	2369 F/17	2995 E/3	20001 I/7	2996 L/54	2990 T/20	2379 T/1	75
20005 D/12	2991 I/33	20112 L/31	2366 A/29	20001 H/13	2656 J/35	2988 I/23	20010 B/3	76
20005 V/48	2991 J/13	20112 R/10	2366 C/56	2358 J/56	2656 A/8	2988 A/11	20010 H/8	77
20011 I/19	2991 I/26	20112 J/28	2366 G/5	2358 O/52	2656 T/24	2988 B/16	20010 S/23	78
20011 O/22	2991 M/19	20112 E/13	2366 J/10	2377 U/13	2656 M/20	2988 N/38	20010 H/2	79
20011 H/11	2991 S/18	20112 K/14	2366 G/50	2377 C/27	2978 F/44	2352 O/26	20010 H/29	80
2658 K/33	2098 J/46	2101 C/13	2981 E/6	20003 B/37	2980 C/47	2987 A/19	2657 P/5	81
2658 G/17	2098 S/47	2101 B/34	2350 G/58	20003 L/40	2980 N/50	2987 H/30	2657 J/5	82
2658 S/10	2098 N/40	2101 D/28	2355 F/27	20003 U/33	2361 S/52	2987 I/9	2657 C/22	83
2654 E/21	2098 N/56	2101	2355 M/7	20003 C/43	2361 R/57	2987 O/23	2657 A/3	84
2654 R/34	2098 D/48	2101 I/15	2355 B/13	20003 P/40	2998 N/7	2987 I/18	2657 M/30	85
2654 N/2	2986 T/38	2975 P/6	2365 M/18	2985 U/38	2998 S/2	20002 N/22	2982 K/56	86
2654 U/9	2986 P/31	2975 B/6	2654 M/10	2985 G/13	2998 S/22	20002 C/33	2982 T/47	87
2659 I/2	2986 I/28	2975	2375 L/33	2985 U/5	2998 F/1	20002 H/4	2982 J/39	88

2659 A/4	2986 A/10	2975 C/20	20004 I/32	2985 G/19	2002 U/36	20002 B/4	2982 P/56	89
2659 L/30	2355 P/32	2975 M/28	2101 E/46	2985 T/17	2002 I/16	20002 C/15	2982 D/41	90
2659 U/11	2976 L/35	2371 J/32	2356 L/45	2976 J/18	2985 P/21	2375 N/4	20108 D/11	91
2659 K/24	2979 B/1	2371 S/9	2356 P/50	20110 J/51	2985 N/26	2097 F/5	20108 J/30	92
2992 L/12	2979 J/34	2371 G/7	2356 C/50	2981 D/14	2985 E/7	2097 T/2	20108 H/23	93
2992 F/28	2979 C/2	2371 M/25	2356 K/50	2981 J/12	2985 M/6	2097 L/2	20108 R/13	94
2992 N/28	20109 V/16	2371 O/5	2356 S/44	2981 M/29	2985 G/31	2097 B/21	20012 V/6	95
2992 G/14	2653 J/52	2353 T/50	2655 C/17	2981 H/20	2363 R/44	2097 H/31	20012 P/33	96
2352 M/31	2653 L/58	2353 N/45	2655 H/16	20006 E/4	2363 A/48	2978 E/37	20012 E/20	97
2352 L/4	2776 K/27	2353 T/43	2655 C/32	20006 A/31	2363 T/54	2978 M/40	20012 E/1	98
2352 N/11	2357 O/58	2353 F/9	2655 L/11	20006 E/41	2363 N/54	2978 V/45	20011 C/18	99
2352 F/4	2378 E/43	2353 E/44	2364 F/7	20006 R/29	2363 N/45	2978 T/39	20011 O/29	100
2989 K/9	2984 T/9	2349 L/25	2372 P/55	2374 K/30	2351 L/5	2994 V/12	2099 E/8	101
20007 I/14	2984 J/22	2349 N/33	2372 S/33	2374 F/14	2351 E/14	2994 E/33	2099 M/5	102
20007 H/5	20004 K/12	2349 L/37	2372 P/38	2374 L/16	2351 H/28	2994 U/26	2099 F/15	103
20007 A/7	20004 K/20	2349 E/34	20008 E/29	2374 K/22	2351 U/21	2102 V/47	2099 F/29	104
2103 L/32	20004 I/6	2349 U/35	20008 B/2	2374 M/8	2351 F/6	2102 K/39	2099 U/23	105
2103 V/31	20004 E/12	20005 L/41	20008 V/4	20107 R/5	2983 H/6	2102 S/42	2360 L/39	106
2103 K/15	2997 G/33	20005 N/26	20008 H/3	20107 B/29	2983 J/21	2102 V/42	2360 V/35	107
20111 U/49	2997 J/25	20005 J/7	2980 S/51	20107 D/2	2983 B/7	2102 E/46	2360 R/37	108
20111 O/54	2997 N/5	20005 E/56	2980 V/49	20107 K/5	2983 K/34	2658 E/9	2360 F/41	109
2373 C/2	2997 K/10	20005 V/54	2980 K/48	20107 P/22	2918 T/33	2658 E/25	2360 K/35	110
20011 H/11	20010 H/29	2366 G/50	2377 C/27	2991 S/18	2102 V/42	20112 K/14	2352 O/26	111
20011 O/22	20010 H/2	2366 J/10	2377 U/13	2991 M/19	2656 M/20	20112 E/13	2988 N/38	112
20011 I/19	20010 S/23	2366 G/5	2358 O/52	2991 I/26	2656 T/24	20112 J/28	2988 B/16	113
20005 V/48	20010 H/8	2366 C/56	2358 J/56	2991 J/13	2656 A/8	20112 R/10	2988 A/11	114
20005 D/12	20010 B/3	2366 A/29	20001 H/13	2991 I/33	2656 J/35	20112 L/31	2988 I/23	115
20005 M/44	2379 T/1	2995 E/3	20001 I/7	2993 M/14	2996 L/54	2369 F/17	2990 T/20	116
20005 T/13	2379 E/2	2995 F/23	20001 C/6	2993 R/30	2996 O/48	2369 L/21	2990 F/3	117
20005 L/35	2379 N/10	2995 P/28	2375 C/1	2993 I/29	2996 O/53	2369 H/33	2990 U/3	118
2994 S/6	2379 N/29	2995	2989 F/22	2993 G/9	2996 L/46	2369 S/12	2990 U/34	119
2994 L/1	2379 M/23	2995 M/2	2989 D/35	2993 N/6	2372 P/46	2369 P/35	2990 M/3	120



oprava oproti původnímu plánu



část plochy, vyřazená z hodnocení 2008 pro nehomogenitu

Plán 4.

Výsadby potomstev semenného sadu borovice lesní Silov u Nepomuka

Progeny test of Scots pine, Silov, Nepomuk

Výsev: 28. 4. 1989, školka Křkavec, Plzeň

Spon: 1,4 x 0,7 m, 1 parcela: 7 x 7 m

Výsadba: 12. - 18. 4. 1991

4 opakování (1 opakování 5 x 10 sazenic)

Kontrola: X 1: Přestice IIA/BO/01/03/II/PJ

X 2: Stříbro A/BOR/156/6/3/TCH

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1			2360	2370	2357	2657	2379	2655	2364	2363	2373	2659	2667	2348	2353	1
2	2373	2348	2380	2367	2369	2667	2361	2366	2370	2659	2379	2658	2365	2354	2657	2
3	X 2	2369	2372	2659	2660	2363	2354	2658	2373	2371	2367	S 15	2358	2352	2359	3
4	2655	2658	2358	2360	2657	2656	2370	2351	2660	2352	2361	2350	2655	2380	2357	4
5	2366	2353	2657	2655	2372	2655	2380	2360	2371	2372	2655	X 2	2657	2374	2656	5
6	2351	2657	2365	2350	2655	2379	2374	2357	2353	2667	2348	2375	2355	2370	2369	6
7	2369	2364	X 1	2658	2353	2658	2348	2365	2354	2380	2657	2659	2366	2379	2370	7
8	2350	2656	2667	2371	2359	2365	2367	2370	2355	2369	2375	2373	2658	2367	2658	8
9	2353	2359	2366	X 2	2370	2372	2352	2657	2656	X 2	2374	2655	2363	2373	2364	9
10	2371	2357	2658	2373	2656	2366	2360	2655	2357	2350	2380	2351	X 1	2361	2660	10
11	2659	2660	2363	2351	2364	2358	2373	2657	2359	2352	2358	2371	2372	2360	2655	11
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	přístupová cesta

INITIAL EVALUATION OF SEED ORCHARDS OF SCOTS PINE IN THE WESTERN CZECH REPUBLIC

SUMMARY

This study is focused on the initial evaluation of two seed orchards and respective progeny trials. These were established as operational orchards by the LCR (Forests of the Czech Republic). Three traits were evaluated: total height, breast diameter, and stem form. REML-BLUP analysis was performed to predict breeding values in quantitative traits. In qualitative traits, simple phenotypic evaluation procedure was developed. Trees with strong form deformations were ranked as unacceptable and progenies with large share of such deformations were discarded from additional breeding activities. Predicted breeding values will be used as selection criterion to selection and optimum deployment of selected genotyped in advanced generation seed orchards.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Kaňák, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Arboretum Sofronka, Plzeň - Bolevec, Česká republika
tel.: +420 377 521 886; e-mail: arboretum@sofronka.cz