

VÝSLEDKY HODNOCENÍ MEZINÁRODNÍ PROVENIENČNÍ PLOCHY S DOUGLASKOU TISOLISTOU (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* /MIRB./ FRANCO) NA LOKALITĚ HŮRKY V JIŽNÍCH ČECHÁCH VE VĚKU 44 LET

RESULTS OF THE EVALUATION OF THE PROVENANCE RESEARCH PLOT WITH DOUGLAS-FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* /MIRB./ FRANCO) ON THE LOCALITY HŮRKY (SOUTHERN BOHEMIA) AT THE AGE OF 44 YEARS

JIŘÍ KŠÍR¹⁾ - FRANTIŠEK BERAN²⁾ - VILÉM PODRÁZSKÝ¹⁾ - PETR NOVOTNÝ²⁾ ✉ - JAROSLAV DOSTÁL²⁾ - JIŘÍ KUBEČEK¹⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Kamýčká 1176, CZ - 165 21 Praha 6 - Suchdol

²⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, CZ - 252 02 Jíloviště

✉ e-mail: pnovotny@vulhm.cz

ABSTRACT

Series of provenance plots was established for the evaluation of the potential of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in the forestry of the Czech Republic in the last decades. The most important are the plots of the international provenance IUFRO experiments. At Hůrky locality, South Bohemia, Czech Republic, 25 provenances of the Douglas-fir from nearly all its native range were planted in 1971. Presented paper summarizes the results of study of quantitative as well as qualitative parameters of the trees at the present age of 44 years. Total height, diameter at breast height were measured, the volume of large wood as well as the hectare volume of particular provenances were evaluated. Based on visual evaluation, health state, trunk form, type and structure of the bark thickness and density of branches were also assessed. All trees were also classified by Kraft's social status scale. Differences between provenances' growth were statistically processed and interpreted. Obtained results confirmed considerable differences in growth and prosperity of particular provenances at the studied locality.

Klíčová slova: douglaska tisolistá, *Pseudotsuga menziesii*, provenience, růst, vývoj, geografická proměnlivost, IUFRO

Key words: Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii*, provenance, growth, development, geographic variability, IUFRO

ÚVOD

Základním předpokladem pro úspěšné zavádění douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) do lesů střední a západní Evropy je výběr vhodných proveniencí. Jejich klíčový význam vyplývá především z rozsáhlého areálu dané dřeviny s výrazně diferencovanými klimatickými i půdními podmínkami v oblasti původního rozšíření. Česká republika je přitom stále odkázána téměř výhradně na osivo získané z dovozu (CAFOUREK 2014), neboť domácí zdroje, které uvádějí např. KUBEČEK et al. (2014), neposkytují z objektivních i subjektivních důvodů dostatek kvalitních semen (MARTINÍK, PALÁTOVÁ 2012). K častým příčinám patří nízká kvalita osiva, velká citlivost květů k nízkým teplotám, škody působené hmyzími škůdci a problémy s inkompatibilitou roubu a podnože v semenných sadech. Přestože se tedy douglaska na řadě míst České republiky velmi úspěšně a efektivně přirozeně zmlazuje (BUŠINA 2007; HART et al. 2010), je získávání osiva z kvalitních domácích zdrojů takřka neřešitelným problémem.

V České republice (ČR) zaujímá douglaska výměru 5 818 ha. Převládají porosty prvních pěti věkových stupňů s opětovným poklesem

plochy výsadeb v poslední dekádě, střední věk dřeviny je kalkulován na 39 let (PODRÁZSKÝ et al. 2013). Porostní zásoba bez kůry (b. k.) činí 1 436 877 m³ (VAŠÍČEK 2014), což představuje ca 0,2% celkové zásoby porostů ČR. I v našich podmínkách je douglaska hodnocena jako jedna z nejperspektivnějších dřevin, a to jak z hlediska produkce, tak zlepšení statické stability lesních ekosystémů (např. KANTOR et al. 2001; KANTOR 2008; KANTOR, MAREŠ 2009; BARTOŠ, KACÁLEK 2011; KUBEČEK et al. 2014). Hlavním důvodem zájmu o tuto dřevinu je v posledním období řada problémů spojených s vitalitou a stabilitou především smrkových porostů v nižších polohách a snaha o zvýšení produkčních parametrů lesního hospodářství (MENŠÍK et al. 2009; URBAN et al. 2009; MAUER, PALÁTOVÁ 2012; BUŠINA 2014; KUBEČEK et al. 2014).

Mezinárodní provenienční výzkum ukázal, že douglaska ve svém přirozeném areálu disponuje vysokou proměnlivostí, především ve směru východ-západ, a to i na malých geografických vzdálenostech (ŠIKA 1988; KLEINSCHMIT 1993; BERAN 1995). Důvodem je existence řady vysokých pohoří v severojižním směru střídaných hlubokými údo-

lími, což je zároveň příčinou malé proměnlivosti douglasky podél těchto pohoří s plynulým přechodem (větší výměna genů podmíněná doletem pylu). HATTEMER a KÖNIG (1975) udávají, že se v přirozeném areálu douglasky vyskytují jednak variety s plynulými přechody a s menší závislostí na ekologických podmínkách, jednak menší izolovanější výskyty ekotypů s vyšší závislostí na prostředí. Třídění douglasky na dvě či tři geografické variety (viz např. CAFOUREK 2014) tak nemůže postihnout velké množství ekotypů, vyznačujících se zcela odlišnými fyziologickými vlastnostmi, ani jejich četné a často nevýrazné přechody. Proto se většina autorů věnujících se provenienčnímu výzkumu snažila v rámci základního dělení douglasky na pobřežní a vnitrozemskou vymezit určité skupiny (oblasti) s podobnými, především klimatickými podmínkami (RACZ 1972; JESTÆDT 1979). Podle společných znaků proveniencí tak učinili např. i KLEINSCHMIT, BASTIEN (1992) či KLEINSCHMIT (1993). Stejným způsobem bylo postupováno i v ČR (ŠINDELÁŘ, BERAN 2004; Vyhláška č. 139/2004 Sb.); pojetí severoamerických oblastí proveniencí v uvedených dokumentech však neodpovídá jejich novějšímu vymezení (CAFOUREK 2014).

Problematice provenienčního výzkumu douglasky tisolisté v ČR věnoval intenzivní pozornost především v letech 1960–1980 Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) Jíloviště-Strnady, v rámci jehož činnosti byly v daném období založeny dvě série provenienčních ploch (např. ŠIKA, HEGER 1972). Série založená v letech 1960–1961 pocházela z prvních blíže identifikovaných zásilek osiva douglasky do ČR (11 proveniencí). Do dnešní doby se v dobrém stavu zachovaly dvě plochy (č. 254 – Studená Loučka a č. 255 – Horní Lhota). Nejvýznamnější provenienční pokus byl zahájen v letech 1966–1972, kdy se tehdejší ČSSR spolu s dalšími 35 zeměmi zapojila do mezinárodní akce IUFRO (Mezinárodní svaz lesnických výzkumných organizací), v rámci níž bylo z přirozeného areálu shromážděno a distribuováno 182 proveniencí douglasky (FLETCHER, BARNER 1978). Na území dnešní ČR byla založena série dvou hlavních a tří menších akcesorických ploch. Hodnocení největší plochy této série ve věku 44 let je předmětem tohoto sdělení. Předkládaný příspěvek navazuje na předchozí publikace (např. BERAN 1993, 1995).

MATERIÁL A METODIKA

Výzkumná plocha č. 256 byla založena na území bývalého Školního polesí Hůrky VOŠL a SLŠ B. Schwarzenberga Písek (BERAN 1993, 1995; BUŠINA 2007, 2014; KANTOR, MAREŠ 2009; KANTOR et al. 2010). Lokalita klimaticky spadá do oblasti mírné, podoblasti mírně vlhké. Průměrná teplota zde nepřesahuje 7,7 °C, roční srážkový úhrn činí ca 550 mm. Na daném LHC má douglaska plošný podíl 13,8 % (89,12 ha), což představuje 17,9 % zásoby (33 093 m³). Provenienční plocha o velikosti 1,00 ha byla založena na holině vzniklé po smýcení smrkového porostu. Průměrná nadmořská výška plochy je 445 m n. m. Terén je mírně skloněn k severovýchodu, půdním typem je oligotrofní hnědozem (BERAN 1993). Jako soubor lesních typů byla určena kyselá dubová bučina (3K), porost je v současnosti evidován pod číslem 14 B_{4b} (LHP 2009).

Na plochu bylo vysazeno 25 proveniencí dodaných IUFRO, z nichž 11 pochází z Britské Kolumbie, 10 z Washingtonu a 4 z Oregonu (obr. 1, tab. 1). Zastoupené dílčí populace celkem dobře reprezentují oblast původního rozšíření douglasky. Pět dílčích populací (1028, 1078, 1081, 1102, 1104), které označil IUFRO jako standardy, jsou pro usnadnění vzájemného porovnávání zastoupeny téměř na všech plochách mezinárodního pokusu (ŠIKA 1974).

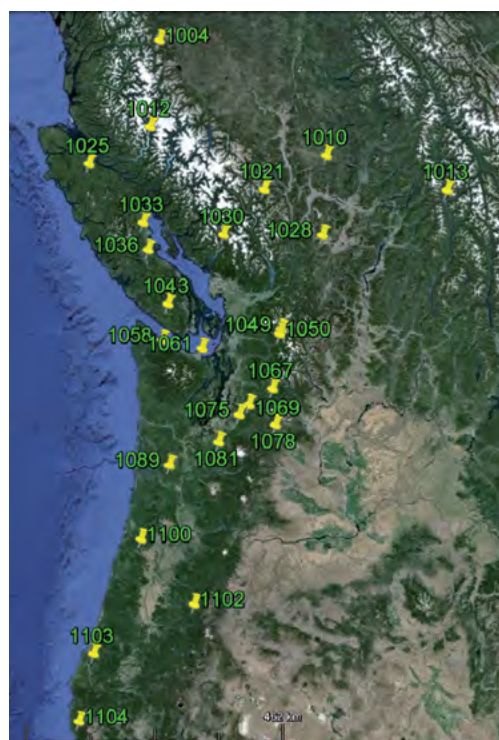
Plocha Hůrky byla založena v dubnu 1971 v systému kompletního blokového uspořádání (např. PAULE 1992) ve čtyřnásobném opakování. Výsadba se uskutečnila 3letými školkovanými sazenicemi s výjimkou standardních proveniencí, pro které byly k dispozici sazenice 2leté. Rohy jednotlivých dílců jsou stabilizovány železnými kůly. Velikost dílců, do kterých bylo vysazeno vždy 37 sazenic v 5 řadách, je

10 m × 10 m. V sudých řadách byl použit spon 2 m, v lichých 1,1 m, mezi řadami 2 m. U lichých řad se počítalo s pozdější redukcí vysazených jedinců. Celkem bylo vysazeno 100 dílců (4 opakování × 25 proveniencí), přičemž pro každou provenienci bylo použito 148 ks sazenic (celkem 3 700). Kolem výzkumné plochy byl vysazen užší ochranný pás smrkové kultury. Na místa, kde došlo k větším ztrátám, byla v následujících letech dosazena jedle obrovská, jejichž několik jedinců zde roste dodnes. Z důvodu vysoké mortality byla obdobně jako u předchozích šetření z hodnocení vypuštěna proveniencie 1104 – Brookings. Měření se uskutečnilo v průběhu podzimu 2011 a jara 2012. Věk jedinců většiny proveniencí tak činil 44 let, pouze u pěti standardních IUFRO proveniencí 43 let. Na ploše byly u všech jedinců hodnoceny celková výška s přesností 0,5 m přístrojem Vertex Laser 400 a výčetní tloušťka s přesností 1 mm elektronickou průměrkou DigiTech v. 1.6. Měření $d_{1,3}$ bylo prováděno v místě vyznačeného trvalého měřistiště ve výšce 1,3 m nad zemí vždy ve dvou navzájem kolmých směrech.

U každého stromu byly vizuálně posouzeny vybrané kvalitativní znaky podle identických stupnic, jaké byly použity při předchozích hodnoceních (BERAN 1993).

Zdravotní stav: 1 – výborný (plně vitální, hustě ojehlčený, bez příznaků nekrotů a poškození), 2 – průměrný (dobře rostoucí, slaběji až dobře ojehlčený, bez zjevných poškození), 3 – chřadnoucí (slabě rostoucí, řídko ojehlčený, vykazuje celkové chřadnutí), 4 – uhynulý (suchý, případně jinak nenávratně poškozený, např. vývrát, kmenový zlom apod.).

Tvárnost kmene: 1 – přímý kmen, 2 – jednostranná křivost (mírně točitý, zakřivený v horní polovině), 3 – jednostranná křivost (mírně točitý, zakřivený v bazální části), 4 – netvárný kmen (složená křivost/dvoják).



Obr. 1. Lokalizace proveniencí vysazených na provenienční ploše č. 256 – Hůrky v přirozeném areálu výskytu na západě Severní Ameriky
Fig. 1.

The location of provenances planted on the provenance plot 256 – Hůrky in natural area of distribution on western part of North America
Zdroj/Source: www.google.cz/maps

Struktura borky: 1 – hladká, popř. mírně rozpraskaná (pouze ve spodní části kmene, tj. max. do výšky 2 m), 2 – středně rozpraskaná, 3 – silně rozpraskaná až odlupčivá (případně korkovitá).

Tloušťka větví a hustota zavětvení v horní polovině kmene: 1 – tenké větve (řídce zavětvení, vzdálenost mezi přesleny větví 0,8–1,0 m), 2 – tenké větve (husté zavětvení, vzdálenost mezi přesleny < 0,8 m), 3 – silné větve (řídce zavětvení), 4 – silné větve (husté zavětvení). Silné větve jsou větve s tloušťkou > 3 cm. Ojedinelé silnější větve byly posuzovány v kontextu celého stromu.

Hodnoceno bylo i výškové postavení jedince v porostu podle Kraftovy klasifikační stupnice: 1 – předrůstavý s plně vyvinutou korunou, 2 – úroňový s poměrně dobrou korunou, 3 – úroňový (stísněná či jednostranná koruna) nebo stromy již ustupující z úrovně, 4 – potlačená koruna (méně), jednostranně nebo všestranně stísněný (ještě nezastíněný), 5 – potlačená koruna (více), jednostranně nebo všestranně stísněný (již podúroňový), 6 – zcela podúroňový (s životaschopnou korunou), 7 – zcela podúroňový (s odumírající korunou). Původní označení stupňů bylo z důvodu umožnění počítačového zpracování mírně upraveno.

Pro všechny kvalitativní charakteristiky byly vypočteny mediány číselných označení tříd všech jedinců.

Z objemových tabulek pro douglasku tisolistou sestavených v poměrech severozápadního Německa (BERGEL 1971) byly stanoveny objemy hroubí s. k. všech jedinců. Vzhledem k tomu, že výzkumná plocha má výměru 1 ha, odpovídá součet těchto objemů celkové zásobě hroubí s. k. [$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$]. Následně byly s využitím údaje o počtu rostoucích jedinců pro jednotlivé provenience vypočteny průměrné hektarové zásoby hroubí s. k. Hodnoty objemu hroubí s. k. jednotlivých stromů byly pro srovnání vypočteny též podle hmotových tabulek pro jedli bělokorou ve věku 41–80 let, u nichž je deklarována možnost využití i pro douglasku (Tabulky 1952).

Statistické zpracování dat bylo provedeno s využitím programů QC.Expert 3.1, NCSS 2007, Statistica 10.0 a Past 2.07. Data byla podrobena průzkumové analýze, na jejímž základě byla provedena Boxova-Coxova transformace. Pro faktor provenience byl proveden Kruskalův-Wallisův test (ekvivalentní k ANOVA pro nenormální distribuci dat) a následný Kruskalův-Wallisův post hoc test mnohonásobného porovnání. Pro vícerozměrnou analýzu hlavních komponent (Principal Component Analysis – PCA) byla data redukována tak, že do výpočtu vstupovaly střední hodnoty znaků jednotlivých proveniencí. U kvantitativních znaků (průměrná výška a $d_{1,3}$) se jednalo o retransformované průměry, u kvalitativních (fenotypových) znaků o mediány vypočtené z číselných hodnot označujících klasifikační třídy znaků.

Tab. 1.

Charakteristika proveniencí sledovaných na ploše 256 – Hůrky
Characteristics of the provenances tested on the plot 256 – Hůrky

Stát/Country	Provenience/Provenance	Oblast provenience/ Provenance region*	Nadmořská výška/Elevation [m]	Severní šířka/ Northern latitude	Západní délka/ Western longitude	
Britská Kolumbie/ British Columbia	1004	Stuie	Maritime	230	52° 22'	126° 00'
	1010	Barriere	Cariboo Trans.	612	51° 12'	120° 10'
	1012	Klina Klíny	Maritime	3	51° 07'	125° 36'
	1013	Revelstoke	Nelson	600	51° 00'	118° 12'
	1021	D'Arcy	Submaritime	275	50° 33'	122° 30'
	1025	Nimkish	Maritime	90	50° 19'	126° 53'
	1028*	Merrit	Zone Not Def.	870	50° 04'	120° 51'
	1030	Squamish	Maritime	15	49° 47'	123° 09'
	1033	Forbidden	Maritime	610	49° 40'	125° 09'
	1036	Alberni	Maritime	140	49° 19'	124° 51'
1043	San Juan	Maritime	215	48° 35'	124° 05'	
Washington	1049	Bacon Point	7 – Skagit	500	48° 36'	121° 23'
	1050	Marblemount	7 – Skagit	120	48° 35'	121° 24'
	1058	Lake Crescent	1 – Hoh	305	48° 04'	124° 00'
	1061	Louella	1 – Hoh	457	48° 00'	123° 05'
	1067	Skykomish	5 – Kitsap	305	47° 42'	121° 20'
	1069	North Bend	8 – Snoqualmie	150	47° 28'	121° 45'
	1075	Enumclaw	5 – Kitsap	240	47° 16'	121° 56'
	1078*	Cle Elum	8 – Snoqualmie	640	47° 13'	121° 07'
	1081*	Alder Lake	9 – Toutle	430	46° 48'	122° 17'
1089	Cathlamet	3 – Twin Harbors	200	46° 18'	123° 16'	
Oregon	1100	Grand Ronde	6	200	45° 06'	123° 36'
	1102*	Upper Soda	12	1000	44° 23'	122° 12'
	1103	Cooquille	2	100	43° 12'	124° 10'
	1104*	Brookings	1	300	42° 07'	124° 12'

* standardní provenience IUFRO/IUFRO standards

*Zdroje/Sources: http://www.for.gov.bc.ca/hti/seedplanning/spz/Douglas_Fir_FD_SPZ.jpg

http://www.dnr.wa.gov/Publications/lm_wfn_seedzone_doug_fir.pdf, Summer 2002

<http://www.oregon.gov/ODF/privateforests/pages/seedzonemaps.aspx>

VÝSLEDKY

Ve věku 44 let bylo na ploše evidováno 721 stromů, z toho 33 odumírajících či již suchých. Vitálních stromů bylo celkem 688, tj. 18,6 % z původního počtu 3 700 sazenic. Nejvyšší zastoupení (45 ks, 30,4 %) rostoucích jedinců ze 148 vysazených bylo zjištěno u proveniencí 1067 – Skykomish (Washington) původem z 305 m n. m. z vnitrozemí areálu výskytu. Nejmenším počtem jedinců byla kromě nehodnocené 1104 zastoupena proveniencí 1028 – Merrit pocházející z Britské Kolumbie.

Průměrná výška na výzkumné ploše dosahovala 26,9 m (tab. 2). Její nejnižší hodnoty byly zjištěny u dvou standardních IUFRO proveniencí 1028 – Merrit (20,2 m) a 1078 – Cle Elum (23,4 m). Ke slabě rostoucích patřily rovněž proveniencí 1067 a 1010 (tab. 3). Naopak nejvyšší průměrné výšky dosáhla washingtonská proveniencí 1069 – North Bend (29,2 m), kterou následovaly proveniencí 1075, 1036 a 1089 (tab. 3). Absolutně nejvyšší jedinec na celé ploše byl zjištěn ve třetím opakování u proveniencí 1030 – Squamish (35,5 m).

Průměrná $d_{1,3}$ všech proveniencí dosáhla 29,2 cm (tab. 2). Největší hodnota (35,7 cm) byla zjištěna u potomstva dílčí populace 1075 – Enumclaw, zatímco nejnižší (18,1 cm) u standardní IUFRO proveniencí 1028 – Merrit. Jedinec s absolutně největší $d_{1,3}$ na celé ploše byl zjištěn v prvním opakování u proveniencí 1102 – Upper Soda (52,5 cm).

Hodnoty průměrné výšky a průměrné $d_{1,3}$ byly v rámci proveniencí poměrně variabilní, i když zejména u výšek napohled nikterak výrazně. Kruskalův-Wallisův test prokázal v obou případech statisticky významné rozdíly ($\alpha = 0,05$), takže byly soubory proveniencí pro obě veličiny rozděleny pomocí post hoc testů na růstově homogenní podskupiny (tab. 3 a 4).

Naprostá většina stromů na výzkumné ploše byla v dobrém až výborném zdravotním stavu. Hodnota mediánu činila 1,1. Horší zdravotní stav vykazovaly jen proveniencí 1104 – Brookings (1,5) a 1028 – Merrit (2,0), nejlepší pak washingtonské proveniencí, i když vypo-

Tab. 2.
Hodnoty kvantitativních a kvalitativních znaků
Values of quantitative and qualitative characteristics

Stát/State	Provenience/Provenance	Počet živých stromů/ Number of living trees	Výška/Height [m]	Výčetní tloušťka/ DBH [cm]	Objem hroubí s. k.*/ Volume of large wood (o.b.) [m ³]	Průměrný objem hroubí s. k./Mean large wood volume (o.b.) [m ³]	Průměrná hektarová zásoba hroubí s. k.*/ Mean large wood stock (o.b.) [m ³ .ha ⁻¹]	Zdravotní stav/ Health state	Tvárnost kmene/ Trunk form	Typ a struktura borky/ Bark type and structure	Tloušťka a hustota zavětvení/Thickness and density of branches	Sociální postavení/ Social status	
Britská Kolumbie/ British Columbia	1004	Stuie	26	27,9	30,9	23,5	0,89	578,5	1	1,5	2	3	2
	1010	Barriere	29	24,0	24,3	17,3	0,53	384,3	1	2	2	2	3
	1012	Klina Klíny	28	26,3	29,4	23,2	0,74	518,0	1	1	1,5	3	2
	1013	Revelstoke	39	28,1	30,5	37,0	0,88	858,0	1	1	1	3	2
	1021	D'Arcy	24	25,8	30,9	20,3	0,81	486,0	1	3	2	4	2
	1025	Nimkish	32	26,8	27,8	24,7	0,70	560,0	1	1	1	3	2
	1028*	Merrit	11	20,2	18,1	3,9	0,24	66,0	2	1	1	1	4
	1030	Squamish	35	28,8	29,8	33,5	0,88	770,0	1	1	2	2	2
	1033	Forbidden	38	27,5	27,8	30,5	0,77	731,5	1	1	1	2,5	2
	1036	Alberni	28	28,6	33,6	31,4	1,09	763,0	1	1	2	3	2
Washington	1043	San Juan	31	27,2	28,6	25,9	0,73	565,8	1	1	2	2	2
	1049	Bacon Point	31	27,0	28,4	26,7	0,76	589,0	1	1	2	2	2
	1050	Marblemount	30	27,5	29,7	26,7	0,80	600,0	1	1	1,5	3	2
	1058	Lake Crescent	33	28,2	30,6	30,3	0,83	684,8	1	1	1	2	2
	1061	Louella	16	28,8	34,2	21,1	1,09	436,0	1	1	2	3	1,5
	1067	Skykomish	43	23,6	22,1	17,8	0,42	451,5	1	1	1	2	3
	1069	North Bend	28	29,2	32,8	31,0	1,05	735,0	1	1	2	3	2
	1075	Enumclaw	29	28,7	35,7	37,3	1,27	920,8	1	1	2	3	2
	1078*	Cle Elum	28	23,4	24,5	16,3	0,46	322,0	1	1	1,5	2,5	2
	1081*	Alder Lake	18	26,4	29,7	16,5	0,81	364,5	1	1	2	3	2
1089	Cathlamet	31	28,7	30,5	30,3	0,91	705,3	1	1	1	2	2	
Oregon	1100	Grand Ronde	28	27,8	31,7	27,3	1,00	700,0	1	1	2	3	2
	1102*	Upper Soda	29	26,5	29,2	26,5	0,78	565,5	1	1	2	2	2
	1103	Cooquille	19	28,3	29,9	18,0	0,99	470,3	1	1	1	2	2
	1104*	Brookings	4	26,8	28,2	3,2	0,81	81,0	1,5	2,5	2	3	2,5
Σ /Průměr/ Σ /Mean			688	26,9	29,2	600,4	0,81	556,3	1,1	1,2	1,6	2,6	2,2

× standardní proveniencí IUFRO/IUFRO standards; * BERGEL (1971)

čtené mediány pro provenience z Britské Kolumbie a z Oregonu se od nich výrazně nelišily.

Z hlediska tvárnosti kmene byla většina jedinců hodnocena velmi kladně, tj. naprostá převaha jich měla kmen přímý nebo jen mírně zakřivený. Ve srovnání s mediánem celé plochy (1,2) se vyznačovaly horší tvárností provenience 1010 – Barriere (2,0) a 1104 – Brookings (2,5). Provenience s nejhorší tvárností byla 1021 – D'Arcy (3,0). Regionálně tak byly i v tomto ukazateli nejlepší washingtonské provenience. Z oregonských vykázali horší tvárnost jen jedinci potomstva dílčí populace 1104 – Brookings. Z Britské Kolumbie se horší tvárností kmene projeví především provenience 1010 – Barriere (2,0) a 1021 – D'Arcy (3,0), tj. provenience pocházející z okrajových částí areálu přirozeného rozšíření.

Celkový medián znaku typ a struktura borky činil 1,6. Lepší parametry mělo osm proveniencí (1,0), u čtrnácti byla borka hodnocena jako středně rozpraskaná (index 2,0). Provenience nevykazovaly žádné významnější regionální odchylky; bylo zjištěno téměř stejné zastoupení jak kůry hladké až mírně rozpraskané, tak kůry středně rozpraskané.

Pro znak tloušťka větví a hustota větvení dosáhl medián na celé ploše hodnoty 2,6. Nejprůzračnější (1,0) byl u nejpomaleji rostoucí dílčí populace 1028 – Merrit (způsobeno skutečností, že většina stromů je slabých, s podprůměrnou výškou a často chřadnoucích). Devět proveniencí mělo medián 2,0, dvě 2,5 a jedenáct 3,0. V porovnání s průmě-

rem dopadla nejhůře provenience 1021 – D'Arcy (4,0). U proveniencí z Britské Kolumbie převažují spíše jedinci se silnými větvemi a řídkým zavětvením. U washingtonských potomstev je zastoupení jedinců s tenkými větvemi a hustým zavětvením i silnými větvemi a řídkým zavětvením vyrovnané. Totéž platí i pro provenience z Oregonu.

U znaku výškové postavení v porostu dosáhl medián na celé ploše hodnoty 2,2. Nejnižší (1,5) byl u provenience 1061 – Louella. U potomstev ze všech tří států převažují jedinci v úrovni (index 2,0). Nejhorší výškové postavení měli jedinci potomstva 1028 – Merrit s indexem 4,0. U potomstev původem z Britské Kolumbie vykazuje kromě provenience Merrit horší postavení také provenience 1010 – Barriere (2,5) s částečně úrovnovými stromy. Z washingtonských proveniencí bylo výrazně horší výškové postavení zjištěno pouze u provenience 1067 – Skykomish (3,0). Z oregonských potomstev vykazovala přechod mezi úrovnovými a částečně úrovnovými stromy pouze provenience 1104 – Brookings (2,5).

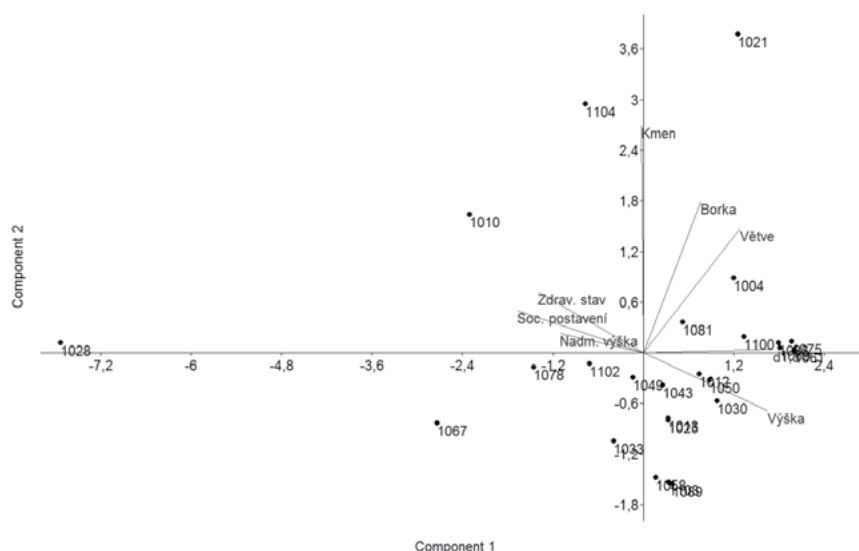
Medián objemu hroubí s. k. stanovený z tabulkových (BERGEL 1971) objemů jednotlivých stromů činil 0,81 m³ (tab. 2). Nejvyšší byl u provenience 1075 – Enumclaw (1,27 m³), nejnižší u proveniencí 1028 – Merrit (0,24 m³) a 1078 – Cle Elum (0,46 m³).

Celkový objem hroubí s. k. na výzkumné ploše (resp. v daném případě i hektarová zásoba) dle BERGELA (1971) dosáhly 600,4 m³, resp. m³.ha⁻¹ (tab. 2).

Tab. 3.

Výsledky Kruskalova-Wallisova post hoc testu výšek ($\alpha = 0,05$; DF = 663; mediány jsou signifikantně odlišné, pokud $z > 1,96$)
Results of Kruskal-Wallis post hoc test of heights ($\alpha = 0.05$; DF = 663, medians are significantly different if z-value > 1.96)

Provenience/ Provenance	Počet/Number	Rozdílné skupiny proveniencí/Different groups of provenances
1028	11	1004, 1010, 1012, 1013, 1021, 1025, 1030, 1033, 1036, 1043, 1049, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1081, 1089, 1100, 1102, 1103
1078	28	1004, 1012, 1013, 1021, 1025, 1030, 1033, 1036, 1043, 1049, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1081, 1089, 1100, 1102, 1103
1067	41	1004, 1012, 1013, 1021, 1025, 1030, 1033, 1036, 1043, 1049, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1081, 1089, 1100, 1102, 1103
1010	29	1004, 1013, 1025, 1028, 1030, 1033, 1036, 1043, 1049, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1081, 1089, 1100, 1103
1021	24	1004, 1013, 1028, 1030, 1036, 1058, 1061, 1067, 1069, 1075, 1078, 1089, 1103
1102	29	1028, 1030, 1036, 1058, 1061, 1067, 1069, 1075, 1078, 1089
1012	28	1028, 1030, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075, 1078, 1089, 1104
1025	32	1010, 1028, 1030, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075, 1078, 1089
1049	31	1010, 1028, 1030, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075, 1078, 1089
1081	18	1010, 1028, 1036, 1067, 1069, 1075, 1078, 1089
1043	31	1010, 1028, 1067, 1069, 1075, 1078
1050	30	1010, 1028, 1067, 1069, 1075, 1078
1104	4	1069
1100	28	1010, 1028, 1067, 1078
1033	38	1010, 1028, 1067, 1069, 1078
1013	39	1010, 2021, 1028, 1067, 1078
1004	26	1010, 1021, 1028, 1067, 1078
1103	19	1010, 1021, 1028, 1067, 1078
1058	33	1010, 1021, 1028, 1067, 1078, 1102
1030	35	1010, 1012, 1021, 1025, 1028, 1049, 1067, 1078, 1102
1061	18	1010, 1012, 1021, 1025, 1028, 1049, 1067, 1078, 1102
1089	31	1010, 1012, 1021, 1025, 1028, 1049, 1067, 1078, 1081, 1102
1036	28	1010, 1012, 1021, 1025, 1028, 1049, 1067, 1078, 1081, 1102
1075	29	1010, 1012, 1021, 1025, 1028, 1043, 1049, 1050, 1067, 1078, 1081, 1102
1069	28	1010, 1012, 1021, 1025, 1028, 1033, 1043, 1049, 1050, 1067, 1078, 1081, 1102, 1104



Obr. 2.

Výsledky PCA zobrazené pomocí dvojného grafu (Past v. 2.07)

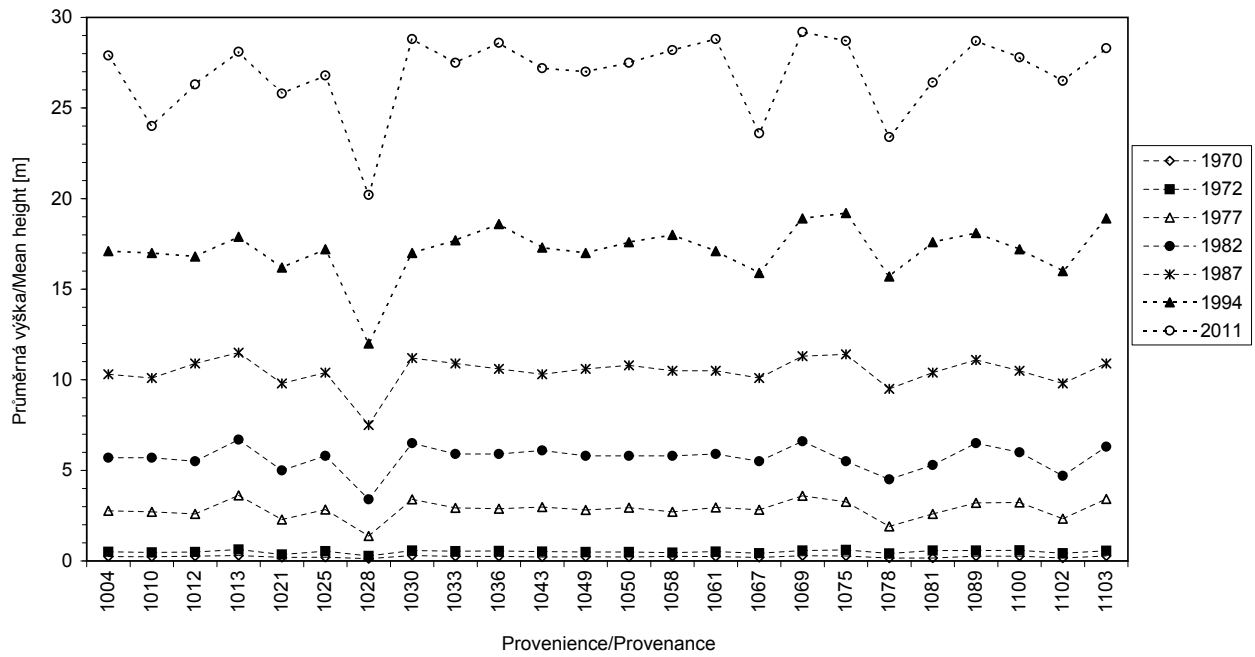
Fig. 2.

PCA results displayed using biplot (Past v. 2.07)

Tab. 4.

Výsledky Kruskalova-Wallisova post hoc testu $d_{1,3}$ ($\alpha = 0,05$; $DF = 663$; mediány jsou signifikantně odlišné, pokud $z > 1,96$)
Results of Kruskal-Wallis post hoc test of DBH ($\alpha = 0.05$; $DF = 663$; medians are significantly different if z -value > 1.96)

Provenience/ Provenance	Počet/Number	Rozdílné skupiny proveniencí/Different groups of provenances
1028	11	1004, 1012, 1013, 1021, 1025, 1030, 1033, 1036, 1043, 1049, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1081, 1089, 1100, 1102, 1103, 1104
1067	41	1004, 1012, 1013, 1021, 1025, 1030, 1033, 1036, 1043, 1049, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1081, 1089, 1100, 1102, 1103, 1104
1078	28	1004, 1012, 1013, 1021, 1030, 1036, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1089, 1100, 1102, 1103
1010	29	1004, 1012, 1013, 1021, 1030, 1036, 1050, 1058, 1061, 1069, 1075, 1089, 1100, 1102, 1103
1033	38	1028, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075
1025	32	1028, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075
1043	31	1028, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075
1049	31	1028, 1036, 1061, 1067, 1069, 1075
1030	35	1010, 1028, 1067, 1069, 1075, 1078
1012	28	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1081	18	1028, 1067, 1075
1104	4	1028, 1067
1004	26	1010, 1028, 1067, 1078
1089	31	1010, 1028, 1067, 1078
1100	28	1010, 1028, 1067, 1078
1058	33	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1021	24	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1103	19	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1102	29	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1050	30	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1013	39	1010, 1028, 1067, 1075, 1078
1069	28	1010, 1025, 1028, 1033, 1043, 1049, 1067, 1078
1036	28	1010, 1025, 1028, 1033, 1043, 1049, 1067, 1078
1061	18	1010, 1025, 1028, 1033, 1043, 1049, 1067, 1078
1075	29	1010, 1012, 1013, 1021, 1025, 1028, 1030, 1033, 1043, 1049, 1050, 1058, 1067, 1078, 1081, 1102, 1103

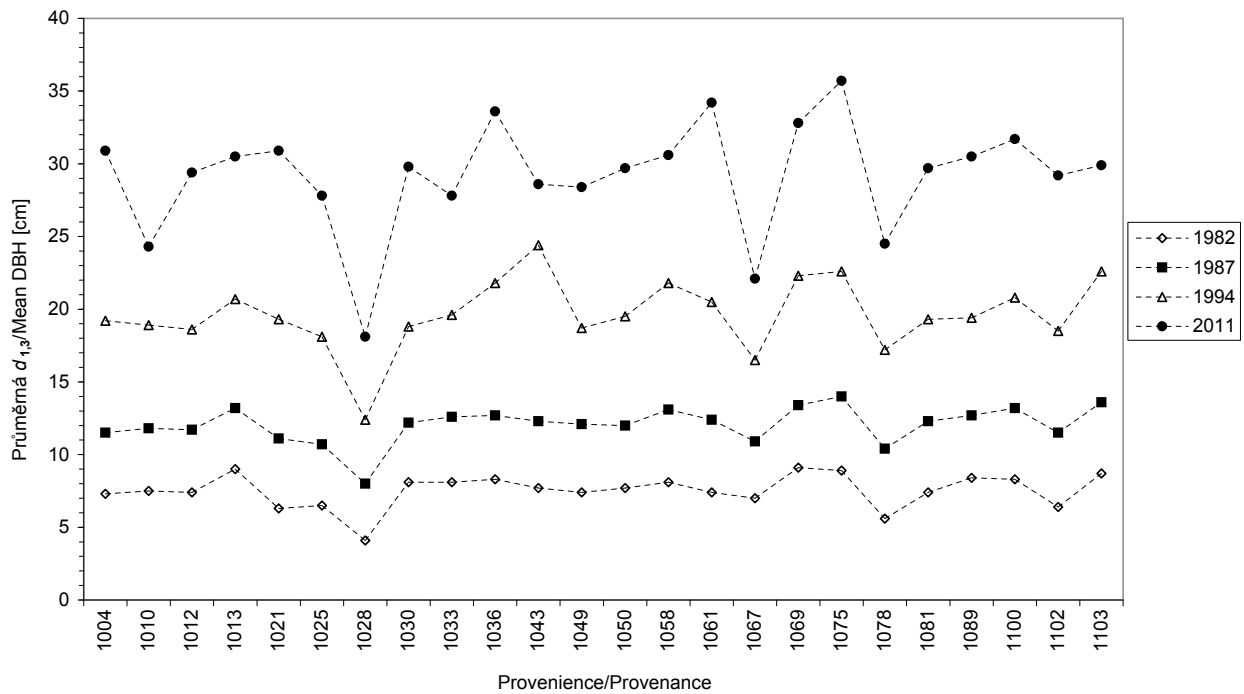


Obr. 3.

Průměrné výšky proveniencí ve věku 3, 5, 10, 15, 20, 27 a 44 let

Fig. 3.

Mean heights of provenances at the age of 3, 5, 10, 15, 20, 27 and 44 years



Obr. 4.

Průměrné $d_{1,3}$ proveniencí ve věku 15, 20, 27 a 44 let

Fig. 4.

Mean DBH of provenances at the age of 15, 20, 27 and 44 years

Podle hmotových tabulek pro jedli (Tabulky 1952) dosáhly celkový objem hroubí s. k., resp. zásoba hodnoty 712,8 m³, resp. m³.ha⁻¹, což je ve srovnání s údajem získaným dle BERGELA (1971) více.

Průměrná hektarová zásoba hroubí s. k. jednotlivých proveniencí činila 556,3 m³.ha⁻¹ (tab. 2). Nejvyšší byla stanovena pro provenienci 1075 – Enumclaw (920,8 m³.ha⁻¹), 1013 – Revelstoke (858,0 m³.ha⁻¹) a 1030 – Squamish (770,0 m³.ha⁻¹), nejnižší hodnoty byly naopak odvozeny pro provenienci 1028 – Merrit (66,0 m³.ha⁻¹) a 1104 – Brookings (81,0 m³.ha⁻¹).

Výstup PCA (obr. 2) znázorňuje podíl sledovaných znaků na obou komponentách, vzájemné korelace znaků a podobnost (shluky) proveniencí. Znaky výška, $d_{1,3}$, nadmořská výška, výškové postavení a zdravotní stav se podílejí zejména na 1. hlavní komponentě, pro 2. hlavní komponentu má význam především znak tvárnost kmene. Pozitivní korelace vykazují znaky nadmořská výška × výškové postavení × zdravotní stav, výška × $d_{1,3}$ a dále borka × větve. Ve vzájemné negativní korelaci jsou znaky výška a $d_{1,3}$ se zdravotním stavem, výškovým postavením a nadmořskou výškou. Od kompaktního shluku proveniencí se výrazněji odlišují 1010 – Barriere, 1104 – Brookings a 1021 – D'Arcy vylišené díky znakům podílejícím se na 2. hlavní komponentě (především tvárnost kmene a borka) a dále 1028 – Merrit a 1067 – Skykomish, které odseparovaly především znaky $d_{1,3}$ a výška, ale i nadmořská výška, výškové postavení a zdravotní stav. Vylišené provenienci pocházejí z oblasti horní (č. 1021, 1010, 1067), resp. spodní (č. 1104) hranice areálu přirozeného rozšíření douglasky.

DISKUSE

Vzhledem k tomu, že plocha byla v minulosti již několikrát hodnocena, bylo možno provést porovnání vývoje proveniencí v určitých intervalech od výsadby po současnost (obr. 3 a 4), a to ve věku 3 roky (sazenice, 1970), 5 let (1972), 10 let (1977), 15 let (1982), 20 let (1987) a 27 let (1994) (ŠIKA 1974, 1988; ŠIKA, PÁV 1990; BERAN 1995). Údaje pro $d_{1,3}$ jsou k dispozici z hodnocení v 15 a 20 (ŠIKA 1988), resp. ve 27 letech (BERAN 1995).

Některé provenienci si drží poměrně málo příznivý výškový růst již od mládí, např. 1028 – Merrit, 1067 – Skykomish, 1078 – Cle Elum a 1102 – Upper Soda (obr. 3). Změna trendu je naopak patrná např. u proveniencí 1010 – Barriere, 1033 – Forbidden. S velkou spolehlivostí lze potvrdit, že provenienci, které rostly velmi dobře v mládí, si udržují i ve 40 letech mírně nadprůměrný až výborný růst a naopak v mládí slabě přirůstající provenienci zaostávají v růstu a vývoji i ve vyšším věku. Jak je patrné z obr. 3, k posunům v pořadí proveniencí mezi jednotlivými hodnoceními již téměř nedochází, a proto lze aktuální výsledky považovat za dostatečně věrohodné.

Rovněž trend vývoje výčetní tloušťky je u většiny proveniencí dlouhodobě ustálený (obr. 4). Ve srovnání s ostatními proveniencemi si některé drží poměrně málo příznivý tloušťkový růst již od mladého věku, např. 1028 – Merrit, 1067 – Skykomish a 1078 – Cle Elum. Změna trendu vývoje je patrná např. u provenienci 1010 – Barriere, 1021 – D'Arcy a 1043 – San Juan. Zvláště výrazný negativní posun při posledním měření u provenienci 1043 byl však částečně způsoben poškozením (vývrat a souše) tří nadprůměrných jedinců.

Na základě střední výšky (26,9 m) ve 44 letech lze konstatovat, že porost na výzkumné ploše převyšuje na lesním typu 3K7 nejlepší bonitní stupně platných taxačních tabulek (Tabulky 1990). Se střední výčetní tloušťkou 29,2 cm a celkovou zásobou rostoucích jedinců všech proveniencí 600,4 m³.ha⁻¹ s. k. (BERGEL 1971), ale i průměrnou zásobou všech proveniencí (556,3 m³.ha⁻¹) převyšuje porost údaj 540 m³.ha⁻¹ s. k. z taxačních tabulek (Tabulky 1990). Také celková kruhová základna celého porostu $G = 50,29$ m² přesahuje tabulkovou hodnotu (41 m²). Rozdíl vypočtené zásoby živých jedinců douglasky (545,82 m³.ha⁻¹ b. k.) a údaje v platném LHP (467 m³.ha⁻¹ b. k.) je zřejmě způsoben odlišnou metodou jejich zjišťování (relaskopicky × svěrkování naplno

+ hmotové tabulky). Výpočet objemu podle tabulek pro jedli bělokorou (Tabulky 1952) není pro douglasku zcela vhodný.

Ve výškovém a tloušťkovém růstu se na pokusné ploše Hůrky s přibývajícím věkem projevují stále významnější rozdíly, a to i mezi proveniencemi pocházejícími ze stejných oblastí, avšak z jiných expozic či nadmořských výšek. K podobnému závěru dospěl i JESTĚDT (1979), který označil výškový vývoj jím posuzovaných potomstev za nehomogenní, a to i v rámci užších souborů proveniencí. Na ploše Hůrky byly největší rozdíly ve výškách a tloušťkách zjištěny u proveniencí původem z Britské Kolumbie (BC), především z vnitrozemí.

Výsledky hodnocení výzkumné plochy Hůrky dobře korespondují s poznatky řady zahraničních autorů. V podmínkách Německa, které jsou ČR blízké, se nejvíce osvědčily provenienci z poloostrova Olympic (KLEINSCHMIT 1993), které patří na ploše Hůrky mezi mírně (1058 – Lake Crescent) až nadprůměrně (1061 – Louella G.S.) rostoucí. Provenienci z ostrova Vancouver měly spíše průměrný růst, vnitrozemské provenienci z kanadské části areálu pak většinou průměrný až silně podprůměrný (1028 – Merrit, 1010 – Barriere). Na plochách v Hesensku roste velmi dobře provenienci 1025 – Nimkish, která však patří na ploše Hůrky mezi slabě rostoucí. Obdobně je tomu u některých dalších proveniencí. Růst oregonských (OR) proveniencí je rovněž srovnatelný s domácími poznatky, zaznamenaná mortalita však byla v ČR výrazně vyšší, což je vysvětlováno kontinentálnějším klimatem (BERAN 1995). KLEINSCHMIT (2000) uvádí nejvyšší přežívání, vynikající růst a vysokou adaptabilitu proveniencí ze severního Washingtonu (WA) a z oblasti západně od hřebenu Kaskád. V oceáničtější části Německa jsou doporučovány pobřežní, v kontinentálnější pak vnitrozemské (BC) a hybridní populace (BASTIEN et al. 2013).

PETKOVA et al. (2014) zjistili v sz. Bulharsku nejlepší růst proveniencí z pobřeží WA (Bremerton), západních Kaskád WA a OR (Darrington, Newhalem, Idanha), které zároveň vykazovaly vysokou rezistenci ke skotské (*Rhabdocline pseudotsugae* Syd.) a švýcarské sypavce (*Phaeocryptopus gaeumannii* /T. Rohde/ Petr.). U kontinentálních proveniencí z WA (Greenwood, Keremeos), Montany (Whitefish), východního OR (Canyon City) a Nového Mexika (Alamogordo) byl růst pomalý, produkce nízká a náchylnost k sypavkám vyšší.

Podle ISAAC-RENTON et al. (2014) jsou provenienci ze severu vhodné pro podmínky Finska, Norska a Velké Británie. Zdroje z vyšších poloh Kaskád WA jsou vhodné do některých oblastí severní Evropy a vnitřního Balkánu. Pro území západní Evropy jsou vhodné pobřežní populace z WA. Zdroje ze suchých příbřežních oblastí WA a OR jsou vhodné pro východnější (např. Polsko, východ Německa) a jižnější oblasti (Španělsko, Itálie). Na mapách Evropy pak autoři predikují postupně změny vhodných oblastí pro pěstování douglasky různého původu do roku 2080.

Pro území západní a střední Evropy se podle další práce (KÖNIG 2005) osvědčily provenienci z území sahajícího od poloostrova Olympic přes oblast jižně od Puget Sound až po západní svahy Kaskád a také některé z Vancouveru. Rychlejší je růst proveniencí z pobřežní zóny než ze Skalistých hor, které jsou však tolerantnější ke stínu a chladu.

Pokud jde o další země, v Rakousku se osvědčily provenienci ze západního WA, v Irsku pobřežní populace z jižního WA a severního OR, v Itálii z OR a severní Kalifornie, v Polsku z WA a BC, v Rumunsku z Idaho, středu WA, západních Kaskád a nižších poloh OR, ve Španělsku ze severního OR, jižního WA a západních Kaskád, v Holandsku z jihu BC a z WA a ve Velké Británii pobřežní populace z nižších poloh WA (BASTIEN et al. 2013).

Z hlediska přizpůsobení k podmínkám budoucího klimatu zkoumali v Holandsku EILMANN et al. (2013) 18 proveniencí douglasky na ploše ze série IUFRO 1966–67, které označili KLEINSCHMIT et al. (1974) a BUIEVELD (2007) ex EILMANN et al. (2013) jako nejproduktivnější, resp. nejvhodnější pro evropské podmínky. Autoři zdokumentovali severojižní trend, kdy severnější provenienci jsou obecně produktivnější. Tolerance k suchu naproti tomu vzrůstá směrem k jihu, takže

prakticky nelze identifikovat provenience, které obě vlastnosti kombinují. Přesto byly stanoveny určité provenience s lepším předpokladem snášet budoucí poměry střední Evropy. Tam, kde se předpokládá výskyt pouze několika suchých period, bude možné pěstovat severské provenience (např. Nimkish), v oblastech s nedostatkem vláhy by mohly prosperovat provenience z poloostrova Olympic (např. Forks, Matlock). Na ploše Hůrky jsou ověřovány čtyři shodné provenience jako na ploše v Holandsku (1025, 1050, 1069, 1100). Zatímco provenience 1025 patřila v Holandsku s $d_{1,3}$ 38,4 cm (věk 42 let) k nejproduktivnějším, na ploše Hůrky byla v tomto ukazateli podprůměrná. Také ostatní provenience byly na obou plochách hodnoceny spíše opačně. Důvodem jsou zřejmě především rozdílné přírodní poměry obou ploch, i když z jiného přímořského regionu, severního Španělska, zmiňují ZAS et al. (2003), že uvažuje-li se stabilita růstu v různých stanovištních podmínkách, pocházejí všechny pozitivně hodnocené provenience z oblastí nad 45° s. z. š., tj. jde o provenience osvědčené ve většině evropských zemí (např. KLEINSCHMIT, BASTIEN 1992).

Při doporučeních na přednostní využívání některých proveniencí je kromě produkčních ukazatelů žádoucí zohledňovat i další adaptační charakteristiky, které se projevují mj. v prvních letech po výsadbě. ŠIKA (1988) sledoval adaptaci na podmínky kontinentálního klimatu ČR (časté jarní průsůšky, zimy se slabou sněhovou pokrývkou, nižší vzdušná vlhkost, srážkový deficit apod.) do věku 15 let. Potvrdily se poznatky ze sousedních států (MEJNARTOWICZ 1976; LARSEN 1978; JESTĚDT 1979) o prokazatelně nižších ztrátách kontinentálních proveniencí. Také MUSIL a HAMERNÍK (2007) uvádějí, že populace z oblastí s kontinentálnějším klimatem jsou vůči mrazu a zimnímu vysychání výrazně odolnější, jejich výškový a tloušťkový růst jsou však oproti přímořským podstatně pomalejší. Na plochách, které mají při výsadbě charakter velké holiny, jsou ztráty mnohem vyšší než na úzkých sečích (ŠIKA 1975, 1985).

Obecně jsou jižnější provenience citlivější k časným a zimním, zatímco severnější vnitrozemské, zvláště z BC, k jarním mrazům. Se vzrůstající nadmořskou výškou lokalit původu rašily na výzkumných plochách v Srbsku provenience později, avšak zeměpisné souřadnice mateřských lokalit rašení neovlivňovaly. Populace z vnitrozemí jsou citlivé i ke skotské a švýcarské sypavce. V případě skotské sypavky jsou však severnější populace (BC, WA, OR, Idaho, Montana) přece jen o něco odolnější než jižnější z Colorada, Utahu, Arizony a Nového Mexika (KÖNIG 2005; BASTIEN et al. 2013; LAVADINOVIC et al. 2013). V této souvislosti je třeba zmínit, že v okolí výzkumné plochy na LHC Hůrky je v posledních letech zaznamenáván zvýšený výskyt obou sypavek, které poškozují všechny věkové třídy douglasky (BUŠINA 2014).

ZÁVĚR

V článku jsou předloženy výsledky hodnocení 25 proveniencí douglasky tisolisté, dobře reprezentujících areál jejího přirozeného rozšíření v Severní Americe, které jsou ověřovány na mezinárodní provenienční ploše Hůrky v jižních Čechách. Hodnocení růstu porostu ve věku 44 let prokázalo statisticky významnou variabilitu zkoumaných proveniencí. Dobrý růst některých jednotek prokázal, že při použití reprodukčního materiálu vhodného původu lze v ČR vypěstovat hodnotné porosty této dřeviny. Vypočtená porostní zásoba je nadprůměrná (nad hranici 1. bonity) pro uvedenou dřevinu a stanoviště. Na základě celkového posouzení kvantitativních a kvalitativních charakteristik lze některé provenience označit za vitální a zároveň dobře rostoucí a produktivní. Provenience pocházející z vnitrozemí areálu sice vykazovaly v prvních letech po výsadbě větší odolnost především k fyziologickému vytranspirování a poškození pozdními mrazy, ale s přibývajícím věkem se většinou projevují slabším až podprůměrným růstem. V nesmíšeném porostu se na provenienční ploše posléze dostávají do podúrovně a část z nich postupně odumírá vlivem zastínění. V době hodnocení byla naprostá většina rostoucích stromů v dobrém až výborném zdravotním stavu. U jedinců či proveniencí

dobrych kvantitativních i kvalitativních vlastností lze tedy kromě dovozu osiva z původní oblasti uvažovat i o případném přímém využití k reprodukci.

Mezi dlouhodobě nejlépe hodnocené provenience z Britské Kolumbie patří ty z jižního vnitrozemí (1013 – Revelstoke), z ostrova Vancouver pak 1036 – Alberni. Dobře rostou i provenience ze západních svahů Kaskád 1069 – North Bend a 1075 – Enumclaw, z přímořských pak 1089 – Cathlamet. Pozornost zasluhují i ostatní provenience s příznivým, byť jen průměrným růstem. Na základě celkového posouzení kvantitativních a kvalitativních charakteristik a dále dlouhodobého vývoje na ploše Hůrky lze za nevhodné pro zdejší podmínky označit provenience 1081 – Alder Lake, 1021 – D'Arcy, 1102 – Upper Soda, 1028 – Merrit a 1104 – Brookings. Porovnáním s hodnocením provenienčních ploch v zahraničí se výsledky nejvíce blíží údajům získaným v Německu. I z těchto srovnání však vyplývá důležitý závěr, že nelze automaticky přejímat poznatky provenienčního výzkumu ze sousedních zemí. Vypovídací hodnota výsledků bude vyšší až po srovnání většího počtu ploch z různých oblastí ČR, jejichž hodnocení aktuálně probíhá a bude k dispozici v nejbližších letech.

Poděkování:

Příspěvek vznikl jako součást řešení výzkumného projektu NAZV QJ1520299 „Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR“ a interního projektu FLD ČZU v Praze IGA A05/14 „Optimalizace pěstební směsi s douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) – cíl pěstování této dřeviny“.

LITERATURA

- BARTOŠ J., KACÁLEK D. 2011. Douglaska tisolistá – dřevina vhodná k zalesňování bývalých zemědělských půd. Zprávy lesnického výzkumu, 56 (Speciál): 6–13.
- BASTIEN J.-C., SANCHEZ L., MICHAUD D. 2013. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco). In: Pâques, L.E. (ed.): Forest tree breeding in Europe. Current state-of-the-art and perspectives. Dordrecht, Springer: 325–369.
- BERAN F. 1993. Fenotypová proměnlivost a růst douglasky tisolisté na školním polesí Hůrka (SLŠ Písek). Zprávy lesnického výzkumu, 38 (3): 5–15.
- BERAN F. 1995. Dosavadní výsledky provenienčního výzkumu douglasky tisolisté v ČR. Zprávy lesnického výzkumu, 40 (3–4): 7–13.
- BERGEL D. 1971. Die Herleitung neuer Massentafeln für die Douglasie in Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 142: 247–256.
- BUŠINA F. 2007. Natural regeneration of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in forest stands of Training Forest District Hůrky, Higher Forestry School and Secondary Forestry School in Písek. Journal of Forest Science, 53 (1): 20–34.
- BUŠINA F. 2014. Zkušenosti školních lesních podniků s pěstováním douglasky. Školní polesí Hůrky. Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnické školy Bedřicha Schwarzenberga Písek. Lesnická práce, 93 (7): 429.
- CAFOUREK J. 2014. Důvoz osiva douglasky tisolisté do ČR. Lesnická práce, 93 (7): 432–434.
- EILMANN B., DE VRIES S.M.G., DEN OUDEN J., MOHREN G.M.J., SAUREN P., SASS-KLAASEN U. 2013. Origin matters! Difference in drought tolerance and productivity of coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.]) provenances. Forest Ecology and Management, 302: 133–143. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.03.031
- FLETCHER A., BARNER H. 1978. The procurement of seed for provenance research with particular reference to collections in NW-America. In: Proceedings of the IUFRO joint meeting of working parties S.2-02-05 Douglas fir provenances, 02-06 Lodge-

- pole pine provenances, 02-12 Sitka spruce provenances, 02-14 *Abies* provenances. V.1: Background papers and Douglas fir provenances. Vancouver, 20. 8.–9. 9. 1978. Victoria, B.C. (Canada), Ministry of Forests, Information Service Branch: 141–154.
- HART V., HARTOVÁ M., TAUCHMAN P. 2010. Analysis of herbicide effects on Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) natural regeneration. *Journal of Forest Science*, 56 (5): 209–217.
- HATTEMER H.H., KÖNIG A. 1975. Geographic variation of early growth and frost resistance in Douglas-fir. *Silvae Genetica*, 24: 97–106.
- ISAAC-RENTON M.G., ROBERTS D.R., HAMANN A., SPIECKER H. 2014. Douglas-fir plantations in Europe: a retrospective test of assisted migration to address climate change. *Global Change Biology*, 20: 2607–2617.
- JESTĚD M. 1979. Untersuchungen über die Jugendentwicklung von Douglasien- provenienzen in Hessen und mögliche züchterische Folgerungen. Diss. München, TU München: 142 s.
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001. Production potential and ecological stability of mixed forest stands in uplands – III. A single tree mixed stand with Douglas fir on an eutrophic site of the Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 47 (2): 45–59.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 54 (7): 321–332.
- KANTOR P., MAREŠ R. 2009. Production potential of Douglas fir in acid sites of Hůrky Training Forest District, Secondary Forestry School in Písek. *Journal of Forest Science*, 55 (7): 312–322.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na školním polesí Hůrky středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (4): 251–263.
- KLEINSCHMIT J., RACZ J., WEISGERBER H., DIETZE W., DIETERICH H., DIMPLMEIER R. 1974. Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland. *Silvae Genetica*, 23 (6): 167–176.
- KLEINSCHMIT J., BASTIEN C. 1992. IUFRO's role in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) tree improvement. *Silvae Genetica*, 41 (3): 161–173.
- KLEINSCHMIT J. 1993. Erste Teilergebnisse aus Hessen über den Internationalen Douglasien-Provenienzversuch der IUFRO. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 36: 476–477.
- KLEINSCHMIT J. 2000. Mit der Douglasie in die Zukunft. Ökologische und ökonomische Bilanz: Genetik. *Forst und Holz*, 55 (22): 713–715.
- KÖNIG A.O. 2005. Provenance research: evaluating the spatial pattern of genetic variation. In: Geburek, T., Turok, J. (eds.): Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Zvolen, Arbora Publishers: 275–333.
- KUBEČEK J., ŠTEFANČÍK I., PODRÁZSKÝ V., LONGAUER R. 2014. Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. *Lesnický časopis-Forestry Journal*, 60 (2): 120–129.
- LARSEN J.B. 1978. Die Frostresistenz der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) verschiedener Herkünfte mit unterschiedlichen Höhenlagen. *Silvae Genetica*, 27: 150–156.
- LAVADINOVIĆ V., ISAJEV V., RAKONJAC L., POPOVIĆ V., LUČIĆ A. 2013. Douglas-fir provenance phenology observations. *Ekológia*, 32 (4): 376–382.
- LHP. 2009. Textová část LHP pro LHC Školní polesí Hůrky, platnost 1. 1. 2010–31. 12. 2019.
- MARTINÍK A., PALÁTOVÁ E. 2012. Je předosevní příprava osiva douglasky tisolisté nezbytná? *Zprávy lesnického výzkumu*, 57 (1): 47–55.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 2012. Root system development in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) on fertile sites. *Journal of Forest Science*, 58 (9): 400–409.
- MEJNARTOWICZ L. 1976. Genetic investigations on Douglas-fir populations. *Arboretum Kórnickie*, 21: 125–187.
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ M. 2009. Humus conditions of stands with the different proportion of Douglas fir in training forest district Hůrky and the Křtiny Forest Training Enterprise. *Journal of Forest Science*, 55 (8): 345–356.
- MUSIL I., HAMERNÍK J. 2007. Jehličnaté dřeviny. Přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: Lesnická dendrologie 1. Praha, Academia: 353 s.
- PAULE L. 1992. Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda: 304 s.
- PETKOVA K., GEORGIEVA M., UZUNOV M. 2014. Investigation of Douglas-fir provenance test in North-Western Bulgaria at the age of 24 years. *Journal of Forest Science*, 60 (7): 288–296.
- PODRÁZSKÝ V., ČERMÁK R., ZAHRADNÍK D., KOUBA J. 2013. Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of Forest Science*, 59 (10): 398–404.
- RACZ J. 1972. Möglichkeiten Voraussetzungen für die kontrollierte Beerntung von Douglasien in den USA. *Forstarchiv*, 43: 5–12.
- ŠIKA A., HEGER B. 1972. Vyhodnocení prvních provenienčních pokusů s douglaskou tisolistou v českých zemích. *Práce VÚLHM*, 41: 105–121.
- ŠIKA A. 1974. První výsledky mezinárodního provenienčního pokusu s douglaskou v Čechách. *Časopis Slezského muzea*, 23: 111–136.
- ŠIKA A. 1975. Rozdíly v odolnosti proveniencí douglasky vůči zimnímu vysychání. *Práce VÚLHM*, 46: 171–183.
- ŠIKA A. 1985. Reprodukční možnosti douglasky tisolisté v ČSR z domácích zdrojů. *Práce VÚLHM*, 67: 41–62.
- ŠIKA A. 1988. Zhodnocení výzkumných provenienčních ploch s douglaskou tisolistou (Souhrnné zhodnocení provenienčního výzkumu douglasky). *Závěrečná zpráva. Strnady, VÚLHM*: 65 s.
- ŠIKA A., PÁV B. 1990. Výškový růst douglasky na provenienčních plochách ČR v různých fázích vývoje. *Lesnictví*, 36 (5): 367–380.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2004. K některým aktuálním problémům pěstování douglasky tisolisté (orientační studie). *Jíloviště-Strnady, VÚLHM*: 34 s. *Lesnický průvodce*, 3/2004.
- Tabulky. 1952. Hmotové tabulky ÚLT. Brandýs nad Labem, Lesprojekt.
- Tabulky. 1990. Taxační tabulky. Brandýs n. L., ÚHÚL; Zbraslav, VÚLHM: 30 s.
- URBAN J., ČERMÁK J., NADYEZHINA N., KANTOR P. 2009. Growth and transpiration of the Norway spruce and Douglas fir at two contrasting sites. In: Water issues in dryland forestry. Proceedings. COST Action FP0601. Sede Boqer, Israel, Ben Gurion University: 47.
- VÁŠÍČEK J. 2014. Data o douglasce tisolisté v ČR. *Lesnická práce*, 93 (7): 425.
- Vyhlaška MZe ČR č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. *Sbírka zákonů Česká republika*, 2004, č. 46: 1955–1963.
- ZAS R., MERLO E., DÍAZ R., FERNÁNDEZ-LÓPEZ J. 2003. Stability across sites of Douglas-fir provenances in northern Spain. *Forest Genetics*, 10 (1): 71–82.

RESULTS OF THE EVALUATION OF THE PROVENANCE RESEARCH PLOT WITH DOUGLAS-FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* /MIRB./ FRANCO) ON THE LOCALITY HŮRKY (SOUTHERN BOHEMIA) AT THE AGE OF 44 YEARS

SUMMARY

The basis for successful Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) introduction into Central-European forests is the selection of provenances best fitted to the local conditions. This is determined by an extremely large range of the environmental conditions on natural sites of the species. Czech foresters and forest owners get most of the reproductive material by seed import from the original locations. Selection of proper provenances is crucial to obtain future quality of plants, so the provenance trial evaluation is an important topic.

The evaluated provenance experiment is located on the former Training Forest District Hůrky property, characterized by the mean annual temperature 7.7 °C and mean annual precipitation 550 mm, altitude 445 m a.s.l., the site is acid of the 3rd, i.e. oak-beech altitudinal vegetation zone. There were planted 25 provenances, 11 originating from BC province, 10 from the Washington state and 4 from the Oregon (Fig. 1, Tab. 1). Five provenances (1028, 1078, 1081, 1102, 1104) were considered by IUFRO as standard ones for all participating countries. The plot was established in April 1971 planting 3-year plants (2-year for standard provenances) in four replications in the double net pattern, 148 plants for one provenance. The evaluation was performed in autumn 2011 and early spring 2012. Age of trees was 44 years at the time of evaluation. Total height and DBH for all surviving individuals by standard methods and devices were evaluated as well as health status, stem shape, bark characteristics, density and size of branches, and social position by Kraft. Basal area, volume of large wood and hectare volume were calculated and data were statistically processed using SW QC.Expert 3.1, NCSS 2007, Statistica 10.0 and Past 2.07 (Fig. 2; Tab. 2, 3 and 4).

The results confirmed considerable differences between individual provenances as well as between their groups. Origin of the reproduction material is of essential importance for the successful introduction of the Douglas-fir. The interior provenances showed higher physiological tolerance to climatic extremes, but lower growth rate in the next years. The provenances performing the best are S-interior BC provenances (1013 – Revelstoke) and from Vancouver Island (1036 – Alberni). Well growing are also provenances from the W-slopes of the Cascades (1069 – North Bend and 1075 – Enumclaw), and from the coast (1089 – Cathlamet). Unfavorable provenances were determined as 1081 – Alder Lake, 1021 – D'Arcy, 1102 – Upper Soda, 1028 – Merrit and 1104 – Brookings. Results reveal that the knowledge from neighboring countries should be transferred to the domestic conditions with caution as differences in the provenances performance occur. The provenance plots should be evaluated in the next periods too, so they can serve as the source of the reproduction (vegetative as well as generative) material.