

VYHODNOCENÍ PROVENIENČNÍ PLOCHY S BOROVCÍ POKROUCENOU (*PINUS CONTORTA* DOUGL. EX LOUDON) NA BOROVÉM STANOVIŠTI NA TŘEBOŇSKU

EVALUATION OF THE LODGEPOLE PINE (*PINUS CONTORTA* DOUGL. EX LOUDON) PROVENANCE PLOT ON THE PINE HABITAT IN THE TŘEBOŇ REGION (CZECH REPUBLIC)

MARTIN FULÍN ✉ - PETR NOVOTNÝ - JIŘÍ ČÁP - JAROSLAV DOSTÁL - JOSEF FRÝDL

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

✉ e-mail: fulin@vulhm.cz

ABSTRACT

The paper deals with evaluation of the lodgepole pine research provenance plot in the pine site conditions in Třeboň (Southern Bohemia, Czech Republic) at the age of 34 years. Based on the evaluation of specific quantitative and qualitative traits (height, DBH, stem volume, tree stock, mortality, defoliation, stem form and height of stem forking, branch thickness, and bark type), provenances were assessed in terms of their production capacity and utilization on extremely dry sandy soils. The lowest defoliation (20–25 %) has been recorded in the case of provenances No. 2089 Manzanita, No. 2235 Calling Lake and No. 1902 Mile 86, most others did not exceed a level of 50 %, but four provenances had a high needle loss (71–79 %). From the volume production point of view, the provenance No. 2089 Manzanita (*P. c.* subsp. *contorta*) from the Oregon coast and No. 2091 Mount Hood (*P. c.* subsp. *latifolia*) from Oregon Cascades, demonstrated their high production ability. The best-growing provenance No. 2089 Manzanita corresponds through its growth characteristics to the fourth relative site class of domestic Scots pine, which confirms that proper selection can find suitable provenances that can fulfill the production function even in poor and dry site conditions.

Klíčová slova: *Pinus contorta*; borovice pokroucená; provenience; výškový růst; tloušťkový růst; morfologické znaky

Key words: *Pinus contorta*; lodgepole pine; provenance; height growth; diameter growth; morphological traits

ÚVOD

V době probíhajících klimatických změn nabývá na významu hledání možností, jak posílit stabilitu ekosystémů. Zdravotní stav některých porostů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) ukazuje, že po několika přecháňaných obdobích sucha v posledních letech je tento druh napadán houbovými patogeny, jako např. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton nebo *Cenangium ferruginosum* Fr. (ZAHRADNÍK 2014). Vzniká tak otázka, zda je možné i nadále pěstovat tuto dřevinu v podmínkách, které se pro ni stávají nehostinnými. V každém případě je vhodné preventivně zkoumat i jiné druhy borovic, které by byly na stanovištích s nízkou dostupností vláhy schopny alternovat borovici lesní a pokračovat tak v plnění produkčních i mimoprodukčních funkcí lesa. Jednou z možných variant je i borovice pokroucená.

Možností využití borovice pokroucené na extrémních stanovištích, jako např. na výsypkách či rekultivovaných těžebních plochách, se z našich autorů zabýval DIMITROVSKÝ (1982, 2000, 2001), ze zahra-

ničních pak např. KUZNETSOVA et al. (2009). Výsledky jejich výzkumu ukázaly, že borovice pokroucená je na podkladech s nedostatkem živin schopna přežít a vytvořit zapojený porost. Z hlediska zalesňování antropogenních půd proto představuje vhodnou variantu, např. ve směsi s dubem červeným (*Quercus rubra* L.).

K zjišťování využitelnosti cizokrajných druhů dřevin v lesním hospodářství slouží provenienční pokusy, které mohou poukázat na vhodné provenience pro naše přírodní podmínky. Tyto pokusy mají umožnit posouzení produkční schopnosti a reakce na různé negativní vlivy. Zahraniční provenienční pokusy již např. doložily, že borovice pokroucená nemá tak vysoký produkční potenciál jako borovice lesní, ale v závislosti na provenienci vydrží větší zátěž mrazem nebo suchem (LINES 1996). V České republice jsou kromě jiných k dispozici i tři výzkumné plochy s touto borovici, které založil Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v 80. letech 20. století. Přestože byly již několikrát měřeny (např. KAŇÁK 1996, 2001), výsledky dosud nebyly publikovány.

Cílem tohoto příspěvku je vyhodnotit růstové schopnosti různých proveniencí borovice pokroucené na přirozeném borovém stanovišti s nedostatkem půdní vláhy na výzkumné ploše Mláka na Třeboňsku a poskytnout tak odborné veřejnosti podklady pro posouzení tohoto druhu při volbě alternativních dřevin pro tento typ extrémních podmínek.

MATERIÁL A METODIKA

Základní informace o založení tříčlenné série provenienčních ploch byly uvedeny v rámci hodnocení výzkumné plochy Sofronka (NOVOTNÝ et al. 2017).

Plocha č. 295 – Třeboň, Mláka spadá klimaticky do mírně teplé oblasti, vlhkého rajónu MT 10 (QUITT 1971). Průměrná roční teplota dosahuje 8 °C, průměrné roční srážky 650 mm. Terén plochy je rovinatý, nadmořská výška 435 m n. m. Lokalita se nachází v přírodní lesní oblasti 15 – Jihočeské pánve (podoblast b – Třeboňská pánev). Porost je zařazen do cílového hospodářského souboru 13 (hospodářství přirozených borových stanovišť) a lesního typu 0M3 (chudý bor lišejníkový). Geologickým podkladem jsou terciární pisky překryté písčitou zeminou s minimální vrstvou nadložního humusu.

Výzkumná plocha byla založena v roce 1984 tříletými sazenicemi ve sponu 2 m × 2 m. Tvarem je obdélník o velikosti 0,63 ha tvořený 35 dílci, které odpovídají 20 proveniencím (tab. 1, obr. 1) zastoupeným v 1–4 opakováních. Velikost dílců je 10 m × 18 m (původně 45 sazenic). Vnitrodruhová klasifikace borovice pokroucené na tři subspecie odpovídá modernímu pojetí (BUSINSKÝ 2008). Příslušnost provenien-

ci k jednotlivým poddruhům (některými autory považovaným pouze za variety) je v dalším textu někdy udávána jen písmeny „c“ pro *P. c. subsp. contorta*, „l“ pro *P. c. subsp. latifolia* a „m“ pro *P. c. subsp. murrayana*.

Pro účely porovnání růstových charakteristik ověřovaných proveniencí je uvedena podrobnější charakterizace poddruhů. Liší se některými botanickými znaky, ale i růstovými předpoklady a dosahovanými rozměry, které však částečně ovlivňuje i prostředí (FARJON 2010). *P. c. subsp. contorta* roste v nízkých polohách v pobřežním mlžném pásu Pacifiku a v bažinách od jižní Aljašky po severní Kalifornii až do 600 m n. m. Jde o zakrslý keř až strom (vzácně až 30 m), často s křivolakým či nakloněným kmenem. Jehlice jsou 2–5(7) cm dlouhé a 0,7–1,2 mm široké, tmavozelené. Šišky jsou asymetrické, k ose větve zpětně zakřivené, vytrvalé, někdy serotinní (otevřící se více let po dozrání, např. při požáru). Pupek má 6 mm dlouhý trn. Pobřežní porosty tohoto poddruhu v Mendocino County (Kalifornie) jsou některými autory vylišovány jako *P. c. subsp. bolanderi*. *P. c. subsp. latifolia* obývá velký areál napříč Skalisticými horami od Yukonu v Kanadě až do Colorada (do 3 500 m n. m.). Má největší produkci dřeva, neboť jde často o vysoké stromy (výjimečně až 50 m). Jehlice má (4)5–8 cm dlouhé a 1–2(3) mm široké, žlutavě zelené. Šišky rostou jednotlivě nebo ve dvojicích, jsou asymetrické, k ose větve zpětně zakřivené, vytrvalé a proměnlivě serotinní. Pupek má krátký tupý trn. *P. c. subsp. murrayana* roste v horských lesích od Kaskád jižního Washingtonu po jižní Kalifornii a zasahuje až do Mexika (Baja California), výškově od hladiny moře až do 3 500 m n. m. Jde o rovné, často štíhlé stromy, až 40 m vysoké. Jehlice má 5–8 cm dlouhé a 1–2 mm široké, žlutavě

Tab. 1.

Charakteristika ověřovaných proveniencí
Characteristics of verified provenances

Provenience/ Provenance	Stát/ Country	Poddruh/ Subspecies	Monoterpenické zóny Monoterpenic regions*	Nadmořská výška (m n. m.)/ Altitude (m a.s.l.)	Zeměpisná šířka/ Latitude N	Zeměpisná délka/ Longitude W	
1901	Chetwynd	British Columbia (BC)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	CI	700–1000	55°37'	121°40'
1902	Mile 86	British Columbia (BC)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	CI	752–900	56°48'	121°35'
1903	Upper Liard	Yukon teritory (YT)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	YU	701–761	60°05'	129°18'
1904	Wonowon	British Columbia (BC)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	CI	825–950	56°46'	121°53'
2088	Trout Lake	Washington (WA)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	C	1220	46°43'	121°27'
2089	Manzanita	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. contorta</i>	SC	30	45°43'	123°56'
2091	Mount Hood	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	C	1280	45°18'	121°45'
2098	Chemult	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. murrayana</i>	C	1675	43°19'	121°39'
2120	St. Regis	Montana (MT)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	SI	945	47°22'	115°24'
2123	Enterprise	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	RM	1310	45°38'	117°16'
2124	Lostine	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	RM	1250	45°19'	117°24'
2125	Ukiah	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	RM	1280	45°10'	118°43'
2126	Prairie City	Oregon (OR)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	RM	1490	44°32'	118°34'
2130	Mineral	California (CA)	<i>P. c. subsp. murrayana</i>	SN	1490	40°21'	121°29'
2131	Bucks Lake	California (CA)	<i>P. c. subsp. murrayana</i>	SN	165	39°53'	121°08'
2133	Truckee	California (CA)	<i>P. c. subsp. murrayana</i>	SN	1830	39°13'	120°12'
2138	Mineral King	California (CA)	<i>P. c. subsp. murrayana</i>	SN	2410	36°27'	118°36'
2169	Boulder	Colorado (CO)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	RM	3250	40°02'	105°33'
2234	Kananaskis	Alberta (AB)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	RM	1524	51°05'	114°45'
2235	Calling Lake	Alberta (AB)	<i>P. c. subsp. latifolia</i>	NA	1005	55°38'	113°27'

* Monoterpenické zóny/Monoterpenic regions (FORREST 1980, 1981):

C	Cascades	SI	Southern Interior British Columbia
CI	Central Interior British Columbia	SN	Sierra Nevada
NA	North Alberta	SC	South Coastal
RM	Rocky Mountains	YU	Yukon and north British Columbia

zelené. Šišky rostou po jedné nebo v párech, jsou poměrně symetrické, vystoupavé, neserotinní (brzy se otevírají a rychle opadávají). Pupek má malý trn. Ačkoliv jsou všechny subspecies vystavovány periodickým požárům, populace v Sierra Nevada v Kalifornii (*P. c.* subsp. *murrayana*) a pobřežní (*P. c.* subsp. *contorta*) nemají permanentně uzavřené šišky, jako je tomu převážně u *P. c.* subsp. *latifolia* (PRESTON, BRAHAM 2002; AUDERS, SPICKER 2012; ECKENWALDER 2013).

Šetření na ploše bylo provedeno na jaře 2015 ve věku 34 let. Měření byly (tab. 2) výška stromu a výčetní tloušťka, z nichž byl vypočten objem kmene podle rovnic pro borovici lesní (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991) a borovici pokroucenou (COLE 1971). Výšky byly měřeny ultrazvukovým výškoměrem VERTEX III (přesnost 0,1 m), výčetní tloušťky milimetrovou průměrkou (0,1 cm). U všech stromů byly klasifikovány morfologické znaky a stanovením procenta defoliace (odstupňováno po 5 %) posouzena jejich vitalita. Z kvalitativních znaků byly hodnoceny tvárnost kmene (1: zcela přímý; 2: jednostranně zakřivený v přízemní části; 3: jednostranně zakřivený po celé délce; 4: vícenásobně prohnutý, křivolaký), výskyt rozdvojení kmene (1: průběžný; 2: rozdvojený v horní třetině; 3: ve druhé třetině; 4: v dolní třetině), tloušťka větvi (1: $< 1/10 d_{1,3}$; 2: $1/10 - 1/4 d_{1,3}$; 3: $> 1,4 d_{1,3}$) a povrch borky (1: hladká; 2: šupinovitá; 3: zvrásněná). Na rozdíl od výzkumné plochy Sofronka (NOVOTNÝ et al. 2017) se u proveniencí sledovaných na této lokalitě nevyskytoval stupeň 4 – borka hluboce rozbrázděná. Indexy těchto znaků byly počítány jako průměry klasifikačních ohodnocení stromů. Hodnocena byla i mortalita, neboť na ploše dosud záměrně neproběhl žádný výchovný zásah. Pro možnost posouzení růstových rozdílů proveniencí je v tab. 1 uvedena jejich příslušnost k oblastem, které na bázi analýzy monoterpenů stanovil FORREST (1980, 1981).

Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programech NCSS 10, Statistica 13.1 a PAST 2.07. Vzhledem k tomu, že soubory dat naměřených výšek a výčetních tlouštěk nevykazovaly normalitu rozdělení, byla pro zjištění významnosti rozdílů mezi proveniencemi zvolena jednofaktorová neparametrická Kruskalova-Wallisova analýza variance ($\alpha = 0,05$) a následný neparametrický Kruskalův-Wallisův test mnohonásobného porovnání (MELOUN, MILITKÝ 2006). K odhalení struktury a vazby mezi sledovanými znaky byly použity vícerozměrná analýza hlavních komponent (PCA) a shluková analýza (CLU). Před výpočtem PCA a CLU (dendrogram zkonstruován s využitím párového porovnání a Mahalanobisovy vzdálenosti) byla data redukována tak, že hodnocené znaky byly zastoupeny mediánem proveniencí. Zároveň byla data škálována pomocí Z-skóre.

VÝSLEDKY

Rozdíly ve výškovém růstu proveniencí byly statisticky významné. Nejlepších hodnot (tab. 2) dosahovaly proveniencie 2089 Manzanita „c“ z Oregonu (13,4 m), 2120 St. Regis „l“ z Montany (11,9 m) a zmínku zasluhuje i třetí nejvyšší proveniencie 1901 Chetwynd „l“ z Britské Kolumbie (11,8 m). Mediánová výška všech proveniencí činila 10,7 m. Nejhorší výškový růst (4,7 m) byl zjištěn u proveniencie 2138 Mineral King „m“ z Kalifornie.

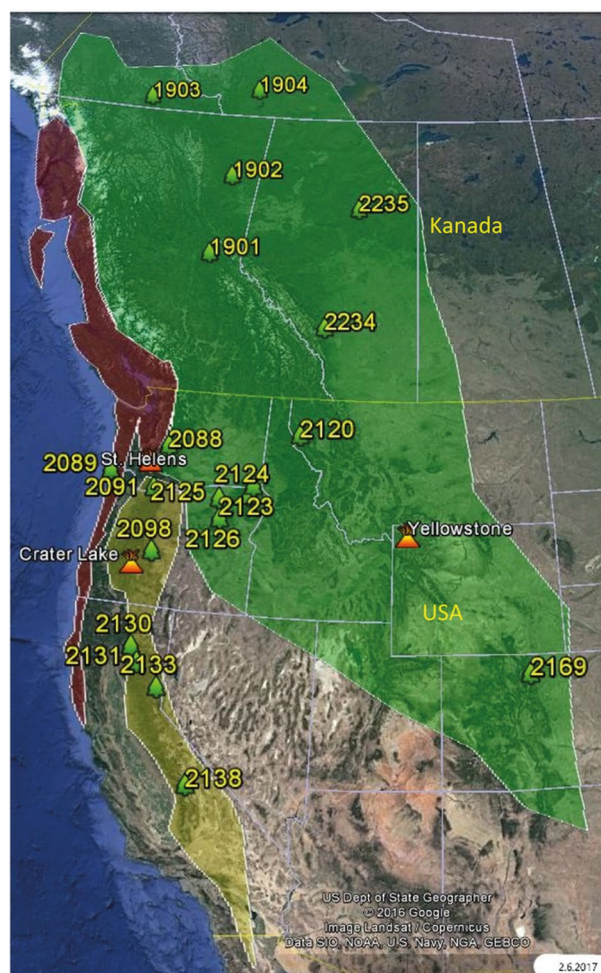
V tloušťkovém růstu byly rozdíly mezi proveniencemi rovněž statisticky významné. Pořadí nejlepších proveniencí je sice mírně odlišné, avšak první dvě proveniencie jsou stejné jako u výšek. Největší výčetní tloušťka (15,3 cm) byla dosažena u proveniencie 2089 Manzanita „c“, za níž následují 2120 St. Regis „l“ (13,7 cm) a 2131 Bucks Lake „m“ z Kalifornie (13,6 cm). Medián všech tlouštěk má hodnotu 11,7 cm. Nejhorším růstem (8,3 cm) se vyznačovala proveniencie 1903 Upper Liard „l“ z Yukonského teritoria.

Objemy kmene podle dvou rovnic (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991; COLE 1971) se vzájemně lišily jen zanedbatelně (tab. 2), proto je dále uváděn pouze objem kmene (b. k.) podle rovnice pro borovici pokroucenou (COLE 1971). Největšího objemu dosáhly proveniencie 2089 Manzanita „c“ (0,106 m³), 2120 St. Regis „l“ (0,073 m³) a 2131 Bucks Lake „m“

(0,071 m³). Medián (0,054 m³) převyšovalo ještě dalších sedm proveniencí, zatímco hodnoty ostatních byly již podprůměrné. Nejnižší hodnota objemu kmene (0,012 m³) byla zaznamenána u proveniencie 2138 Mineral King „m“ z Kalifornie.

V zásobě (tab. 2) jednoznačně vynikala proveniencie 2089 Manzanita „c“ (175 m³.ha⁻¹), za níž následovala 2091 Mount Hood „l“ z Oregonu, jejíž zásoba však byla již o poznání nižší (133 m³.ha⁻¹). Třetí největší zásobou disponovaly proveniencie 2125 Ukiah „l“ z Oregonu a 2131 Bucks Lake „m“ (shodně 132 m³.ha⁻¹). Nejhůře byla hodnocena opět proveniencie 2138 Mineral King „m“ s pouhými 17 m³.ha⁻¹.

Největších výšek dosáhl poddruh „c“ (medián 13,4 m), za kterým následovaly poddruhy „l“ (10,8 m) a „m“ (9,1 m). Stejně pořadí poddruhů bylo zaznamenáno i u výčetní tloušťky a objemu kmene. Hodnoty mediánů těchto veličin jsou u poddruhu „c“ (15,3 cm, 0,106 m³), „l“ (11,5 cm, 0,048 m³) a „m“ (11,2 cm, 0,039 m³). U výšek a objemů kmene byly mezi všemi poddruhy zjištěny statisticky významné rozdíly, v případě výčetních tlouštěk se od sebe významně lišily dvojice poddruhů „c“ a „l“, resp. „c“ a „m“. Průměrná mortalita byla nejnižší u „l“ (29 %), vyšší u „c“ (36 %) a „m“ (38 %).



Obr. 1.

Původ proveniencí a jejich příslušnost k poddruhům (*P. c.* subsp. *contorta* = červená, *P. c.* subsp. *latifolia* = zelená, *P. c.* subsp. *murrayana* = žlutá)

Fig. 1.

Origin of provenances and their belonging to subspecies (*P. c.* subsp. *contorta* = red, *P. c.* subsp. *latifolia* = green, *P. c.* subsp. *murrayana* = yellow)

Tab. 2.
Výsledky zjišťovaných charakteristik jednotlivých proveniencí (věk 34 let)
Results of investigated characteristics of individual provenances (age of 34 years)

Provenience/ Provenance	Počet sazenic/ Number of seedlings	Počet rostoucích jedinců/Number of growing individuals	Mortality/ Mortality	Pořadí/ Order	Medián výšky/ Median of height (m)	Pořadí/ Order	Medián $d_{1,3}$ Median of DBH (cm)	Pořadí/ Order	Medián objemu kmeně/Median stem volume* (m ³)	Medián objemu kmeně/Median stem volume** (m ³)	Medián objemu kmeně/Median stem volume** (m ³)	Pořadí/ Order	Zásoba porostu/ Stand yield (m ³ ·ha ⁻¹)**	Pořadí/ Order	Defoliacel/ Defoliation (%)	Pořadí/ Order	Index tvárnosti kmeně/Stem form index	Pořadí/ Order	Index rozvojení kmeně/Stem fork index	Pořadí/ Order	Index tloušťky větvi/Branch thick index	Pořadí/ Order	Index typu borky/ Bark type index	Pořadí/ Order
1901	180	146	18,9	4.	11,8	3.	12,2	6.	0,063	0,059	5.	128	5.	26,3	4.	1,753	8.	1,959	10.	1,979	2.	2,062	4.	
1902	180	133	26,1	9.	10,8	10.	11,4	12.	0,049	0,046	12.	98	12.	24,8	3.	1,731	7.	1,692	5.	2,098	10.	2,090	5.	
1903	135	89	34,1	13.	8,5	15.	8,3	20.	0,023	0,020	16.	43	16.	34,4	11.	1,640	5.	2,169	14.	2,258	15.	1,955	2.	
1904	90	66	26,7	10.	11,2	6.	11,6	11.	0,056	0,052	11.	114	9.	26,8	5.	1,773	9.	2,182	15.	2,136	11.	2,091	6.	
2088	45	19	57,8	20.	6,0	19.	9,3	16.	0,019	0,017	17.	36	17.	70,8	17.	2,263	18.	1,947	9.	2,526	19.	2,789	19.	
2089	135	87	35,6	14.	13,4	1.	15,3	1.	0,111	0,106	1.	175	1.	19,5	1.	2,494	19.	2,184	16.	2,345	17.	2,161	8.	
2091	45	37	17,8	2.	11,2	6.	12,8	4.	0,067	0,063	4.	133	2.	37,2	14.	1,568	2.	1,216	1.	1,973	1.	2,243	12.	
2098	45	22	51,1	18.	10,0	14.	12,7	5.	0,059	0,056	8.	76	13.	33,2	9.	1,773	9.	1,864	8.	2,318	16.	2,455	15.	
2120	45	30	33,3	12.	11,9	2.	13,7	2.	0,077	0,073	2.	123	6.	28,8	6.	1,633	4.	1,733	6.	2,400	18.	2,200	9.	
2123	135	106	21,5	5.	11,3	5.	12,2	6.	0,062	0,058	6.	123	6.	33,2	9.	1,783	11.	2,113	12.	2,189	13.	2,368	14.	
2124	45	37	17,8	2.	10,5	11.	12,2	6.	0,060	0,056	8.	113	10.	28,8	6.	1,811	12.	2,216	18.	2,054	6.	1,919	1.	
2125	45	39	13,3	1.	11,1	9.	11,9	10.	0,060	0,056	8.	132	3.	30,5	8.	1,821	13.	2,487	20.	2,051	5.	2,205	11.	
2126	45	35	22,2	6.	10,1	12.	11,4	12.	0,049	0,045	13.	107	11.	35,3	13.	1,629	3.	1,657	4.	2,229	14.	2,257	13.	
2130	45	29	35,6	14.	8,5	15.	11,3	14.	0,035	0,032	15.	61	15.	72,8	18.	1,966	16.	2,000	11.	2,138	12.	2,552	17.	
2131	45	33	26,7	10.	11,4	4.	13,6	3.	0,074	0,071	3.	132	3.	34,7	12.	1,667	6.	2,273	19.	2,061	8.	2,030	3.	
2133	45	34	24,4	8.	6,2	18.	9,0	17.	0,019	0,017	17.	36	17.	77,1	19.	2,506	20.	2,118	13.	2,000	3.	2,912	20.	
2138	45	21	53,3	19.	4,7	20.	8,8	19.	0,013	0,012	20.	17	20.	78,8	20.	1,905	15.	1,333	2.	2,048	4.	2,619	18.	
2169	45	23	48,9	17.	6,6	17.	8,9	18.	0,020	0,017	17.	26	19.	48,5	16.	2,130	17.	1,826	7.	2,783	20.	2,478	16.	
2234	45	27	40,0	16.	10,1	12.	11,0	15.	0,047	0,043	14.	71	14.	43,9	15.	1,444	1.	2,185	17.	2,074	9.	2,148	7.	
2235	135	103	23,7	7.	11,2	6.	12,1	9.	0,060	0,057	7.	115	8.	22,0	2.	1,835	14.	1,621	3.	2,058	7.	2,204	10.	

* dle objemové rovnice pro borovici lesní (s. k.)/ According to the volume equation for Scots pine (overbark) (PETRAŠ, PARTIK 1991)

** dle objemové rovnice pro borovici pokroucenou (b. k.)/ According to the volume equation for lodgepole pine (underbark) (COLE 1971)

Signifikantní rozdíly v růstových ukazatelích byly zjištěny i mezi monoterpenickými oblastmi. Mediány výšek, výčetních tloušťek i objemů kmene reprezentující jednotlivé oblasti měly obdobné pořadí (v případě objemu kmene sestupně SC, SI, NA, CI, RM, C, SN a YU). Vyšší světelnosti zkratk oblastí viz tab. 1. Nejvyšší produkci se tedy vyznačuje monoterpenická oblast SC (South Coastal) zastoupená proveniencí 2089 Manzanita „c“.

Nejmenší ztráta jehlic (20 %) byla zaznamenána u proveniencí 2089 Manzanita „c“, za níž následovaly 2235 Calling Lake „l“ z Alaberty (22 %) a 1902 Mile 86 „l“ z Britské Kolumbie (25 %). Většina proveniencí nepřekročila hranici defoliace 50 %, vysoké hodnoty tohoto ukazatele byly zjištěny u proveniencí 2138 Mineral King „m“ (79 %), 2133 Truckee „m“ z Kalifornie (77 %), 2130 Mineral „m“ z Kalifornie (73 %) a 2088 Trout Lake „l“ z Washingtonu (71 %).

Významným údajem pro stanovení odolnosti k určitým podmínkám stanoviště je mortalita, která napovídá, jakým proveniencím se v nich bude dařit. Nejmenší ztráty byly zaznamenány u proveniencí 2125 Ukiah „l“ (13 %), 2124 Lostine „l“ z Oregonu a 2091 Mount Hood „l“ (shodně 18 %), nízkou mortalitou (19 %) se vyznačovala i proveniencí 1901 Chetwynd „l“. Na druhou stranu byly u několika proveniencí zjištěny ztráty přesahující polovinu původně vysazených jedinců, konkrétně u 2088 Trout Lake „l“ (58 %), 2138 Mineral King „m“ (53 %) a 2098 Chemult „m“ z Oregonu (51 %). Průměr mortality všech proveniencí činil 27 %.

Morfologické znaky (tvárnost kmene, tloušťka větví, typ borky) a defoliace byly spolu s tloušťkou kmene a výškou stromu zhodnoceny pomocí analýzy hlavních komponent (obr. 2 a 3). Z obr. 2 je zřejmé, že se vytvořily skupiny znaků (1) tloušťka a výška stromu, (2) tvar a rozdělení kmene, (3) typ borky, defoliace a tloušťka větví. Podle podobnosti hodnot všech sledovaných znaků (obr. 3) se proveniencí rozřadily přibližně do čtyř skupin a na dvě samostatné proveniencí 1903 Upper Liard „l“ a 2130 Mineral „m“. První skupinu vytvořily proveniencí 2133 Truckee „m“, 2088 Trout Lake „l“, 2138 Mineral King „m“ a 2169 Boulder „l“ z Colorada, druhou proveniencí 2091 Mount Hood „l“, 1902 Mile 86 „l“, 2126 Prairie City „l“ z Oregonu a 2234 Kananakis „l“ z Alaberty, třetí proveniencí 2120 St. Regis „l“,

2123 Enterprise „l“ z Oregonu, 1904 Wonowon „l“ z Britské Kolumbie a 1901 Chetwynd „l“ a čtvrtou proveniencí 2089 Manzanita „l“, 2131 Bucks Lake „m“, 2124 Lostine „l“ a 2125 Ukiah „l“. Pokud jde o výsledky CLU (obr. 4), zkonstruovaný dendrogram pouze potvrdil rozdílnost jediné ověřované proveniencí poddruhu *P. c. subsp. contorta*, zatímco zbývající dva podruhy na základě hodnocených znaků jednoznačně rozlišit nelze.

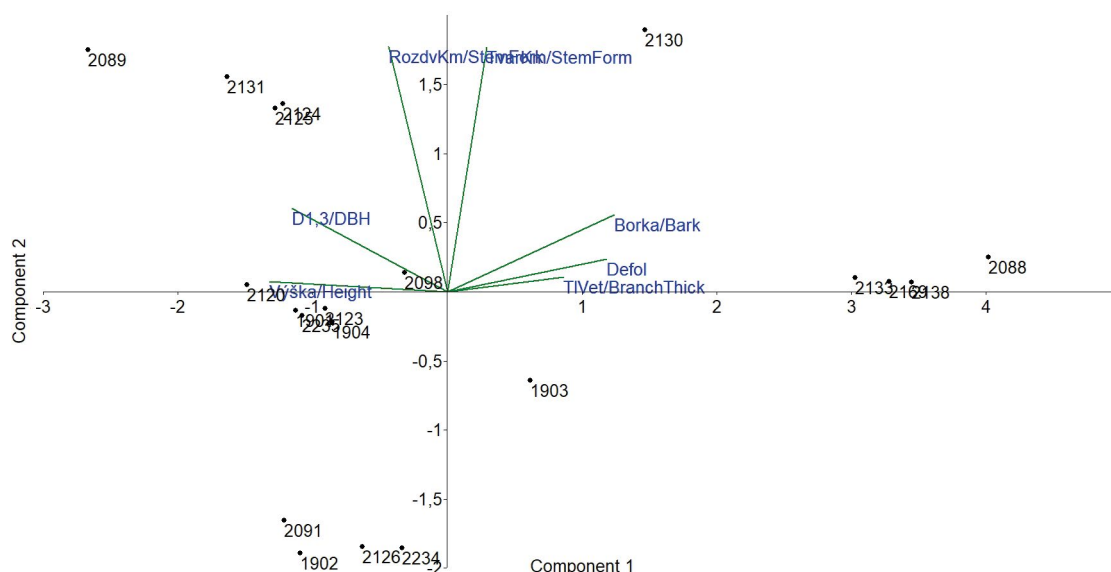
DISKUSE

Výzkumná plocha Mláka byla předmětem hodnocení již několikrát (např. KAŇÁK 1996, 2001). Z údajů uvedených v tab. 3 je patrné, že lze již od počátku charakterizovat některé proveniencí jako rychle, resp. pomalu rostoucí. Většina proveniencí se pak v průběhu růstu navzájem různě přesouvá ve středové části pole. Jde o analogickou situaci, jaká se vyskytuje na většině proveniencí ploch a byla mj. zaznamenána i na výzkumné ploše Sofronka z téže pokusné série (NOVOTNÝ et al. 2017).

V přírodních podmínkách borových stanovišť Montany a Idaho činila zásoba borovice pokroucené ve 20 letech $16,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, v 50 letech pak $144,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (LOTAN, CRITCHFIELD 1990), čemuž by interpolací na věk 34 let odpovídalo ca $76 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Na lokalitě Mláka byla tato hodnota překročena u většiny proveniencí, sedm z nich však mělo zásobu nižší a jedna shodnou (tab. 2).

Růstem borovice pokroucené v podmínkách ČR se v minulosti zabývali mj. KANTOR (1980) a KAŇÁK (1982), kteří dospěli k zobecnitelným závěrům, že výškový růst proveniencí se zvyšuje od vnitrozemí směrem k oceánu, od severu směrem k jihu a z horských oblastí směrem k nížinám. Platnost těchto „pravidel“ se však na výzkumné ploše Mláka nepotvrdila.

Měření osmiletých borovic pokroucených ve Finsku (HAHL 1978) prokázalo, že v severovýchodních podmínkách dosahují nejlepších hodnot proveniencí z Britské Kolumbie a z vnitrozemí Kanady, tzn. z teplotně přibližně podobných podmínek. Proveniencí původem z chladnějšího regionu se zde vyznačovaly zakrslým růstem, u prove-

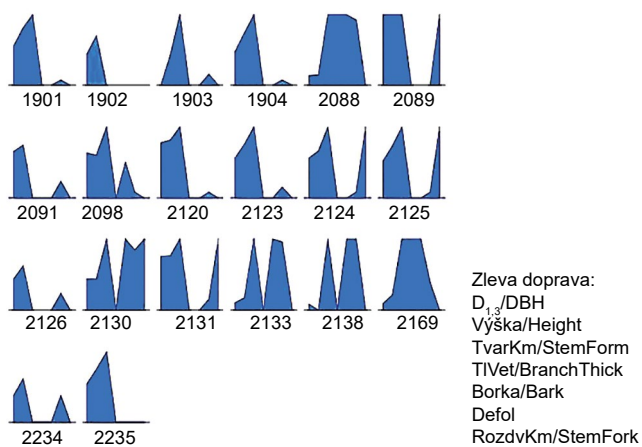


Obr. 2.

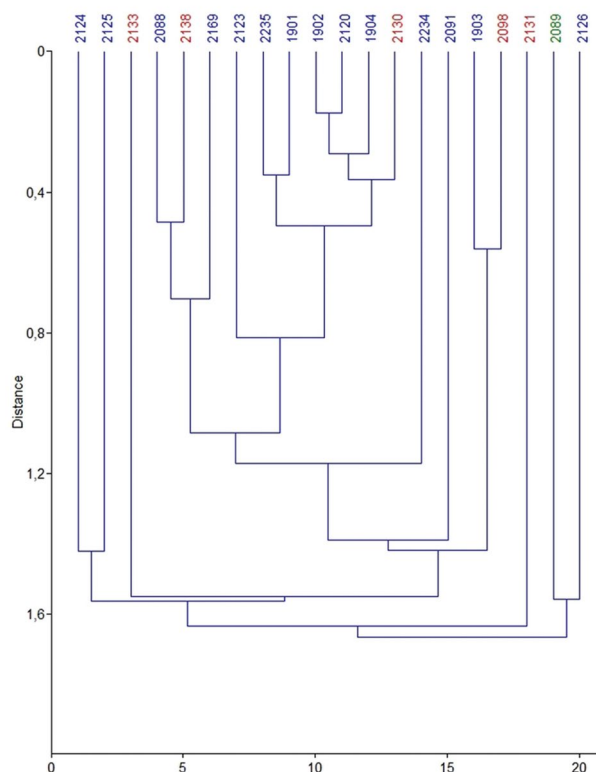
Výstup PCA – dvojný graf porovnávající objekty a znaky v prostoru hlavních komponent 1 a 2 (PAST 2.07)

Fig. 2.

Output of PCA – biplot comparing objects and traits in dimension of main components 1 and 2 (PAST 2.07)



Obr. 3.
Vícerozměrná průzkumová analýza – ikonový graf (Statistica 12)
Fig. 3.
Multidimensional exploratory analyse – iconic graph (Statistica 12)



Obr. 4.
Výstup shlukové analýzy (PAST 2.07)
Fig. 4.
Output of cluster analyse (PAST 2.07)

Tab. 3.
Vývoj výškového růstu proveniencí (m)
Development of provenances height growth (m)

Provenience/ Provenance	1983 ¹⁾ 3 roky/years*	1987 ¹⁾ 7 let/years	1995 ¹⁾ 15 let/years	1999 ²⁾ 18 let/years	2015 34 let/years	Provenience/ Provenance
2089	0,33	1,2	5,2	7,5	13,4	2089
2088	0,28	1,1	4,4	6,4	11,9	2120
2123	0,27	1,1	4,3	6,2	11,8	1901
2120	0,25	1,0	4,2	6,1	11,4	2131
2124	0,24	1,0	4,0	6,0	11,3	2123
2091	0,24	0,9	4,0	5,9	11,2	1904
2125	0,24	0,9	4,0	5,8	11,2	2091
1904	0,22	0,9	3,8	5,6	11,1	2235
2234	0,22	0,9	3,8	5,6	11,1	2125
2098	0,22	0,9	3,8	5,6	10,8	1902
1901	0,22	0,8	3,8	5,5	10,5	2124
2235	0,22	0,8	3,7	5,5	10,1	2126
2126	0,21	0,8	3,7	5,5	10,1	2234
2133	0,19	0,8	3,6	5,5	10,0	2098
2130	0,18	0,8	3,3	5,5	8,5	1903
2131	0,18	0,7	3,0	4,3	8,5	2130
1902	0,18	0,7	2,8	3,8	6,6	2169
1903	0,17	0,6	2,7	3,7	6,2	2133
2169	0,16	0,6	2,4	3,6	6,0	2088
2138	0,15	0,6	2,3	3,2	4,7	2138

* Výšky sazenic ve školce před výsadbou na výzkumné plochy/ Height of seedlings in nursery before planting into research plots

¹⁾ KAŇÁK (1996), ²⁾ KAŇÁK (2001)

nienci z teplejších oblastí byla zase zaznamenána výrazná mortalita. Na ploše Mláka však provenience z regionu teplotně blízkého našim poměrům zvláště nevynikaly. Jejich růst je sice u většiny z nich vyšší, ale zároveň vykazují vysokou mortalitu (tab. 2).

Podobný výzkum byl prováděn ve Švédsku (PERSSON 1978), kde byly srovnávány různé provenience borovice pokroucené ve věku 16–17 let s místní populací borovice lesní. Výsledky ukázaly, že borovice pokroucená může v těchto podmínkách domácí druh plně nahradit. Pro porovnání růstu proveniencí borovice pokroucené a místní sorty borovice lesní na lokalitě Mláka bylo využito relativní bonity. Podle LHP dosahuje relativní bonita borovice lesní v sousedních porostech hodnot 2–3. U provenience borovice pokroucené 2089 Manzanita „c“ s nejvyšší zásobou 175 m³.ha⁻¹ odpovídá relativní bonita podle údajů růstových a taxačních tabulek platných pro borovici lesní (ČERNÝ et al. 1996) hodnotě 4, což je na daném stanovišti zajímavý výsledek. Průměrná relativní bonita proveniencí borovice pokroucené dosahuje hodnoty 6, v případě nejhorší provenience pak hodnoty 9. Je tedy zřejmé, že srovnatelné výsledky s domácí borovicí poskytuje na lokalitě Mláka pouze nejlépe rostoucí provenience introdukovaného druhu.

Další výzkum borovice pokroucené v podmínkách srovnatelných s našimi byl realizován v Německu (STEPHAN 1980). Jednoznačně nejlepší výškový růst ve věku 8 let vykazovaly provenience původem z pobřeží Oregonu, Washingtonu a jižní Britské Kolumbie. Při srovnání se 7letým materiálem na výzkumné ploše Mláka (tab. 3) je výsledek podobný, výjimku však představuje druhá nejlépe hodnocená provenience 2120 z Montany.

V zahraničí se provenienčním výzkumem borovice pokroucené zabývali nejvíce STEPHAN (1980) a LINES (1996). Na základě jejich studií byly jako pozitivně ověřené doporučeny především provenience *P. c.* subsp. *contorta* z pobřežních oblastí Washingtonu, Oregonu a jihu Britské Kolumbie, které produkčně vyhověly jak v Německu, tak ve Velké Británii. Výsledky hodnocení výzkumné plochy Mláka s tímto poznatkem korespondují, je však třeba zdůraznit, že je zde ověřována pouze jediná provenience poddruhu „c“.

Hodnocení tří poddruhů na základě produkčních ukazatelů na výzkumné ploše Mláka je shodné jako na ploše Sofronka z téže pokusné série hodnocené ve stejném věku (NOVOTNÝ et al. 2017). Při orientačním srovnání pouze těch proveniencí, které jsou zastoupeny na obou plochách, dosahují hodnoty průměrných výšek u subspecie „c“ 16,9 m (Sofronka), resp. 13,4 m (Mláka), u „l“ 13,3 m (Sofronka), resp. 10,8 m (Mláka) a u „m“ 11,7 m (Sofronka), resp. 9,1 m (Mláka), což potvrzuje výrazně chudší stanovištní poměry jihočeské lokality.

Rozdílný růst proveniencí na lokalitách Mláka a Sofronka se projevil i při jejich seskupení podle monoterpenických oblastí (FORREST 1980, 1981). Na ploše Mláka se nejvíce osvědčily provenience původem z oblastí South Coastal (SC), Southern Interior British Columbia (SI) a North Alberta (NA), zatímco nejméně z oblastí Yukon and north British Columbia (YU) a Sierra Nevada (SN). Rovněž na lokalitě Sofronka rostly nejlépe provenience z oblastí SC a SI.

Při porovnání morfologických charakteristik proveniencí na lokalitách Mláka a Sofronka (NOVOTNÝ et al. 2017) jsou pořadí vesměs odlišná.

V přirozeném areálu borovice pokroucené v Britské Kolumbii a jejím příhraničí byl proveden pokus s hodnocením radiálního přírůstu (MCLANE et al. 2011), v rámci kterého byly vybrány provenience ze tří teplotně odlišných oblastí, tj. studené (průměrná roční teplota < 1 °C), chladná (1–3 °C), teplá (> 3 °C). Sledované provenience ze studené a teplé oblasti se v odlišných teplotních podmínkách pokusné výsadby (zejména v průběhu léta) projevovaly nízkým přírůstem. Naproti tomu provenience z chladné oblasti měly přírůst významně vyšší. Při analogickém postupu lze oblast, v níž se nachází plocha Mláka, označit za teplou. Ze tří proveniencí s nejvyšším radiálním přírůstem pocházejí dvě (2089, 2131) z teplé oblasti a jedna (2120) z oblasti chladné.

ZÁVĚR

V minulosti se druhová skladba lesů utvářela přirozeně v závislosti na vývoji klimatu. Posléze však tento proces začal s nástupem hospodaření stále výrazněji ovlivňovat člověk. V současnosti lze zaznamenat snahu o návrat k přirozenému zastoupení druhů a přednostnímu využívání přirozené obnovy, což má pro společnost řadu pozitivních efektů. Přirozená druhová skladba umožňuje zachovat všechny důležité funkce lesa, a proto je žádoucí ji respektovat. V případě neplnění některých funkcí (např. na chudých vysychavých stanovištích) je však žádoucí využít i jiné dřeviny, včetně introdukovaných, které napomohou k obnově stability ekosystému. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že na extrémně suchých stanovištích s minimem živin lze za účelem zvýšení produkční funkce, odolnosti vůči působení negativních faktorů i posílení pozitivních ekologických a stabilizačních účinků pěstovat provenience borovice pokroucené z pobřeží Oregonu (*P. c.* subsp. *contorta*) a z Kaskád Oregonu (*P. c.* subsp. *latifolia*), což prokazuje pozitivní hodnocení proveniencí 2089 Manzanita „c“ a 2091 Mount Hood „l“. Důležitá je tedy volba vhodných proveniencí, u kterých je předpoklad pozitivní reakce na extrémnost podmínek konkrétního stanoviště.

Poděkování:

Výzkum byl financován z projektu COST LD13009 a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZE ČR – Rozhodnutí č. RO0117 (č. j. 6779/2017-MZE-14151). Autoři děkují za jazykovou revizi abstraktu a souhrnu, kterou provedl John Fennessy, M.Sc. (Research Forestry Consultant, Bellevue Hill, Delgany, Greystones, County Wicklow, Ireland).

LITERATURA

- AUDERS A.G., SPICKER D.P. 2012. Encyclopedia of conifers: a comprehensive guide to cultivars and species. Vol. II. Nicosia, Royal Horticultural Society: 781–1507 s.
- BUSINSKÝ R. 2008. The genus *Pinus* L., pines: contribution to knowledge: A monograph with cone drawings of all species of the world by Ludmila Businská. Acta Pruhoniciana, 88: 126 s.
- COLE D.M. 1971. A cubic-foot stand volume equation for lodgepole pine in Montana and Idaho. USDA Forest Service, Research Note INT-150: 8 s.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 245 s.
- DIMITROVSKÝ K. 1982. Zkušenosti s pěstováním borovice Murrayovy na výsypkách Sokolovska. Živa, 68 (3): 101–103.
- DIMITROVSKÝ K. 2000. Dendrologické aspekty při rekultivaci devastovaných území: Klasifikace domácích a introdukovaných dřevin pro antropogenní stanoviště. Ochrana přírody, 55 (3): 95–96.
- DIMITROVSKÝ K. 2001. Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Praha, Sokolovská uhelná: 191 s.
- ECKENWALDER J.E. 2013. Conifers of the world: the complete reference. Portland–London, Timber Press: 720 s.
- FARJON A. 2010. A handbook of the world's conifers. Vol. II. Leiden–Boston, Brill: 529–1111.
- FORREST G.I. 1980. Geographical variation in the monoterpenes of *Pinus contorta* oleoresin. Biochemical Systematics and Ecology, 8: 343–359.
- FORREST G.I. 1981. Geographical variation in oleoresin monoterpene composition of *Pinus contorta* from natural stands and planted seed collections. Biochemical Systematics and Ecology, 9: 97–103.

- HAHL J. 1978. Tuloksia kontortamännyn alkuperäkoikeesta lopella. Metsänjalostus säätiö, Tiedote 4: 1–6 s.
- KANTOR J. 1980. The provenance study plot with *Pinus contorta* Dougl. in Czechoslovakia. Acta Universitatis Agriculturae (Brno), Series C (Facultas silviculturae), 49 (1): 33–54.
- KAŇÁK J. 1996. Hodnocení pokusných výsadeb s cizokrajnými druhy rodu *Pinus*. Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 22 s.
- KAŇÁK J. 2001. Hodnocení výzkumných ploch s druhem *Pinus contorta* Dougl. Dílčí závěrečná zpráva výzkumného záměru č. MZe-M06-99-02. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 8 s.
- KAŇÁK K. 1982. Podklady pro introdukci borovice *Pinus contorta* Dougl. do lesních porostů ČSSR. Lesnictví, 28 (5): 379–398.
- KUZNETSOVA T., TILK M., OTS K., LUKJANOVA A., PÄRN H. 2009. The growth of lodgepole pine (*Pinus contorta* subsp. *latifolia* Engelm.) in a reclaimed oil shale mining area, abandoned agriculture land and forestland. Baltic Forestry, 15 (2): 186–194.
- LINES R. 1996. Experiments on lodgepole pine seed origins in Britain. Forestry Commission Technical Paper, 10: 141 s.
- LOTAN J.E., CRITCHFIELD W.B. 1990. *Pinus contorta* Dougl. ex Loud.: lodgepole pine. In: Burns, R.M., Honkala, B.H. (tech. coords.): Silvics of North America: 1. Conifers. Washington, DC, USA: USDA Agriculture Handbook, 654: 302–315.
- MCLANE S.C., DANIELS L.D., AITKEN S.N. 2011. Climate impacts on lodgepole pine (*Pinus contorta*) radial growth in a provenance experiment. Forest Ecology and Management, 262: 115–123. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.03.007
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2006. Kompendium statistického zpracování dat. Praha, Academia: 983 s.
- NOVOTNÝ P., FULÍN M., DOSTÁL J., ČÁP J., FRÝDL J., LIŠKA J., KAŇÁK J. 2017. Růst proveniencí borovice pokroucené v podmínkách acidofilní doubravy v západních Čechách ve věku 34 let. Zprávy lesnického výzkumu, 62 (3): 197–207.
- PERSSON A. 1978. Volume yield in young *Pinus contorta* provenance trials in Sweden. Garpenberg, The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Genetics: 11 s.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. Lesnícky časopis, 37 (1): 49–56.
- PRESTON R.J., BRAHAM R.R. 2002. North American trees. Ames, Iowa State Press: 520 s.
- QUITT E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica, 16: 73 s.
- STEPHAN B.R. 1980. Zur intraspezifischen Variation von *Pinus contorta* auf Versuchsflächen in der Bundesrepublik Deutschland. II. Ergebnisse aus der IUFRO Versuchsserie 1971/72. Silvae Genetica, 29 (2): 62–74.
- ZAHRADNÍK P. (ed.) 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 376 s.

EVALUATION OF THE LODGEPOLE PINE (*PINUS CONTORTA* DOUGL. EX LOUDON) PROVENANCE PLOT ON THE PINE HABITAT IN THE TŘEBOŇ REGION (CZECH REPUBLIC)

SUMMARY

At a time of ongoing climate change, it is important to look for ways to enhance the stability of forest ecosystems. The health status of some Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands shows that after several drought periods in recent years this species has been attacked by a number of fungal pathogens. This raises the question if it is possible to continue cultivating this tree species under conditions that may become as inhospitable for its future survival. In any case, it should be a preliminary objective to verify other species of the genus *Pinus*, which would serve as an alternate to Scots pine on sites with low water accessibility (e.g. lodgepole pine).

For example, results of some provenance experiments abroad documented that lodgepole pine does not have as high production potential as Scots pine, but, depending on provenance, the species is able to withstand greater frost or drought conditions. In the Czech Republic, among others, there are three research provenance plots with lodgepole pine, established by the Forestry and Game Management Research Institute in the 1980s.

In this paper, the growth potential of various lodgepole pine provenances has been evaluated in the provenance plot Mláka (Třeboň region, Southern Bohemia). The objective of this evaluation is to provide the basic information for assessment of suitability of this species designed to local extreme site conditions of natural pine character, with lack humidity.

Basic information on the establishment of a three-member series of provenance research plots with lodgepole pine have already been presented in the framework of evaluation of the Sofronka plot in the same series (NOVOTNÝ et al. 2017).

Climatically, provenance plot Mláka belongs to a slightly warmer area and a more humid region. Average annual temperature reaches 8 °C, annual precipitation is 650 mm. This provenance plot is located on a flat site at an altitude of 435 m above sea level. The stand is included in a category of forest types 0M (pure pine habitat). The geological background is created by tertiary sands, covered with sandy soil with minimal overlay of surface humus.

Planting of provenance plot took place in 1984, with utilization of three-year-old seedlings and at a spacing of 2 m × 2 m. The shape of the plot is rectangular and of 0.63 ha in extent, consisting of 35 experimental parcels with 20 tested provenances (Tab. 1; Fig. 1), represented in 1–4 repetitions. Size of experimental parcel is 10 m × 18 m (originally 45 seedlings per each parcel).

Evaluation in the provenance plot was carried out in the spring of 2015, at the age of 34 years. Height and DBH growth were evaluated (Tab. 2). With the use of the volume equations for Scots pine (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) and lodgepole pine (COLE 1971), the stem volume production was calculated. Heights were measured with the VERTEX III ultrasonic altimeter (accuracy 0.1 m), DBH values were measured by millimetre calliper (0.1 cm). For all trees, morphological traits were classified by determining the percentage of defoliation, and the health status of the trees was assessed. In terms of qualitative characteristics, stem form was assessed (1: completely straight, 2: one-sided curved at ground level, 3: one-sided curved along the whole length, 4: multiple curved, crooked), stem forking (1: continuous 2: fork in the upper third, 3: fork in the second third, 4: fork in the lower third), as well as branch thick (1: < 1/10 DBH; 2: 1/10–1/4 DBH; 3: > 1/4 DBH) and bark characteristics (1: smooth, 2: scaly, 3: wrinkled). Mortality was also evaluated, since no silvicultural treatments were carried out, in the provenance plot. For the possibility of assessing the growth differences between provenances, Tab. 1 shows their membership to areas, which were determined by FORREST (1980, 1981) on the basis of monoterpenes.

Differences in height and DBH of the evaluated provenances are statistically significant. The median values were 10.7 m and 11.7 cm. The median value of calculated volume production was 0.054 m³ (Tab. 2). The average defoliation was 33 %, however, in three cases it was low (20–25 %), in most others it did not exceed 50 % and in four was high (71–79 %). Branches were usually thinner, stem form was characterised mostly as one way curved, with scaly bark. Stem forking was registered in the case of 474 trees. Low mortality was registered for provenances *P. c. subsp. contorta*, higher was frequently found for provenances *P. c. subsp. murrayana*. The order of values for height growth has changed still partially (Tab. 3), but the fastest or slowest growing variants are already profiled at the age of 34 years. The similarities or differences between provenances based on the evaluated features are evident from PCA and CLU outputs (Fig. 2, 3 and 4).

The best subspecies *P. c. subsp. contorta*, with the height of 13.4 m, was 3.3 m lower than the same provenance on the Sofronka provenance plot (Western Bohemia) evaluated at the same age of 34, which confirms the significantly poorer habitats of the South Bohemian locality. When comparing the morphological characteristics of the provenances, the order of provenances is different in these localities.

Statistically significant differences of height, DBH and volume production were found between monoterpene areas (FORREST 1980, 1981). Among all subspecies, the difference was significant only for the heights and volume production. In case of DBH, values for *P. c. subsp. contorta* were significantly different from the remaining two subspecies. When compared to the Sofronka provenance plot, provenances originated from South Coastal and Southern Interior British Columbia areas have proven themselves consistently.

In general, in the Mláka locality it was found that the best provenances originated from the Oregon coast (*P. c. subsp. contorta*) and from the Oregon Cascades (*P. c. subsp. latifolia*). The highest growing stock represented by provenance No. 2089 Manzanita corresponded to the fourth site class of the domestic Scots pine. Therefore, some lodgepole pine provenances can also perform a wood-producing function in extremely dry conditions, but it is very important to choose them correctly.

Zasláno/Received: 19. 07. 2017

Přijato do tisku/Accepted: 31. 08. 2017