

ZHODNOCENÍ DVOU PROVENIENČNÍCH PLOCH S JEDLÍ BĚLOKOROU (*ABIES ALBA* MILL.) NA LOKALITĚ HŮRKY V JIŽNÍCH ČECHÁCH VE VĚKU 36 LET

EVALUATION OF TWO PROVENANCE PLOTS WITH SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) ON THE LOCALITY HŮRKY IN SOUTHERN BOHEMIA AT THE AGE OF 36 YEARS

JIŘÍ ČÁP - PETR NOVOTNÝ - JAROSLAV DOSTÁL - JOSEF FRÝDL

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

ABSTRACT

Forest genetics research at the Forestry and Game Management Research Institute in Strnady has focused on long-term research evaluation of the performance of forest tree species. One of the important tree species we have studied is silver fir (*Abies alba* Mill.). In order to better understand the challenges in regeneration and stand development of silver fir stands, 20 provenance research plots were established in the former Czechoslovakia between 1973 and 1977. In this paper, we present the results of the evaluation of silver fir in provenance plots 73 and 79, containing 36-year-old trees established in the spring of 1977 on the Training Forest District Hůrky near Písek (Southern Bohemia). Research plot 73 contains a total of 16 provenances of origin from the Czech Republic, Slovak Republic, Romania, Italy, Austria, Germany and Hungary. Research plot 79 contains 20 provenances from the Czech Republic, Germany, Austria, Hungary and Bulgaria. Over time, the total height and DBH were measured and the mean stem volume and mean stem growing stock per hectare were calculated. Based on our analysis of mean height and diameter growth and total volume production, we concluded that the superior provenances were two Austrian provenances (A 95 – Gröbming and A 96 – Thal-Wechselgebiet) and two Czech provenances (CZ 88 – VLS Hořovice and CZ 130 – Nasavrky). The lowest performing provenances were two Austrian provenances (A 93 – Wörschachwald and A 94 – Schneegattern) and one Czech provenance (CZ 51 – Lipník nad Bečvou).

Klíčová slova: jedle bělokora, *Abies alba*, výzkumné plochy, provenienční výzkum, geografická proměnlivost

Key words: silver fir, *Abies alba*, research plots, provenance research, geographic variability

ÚVOD

Jedle bělokora je jediný zástupce rodu *Abies* v České republice. V minulosti docházelo k významným změnám jejího areálu, kdy se vlivem ledových dob posouvala do oblasti Středomoří a následně se v dobách meziledových opět vracela na sever. V současnosti se rozšířila prakticky po celé střední Evropě, kde zaujímá lokality v horských a podhorských oblastech s mírným klimatem a dostatečnými srážkami. Přehled o původním rozšíření jedle v ČR na základě místních historických názvů lze získat na základě práce ČERMÁKA et al. (1955), kde je mj. dobře patrné její optimum odpovídající nadmořským výškám 400–600 m n. m. Nový obraz o jedli bělokore by jistě přineslo zmapování jejich domácích populací pomocí isoenzymových či DNA analýz, které jsou ovšem časově a finančně náročné.

V minulém století došlo k poklesu zastoupení jedle vlivem změny hospodaření v lesích a zhoršených klimatických a imisních podmínek. V poslední době již dochází opět k pozvolnému nárůstu jejího podílu v obnovovaných porostech díky výsadbám, zvýšené péči o vysazené kultury, vyhledávání nových zdrojů reprodukčního materiálu a podpoře přirozeného zmlazení ve stávajících porostech i v jejich bezprostřední blízkosti. Úlohou probíhajícího provenienčního výzkumu je pak identifikovat vhodné zdrojové populace s dobrým růstem, zvýšenou kvalitou dřeva a odolností vůči biotickým a abiotickým činitelům i s ohledem na současné měnící se podmínky prostředí pro lokality, kde není v dostatečné míře zajištěn sadební materiál místního původu.

Dosavadní výsledky provenienčního výzkumu ve světě shrnul v rámci monografického zpracování MEJNARTOWITCZ (1983) a nověji pak KAJBA (2001).

Cílem této práce je vyhodnocení výzkumných provenienčních ploch s jedlí bělokora č. 73 a č. 79, založených na území školního polesí Hůrky při Vyšší odborné škole lesnické a Střední lesnické škole Bedřicha Schwarzenberga Písek ve věku 36 let. Účelem je získání poznatků o proměnlivosti, odolnosti a ekologických nárocích dílčích populací této dřeviny původem z různých oblastí areálu rozšíření prostřednictvím posouzení růstových vlastností v relativně příznivých přírodních podmínkách z hlediska potenciálního využití druhu v lesnické praxi.

MATERIÁL A METODIKA

Z důvodu nedostatku informací o proměnlivosti jedle bělokora v ČR bylo v letech 1973 až 1977 založeno 20 provenienčních výzkumných ploch, včetně hodnocených ploch č. 73 a č. 79. Obě byly založeny na jaře 1977 na území současného školního polesí Hůrky VOŠL a SLŠ Bedřicha Schwarzenberga. Nadmořská výška výsadeb je 450 m n. m., průměrná roční teplota dosahuje 7,5 °C, průměrné roční srážky 575 mm. V geologickém podkladu školního polesí převládá moldanubikum s převahou těžko zvětrávajícího migmatitu ortorulového vzhledu, na kterém vznikají chudé, kyselé a kamenité půdy. Výzkumná plocha č. 73 byla založena na lesním typu (LT) 3K7 (kyselá dubová

bučina šťavelová), výzkumná plocha č. 79 na LT 3K3 (kyselá dubová bučina biková), 3K7, 3K8 (kyselá dubová bučina svahová) a 3S2 (svěží dubová bučina šťavelová s ostřicí prstnatou).

Výměra plochy č. 73 je 0,64 ha. Byla založena metodou dvojité mříže se čtyřmi opakováními s celkovým počtem 64 parcel o rozměrech 10×10 m (obr. 1). Na parcelách bylo vysazeno vždy 50 ks sazenic ve sponu 2×1 m, tj. 200 sazenic pro každou provenienci. Vlivem nepříznivého průběhu počasí v době po výsadbě došlo však ke značným ztrátám v opakováních III a IV, takže tato dvě opakování nejsou způsobilá hodnocení. V dalších letech již plocha nebyla významně poskozována.

K ploše č. 73 těsně přiléhá ještě výsadba 27 parcel 19 proveniencí ve směs zahraničního původu (obr. 1). Výměra doplňkové plochy činí 0,27 ha. Parcely byly vysazeny ve sponu 1×1 m, část ve sponu 2×1 m, v počtu 100–150 ks od každé proveniencie (celkem 2 300 sazenic). I zde došlo krátce po výsadbě ke značným ztrátám. Čtyři z těchto proveniencí (CZ 88, A 94, SK S₁₁, I 230) však bylo v roce 2007 možno zahrnout do hodnocení, které má v tomto případě pouze doplňkový charakter.

Plocha č. 79 o výměře 0,29 ha zahrnuje celkem 60 parcel (obr. 1). Vzhledem k tomu, že se jednalo o jednu z posledních vysazovaných ploch celé 20členné série, nebylo již k dispozici dostatečné množství sazenic pro čtyři plánovaná opakování. Aby mohl být počet opakování dodržen, byla v tomto případě snížena velikost parcel na rozměr 7×7 m i množství vysazovaného materiálu (35 sazenic ve sponu 1,4×1,0 m, tj. 140 sazenic od každé proveniencie).

Na ploše č. 73 bylo vysazeno 16 proveniencí, z nichž 8 jich pochází z České republiky, vždy 2 reprezentují Slovensko, SRN a Rakousko, pouze 1 pak Rumunsko a Itálii (obr. 2). Na ploše č. 79 bylo vysazeno 20 proveniencí, z toho 10 z České republiky, po 4 ze SRN a Rakouska a po 1 z Maďarska a Bulharska. Doplňková výsadba původně

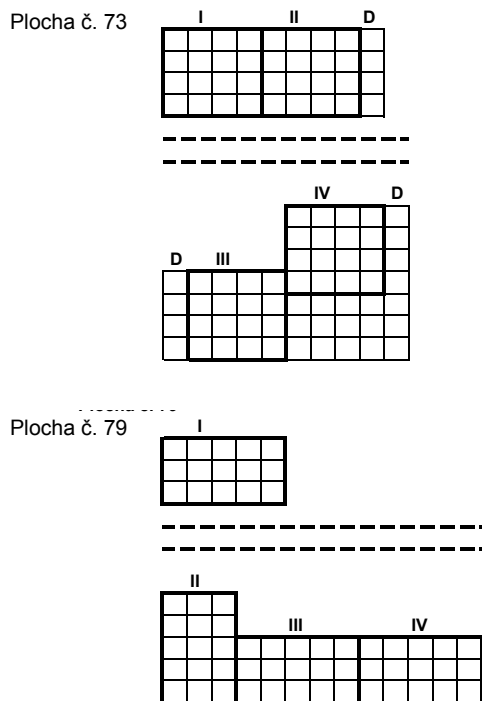
zahrnovala 2 proveniencie z ČR, 3 ze Slovenska, po 4 z Rakouska, SRN a Itálie, 1 proveniencie pak pocházela z Maďarska.

Výška a výčetní tloušťka jednotlivých stromů byly měřeny na podzim 2007 ve věku 36 let. S využitím publikovaných objemových rovnic (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) byly následně vypočteny objemy kmene s kůrou a s využitím údaje o počtu rostoucích jedinců i průměrná kmenová hektarová zásoba jednotlivých proveniencí.

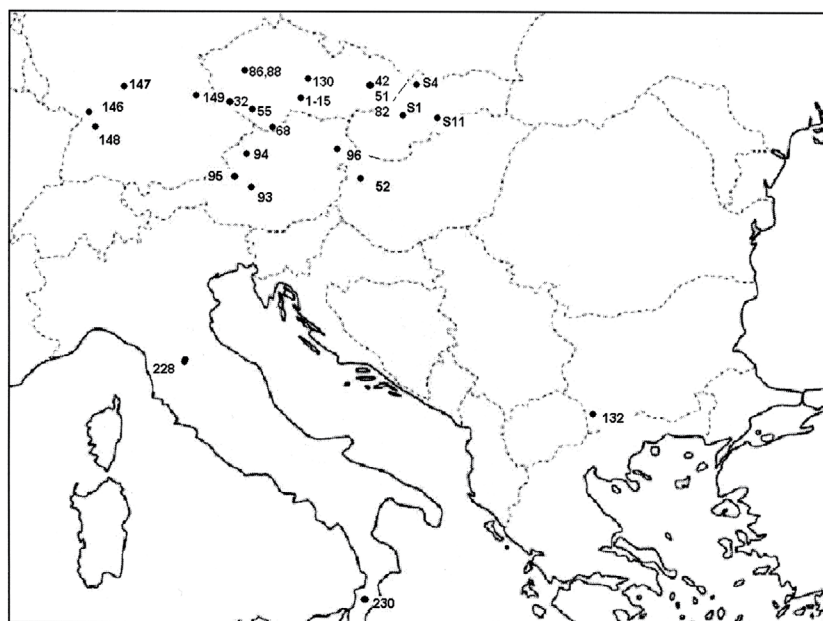
Pro účely analýzy vlivu geografického původu byly proveniencie rozděleny do dílčích skupin (tab. 1 a 2), a to na základě evropské rajonizace lesů (RUBNER, REINHOLD 1953), klimatypů (SVOBODA 1953) a přírodních lesních oblastí (vyhláška MZe č. 83/1996 Sb.), resp. na Slovensku lesných oblastí a podoblastí (vyhláška MP č. 571/2004 Z. z.). Pro účely těchto porovnaní, stejně jako pro následné vícerozměrné statistické metody byly k ploše č. 73 připojeny též čtyři proveniencie z přilehlé doplňkové výsadby.

Statistické zpracování dat bylo provedeno v programech QC.Expert 3.1, Statistica v. 10.0, NCSS 2007 v. 8.0 a PAST v. 2.07. Pro výpočet odhadů středních hodnot měřených veličin byly proveniencie rozděleny podle počtu rostoucích stromů do tří skupin. U první skupiny proveniencí, které byly zastoupeny více než 20 jedinci, byla na základě výsledků průzkumové analýzy (EDA) provedena Boxova-Coxova transformace dat a k odhadu střední hodnoty byl použit retransformovaný průměr. Střední hodnota proveniencí zastoupených 4 až 20 stromy byla odhadnuta s využitím postupu Horna. U proveniencí zastoupených 2 či 3 jedinci byl použit doporučený alternativní postup (MELOUN, MILITKÝ 2004). V grafech EDA byly pro výšky i výčetní tloušťky identifikovány potenciální odlehle body, které však byly na základě jejich analýzy v datovém souboru ponechány. Vzhledem k zamítnutí předpokladu o normalitě dat byl pro posouzení vzájemných diferencí využit Kruskalův-Wallisův neparametrický test a následně i Kruskalův-Wallisův test mnohonásobného porovnání.

Na základě analýz vícerozměrných dat s využitím metody hlavních komponent (PCA) a metody shlukové analýzy (CLU) byla posuzována vzájemná podobnost proveniencí. Pro možnost použití těchto metod byla data redukována tak, že každá z 20 proveniencí byla u výšek a vý-



Obr. 1. Schéma designu výzkumných ploch č. 73, č. 79 a doplňkové plochy (D)
Fig. 1. Design scheme of the plots No. 73, 79 and the additional plot (D)



Obr. 2. Mateřské lokality ověřovaných proveniencí jedle bělokoré
Fig. 2. Original locations of tested silver fir provenances

Tab. 1.

Charakteristika přírodních poměrů lokality č. 73 a 79 – Školní polesí Písek, Písek a mateřských porostů vysazených proveniencí
Site characteristics of locality No. 73 and 79 – Forests Písek, Písek, including parent stands of planted provenances

Kód provenience/ Provenience code	Provenience/ Provenance	Evropská lesní rajonizace/European forest zoning ¹	Nadmořská výška/ Altitude [m]	Přírodní lesní oblast/ Natural forest region	Klimatyp ² / Climate type ²	Bývalá lesní pěstební oblast/Former silvi- cultural region	Zeměpisná délka/ Longitude	Zeměpisná šířka/ Latitude	Průměrná roční teplota/Average year temperature [°C]	Průměrné roční srážky/Average year rainfall [mm]	Výzkumná plocha/ Research plot		
											73	79	Doplňková/ Additional
CZ 1-15	Kamenice nad Lipou, Losy	3.13.0	600	16	6 b	II	15° 14'	49° 21'	5,4	729	x	x	
CZ 32	Nýrsko, Dešenice	3.05.4	500	12	6 b	I b	13° 13'	49° 17'	7,4	650	x	x	
CZ 42	Lukov, Lukov	6.07.0	450	40	7 a	IV	17° 44'	49° 19'	7,2	830	x	x	
CZ 51	VLS Lipník nad Bečvou, Podhoří	3.05.1	600	39	7 a	IV	17° 25'	49° 35'	6,0	811	x	x	
H 52	Sopron, školní polesí	6.10.0	450	-	10	-	16° 37'	47° 41'	9,8	760			x
CZ 55	Kašperské Hory, Klatovy	3.05.4	500	12	6 b	I b	13° 33'	49° 14'	5,5	830			x
CZ 68	Vyšší Brod, Běleň	3.05.4	680	13	6 b	I b	14° 20'	48° 38'	6,2	810	x	x	
CZ 82	Vizovice, Bratřejov	6.07.0	550	38	7 a	IV	17° 56'	49° 13'	6,6	946	x	x	
CZ 86	VLS Hořovice, Strašice	3.07.0	650 (530)	7	6 b	I b	13° 48'	49° 44'	6,1	789	x	x	
CZ 88	VLS Hořovice, Mirošov	3.05.4	620	7	6 b	I b	13° 42'	49° 42'	6,3	783			x
A 93	Wörschachwald, Steiermark	5.04.3	1100-1200	-	4	-	14° 06'	47° 34'	5,3	1600	x	x	
A 94	Schneegattern, Kobernussusserwald	5.01.3	550-750	-	4	-	13° 23'	48° 00'	7,0	1200			x
A 95	Gröbming, Steiermark	5.04.3	850	-	4	-	13° 53'	47° 27'	6,5	1350			x
A 96	Thal, Wechselgebiet	5.03.0	550	-	4	-	16° 11'	47° 36'	8,5	850	x	x	
CZ 130	Nasavrky, Podhůra	3.13.0	370	16	6 b	II	15° 48'	49° 51'	7,6	711	x	x	
BG 132	Rilskie gory, Borevešč	6.26.0	1600	-	10	-	23° 36'	42° 14'	5,1	988	x	x	
D 146	Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach	3.32.0	530-650	-	4	-	7° 59'	48° 35'	5,8	1833			x
D 147	Schwäb.-Fränkischer Wald, Geschwend	3.21.0	480-530	-	6 b	-	9° 45'	48° 57'	7,2	1000	x	x	
D 148	Schwarzwald mit Baar, Gengenbach	3.32.0	465-740	-	4	-	8° 01'	48° 24'	6,0	1707	x	x	
D 149	Ostbayer, Viechtach	3.05.4	700-780	-	6 b	-	12° 55'	49° 05'	6,5	1364			x
I 228	Vallombrosa	9.12.0	900-1120	-	5	-	11° 37'	43° 43'	9,8	1386	x		
I 230	Spadola e Sarra S. Bruno, Catanzaro	9.14.0	1100	-	5	-	16° 22'	38° 32'	9,6	1636			x
SK S ₁	Banská Bystrica, Badín	6.07.0	800	46/27	7 b	VII	19° 02'	48° 42'	5,2	700	x		
SK S ₄	Oravská Pohora, Námestovo	6.06.3	760	33A	7 b	VI b	19° 26'	49° 27'	4,7	925	x		
SK S ₁₁	Stará Buda, Hrable, Nižné Hrable	6.07.0	530	28	7 b	X	20° 45'	48° 47'	6,1	925			x
Plocha č. 73/Plot No. 73		3.12.0	450	10	6 b	I b	49° 15' 50"	14° 9' 59"	7,5	595			
Plocha č. 79/Plot No. 79		3.12.0	450	10	6 b	I b	49° 56' 27"	14° 20' 51"	7,5	595			

¹Podle/According to RUBNER, REINHOLD (1953)

²Podle/According to SVOBODA (1953)

Tab. 2.

Klíč kódů evropské lesní rajonizace (RUBNER, REINHOLD 1953)
Key of codes of European forest zone (RUBNER, REINHOLD 1953)

**Středoevropský region buko-dubového lesa/
Central European region of beech-oak forest**

- 3.05.1 Hercynsko-sudetská oblast smíšeného horského lesa - sudetská podoblast
- 3.05.4 Hercynsko-sudetská oblast smíšeného horského lesa - jihohercynská podoblast
- 3.07.0 Středočeská pahorkatina
- 3.12.0 Vnitročeská vyvýšenina
- 3.13.0 Česko-moravský horský hřbet s jižním předhořím
- 3.21.0 Švábsko-franský Jura
- 3.32.0 Schwarzwald s předhořím a Baar

Alpský region/Alpine region

- 5.01.3 Buko-jedlo-smrková oblast západních a severních Alp - podoblast severních okrajů Alp
- 5.03.0 Východoalpská předhoří
- 5.04.3 Oblast vnitřních Alp - východní podoblast

**Východoevropský a jihoevropský region dubo-bukových lesů/
Eastern and Southern European region of oak-beech forests**

- 6.06.3 Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat - západní Beskydy
- 6.07.0 Slovenské Karpaty
- 6.10.0 Oblast východorakouské-burgenlandské pahorkatiny
- 6.26.0 Středobulharská hornatina

**Jihoevropský region kaštanovníku a tvrdých listnáčů/
Southern European region of chestnut and hard broadleaves**

- 9.12.0 Horský les severních Apenin
- 9.13.0 Hornatina středních Apenin
- 9.14.0 Horský les jižních Apenin

Legenda ke kódu: 1. číslo = region (v originálu značen římskou číslicí); 2. číslo = oblast; 3. číslo = podoblast (v originálu značena malým písmenem)

Legend code: 1st number = region (originally indicated by Roman number); 2nd number = area; 3rd number = subarea (originally indicated by small letter)

četních tlouštěk zastoupena odhadem jejich střední hodnoty, zbývající znaky (nadmořská výška, průměrná roční teplota, průměrný roční úhrn srážek) pak reprezentují mateřské lokality proveniencí. V rámci CLU bylo pro rozpoznání nejlepších metody shlukování použito kritérium kofenetického korelačního koeficientu (CC) a kritéria $\Delta(0,5)$, resp. $\Delta(0,1)$. K omezení vlivu korelací mezi proměnnými i jejich rozdílných jednotek, které mohou přisuzovat znakům větší důležitost než ve skutečnosti mají, byla data škálována pomocí Z-skóre. Z důvodu eliminace znásobení vlivu vzájemně korelujících znaků na výsledek shlukovací analýzy byly dále dendrogramy objektů v rámci CLU sestrojeny s využitím Mahalanobisovy vzdálenosti, přestože CC byly nižší než při použití eukleidovské vzdálenosti.

VÝSLEDKY

Plocha č. 73

Odhad střední výšky na celé ploše činí 13,6 m (tab. 3). Variační koeficient u jednotlivých proveniencí kolísá od 0,07 (I 228) do 0,27 (A 93). Nejrychleji rostou rakouská provenience A 96 (15,3 m) a české provenience CZ 1-15 a CZ 130 (14,7 m). Naopak nejnižším výškovým růstem se vyznačovala rakouská provenience A 93 (11,5 m). Výsledek Kruskalova-Wallisova testu (DF = 15, $n = 327$, $p < 0,05$) prokázal statisticky významné rozdíly mezi výškami proveniencí. Vzájemné vztahy

potomstev jsou patrné z výstupu Kruskalova-Wallisova následného post hoc testu (tab. 4).

Odhad střední výčetní tloušťky všech proveniencí dosahuje 16,5 cm (tab. 3). Nejvyšší tloušťkový růst byl zjištěn u proveniencí A 96 (20,0 cm) a CZ 130 (19,8 cm), zatímco zřetelně pomalejšího růstu dosahují potomstva I 228 (12,5 cm), A 93 (13,0 cm) a CZ 68 (13,4 cm). Rovněž mezi výčetními tloušťkami proveniencí byly detekovány statisticky významné rozdíly (Kruskal-Wallis, DF = 15, $n = 327$, $p < 0,05$), výstup následného testu mnohonásobného porovnání je uveden v tab. 4.

Odhad střední hodnoty kmenového objemu činí 0,135 m³ (tab. 3), přičemž největším objemem se vyznačovala provenience A 96 (0,206 m³), nejnižší údaj byl zjištěn u italského potomstva I 228 (0,066 m³). České provenience lze na této ploše označit za víceméně průměrné či lehce nadprůměrné. Nejvyšší kmenová zásoba byla zaznamenána u proveniencí CZ 42 (267 m³.ha⁻¹) a CZ 82 (256 m³.ha⁻¹).

Na doplňkové výsadbě výška čtyř proveniencí kolísala mezi 13,4 m (I 230) a 10,7 m (A 94). Výčetní tloušťky se zde pohybovaly mezi 25,0 cm (I 230) a 11,5 cm (A 94). Odhad středního kmenového objemu dosahoval hodnot 0,369 m³ (I 230) až 0,060 m³ (A 94) a vypočtené kmenové zásoby těchto proveniencí od 114 m³.ha⁻¹ do 154 m³.ha⁻¹ (tab. 3).

Pokud jde o srovnání skupin proveniencí rozdělených do jednotek evropské rajonizace lesů (RUBNER, REINHOLD 1953), je na ploše č. 73 včetně doplňkových proveniencí zastoupeno celkem 12 oblastí ze 4 re-

Tab. 3.

Přehled hodnot sledovaných charakteristik na ploše č. 73 – Písek a doplňkové ploše ve věku 36 let

Mean mensurational values by provenance code in the research plot No. 73 – Písek and additional plot at the age of 36 years

Kód provenience/ Provenance code	Počet sazenic/Num- ber of plants	Počet rostoucích stromů/Number of growing trees	Odhad střední výšky/Estimation of mean height [m]	Dolní mez/ Lower limit	Horní mez/ Upper limit	Odhad střední $d_{1,3}$ / Estimation of mean DBH [cm]	Dolní mez/ Lower limit	Horní mez/ Upper limit	Odhad středního kmenového objemu/ Estimation of mean stem volume [m ³]	Dolní mez/ Lower limit	Horní mez/ Upper limit	Kmenová zásoba/ Stem-stock [m ³ .ha ⁻¹]
CZ 1-15	200	19	14,7	13,6	15,7	16,3	13,9	18,6	0,144	0,103	0,184	133
CZ 32	200	26	13,5	11,2	15,4	15,4	10,6	20,8	0,128	0,049	0,223	169
CZ 42	200	41	13,6	12,1	14,9	16,3	12,6	19,9	0,131	0,070	0,202	267
CZ 51	200	16	12,8	11,8	13,8	18,0	14,5	21,5	0,175	0,098	0,252	144
CZ 68	200	24	12,4	9,9	14,5	13,4	8,8	18,8	0,084	0,028	0,169	96
CZ 82	200	32	14,0	11,9	15,6	18,0	13,3	22,6	0,161	0,082	0,259	256
CZ 86	200	29	13,5	11,3	15,5	16,4	11,6	21,2	0,132	0,058	0,233	189
A 93	200	3	11,5	3,9	19,0	13,0	3,1	22,9	0,080	0,000	0,243	12
A 96	200	9	15,3	14,5	16,0	20,0	15,1	24,9	0,206	0,125	0,287	189
CZ 130	200	24	14,7	12,4	16,6	19,8	13,6	24,9	0,203	0,092	0,331	240
BG 132	200	21	13,5	11,2	15,6	19,4	13,8	24,7	0,180	0,082	0,308	189
D 147	200	21	14,0	12,2	15,5	19,5	14,1	24,9	0,187	0,090	0,317	200
D 148	200	16	13,9	11,6	15,9	16,0	11,4	21,0	0,132	0,058	0,232	104
I 228	200	2	11,8	4,8	18,7	12,5	0,0	37,9	0,066	0,000	0,285	7
SK S ₁	200	30	12,9	10,9	14,6	14,0	10,8	18,6	0,083	0,047	0,130	120
SK S ₄	200	14	13,3	11,7	14,8	18,3	10,6	25,9	0,200	0,041	0,358	140
Plocha č. 73/ Plot No. 73	3200	327	13,6	11,5	15,5	16,5	11,7	21,9	0,135	0,061	0,245	133
CZ 88	150	14	13,3	11,9	14,7	14,8	11,9	17,6	0,109	0,054	0,163	154
A 94	150	19	10,7	8,3	13,0	11,5	8,5	14,5	0,060	0,019	0,101	114
I 230	150	4	13,4	9,7	17,0	25,0	8,8	41,2	0,369	0,000	0,785	148
SK S ₁₁	150	9	11,8	6,7	16,8	16,5	4,6	28,4	0,146	0,012	0,280	135
Doplňková plocha/ Additional plot	600	46	10,3	7,5	0	14,0	9,5	20,3	0,093	0,035	0,190	138

gionů (tab. 5). Nejvyšší průměrná výška (15,3 m) byla zjištěna u potomstva A 96 z jednotky 5.03.0, které následují s hodnotou 14,7 m dvě potomstva z jednotky 3.13.0. Podprůměrný růst (10,7 m) vykázala jednotka 5.01.3 zastoupená jedinou proveniencí A 94.

Rovněž rozdělení na klimaty podle SVOBODY (1953) naznačilo rozdíly ve výškovém růstu (tab. 5). Nadprůměrného růstu (13,7 m) dosáhly provenience pocházející z klimatypu 6b – šumavského a také klimatypu 10 – bulharského (13,6 m).

Proměnlivost růstu jednotlivých proveniencí bylo možno konstatovat i v porovnání podle PLO, kdy průměr plochy s hodnotou 14,7 m výrazně převyšovaly provenience z Českomoravské vrchoviny (tab. 5).

V rámci exploratorní analýzy vícerozměrných dat lze na profilovém grafu (obr. 3) pozorovat výraznou odlišnost proveniencí A 93, A 94, BG 132, I 228 a I 230, jakož i podobnost provenience A 96 s některými českými potomstvy (CZ 130, CZ 32, CZ 42 aj.) a německou proveniencí D 147. Vyšetřením Cattelova grafu úpatí byl identifikován výrazný zlom na pozici 3. hlavní komponenty. První tři hlavní komponenty reprezentují dostatečné množství (více než 70 %) variability dat, přičemž třetí komponenta zahrnuje ještě 18 % celkové variability. Pouze první tři hlavní komponenty splňují Kaiserovo kritérium (0,7–1,0).

Z dvojného grafu (biplotu) analýzy PCA na obr. 4 je dobře patrný význam jednotlivých znaků pro rozdělení (shloučení) objektů = proveniencí jedle. Lze z něj odvodit, že pro analýzu struktury experimentálních dat mají největší význam výška stromu a nadmořská výška mateřských lokalit proveniencí jedle. Nadmořská výška těsně pozitivně koreluje s ročním úhrnem srážek. Velký význam pro charakterizaci proměnlivosti v datech ve směru 2. hlavní komponenty má především průměrná roční teplota. V rámci analýzy CLU se do společného shluku zařadily znaky „výška“ a „ $d_{1,3}$ “, ke kterým má dále vztah ještě znak „teplota“. Další společný shluk tvoří znaky „nadmořská výška“ a „srážky“.

Podle výsledků PCA vytvářejí provenience z ČR výrazný shluk, který zahrnuje i provenience ze Slovenska. Vzájemnou podobnost dále vykazaly dvě rakouské provenience A 93 a A 94, zatímco třetí rakouské potomstvo se od nich výrazně odlišuje. Také italské provenience se vzájemně významně liší. Na základě CLU se od všech ostatních proveniencí nejvíce odlišuje italská I 230 a dále bulharská BG 132. Unikátní jsou i potomstva D 148 a I 228. Blízko k sobě mají rakouské provenience A 93 a A 94. Velkou společnou skupinu tvoří české a slovenské provenience spolu s rakouskou A 96 a německou D 147.

Tab. 4.

Výstup Kruskalova-Wallisova testu pro výšky a $d_{1,3}$ (plocha č. 73)
Results of Kruskal-Wallis test for height and DBH (plot No. 73)

Kruskal-Wallis Multiple-Comparison Z-Value Test (Dunn's Test)																
vyska_m_	A_93	A_96	BG_132	CZ_130	CZ_1_15	CZ_32	CZ_42	CZ_51	CZ_68	CZ_82	CZ_86	D_147	D_148	I_228	SK_1	SK_4
A_93	0															
A_96	2,602	0														
BG_132	1,081	2,761	0													
CZ_130	1,972	1,338	1,808	0												
CZ_1_15	1,863	1,419	1,547	0,165	0											
CZ_32	1,130	2,796	0,074	1,832	1,551	0										
CZ_42	1,144	2,976	0,064	2,036	1,703	0,019	0									
CZ_51	0,691	3,217	0,701	2,395	2,129	0,801	0,847	0								
CZ_68	0,262	4,215	1,698	3,629	3,247	1,869	2,040	0,851	0							
CZ_82	1,395	2,439	0,623	1,353	1,087	0,580	0,669	1,331	2,526	0						
CZ_86	1,133	2,862	0,066	1,905	1,607	0,011	0,007	0,812	1,920	0,615	0					
D_147	1,402	2,228	0,642	1,145	0,921	0,601	0,675	1,298	2,361	0,083	0,631	0				
D_148	1,318	2,573	0,456	1,526	1,249	0,403	0,471	1,178	2,353	0,187	0,431	0,249	0			
I_228	0,374	2,649	1,363	2,105	2,016	1,404	1,417	1,035	0,681	1,624	1,407	1,631	1,560	0		
SK_1	0,255	4,305	1,761	3,752	3,347	1,944	2,136	0,887	0,018	2,630	2,002	2,442	2,451	0,677	0	
SK_4	0,862	2,846	0,346	1,961	1,729	0,425	0,440	0,310	1,154	0,918	0,426	0,920	0,772	1,177	1,194	0
d_1_3_m_	A_93	A_96	BG_132	CZ_130	CZ_1_15	CZ_32	CZ_42	CZ_51	CZ_68	CZ_82	CZ_86	D_147	D_148	I_228	SK_1	SK_4
A_93	0															
A_96	1,798	0														
BG_132	1,992	0,156	0													
CZ_130	2,014	0,171	0,013	0												
CZ_1_15	1,271	1,008	1,389	1,445	0											
CZ_32	0,979	1,597	2,156	2,249	0,639	0										
CZ_42	1,149	1,425	2,020	2,124	0,368	0,361	0									
CZ_51	1,503	0,577	0,856	0,892	0,460	1,097	0,876	0								
CZ_68	0,322	2,675	3,454	3,589	1,929	1,412	1,907	2,318	0							
CZ_82	1,700	0,415	0,723	0,767	0,818	1,627	1,437	0,264	3,071	0						
CZ_86	1,171	1,311	1,828	1,914	0,274	0,419	0,091	0,763	1,870	1,248	0					
D_147	2,013	0,192	0,043	0,031	1,431	2,201	2,069	0,895	3,498	0,770	1,875	0				
D_148	1,094	1,462	2,026	2,122	0,446	0,241	0,114	0,931	1,715	1,464	0,192	2,073	0			
I_228	0,161	1,715	1,860	1,876	1,260	1,014	1,152	1,457	0,468	1,610	1,173	1,878	1,108	0		
SK_1	0,153	3,014	3,905	4,064	2,325	1,833	2,397	2,701	0,371	3,571	2,322	3,950	2,170	0,328	0	
SK_4	1,480	0,569	0,833	0,867	0,433	1,041	0,822	0,010	2,214	0,264	0,719	0,871	0,878	1,441	2,577	0

Regular Test: Medians significantly different if z-value > 1,9600; Bonferroni Test: Medians significantly different if z-value > 3,5293

Plocha č. 79

Odhad střední výšky na celé ploše činí 11,4 m (tab. 6), variační koeficient se u jednotlivých proveniencí pohyboval od 0,06 (A 95) do 0,24 (A 94). Nejrychlejší výškový růst byl zaznamenán u rakouské proveniencie A 95 (15,0 m) a dále u německé D 147 (13,6 m) a bulharské BG 132 (13,1 m); z českých potomstev roste nejrychleji CZ 130 (13,0 m). Nejnižších výšek dosahuje rakouské potomstvo A 94 (10,5 m), ale i domácí proveniencie CZ 88 a CZ 51 (obě 11,2 m) a CZ 55 (11,3 m). Kruskalův-Wallisův test (DF = 19, n = 542, p < 0,05) prokázal mezi výškami proveniencí statisticky významné rozdíly. Vzájemné vztahy potomstev jsou patrné z výstupu Kruskalova-Wallisova následného post hoc testu (tab. 7).

Odhad střední výčetní tloušťky všech proveniencí dosahuje 13,5 cm (tab. 6). Nejvyšší tloušťky dosáhla rakouská proveniencie A 95 (17,0 cm), za kterou následuje domácí CZ 82 (15,1 cm) a další rakous-

ká proveniencie A 93 (14,9 cm). Pomalejší tloušťkový růst byl zaznamenán u bulharského potomstva BG 132 (12,0 cm), jakož i českých CZ 68, CZ 51 (obě 12,2 cm) a CZ 32 (12,3 cm). Mezi výčetními tloušťkami proveniencí byly rovněž detekovány statisticky významné rozdíly (Kruskal-Wallis, DF = 19, n = 542, p < 0,05). Výsledek provedeného navazujícího Kruskalova-Wallisova post hoc testu mnohonásobného porovnání je uveden v tab. 7.

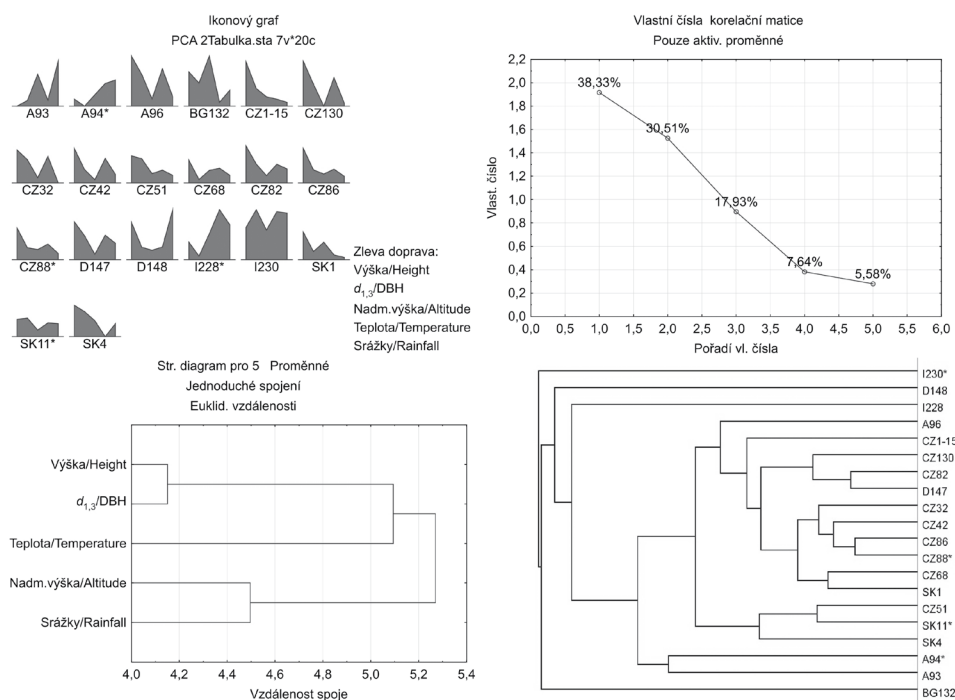
Odhad střední hodnoty kmenového objemu činí 0,083 m³ (tab. 6). Mezi proveniencie s nadprůměrnými hodnotami objemu patří A 95 (0,164 m³) a CZ 82 (0,110 m³). Nejnižší objem kmene (prakticky shodný jako na ploše č. 73) byl zjištěn u proveniencie A 94 (0,058 m³). Nejvyšší kmenová zásoba byla zjištěna u proveniencie D 147 (219 m³.ha⁻¹).

Pokud jde o srovnání skupin proveniencí rozdělených do jednotek evropské rajonizace lesů, jsou na ploše č. 79 zastoupena potomstva z 11 oblastí a 4 regionů (tab. 5). Nejlépe byla hodnocena jednotka 3.21.0

Tab. 5.

Průměrné výšky proveniencí jedle bělokore seřazené podle jednotek evropské lesní rajonizace, klimatypů a přírodních lesních oblastí
Average heights of silver fir provenances according to classification of European forest zoning, climatypes and forest natural areas

Geografická jednotka/ Geographic unit	Kód proveniencie/ Provenance code		Průměrná výška/ Average height [m]		Průměrná $d_{1,3}$ / Average DBH [cm]	
	č. 73	č. 79	č. 73	č. 79	č. 73	č. 79
Regiony, oblasti a podoblasti/Regions, areas and subareas (RUBNER, REINHOLD 1953)						
3.05.1	51	51	12,8	11,2	18,0	12,2
3.05.4	32, 68, 88	32, 55, 68, 88, 149	13,0	11,6	15,0	13,1
3.13.0	1-15, 130	1-15, 130	14,7	12,3	16,9	13,7
3.21.0	147	147	14,0	13,6	18,0	14,5
3.32.0	148	146, 148	13,9	12,1	14,9	13,5
5.01.3	94	94	10,7	10,5	11,5	13,1
5.03.0	96	96	15,3	12,1	20,0	13,4
5.04.3	93,	93, 95	9,3	13,5	13,0	16,0
6.06.3	S ₃	-	13,3	-	18,3	-
6.07.0	82, 86, 42, S ₁ , S ₁₁	42, 82, 86	13,2	12,6	15,4	14,3
6.10.0	-	52	-	12,0	-	13,1
6.26.0	132	132	13,6	13,1	17,7	12,0
9.12.0	228	-	11,8	-	12,5	-
9.14.0	230	-	13,4	-	25,0	-
Klimatypy/Climatypes (SVOBODA 1953)						
4 - alpský	93, 94, 96, 147, 148	52, 93, 94, 95, 96, 146, 147, 148, 149	12,8	12,3	15,5	14,0
5 - apeninský	228, 230	-	12,6	-	18,8	-
6b - šumavský	1-15, 32, 68, 86, 88, 130	1-15, 32, 55, 68, 86, 88, 130, 149	13,7	12,0	15,6	13,4
7a - slezský	42, 51, 82	42, 51, 82	13,4	12,1	16,6	13,6
7b - slovenský	S ₁ , S ₃ , S ₁₁	-	12,7	-	16,2	-
10 - bulharský	132	132	13,6	13,1	17,7	12,0
Přírodní lesní oblasti (ČR), Lesné oblasti a podoblasti (SR)/ Natural forest regions (Czech Republic), Forest regions and subregions (Slovak Republic)						
7 - Brdská vrchovina	86, 88	86, 88	13,5	12,6	14,9	14,1
12 - Předhůří Šumavy a Novohradských hor	32	32, 55	13,4	11,5	17,8	12,8
13 - Šumava	68	68	12,4	11,2	12,4	12,2
16 - Českomoravská vrchovina	1-15, 130	1-15, 130	14,7	12,7	16,9	13,7
27 - Kremnické vrchy	S ₁	-	12,9	-	13,7	-
28 - Volovské vrchy	S ₁₁	-	11,8	-	16,5	-
33A - Oravská magura	S ₃	-	13,3	-	18,3	-
38 - Bílé Karpaty a Vizovické vrchy	82	82	13,9	12,9	16,6	15,1
39 - Podbeskydská pahorkatina	51	51	12,8	11,2	18,0	12,2
40 - Moravskoslezské Beskydy	42	42	13,6	12,3	15,1	13,6



Obr. 3.

Placha č. 73: nahoře profilový graf a Cattelův graf (PCA, Statistica v. 10.0), dole dendrogram proměnných (CLU, Statistica v. 10.0) a dendrogram objektů (CLU, PAST v. 2.07)

Fig. 3.

Research plot No. 73; clockwise from top left: profile chart, Cattel chart (PCA, Statistica v. 10.0), dendrogram of variables (CLU, Statistica v. 10.0), dendrogram of subjects (CLU, PAST v. 2.07)

Tab. 6.

Přehled hodnot sledovaných charakteristik na ploše č. 79 – Písek ve věku 36 let
Summary of values associated with observed characteristics in the plot No. 79 – Písek at the age of 36 years

Kód provenience/ Provenance code	Počet sazenic/ Number of plants	Počet rostoucích stromů/Number of live trees	Odhad střední výšky/Estimation of mean height [m]	Dolní mez/ Lower limit	Horní mez/ Upper limit	Odhad střední $d_{1,3}$ /Estimation of mean DBH [cm]	Dolní mez/ Lower limit	Horní mez/ Upper limit	Odhad střední- ho kmenového objemu/Estimation of mean stem volume [m ³]	Dolní mez/ Lower limit	Horní mez/ Upper limit	Kmenová zásoba/ Stem-stock [m ³ .ha ⁻¹]
A 95	140	8	15,0	13,9	16,1	17,0	14,2	19,8	0,164	0,103	0,224	131
D 147	140	7	13,6	11,0	16,2	14,5	9,5	19,5	0,104	0,028	0,181	219
BG 132	140	4	13,1	9,3	16,9	12,0	6,1	17,9	0,084	0,000	0,177	34
CZ 130	140	39	13,0	11,3	15,0	13,8	10,5	17,6	0,097	0,049	0,155	94
CZ 82	140	37	12,9	11,1	15,0	15,1	11,9	18,9	0,110	0,060	0,180	88
CZ 86	140	21	12,7	10,4	15,4	14,3	10,5	18,7	0,094	0,044	0,181	90
D 148	140	12	12,5	11,1	13,9	12,8	10,1	15,4	0,083	0,046	0,120	100
CZ 88	140	21	12,4	10,7	14,5	13,8	10,2	17,8	0,084	0,042	0,152	176
CZ 1-15	140	35	12,3	10,2	14,7	13,6	9,6	18,3	0,089	0,035	0,165	78
CZ 42	140	33	12,3	10,3	14,7	13,6	9,9	18,0	0,084	0,038	0,156	93
A 96	140	27	12,1	10,6	13,8	13,4	10,1	17,3	0,075	0,040	0,136	68
A 93	140	36	12,0	9,7	14,6	14,9	10,5	20,0	0,096	0,039	0,192	86
H 52	140	23	12,0	10,5	13,7	13,1	10,2	16,4	0,074	0,040	0,126	57
D 149	140	25	11,7	10,2	13,5	14,2	10,2	18,7	0,085	0,039	0,157	71
D 146	140	48	11,7	9,3	14,6	14,1	11,1	17,7	0,083	0,043	0,155	99
CZ 32	140	28	11,6	9,7	13,9	12,3	8,6	16,6	0,067	0,024	0,132	63
CZ 55	140	22	11,3	9,7	13,3	13,2	9,6	17,6	0,083	0,035	0,131	61
CZ 51	140	42	11,2	8,7	14,1	12,2	8,4	16,6	0,066	0,021	0,131	26
CZ 68	140	32	11,2	9,2	13,6	12,2	9,0	15,9	0,067	0,027	0,117	54
A 94	140	42	10,5	8,1	13,4	12,4	8,5	16,9	0,058	0,019	0,124	61
Plocha č. 79/Plot No. 79	2800	542	11,4	9,3	16,4	13,5	9,9	17,8	0,083	0,035	0,151	87

s proveniencí D 147 (13,6 m). Nejnižší růst vykazala proveniencie č. 94 z jednotky 5.01.3 (10,5 m).

Rozdělení na klimaty typy naznačilo pouze mírnou převahu jednotky 10 – bulharský, který ve výškovém růstu převyšuje ostatní přibližně o 1 m. Ani růst proveniencí rozdělených podle PLO výraznější rozdíly nenaznačuje (tab. 5).

Z profilového grafu průzkumové analýzy vícerozměrných dat je patrná podobnost českých proveniencí. Výrazně odlišné je rakouské potomstvo A 96 a poměrně unikátní jsou i proveniencie A 93, A 94 a BG 132

(obr. 5). Na Cattelově grafu je výraznější zlom patrný u hlavní komponenty 3. Všechny tři hlavní komponenty rovněž splňují Kaiserovo kritérium a společně vysvětlují celkem 87 % variability, tj. dostatečné množství rozptylu k popisu nejdůležitějších znaků proveniencí.

Z obr. 6 je patrný význam jednotlivých znaků pro rozdělení proveniencí metodou PCA. V dendrogramu CLU na obr. 5 jsou ve společném shluku výška a výčetní tloušťka, které korelují i se srážkami a nadmořskou výškou. Samostatně vystupuje znak průměrná roční teplota. Obě metody (PCA, CLU) vykazují podobné výsledky.

Tab. 7.

Výstup Kruskalova-Wallisova testu pro výšky a $d_{1,3}$ (plocha č. 79)
Results of Kruskal-Wallis test for height and DBH (plot No. 79)

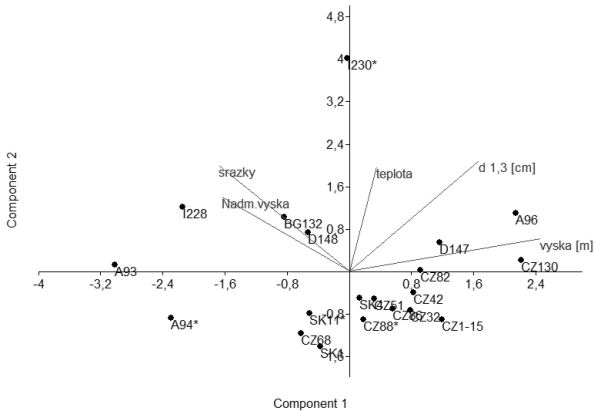
Kruskal-Wallis Multiple-Comparison Z-Value Test (Dunn's Test)																					
vyska_m_	A_93	A_94	A_95	A_96	BG_132	CZ_130	CZ_1_15	CZ_32	CZ_42	CZ_51	CZ_55	CZ_68	CZ_82	CZ_86	CZ_88	D_146	D_147	D_148	D_149	H_52	
A_93	0																				
A_94	2,118	0																			
A_95	3,289	4,580	0																		
A_96	0,013	1,963	3,185	0																	
BG_132	1,119	2,047	1,136	1,095	0																
CZ_130	2,289	4,543	1,949	2,100	0,116	0															
CZ_1_15	0,780	2,911	2,808	0,710	0,767	1,477	0														
CZ_32	0,617	1,335	3,594	0,588	1,394	2,764	1,343	0													
CZ_42	0,709	2,802	2,829	0,645	0,792	1,515	0,059	1,269	0												
CZ_51	1,002	1,162	3,922	0,936	1,562	3,403	1,803	0,296	1,712	0											
CZ_55	1,267	0,525	3,944	1,205	1,716	3,270	1,940	0,658	1,866	0,438	0										
CZ_68	1,185	0,823	3,981	1,115	1,655	3,426	1,934	0,512	1,849	0,257	0,198	0									
CZ_82	2,006	4,216	2,093	1,842	0,228	0,259	1,206	2,495	1,248	3,092	3,018	3,138	0								
CZ_86	1,410	3,248	2,162	1,319	0,372	0,525	0,732	1,879	0,775	2,300	2,392	2,404	0,302	0							
CZ_88	0,784	2,605	2,576	0,729	0,687	1,159	0,109	1,284	0,160	1,657	1,829	1,792	0,931	0,557	0						
D_146	0,045	2,230	3,392	0,054	1,152	2,500	0,877	0,612	0,798	1,031	1,293	1,219	2,191	1,517	0,860	0					
D_147	1,260	2,454	1,478	1,220	0,110	0,021	0,810	1,600	0,841	1,833	1,990	1,938	0,124	0,306	0,700	1,311	0				
D_148	0,321	1,143	3,051	0,318	1,207	1,927	0,874	0,140	0,824	0,368	0,657	0,534	1,736	1,366	0,891	0,301	1,320	0			
D_149	0,753	1,129	3,647	0,718	1,459	2,830	1,455	0,147	1,383	0,125	0,502	0,345	2,571	1,970	1,389	0,755	1,676	0,253	0		
H_52	0,289	1,557	3,320	0,284	1,231	2,306	0,978	0,278	0,913	0,580	0,891	0,771	2,059	1,538	0,969	0,266	1,385	0,084	0,411	0	
d_1_3_m_	A_93	A_94	A_95	A_96	BG_132	CZ_130	CZ_1_15	CZ_32	CZ_42	CZ_51	CZ_55	CZ_68	CZ_82	CZ_86	CZ_88	D_146	D_147	D_148	D_149	H_52	
A_93	0																				
A_94	2,550	0																			
A_95	1,273	2,791	0																		
A_96	1,346	0,959	2,087	0																	
BG_132	0,928	0,172	1,611	0,273	0																
CZ_130	0,709	1,867	1,704	0,714	0,619	0															
CZ_1_15	0,977	1,517	1,861	0,433	0,487	0,292	0														
CZ_32	2,111	0,194	2,567	0,701	0,080	1,485	1,183	0													
CZ_42	1,077	1,374	1,921	0,321	0,434	0,404	0,114	1,060	0												
CZ_51	2,523	0,028	2,775	0,934	0,160	1,840	1,491	0,169	1,348	0											
CZ_55	0,959	1,214	1,834	0,289	0,422	0,359	0,102	0,956	0,000	1,191	0										
CZ_68	2,324	0,062	2,687	0,849	0,142	1,680	1,360	0,127	1,230	0,036	1,101	0									
CZ_82	0,600	3,192	0,915	1,909	1,196	1,326	1,579	2,684	1,670	3,165	1,486	2,921	0								
CZ_86	0,182	1,980	1,317	1,006	0,805	0,421	0,660	1,669	0,751	1,958	0,687	1,833	0,697	0							
CZ_88	0,930	1,212	1,812	0,300	0,429	0,338	0,085	0,958	0,015	1,189	0,014	1,101	1,449	0,666	0						
D_146	0,240	2,491	1,441	1,205	0,838	0,515	0,806	2,014	0,914	2,462	0,803	2,242	0,884	0,011	0,774	0					
D_147	0,484	0,929	1,348	0,336	0,461	0,088	0,077	0,785	0,143	0,914	0,137	0,874	0,826	0,344	0,127	0,364	0				
D_148	1,223	0,524	1,983	0,187	0,141	0,738	0,525	0,360	0,440	0,505	0,413	0,464	1,650	0,989	0,421	1,099	0,436	0			
D_149	0,447	1,832	1,511	0,815	0,692	0,185	0,441	1,509	0,539	1,808	0,490	1,679	0,993	0,225	0,469	0,258	0,196	0,829	0		
H_52	1,433	0,758	2,144	0,140	0,197	0,832	0,561	0,530	0,453	0,735	0,412	0,666	1,970	1,102	0,422	1,3	0,423	0,071	0,921	0	

Regular Test: Medians significantly different if z-value > 1,9600; Bonferroni Test: Medians significantly different if z-value > 3,6491

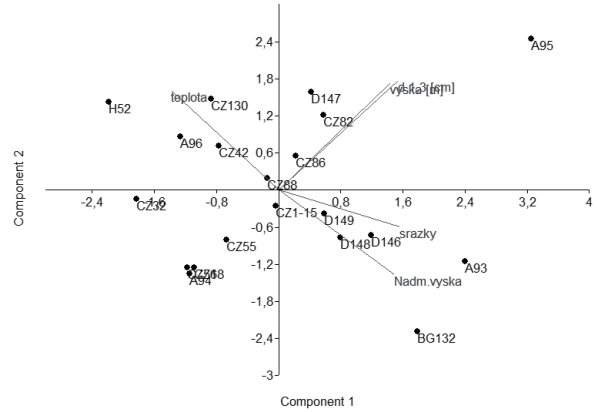
Ve výstupu PCA vytvářejí provenience několik shluků podle hlavních komponent, kde velkou, avšak poměrně rozptýlenou skupinu vytvářejí české provenience. Vzájemnou podobnost vykazují dále německé provenience, od nichž se výrazně liší D 147. Rakouská potomstva společný shluk nevytvořila. Bulharská a maďarská provenience se ukazují jako výrazně odlišné. Hlavní komponenty tedy umožňují rozlišení původu proveniencí jedle bělokoré. Podle CLU se nejvíce odlišuje bulharská provenience BG 132 a dále německá D 148. Všechna česká potomstva tvoří společný shluk, v němž není zastoupeno žádné potomstvo z jiného státu. Další skupinku vytvořily maďarská provenience H 52 a rakouská A 96.

DISKUSE

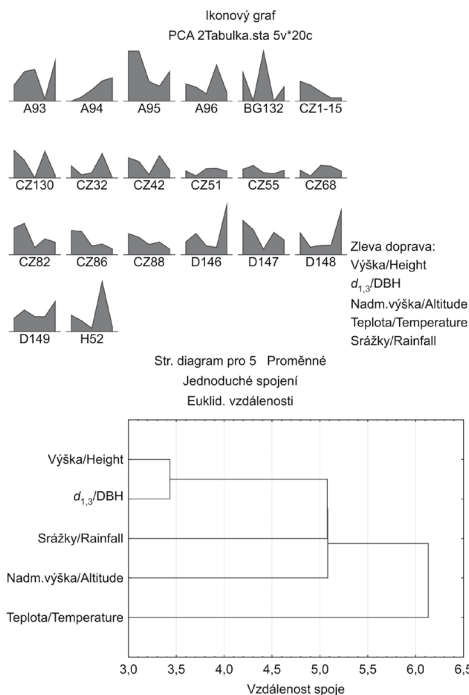
Podle taxačních tabulek, které jsou součástí vyhlášky MZE č. 84/1996 Sb., odpovídá průměrná výška jedle 13,6 m, zjištěná na výzkumné ploše č. 73 ve věku 36 let, absolutní výškové bonitě (AVB) 28 m. V 1. relativní výškové bonitě (RVB) však tato výška odpovídá věku 24 let. Nejpřirůstavější provenience A 96 (15,3 m) a nejlépe rostoucí české provenience CZ 1-15 a CZ 130 (obě 14,7 m) odpovídají AVB 32 m, tj. 3. RVB. Na ploše č. 79 odpovídá zjištěná výška ve věku 36 let (11,4 m) AVB 26 m. V 1. RVB by však tato výška byla dosažena již ve věku 22 let. Nejrychleji rostoucí provenience A 95 (15,0 m) odpoví



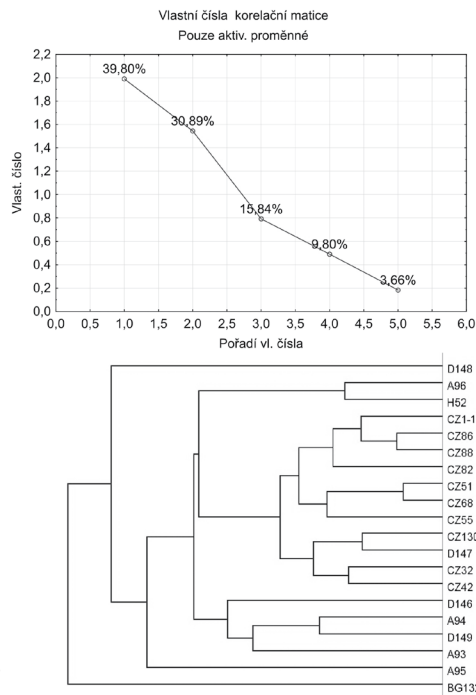
Obr. 4. Plocha č. 73: dvojný graf (PCA, PAST v. 2.07)
Fig. 4. Plot No. 73: biplot (PCA, PAST v. 2.07)



Obr. 6. Plocha č. 79: dvojný graf (PCA, PAST v. 2.07)
Fig. 6. Plot No. 79: biplot (PCA, PAST v. 2.07)



Obr. 5. Plocha č. 79: nahoře profilový graf a Cattelův graf (PCA, Statistica v. 10.0), dole dendrogram proměnných (CLU, Statistica v. 10.0) a dendrogram objektů (CLU, PAST v. 2.07)
Fig. 5. Research plot No. 79; clockwise from top left: profile chart, Cattel chart (PCA, Statistica v. 10.0), dendrogram of variables (CLU, Statistica v. 10.0), dendrogram of subjects (CLU, PAST v. 2.07)



vidá AVB 32 m (RVB 3), nejlépe rostoucí české provenience CZ 130 a CZ 82 (13,0 a 12,9 m) pak AVB 28 m (RVB 5).

Dosažené hodnoty výšek ve věku 36 let nelze mezi výzkumnými plochami č. 73 a č. 79 společně srovnávat, protože na nich rostou odlišná potomstva s různým geografickým původem v rámci evropského areálu výskytu jedle. Posuzovat by bylo možné pouze jednotlivé provenience, které rostou na obou plochách (tab. 1), souhrnně pak například všechny domácí provenience zastoupené na obou výsadbách, kterých je celkem osm. Jejich průměrná výška na ploše č. 73 činí 13,7 m a průměrná výčetní tloušťka 16,7 cm, na ploše č. 79 pak 12,1 m a 13,4 cm. Růst domácích potomstev je tedy o něco lepší na ploše č. 73.

Vzhledem k tomu, že výzkumné plochy č. 73 a č. 79 jsou přes svůj věk hodnoceny vůbec poprvé, není možno porovnat výsledky s růstem proveniencí v předchozím období. Srovnání 8 totožných proveniencí je však možné provést s výzkumnou plochou č. 59 – Trhanov, Pivoň ze stejné série, která se nachází v pro jedli příznivějších půdních a klimatických podmínkách (650 m n. m., průměrná roční teplota 6–7 °C, průměrné roční srážky 700–800 mm, LT 5V2 – vlhká jedlová bučina papratková a 5K7 – kyselá jedlová bučina metličková se štavelem). Plocha byla hodnocena ve věku 37–38 let (KÝVAL et al. 2012). Jiných 12 proveniencí lze porovnat s výsadbou č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice, která byla hodnocena ve věku 37 let (ČÁP et al. 2011). Půdní a klimatické podmínky pro pěstování jedle jsou i zde příznivější (750 m n. m., průměrná roční teplota 5,3 °C, srážky 1 050 mm, LT 6O1 – svěží smrková jedlina štavelová).

Zatímco na ploše č. 59 dosahovaly provenience A 95, BG 132 a H 52 podprůměrných výšek, patřily na ploše č. 79 mezi nejlépe hodnocené, což je zřejmě způsobeno jejich jižnějším původem, kdy jim vyhovuje nepatrně sušší podnebí Písecka. České provenience CZ 1-15 a CZ 88, které rostly na ploše č. 79 mírně nadprůměrně, naopak potvrzují své vyšší nároky na vlhkost a na plochách č. 59 a č. 76 se projeví jako jedny z nejlépe rostoucích. Italská provenience I 228 vykazuje na třech výzkumných plochách (č. 73, 76 a 79) jen velmi nízkou toleranci k podmínkám ČR. Pokud jde o slovenské provenience, se kterými se v době založení pokusu počítalo jako s možným zdrojem osiva pro ČR v případě jeho nedostatku, jsou i přes geografickou blízkost vesměs hodnoceny jako průměrné až podprůměrné.

Ve sledované sérii 1973–77 byla rovněž založena výzkumná plocha č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák (ČÁP et al. 2009), která se nachází v podmínkách pro růst jedle téměř extrémních (průměrné roční srážky 480 mm, 360 m n. m.). S hodnocenými píseckými plochami má společných 6 proveniencí. Např. slovenská provenience SK S₁ dosahuje ve 35 letech i zde pouze průměrné hodnoty (11,1 m). Bulharská provenience BG 132 s výškou 10,9 m průměr výsadby č. 57 převyšuje a prokazuje zde příznivost teplejšímu a suššímu klimatu, přestože pochází z vyšších nadmořských výšek, tj. z oblasti vyšších srážek a nižší průměrné teploty (5,1 °C). Česká provenience CZ 32 a německá D 146 pak na plochách č. 57 i č. 73 dosahují jen průměrné výšky.

Ze zahraničních prací se otázkou proměnlivosti jedle zabývali např. LEWANDOWSKI et al. (2001), kteří porovnávali 8 populací ze Sudet se 2 vzdálenějšími polskými populacemi s využitím analýzy isoenzymů. Sudetské populace se od odlehlejších jednotek odlišovaly, což autoři přisuzují vlivu průběhu jejich imigrace v postglaciálu. Na rozdíl od výsledků mezi populacemi byla vnitropopulační genetická diverzita jedlí nízká. Při hodnocení mortality sudetských a ostatních proveniencí jedle v rámci srovnávacího experimentu, který zahrnoval potomstva populací z území celého Polska, však rozdíly zjištěny nebyly (BARZDAJN 2009). Pokus byl však zatím hodnocen v příliš nízkém věku (výsadba založena 2004).

V jiném provenienčním experimentu s jedlí (SZELIGOWSKI et al. 2011), ve kterém je hodnoceno 5 polských a 1 německé potomstvo

ve věku 30 a 35 let, již vzájemné rozdíly ve schopnosti přežívání, růstu a životnosti zjištěny byly. Nejvyšší přežívání bylo zaznamenáno u německé provenience Schwarzwald (64,9 %) a polské Nieskurzów (59,3 %). Průměrná výška všech proveniencí ve 35 letech dosahovala 8,8 m, průměrná $d_{1,3}$ 8,2 cm.

Také v jiných oblastech je zjišťována odlišnost jedlových populací. Např. na západě Balkánského poloostrova prokázaly výsledky statistických analýz odlišnost chorvatských populací. Zřejmě zde byly v minulosti mnohem více zastoupeny populace z balkánských refugií, které však v současnosti stále více vytlačují jedle s apeninským původem (BALLIAN et al. 2012).

Z výše uvedeného je patrné, že i na menších územích je možno u jedle bělokoré předpokládat dostatečnou variabilitu, která může vést k diferencím mezi jejími různými populacemi. Prokazují to výsledky molekulárně-genetických analýz i provenienčních pokusů. Užití více-rozměrných technik při analýze růstových schopností ověřovaných proveniencí v podmínkách ČR, aplikované v této práci, se ukázalo rovněž jako dobře vyhovující.

ZÁVĚR

V rámci syntetického vyhodnocení výsledků biometrických šetření výškového a tloušťkového růstu na výzkumných plochách č. 73 a č. 74 s potomstvy proveniencí jedle bělokoré lze konstatovat, že nejlepších výsledků dosáhly dvě rakouské provenience A 95 – Gröbming, Steiermark a A 96 – Thal-Wechselgebiet a dále dvě české provenience CZ 88 – VLS Hořovice, Mirošov a CZ 130 – Nasavrky, Podhůra. Nejhorší syntetické výsledky hodnocení byly registrovány u rakouských proveniencí A 93 – Wörschachwald, Steiermark a A 94 – Schneegattern, Kobernussusserwald a jedné české provenience CZ 51 – VLS Lipník nad Bečvou, Podhoří.

Na ploše č. 73 vykazují na základě vícerozměrné analýzy pěti znaků vzájemnou podobnost provenience z ČR a Slovenska, ke kterým se dále přiřadily rakouská provenience A 96 a německá D 147. Podobnost vykazují i dvě rakouské provenience, avšak třetí rakouské potomstvo s nimi shluk netvoří. Nejvíce se odlišují italská I 230, bulharská BG 132 a také potomstva D 148 a I 228.

Na ploše č. 79 vytvořily velkou, avšak poměrně rozptýlenou skupinu české provenience. Vzájemnou podobnost vykazují i německé provenience, od nichž se však liší D 147. Rakouská potomstva společný shluk nevytvořila. Jako blízké se jeví maďarská provenience H 52 a rakouská A 96. Od ostatních se odlišují zejména bulharská provenience BG 132 a maďarská H 52.

Byla zjištěna pozitivní korelace srážek a nadmořských výšek, což je v souladu s faktem, že ve vyšších polohách mírného pásu se úhrn srážek (sníh ap.) zvyšuje. Nadmořská výška v sobě odráží údaj o průměrném ročním množství srážek i velikosti průměrné roční teploty (výjimku představují tzv. inverzní polohy). Byla zjištěna i logická pozitivní korelace výšky a výčetní tloušťky.

Získané poznatky mohou být využity při zajišťování reprodukčního materiálu a rozhodování o možnostech přenosu, příp. dovozu reprodukčního materiálu jedle bělokoré a dále při řešení otázek souvisejících s problematikou záchrany a reprodukce genetických zdrojů jedle bělokoré v měnících se podmínkách prostředí.

Poděkování:

Příspěvek vznikl s podporou projektu NAZV QI92A248 a výzkumného záměru MZE0002070203.

LITERATURA

- BALLIAN D., BOGUNIĆ F., BAJRIĆ M., KAJBA D., KRAIGHER H., KONNERT M. 2012. The genetic population study of Balkan silver fir (*Abies alba* Mill.). *Periodicum Biologorum*, 114: 55–65.
- BARZDAJN W. 2009. Adaptacja różnych pochodzeń jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) do warunków Sudetów. *Leśne Prace Badawcze*, 70 (1): 49–58.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2009. Vyhodnocení provenienční výzkumné plochy s jedlí bělokorou (*Abies alba* Mill.) č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák ve věku 35 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 33–43.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J., DOSTÁL J. 2011. Zhodnocení vývoje růstu jedle bělokore (*Abies alba* Mill.) na provenienční výzkumné ploše č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice do věku 37 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56: 107–117.
- ČERMÁK K., HOFMAN J., KREČMER V., ČABART J., SYROVÝ S. (eds.). 1955. Rozšíření dřevin podle místních názvů. In: *Lesnický a myslivecký atlas. Mapová část. Praha, Ústřední správa geodesie a kartografie: 29.*
- KAJBA D. 2001. The variability of silver fir: within a population and between different populations. In: Matić, S. et al. (eds.): *Obična jela (Abies alba Mill.) u Hrvatskoj. Zagreb, Akademija šumarskih znanosti: 355–364.*
- KÝVAL K., NOVOTNÝ P., KOBLIHA J., FRÝDL J., DOSTÁL J., ČÁP J. 2012. Růst evropských proveniencí jedle bělokore (*Abies alba* Mill.) na lokalitě v západních Čechách do věku 38 (37) let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57: 173–188.
- LEWANDOWSKI A., FILIPIAK M., BURCZYK J. 2001. Genetic variation of *Abies alba* Mill. in Polish part of Sudety Mts. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 70: 215–219.
- MEJNARTOWITCZ L. 1983. Genetyka. In: Białobok, S. (red.): *Jodła pospolita Abies alba Mill. Warszawa, Poznań, Wydawnictwo naukowe: 285–316.*
- MĚLOUN M., MILITKÝ J. 2004. *Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia: 954 s.*
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. *Lesnícky časopis*, 37 (1): 49–56.
- RUBNER K., REINHOLD F. 1953. *Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg, P. Parey Verlag: 288 s.*
- SVOBODA P. 1953. *Lesní dřeviny a jejich porosty. Praha, Brázda: 157 s.*
- SZELIGOWSKI H., BOLIBOK L., BURACZYK W., DROZDOWSKI S. 2011. Analiza wybranych cech jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na powierzchni proveniencyjnej w Rogowie. *Leśne Prace Badawcze*, 72: 225–231.
- Vyhláška MP č. 571/2004 Z. z., o zdrojoch reprodukčného materiálu lesných dřevín, jeho získavání, produkci a používání. 2004. *Zbierka zákonov. Slovenská republika*, 241: 5030–5094.
- Vyhláška MZe č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesa a o vymezení hospodářských souborů. 2003. In: *Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 62–76.*
- Vyhláška MZe č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování. 2003. In: *Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 77–136.*

EVALUATION OF TWO PROVENANCE PLOTS WITH SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) ON THE LOCALITY HŮRKY IN SOUTHERN BOHEMIA AT THE AGE OF 36 YEARS

SUMMARY

In this paper we summarize results of the evaluation of the performance of 25 silver fir provenances (Tab. 1–2; Fig. 2) on two research plots (No. 73 and 79) established in 1977 on the Training Forest District Hůrky near Písek in Southern Bohemia (Fig. 1). We assessed the provenances' growth characteristics at the age of 36 years (Tab. 3, 4 and Tab. 6, 7). The altitude (450 m a.s.l.) and the average annual rainfall (575 mm) are both below average for the source locations of the individual provenances. The range in altitudes at the home locations was 850 m from highest to lowest. The average annual temperatures of parent sites and evaluated research plots (7.5°C) were quite similar, with only the southern European sites of origin having a higher average annual temperature (up to 10.2°C). All these factors could influence the development of some of the provenances.

On the research plot No. 73, the mean height value across the entire research plot was 13.6 m. The greatest average heights occurred among the Austrian provenance A 96 – Thal-Wechselgebiet (15.3 m) and Czech provenances CZ 1-15 – Kamenice nad Lipou and CZ 130 – Nasavrky (14.7 m). The lowest height growth was displayed by the Austrian provenance A 93 – Wörschachwald (9.9 m). The mean DBH value estimation for this research plot is 16.5 cm. The highest DBH value was registered in case of provenances A 96 – Thal-Wechselgebiet and CZ 130 – Nasavrky (19.8 cm), while provenances I 228 – Vallombrosa (12.5 cm), A 93 – Wörschachwald (13.0 cm) and CZ 68 – Vyšší Brod (13.4 cm) have considerable lower DBH. The mean value of volume production per tree across the research plot was 0.135 m³, ranging from a high of 0.206 m³ by the Austrian provenance A 96 – Thal-Wechselgebiet to a low of 0.066 m³ by the Italian provenance I 228 – Vallombrosa. Within the studied provenances, Czech sources as a group performed near the average, either slightly above or below the group as a whole. The mean per-hectare stocking values were the highest for provenances CZ 42 – Lukov (267 m³.ha⁻¹) and CZ 82 – Vizovice (256 m³.ha⁻¹).

In the case of the research plot No. 73, it was verified that silver fir provenances from the Czech Republic are, according to analysis of five characteristics (height, DBH, altitude, average year temperature, average year rainfall) similar to each other. Provenances from Slovakia were similar to the Czech ones. However, provenances that originated from Bulgaria and Italy differ significantly from the Czech and Slovak provenances. Common similarity was found in case of two out of three Austrian provenances, while the third Austrian provenance differs from them.

As for additional planting located next to the research plot No. 73, there has been registered average height growth of evaluated four provenances between 13.4 m (I 230 – Spadola e Sarra S. Bruno) and 10.7 m (A 94 – Schneegattern). Average DBH values ranged from 25.0 cm (I 230) to 11.5 cm (A 94). The mean volume production estimation values varied from 0.369 m³ (I 230) to 0.060 m³ (A 94) and calculated average per-hectare tree stocking values for these provenances ranged from 114 m³.ha⁻¹ to 154 m³.ha⁻¹.

Mean height value for the research plot No. 79 was 11.4 m. The greatest average heights were found in the Austrian provenance A 95 – Gröbming (15.0 m), German provenance D 147 – Schwäb.-Fränkischer Wald (13.6 m) and Bulgarian provenance BG 132 – Rilskie gory (13.1 m), and considering only the Czech variants, the fastest-growing provenance was CZ 130 – Nasavrky (13.0 m). The lowest height growth exhibited the Austrian provenance A 94 – Schneegattern (10.5 m), followed by the Czech provenances CZ 88 – VLS Hořovice and CZ 51 – VLS Lipník nad Bečvou (both 11.2 m) and CZ 55 – Kašperské Hory (11.3 m). Mean DBH value for this research plot was 13.5 cm. The greatest DBH value was from the Austrian provenance A 95 – Gröbming (17.0 cm), following by Czech provenance CZ 82 – Vizovice (15.1 cm) and another Austrian provenance A 93 – Wörschachwald (14.9 cm). The lowest DBH was from the Bulgarian provenance BG 132 – Rilskie gory (12.0 cm); the lowest Czech provenances were CZ 68 – Vyšší Brod, CZ 51 VLS Lipník nad Bečvou (both of them 12.2 cm) and CZ 32 – Nýrsko (12.3 cm). The estimation of mean tree volume production was 0.083 m³, which is substantially less than the lowest values in the research plot No. 73. Provenances A 95 – Gröbming (0.164 m³) and CZ 82 – Vizovice (0.110 m³) displayed above average volume production. On the research plot No. 73, the lowest volume production (0.058 m³) has been found for provenance A 94 – Schneegattern. The average tree stock value was highest in case of the German provenance D 147 – Schwäb.-Fränkischer Wald (217 m³.ha⁻¹).

In the research plot No. 79, Czech provenances formed large, but rather scattered groups. German provenances also exhibited mutual similarity, except for provenance D 147. Austrian provenances failed to create a common cluster. Hungarian provenance H 52 and Austrian A 96 were found very close each other. In particular, Bulgarian provenance BG 132 and Hungarian H 52 distinguished from other tested variants.

There was a positive correlation of rainfall with altitudes in the research plots No. 73 and 79 (Fig. 3–6), this finding is consistent with the fact that level of precipitation (snow etc.) is increasing in temperate zones as altitude increases (mountains). Altitude values correspond with data on average annual amount of precipitation and about the size of the average annual temperature. We also found a positive correlation between height and stem thickness.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jiří Čáp, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jiloviště, Česká republika
tel.: +420 257 892 262; e-mail: cap@vulhm.cz