

RŮSTOVÁ REAKCE MLADÝCH DOUGLASKOVÝCH POROSTŮ NA PRVNÍ VÝCHOVNÉ ZÁSAHY

GROWTH RESPONSE OF YOUNG DOUGLAS-FIR STANDS TO FIRST THINNING APPLICATION

DAVID DUŠEK ✉ - MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK - JAKUB ČERNÝ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: dusek@vulhmop.cz

ABSTRACT

The paper deals with the first results from thinning experiments in the forest stands with both mixed and unmixed Douglas-fir. Douglas-fir reaction, expressed by diameter at the breast height (DBH) and height (H) increment 4-6 years after thinning application was evaluated. Five experimental series were established in 2010–2012. The age of the experimental stands at the time of experimental plot establishment ranged from 8 to 25 years. The plots are situated in Eastern and Southern Bohemia on acidic sites. Thinning led to accelerated diameter increment, whereas relationship between height increment and thinning remains unclear. Thinning also improved development of slenderness ratio (H/DBH), although in some plots the slenderness ratio continuously increased even after thinning, but slowly compared to control plots.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: douglaska tisolistá; porostní výchova; štíhlostní kvocient

Key words: Douglas-fir; stand thinning; slenderness ratio

ÚVOD

Douglaska tisolistá je nejrozšířenější introdukovanou dřevinou v lesích střední a západní Evropy (ŠINDELÁŘ, BERAN 2004) a dosahuje vyšší objemové produkce než naše hospodářsky nejdůležitější dřevina smrk (KANTOR et al. 2001; KANTOR 2008; KANTOR, MAREŠ 2009; TAUCHMAN et al. 2010). Douglaska je považována za relativně rezistentní vůči abiotickým i biotickým škodlivým činitelům. Z vážnějších ohrožení lze jmenovat napadení sypavkou *Phaeocryptopus gaeumannii* (PEŠKOVÁ 2003; WEISKITTEL et al. 2007; MAGUIRE et al. 2011) a václavkou *Armillaria ostoyae* (ENTRY et al. 1991; CRUICKSHANK et al. 1997). Na bývalých zemědělských půdách se může ve vyšší míře vyskytovat hniloba kořenového systému (MAUER, HOUŠKOVÁ 2014). U douglasky nebyl zjištěn výrazně negativní vliv na půdu a její humusové formy (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; PODRÁZSKÝ et al. 2010). Zastoupení douglasky v porostech smrku ztepilého zvyšuje druhovou bohatost podrostu (PODRÁZSKÝ et al. 2011, 2014), avšak může tlumit a snižovat druhovou diverzitu hub a výskyt některých skupin členovců (SCHMID et al. 2014). Na kyselých stanovištích nižších a středních poloh byl zjištěn vysoký potenciál její přirozené obnovy (BUŠINA 2007; KANTOR et al. 2010).

V lesích na území České republiky má douglaska zastoupení 0,22 % z celkové porostní plochy (VAŠÍČEK 2014), což kontrastuje s jejím vyšším zastoupením v některých západoevropských zemích (např. Německo, Francie, Velká Británie), kde je douglaska vzhledem ke svým ekologickým nárokům považována za perspektivní dřevinu v souvislosti s probíhající klimatickou změnou (RAIS et al. 2014). Navzdory svému nízkému zastoupení douglaska v České republice velmi dobře splňuje požadavky kladené na lesní dřeviny přicházející v úvahu pro introdukci (ŠINDELÁŘ, BERAN 2004). Při obecném trendu ústupu od monokulturního hospodaření s ohledem na ekologickou a statickou stabilitu lesních porostů se předpokládá primární využití douglasky ve směsích s dalšími domácimi, případně i introdukovanými dřevinami. Ve vazbě na uvedenou skutečnost vyvstává zásadní otázka vhodné strategie porostní výchovy takto založených porostů. Současné poznatky o reakci douglasky na výchovné zásahy a její růstové dynamice pochází převážně ze zahraničních literárních zdrojů (např. DOUGLAS, CHIANG 1979; DAVIS et al. 2007; THURM et al. 2016), poněvadž prozatím nebyl hodnocen rozsáhlejší datový soubor o pěstování douglasky tisolisté ve směsích v podmínkách České republiky (BARTOŠ, KACÁLEK 2011).

Cílem příspěvku bylo: (1) vyhodnocení růstové reakce mladých porostů douglasky čtyři až šest let po výchovných zásadách a (2) vyhodnocení vývoje stíhlostního kvocientu jakožto jednoho ze základních ukazatelů budoucí statické stability nejen jednotlivých stromů, ale i celého lesního porostu. Pracovní hypotézou byla předpokládána akcelerace tloušťkového přírůstu v reakci na výchovné zásady, která povede k příznivějšímu vývoji stíhlostního kvocientu, a tím ke snížení rizika poškození porostů sněhem a větrem.

MATERIÁL A METODIKA

V předkládané studii byla vyhodnocena růstová reakce douglasky čtyři až šest let po výchovných zásadách na jedenácti párech (kontrolní bezzásahová varianta vs. zásah) experimentálních ploch. Hodnocení růstové reakce přimíšených dřevin přesahuje cíle práce, a tudíž nebylo v prezentované studii provedeno. Páry ploch byly vždy v rámci stejné lokality označeny římskými číslicemi. Výměra jednotlivých čtvercových ploch činí 0,04 ha (tj. 20 m × 20 m) s výjimkou experimentu „Písek mlazina“, kde byly s ohledem na porostní hustotu vytýčeny plochy o výměře 0,01 ha (tj. 10 m × 10 m). Věk porostů se v době založení pohyboval v rozmezí od 8 do 25 let a kromě douglasky v nich byly zastoupeny další přimíšené dřeviny uvedené v tab. 1.

Mlaziny experimentu „Písek mlazina“ (49°15'58'' N, 14°09'19'' E) pochází z přirozené obnovy o počáteční hektarové hustotě 13 000 až 53 000 ks.ha⁻¹ bez příměsí dalších dřevin. Při výchovném zásahu bylo ponecháno 2 000 ks.ha⁻¹ víceméně pravidelně rozmístěných po ploše. Výčetní kruhová základna (G_{1,3}) byla zásahem zredukována o 70 %, 80 % a 50 % (Písek mlazina I, II a III). Na kontrolních plochách byl vyznačen stejný počet „srovnávacích“ stromů pro porovnávací měření, ostatní jedinci byly ponechány, ale nebyli měřeni (tab. 2).

Experiment „Odolov“ (50°32'10'' N, 16°05'11'' E) byl založen v porostu vzniklém výsadbou o hustotě cca 4 000 jedinců na hektar. Negativním podúrovňovým zásahem bylo odebráno 71 % (Odolov I) a 73 % (Odolov II) všech jedinců, douglasek bylo odebráno 71 % a 70 % z původního počtu. G_{1,3} všech dřevin byla zredukována o 60 % a 65 %, G_{1,3} douglasky o 60 % a 63 % (tab. 3).

Porosty na experimentu „Polánky“ (50°12'19'' N, 16°01'40'' E) vznikly přirozenou obnovou o hustotě cca 8 000 ks na hektar. Experimentální zásah spočíval v odstranění 69 % (Polánky I) a 50 % (Polánky II) všech stromů negativním výběrem v podúrovni. V rámci tohoto zásahu bylo odstraněno 69 % (Polánky I) a 50 % (Polánky II) douglasek. G_{1,3} všech dřevin byla zredukována o 58 % a 50 %, G_{1,3} douglasky o 58 % a 46 % (tab. 4).

Experiment „Havlovice“ (50°28'35'' N, 16°01'11'' E) byl založen v porostu původem z umělé obnovy o počáteční hustotě 3 500 ks.ha⁻¹. Negativním podúrovňovým zásahem bylo odebráno 52 % (Havlovice I) a 58 % (Havlovice II) všech stromů, douglasek bylo odebráno 47 % a 49 % z původního počtu. G_{1,3} všech dřevin byla zredukována o 36 % a 47 %, G_{1,3} douglasky o 33 % a 39 % (tab. 5).

Porosty na experimentu „Písek chata“ (49°15'25'' N, 14°10'50'' E) byly založeny umělou obnovou o hustotě cca 24 000 ks na hektar. Negativním výběrem v podúrovni bylo odstraněno 52 % (Písek chata I) a 48 % (Písek chata II) jedinců všech dřevin, douglasek bylo odstraněno 46 % a 62 %. G_{1,3} všech dřevin byla zredukována o 34 % a 25 %, G_{1,3} douglasky o 27 % a 42 % (tab. 6).

Každoročně na konci vegetační sezóny (říjen–listopad) bylo provedeno měření výčetních tlouštěk všech stromů průměrkou s přesností 0,1 cm a výšek souboru náhodně vybraných stromů reprezentujících celé tloušťkové spektrum výškoměrem (Vertex® Laser VL5; Haglöf, Švédsko) s přesností ca 0,5 m. Pouze v případě experimentu „Písek mlazina“ byly měřeny výšky všech jedinců předem stanoveného souboru „srovnávacích“ stromů. Výškové křivky byly vypočítány dle publikace NÄSLUND (1937). Střední kmen byl vypočítán jako střední kvadratická tloušťka. Tloušťkový (a analogicky i výškový) přírůst středního kmene byl přepočítán na průměrný roční přírůst podle rovnice:

$$iD = \frac{D_{\text{konec periody}} - D_{\text{začátek periody}}}{\text{počet let periody}}$$

kde D – výčetní tloušťka kmene 1,3 m nad zemí.

Tab. 1.

Základní charakteristika experimentálních ploch
Basic characteristic of experimental plots

Lokalita/ Locality	Věk/ Age*	Rok založení/ Founded	Dřevina/ Species	Zastoupení DG/ Douglas-fir share** (%)	SLT/ Ecosite
Písek Mlazina I	8	2011	DG	100	3K
Písek Mlazina II	8	2011	DG	100	3K
Písek Mlazina III	8	2011	DG	100	3K
Odolov I	11	2012	DG, JR, BR, BK	90	5K
Odolov II	11	2012	DG, JR, BR,	94	5K
Polánky I	17	2010	DG	100	2K
Polánky II	17	2010	DG, BO, SM	37	2K
Havlovice I	24	2012	DG, SM, MD	95	4S
Havlovice II	24	2012	DG, SM, MD	85	4S
Písek Chata I	25	2011	DG, SM	41	3K
Písek Chata II	25	2011	DG, SM, MD, JD	21	3K

DG – Douglas-fir, BO – Scots pine, SM – Norway spruce, MD – European larch, JD – silver fir, BK – European beech, BR – birch, JR – mountain ash, 2K – *Fagetum - Quercetum acidophilum*, 3K – *Querceto - Fagetum acidophilum*, 5K – *Abieto - Fagetum acidophilum*, 4S – *Fagetum mesotrophicum*

*věk v době založení zkusné plochy/age at the time of experimental plot establishment

**počítáno z výčetní kruhové základny v době založení experimentu/share of basal area at the time of experimental plot establishment

Přírůstová reakce douglasky v porovnání s kontrolními plochami byla jednak vyhodnocena graficky, jednak formálně pomocí statistického testu. Parametrická ANOVA byla použita pro blokové uspořádání. Výsledky uvedeného testu byly formálně shodné s výsledky parametrického párového t-testu. Ve výsledcích jsou uvedeny směrodatné odchylky rozdílu (SE) mezi kontrolní a zásahovou variantou, hodnotou F statistiky s příslušnými stupni volnosti a hladinou významnosti (p-hodnota). Analýzy byly provedeny ve statistickém programovacím jazyce R (R Development Core Team 2011).

VÝSLEDKY

Průměrný roční tloušťkový přírůst středního kmene douglasky se pohyboval v rozmezí od 0,2 cm do 0,8 cm na kontrolních a od 0,3 cm do 1,2 cm na zásahových plochách. Střední kmen douglasky vychovávaných porostů reagoval zvýšeným tloušťkovým přírůstem v porovnání s plochami kontrolními (viz obr. 1A). Průměrný roční tloušťkový přírůst dosahoval na vychovávaných plochách v průměru o 0,2 cm vyšších hodnot než na kontrolní variantě (SE = 0,06; $F_{1;10} = 13,4$; p-hodnota = 0,004).

Tab. 2.

Písek Mlazina – základní porostní charakteristiky

Písek Mlazina – basic stand characteristics

	Rok/Year	Věk/Age	N (ks.ha ⁻¹)	G _{1,3} (m ² .ha ⁻¹)	D (cm)	H (m)	H/D
Zásah/ Thinned I	2011	8	2000*	0,8	2,3	3,0	130
	2016	13	1100	1,5	4,2	4,7	112
	2011	8	24000	3,1	1,3	2,1	162
	2011	8	1900	0,9	2,4	3,4	142
	2016	13	1300	3,4	5,8	5,4	93
	2011	8	2000*	1,1	2,6	3,3	127
Zásah/ Thinned II	2016	13	1800	5,1	6,0	6,4	107
	2011	8	52800	3,0	0,9	1,9	211
	2011	8	2000	0,6	1,9	2,8	147
	2016	13	1900	3,4	4,8	4,8	100
	2011	8	2000*	0,7	2,1	2,8	133
	2016	13	2000	5,5	5,9	6,3	107
Zásah/ Thinned III	2011	8	12900	1,2	1,1	1,9	173
	2011	8	2000	0,6	1,9	2,5	132
	2016	13	2000	5,1	5,7	5,5	96

N – počet stromů na ha; G_{1,3} – výčetní kruhová základna ve výšce 1,3 m nad zemí; D – výčetní tloušťka středního kmene ve výšce 1,3 m nad zemí; H – výška středního kmene; H/D – štíhlostní kvocient středního kmene

N – number of trees per hectare; G_{1,3} – basal area at the breast height; D – diameter at breast height of mean stem; H – height of mean stem; H/D – slenderness ratio of mean stem

*pouze soubor srovnávacích stromů/sample of comparative trees only

Tab. 3.

Odolov – základní porostní charakteristiky

Odolov – basic stand characteristics

	Rok/Year	Věk/Age	N (ks.ha ⁻¹)	G _{1,3} (m ² .ha ⁻¹)	D (cm)	H (m)	H/D
Kontrola/ Control I	2012	11	3350	19,8	8,7	7,9	91
	2012	11	2900	18,5	9,0	8,1	90
	2016	16	2900	29,6	11,4	11,0	96
Zásah/ Thinned I	2012	11	3250	12,9	7,1	6,8	96
	2012	11	950	5,1	8,3	7,7	93
	2016	16	950	12,4	13,0	12,8	84
Kontrola/ Control II	2012	11	2750	13,7	8,0	7,2	90
	2012	11	2150	12,2	8,5	7,4	87
	2016	16	2100	21,4	11,4	10,4	91
Zásah/ Thinned II	2012	11	3650	15,3	7,3	6,8	93
	2012	11	1100	5,6	8,1	7,2	89
	2016	16	1050	13,9	12,9	10,4	80

Vysvětlivky – viz tab. 2/For captions see Tab. 2

Tab. 4.

Polánky – základní porostní charakteristiky
Polánky – basic stand characteristics

	Rok/Year	Věk/Age	N (ks.ha ⁻¹)	G _{1,3} (m ² .ha ⁻¹)	D (cm)	H (m)	H/D
Kontrola/ Control I	2010	17	3200	20,3	9,1	9,2	101
	2010	17	3175	20,2	9,1	9,2	101
	2016	23	2850	27,6	11,1	13,7	123
Zásah/ Thinned I	2010	17	4150	20,4	7,9	9,1	116
	2010	17	1300	8,6	9,3	9,9	106
	2016	23	1250	17,9	13,5	13,5	100
Kontrola/ Control II	2010	17	5775	10,4	4,8	5,4	113
	2010	17	5625	10,2	4,8	5,4	113
	2016	23	4150	11,0	5,8	7,7	133
Zásah/ Thinned II	2010	17	4125	6,8	4,5	5,1	113
	2010	17	2050	3,6	4,6	5,1	111
	2016	23	1725	5,7	6,5	8,2	126

Vysvětlivky – viz tab. 2/For captions see Tab. 2

Tab. 5.

Havlovice – základní porostní charakteristiky
Havlovice – basic stand characteristics

	Rok/Year	Věk/Age	N (ks.ha ⁻¹)	G _{1,3} (m ² .ha ⁻¹)	D (cm)	H (m)	H/D
Kontrola/ Control I	2012	24	1050	27,7	18,3	18,0	98
	2012	24	1050	26,9	18,3	18,0	98
	2016	28	1050	35,3	20,7	19,7	95
Zásah/ Thinned I	2012	24	1175	26,6	17,0	17,4	103
	2012	24	625	17,9	19,1	18,3	96
	2016	28	625	24,4	22,3	21,4	96
Kontrola/ Control II	2012	24	1025	22,0	16,5	17,1	104
	2012	24	1025	22,0	16,5	17,1	104
	2016	28	1000	26,9	18,5	19,7	106
Zásah/ Thinned II	2012	24	1225	28,4	17,2	17,4	102
	2012	24	625	17,2	18,7	18,1	97
	2016	28	625	23,8	22,0	20,8	95

Vysvětlivky – viz tab. 2/For captions see Tab. 2

Tab. 6.

Písek chata – základní porostní charakteristiky
Písek chata – basic stand characteristics

	Rok/Year	Věk/Age	N (ks.ha ⁻¹)	G _{1,3} (m ² .ha ⁻¹)	D (cm)	H (m)	H/D
Kontrola/ Control I	2011	25	775	18,5	17,5	17,5	100
	2011	25	775	18,5	17,5	17,5	100
	2016	30	775	22,7	19,3	21,1	109
Zásah/ Thinned I	2011	25	700	13,4	15,6	16,0	103
	2011	25	375	9,7	18,2	17,4	96
	2016	30	375	12,9	20,9	21,7	104
Kontrola/ Control II	2011	25	425	7,3	14,8	16,0	108
	2011	25	425	7,3	14,8	16,0	108
	2016	30	425	9,1	16,5	19,9	121
Zásah/ Thinned II	2011	25	525	6,6	12,6	14,9	118
	2011	25	200	3,8	15,6	15,0	96
	2016	30	200	4,8	17,4	18,3	105

Vysvětlivky – viz tab. 2/For captions see Tab. 2

Průměrný roční výškový přírůst středního kmene douglasky se pohyboval v intervalu od 0,3 m do 0,8 m na kontrolních a od 0,4 m do 0,9 m na zásahových plochách. Reakce výškového přírůstu douglasky na výchovné zásahy nebyla jednoznačná (obr. 1B). Rozdíl ve výškovém přírůstu zásahových a kontrolních ploch byl v průměru pouze 0,02 m (SE = 0,05; $F_{1;10} = 0,11$; p-hodnota = 0,75).

Poměr průměrného ročního výškového a tloušťkového přírůstu středního kmene byl v deseti z jedenácti případech příznivější na zásahové variantě (obr. 1C). Průměr na kontrole činil 1,44 a průměr na zásahu 1,01, tedy s rozdílem -0,43 (SE = 0,12; $F_{1;10} = 13,04$; p-hodnota = 0,005). Na nejmladších plochách experimentu „Písek Mlazina“ došlo k výraznému poklesu štíhlostního kvocientu středního kmene na obou srovnávaných variantách. V ostatních případech štíhlostní kvocient jen slabě rostl nebo poklesl. Ve většině případů (s výjimkou „Havlovice I“) však byl zaznamenán příznivější vývoj na zásahových plochách (obr. 1D).

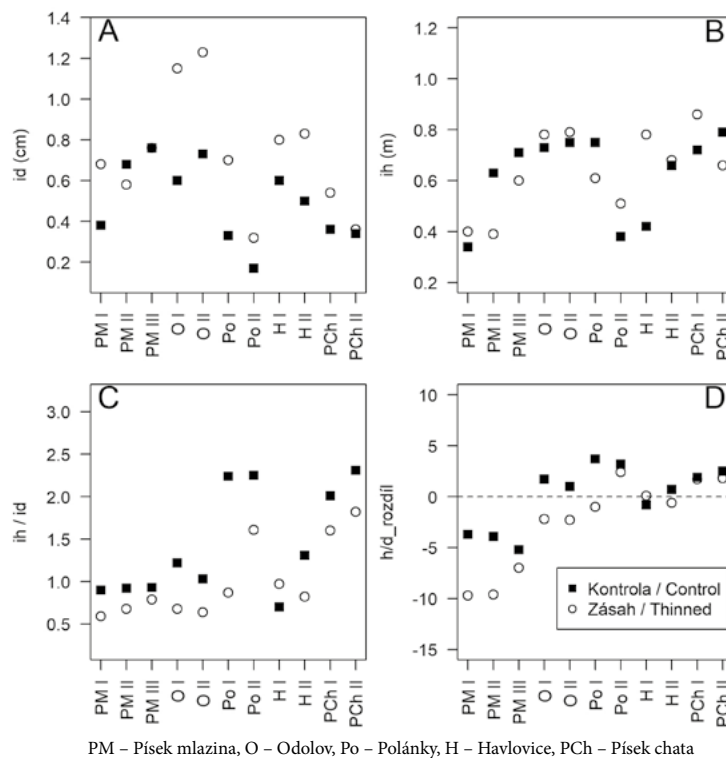
DISKUSE

REUKEMA (1975) doporučuje zahájit první předkomerční probírky v douglaskových porostech při střední porostní výšce 3–5 m, ve věku 10–15 let, přičemž síla zásahu je odvislá od požadované střední tloušťky při těžbě prvních komerčně použitelných sortimentů. Pokud je např. žádoucí dosažení tloušťky 20 cm, měl by předkomerční zásah vést k redukci hektarového počtu jedinců na 1 000 ks, při požadované tloušťce 25 cm k redukci na 750 ks. Z tohoto pohledu lze považovat provedené výchovné zásahy v rámci předkládané studie za relativně mírné a s výjimkou experimentu „Písek mlazina“ i za poněkud opožděné. Uvedené doporučení se však vztahuje na porosty v podmínkách

USA a jejich uplatnění bude zapotřebí ve středoevropských podmínkách verifikovat.

Aplikaci podúrovňových zásahů ve stejnověkových porostech douglasky doporučuje EMINGHAM et al. (2007), zejména s ohledem na skutečnost, že nadúrovňová i úrovňová jedinci představují největší procentuální podíl na růstu a zásobě porostu. Tito jedinci se podílejí na značné části objemového přírůstu také v nevychovaných porostech (O'HARA 1988). Určité riziko může představovat silný výchovný zásah v porostech napadených sypavkou, kde dochází k redukci růstu porostní zásoby (MAINWARING et al. 2005). Výchovné zásahy mohou také sehrát pozitivní roli při budování vícevrstevných porostů. COLE a NEWTON (2013) považují výchovu douglasky v hlavní porostní úrovni za nezbytné opatření pro růst a zdárný vývoj podsadeb. Pozitivní vliv výchovy na množství a přežívání semenáčků zaznamenali BAILEY, TAPPEINER (1998) nebo PUETTMANN et al. (2013). Ve sledovaných experimentech prezentované studie však vzhledem k věku a hustotě hlavního porostu nebyla pozorována žádná současná přirozená obnova.

Zaznamenaná pozitivní reakce tloušťkového přírůstu douglasky na výchovné zásahy v rámci prezentovaného výzkumu je v souladu se zjištěními dalších autorů. Zvýšený tloušťkový přírůst a náznaky stabilizace uvolněných douglasek již po první růstové periodě uvádí např. HEIN et al. (2008) nebo KLÄDTKE et al. (2012). OMULE (1985) na základě experimentů s porostní výchovou mladých douglaskových porostů v Britské Kolumbii uvádí, že výchovné zásahy vedly ke zvýšení tloušťkového přírůstu bez ztlačení ovlivnění přírůstu výškového. Naopak STEELE (1955) po 42 letech sledování experimentu v jihozápadním Washingtonu uvádí, že výchova započatá v devítiletém douglaskovém porostu vedla k výrazně vyššímu výškovému přírůstu ve srovnání s kontrolní bezzásahovou plochou.



Obr. 1.

Průměrný roční tloušťkový přírůst (A) středního kmene, průměrný roční výškový přírůst (B), poměr výškového a tloušťkového přírůstu (C), průměrná roční změna štíhlostního kvocientu (D)

Fig. 1.

Mean annual increment of mean stem diameter (A), mean annual increment of mean stem height (B), height-diameter increment ratio (C), mean annual difference of slenderness quotient (D)

Štíhlostní kvocient středního kmene lze na všech experimentálních plochách považovat za poměrně vysoký. Např. FABER (1975) považuje za bezpečnou hodnotu pro douglasku 50–60. Pro smrk je považována za přijatelnou hodnota ca 80 (ABETZ 1987). Tyto údaje se však vztahují na starší porosty ve fázi kmenoviny. Vzhledem k tomu, že v našich experimentech nejlépe z hlediska snížení štíhlostního kvocientu reagovaly nejmladší porosty, předpokládáme, že pouze včasná výchova již od stadia mlazin může vést k dosažení žádoucí stability ve starších porostech.

ZÁVĚR

Douglaska v mladém věku poměrně dobře reaguje na výchovné zásahy zvýšením tloušťkovým přírůstem. Vzhledem k vyšší růstové dynamice douglasky tisolisté lze v dlouhodobějším časovém horizontu předpokládat rychlejší dosažení kvalitních a komerčně zajímavých sortimentů dříví.

Vliv výchovných zásahů na výškový přírůst není obecně jednoznačný. Z našich experimentálních dat lze usuzovat, že rekce douglasky na výchovné zásahy je z hlediska výškového přírůstu zanedbatelná.

Vývoj štíhlostního kvocientu je příznivější ve vychovávaných porostech. Přesto i zde může po výchovném zásahu dojít k dalšímu zvyšování štíhlostního kvocientu, tempo tohoto zvyšování je však nižší v porovnání s nevychovanými porosty. K největšímu poklesu štíhlostního kvocientu došlo na zásahových plochách v nejmladších porostech ve stadiu mlaziny. To ukazuje na potřebu včasného zahájení aktivní porostní výchovy douglasky, kdy opožděnými zásahy ve stadiu tyčovin a tyčovin již nemusí docházet k relevantnímu zlepšení statické stability jednotlivých stromů i celých porostů.

Poděkování:

Příspěvek byl vypracován v rámci podpory projektu NAZV QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR“ a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0117 (č. j. 6779/2017- MZE-14151).

LITERATURA

- ABETZ P. 1987. Why the crop tree aligned thinning systém (ZB-Df) increased the stability and productivity of stands. In: Knutell H. (ed.): Development of thinning systems to reduce stand damage. Proceedings of the meeting of IUFRO Project group P 4.02 and and Subject group S.1.05-05, Scandinavia, 9–8 June 1987. Garpengerg, Institutionen: 35–42.
- BAILEY J.D., TAPPEINER J.C. 1998. Effects of thinning on structural development in 40- to 100-year-old Douglas-fir stands in western Oregon. *Forest Ecology and Management*, 108: 99–113. DOI: 10.1016/S0378-1127(98)00216-3
- BARTOŠ J., KACÁLEK D. 2011. Douglaska tisolistá – dřevina vhodná k zalesňování bývalých zemědělských půd. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (Special): 6–13.
- BUŠINA F. 2007. Natural regeneration of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in forest stands of Hůrky Training Forest District, Higher Forestry School and Secondary Forestry School in Písek. *Journal of Forest Science*, 53 (1): 20–34.
- COLE E.C., NEWTON M. 2013. Westside thinning and underplanting study in 50- to 55-year-old Douglas-fir and Douglas-fir/hemlock stands. In: Anderson P.D., Ronnenberg K.L. (eds.): Density management in the 21st century: west side story. Proceedings of the Density Management Workshop, 4–6 October 2011, Cornvallis, Oregon. Portland, U.S. Dept. of Agriculture Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 114. General Technical Report PNW-GTR, 880.
- CRUICKHANK M.G., MORRISON D.J., PUNJA Z.K. 1997. Incidence of *Armillaria* species in precommercial thinning stumps and spread of *Armillaria ostoyae* to adjacent Douglas-fir trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 27 (4): 481–490. DOI: 10.1139/x96-185
- DAVIS L.R., PUETTMANN K.J., TUCKER G.F. 2007. Overstory response to alternative thinning treatments in young Douglas-fir forests of Western Oregon. *Northwest Science*, 81 (1): 1–14. DOI: 10.3955/0029-344X-81.1.1
- DOUGLAS B.J., CHIANG K. 1979. Optimizing thinning in Douglas-fir with three descriptor dynamic programming to account for accelerated diameter growth. *Forest Science*, 25 (4): 665–672.
- EMINGHAM W., FLETCHER R., FITZGERALD S.A., BENNETT M. 2007. Comparing tree and stand volume growth response to low and crown thinning in young natural Douglas-fir stands. *Western Journal of Applied Forestry*, 22 (2): 124–133. DOI: 10.1093/wjaf/22.2.124
- ENTRY J.A., CROMACK K. jr., KELSEY R.G., MARTIN N.E. 1991. Response of Douglas-fir to infection by *Armillaria ostoyae* after thinning or thinning plus fertilization. *Phytopathology*, 81 (6): 682–689. DOI: 10.1094/Phyto-81-682
- FABER P.J., SISSINGH G. 1975. Stability of stands to wind: [1] a theoretical approach [2] the practical viewpoint. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift*, 47: 179–193.
- HEIN S., WEISKITTEL A.R., KOHNLE U. 2008. Effect of wide spacing on tree growth, branch and sapwood properties of young Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] in south-western Germany. *European Journal of Forest Research*, 127: 481–493. DOI: 10.1007/s10342-008-0231-9
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001. Production capacity of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in mixed stand. *Ekológia (Bratislava)*, 20: 5–14.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 54 (7): 321–332.
- KANTOR P., MAREŠ R. 2009. Production potential of Douglas fir in acid sites of Hůrky Training Forest District, Secondary Forest School in Písek. *Journal of Forest Science*, 55 (7): 312–322.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*/MIRB./FRANCO) a její přirozená obnova na školním poli Hůrky středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (4): 251–263.
- KLÄDTKE J., KOHNLE U., KUBLIN E., EHRING A., PRETZSCH H. 2012. Growth and value production of Douglas-fir under varying stand densities. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 163 (3): 96–104. DOI: 10.3188/szf.2012.0096
- MAGUIRE D.A., MAINWARING D.B., KANASKIE A. 2011. Ten-year growth and mortality in young Douglas-fir stands experiencing a range in Swiss needle cast severity. *Canadian Journal of Forest Research*, 41: 2064–2076. DOI: 10.1139/x11-114
- MAINWARING D.B., MAGUIRE D.A., KANASKIE A., BRANDT J. 2005. Growth responses to commercial thinning in Douglas-fir stands with varying severity of Swiss needle cast in Oregon, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, 35 (10): 2394–2402. DOI: 10.1139/x05-164
- MAUER O., HOUSKOVÁ K. 2014. Stav a vývin kořenového systému douglasky tisolisté na zemědělských půdách. In: Slodičák et al. (ed.): Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních

- směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 168–191.
- NÄSLUND M. 1937. Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. In: Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Stockholm, 29: 121–169.
- O`HARA K.L. 1988. Stand structure and growing space efficiency following thinning in an even-aged Douglas-fir stand. Canadian Journal of Forest Research, 18 (7): 859–866. DOI: 10.1139/x88-132
- OMULE S.A.Y. 1985. Response of coastal Douglas-fir to precommercial thinning on a medium site in British Columbia. British Columbia, Ministry of Forests: 56 s. Research Note 100.
- PEŠKOVÁ V. 2003. Nebezpečné sypavky na douglasce v České republice. Lesnická práce, 82: 244–245.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu, 53 (1): 29–36.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., TAUCHMAN P., HART V. 2010. Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 55 (1): 12–18.
- PODRÁZSKÝ V., VIEWEGH J., MATĚJKA K. 2011. Vliv douglasky na rostlinná společenstva lesů ve srovnání s jinými dřevinami. Zprávy lesnického výzkumu, 56 (Special): 44–51.
- PODRÁZSKÝ V., MARTINÍK A., MATĚJKA K., VIEWEGH J. 2014. Effects of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) on understorey layer species diversity in managed forests. Journal of Forest Science, 60: 263–271.
- PUETTMANN K.J., DODSON E.K., ARES A., BERGER C.A. 2013. Short-term responses of overstorey and understorey vegetation to thinning treatments: a tale of two studies. In: Anderson P.D., Ronnenberg K.L. (eds.): Density management in the 21st century: west side story. Proceedings of the Density Management Workshop, 4–6 October 2011, Corvallis, Oregon. Portland, U.S. Dept. of Agriculture Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 44–58. General Technical Report PNW-GTR, 880.
- R Development Core Team. 2011: R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupné na/Available on: <http://www.R-project.org/>.
- RAIS A., KUILEN J.W.G. VAN DE, PRETZSCH H. 2014. Growth reaction patterns of tree height, diameter, and volume of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) under acute drought stress in Southern Germany. European Journal of Forest Research, 133: 1043–1056.
- REUKEMA D.L. 1975 Guidelines for precommercial thinning of Douglas-fir. Portland, Oregon, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station: 10 s. General Technical Report, PNW-30: 10 s.
- SCHMID M., PAUTASSO M., HOLDENRIEDER O. 2014. Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. European Journal of Forest Research, 133: 13–29. DOI: 10.1007/s10342-013-0745-7
- STEELE R.W. 1955. Thinning nine-year-old Douglas fir by spacing and dominance methods. Northwest Science, 29 (2): 84–89.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2004. K některým aktuálním problémům pěstování douglasky tisolisté. Orientační studie. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 34 s.
- TAUCHMAN P., HARTL V., REMEŠ J. 2010. Srovnání produkce porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRBEL/Franco) s porostem smrku ztepilého (*Picea abies* L. KARST) a stanovištěně původním smíšeným porostem středního věku na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. Zprávy lesnického výzkumu, 55 (3): 187–194.
- THURM E.A., UHL E., PRETZSCH H. 2016. Mixture reduces climate sensitivity of Douglas-fir stem growth. Forest Ecology and Management, 376: 205–220. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.06.020
- V AŠÍČEK J. 2014. Douglaska tisolistá v číslech. In: Douglaska, dřevina roku 2014. Sborník z konference 2. – 3. 9. 2014, Křtiny. S. l., Česká lesnická společnost: 20–25.
- WEISKITTEL A.R., MAGUIRE D.A., MONSERUD R.A. 2007. Response of branch growth and mortality to silvicultural treatments in coastal Douglas-fir plantations: Implications for predicting tree growth. Forest Ecology and Management, 251 (3): 182–194. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.06.007

GROWTH RESPONSE OF YOUNG DOUGLAS-FIR STANDS TO FIRST THINNING APPLICATION

SUMMARY

Douglas-fir is the most common allochthonous woody species in the forests of Central and Western Europe. Its volume production of wood is higher compared to the most commercially important native species – Norway spruce. Douglas-fir is relatively resistant to harmful biotic and abiotic factors. Thus, the species is suitable for introduction in the forests of the Czech Republic, especially in the context of ongoing climatic changes. Contemporary share of Douglas-fir in the forests of the Czech Republic is relatively low, approximately 0.22% of forest area. Because of common trends aiming toward more stable forest wood composition, main attention should be paid to forest measurements in a mixed stand. Experimental data from mixed stands with Douglas-fir originated mainly from foreign countries (Western Europe and North America), and experience from the Czech Republic is scarce. The paper deals with Douglas-fir growth reaction to thinning investigated in young mixed and unmixed stands in five experiments founded in the Czech Republic. The objective of the paper is to evaluate diameter and height growth 4–6 years after thinning application. The particular attention is paid to development of slenderness ratio, which is one of the most important indicators of tree and stand stability.

The age of experimental stands ranged from eight to twenty five years (Tab. 1). Initial stand density ranged from 53,000 trees per hectare (experiment "Písek Mlazina") to 3,500 trees per hectare. The stands originated both from natural and artificial regeneration. The five experiments consisted of pairs of plots: control without thinning and comparable plot with thinning. Totally, eleven pairs were founded. The area of particular plot is 0.04 ha (0.01 ha in the youngest experiment "Písek Mlazina"). Roman numerals denote particular pairs within the same localities.

DBH and H of selected target trees were measured yearly. Mean stem was calculated as mean quadratic diameter; diameter and height growth was expressed as mean annual increment. Growth reaction of Douglas-fir was evaluated graphically and by ANOVA with complete block design. We calculated standard error of differences (SE) for treatment differences as a measure of accuracy of calculation of treatment effect. Growth reaction of other species is not evaluated in the paper.

Mean annual increment of mean stem diameter ranged from 0.2 cm to 0.8 cm in control, and from 0.3 cm to 1.2 cm in thinned plots. Mean annual increment was about 0.2 cm higher in thinned treatment (SE = 0.06; $F_{1,10} = 13.4$; p-value = 0.004). Mean annual height increment ranged from 0.3 m to 0.8 m in control, and from 0.4 m to 0.9 m in thinned plots. Mean annual increment was about 0.02 m higher in thinned treatment (SE = 0.05; $F_{1,10} = 0.11$; p-value = 0.75). Slenderness ratio rapidly decreased in the youngest experimental plots (Písek Mlazina) after thinning application (Tab. 2). In the other stands, slenderness ratio decreased insignificantly or even increased. However, development of H/DBH ratio was generally more favourable in thinned plots (Fig. 1; Tab. 2, 3, 4, 5 and 6). Based on the results of our experiment, an early thinning of Douglas-fir thickets is needed to affect positively the stability of older stands.

Zasláno/Received: 13. 01. 2015

Přijato do tisku/Accepted: 12. 12. 2017