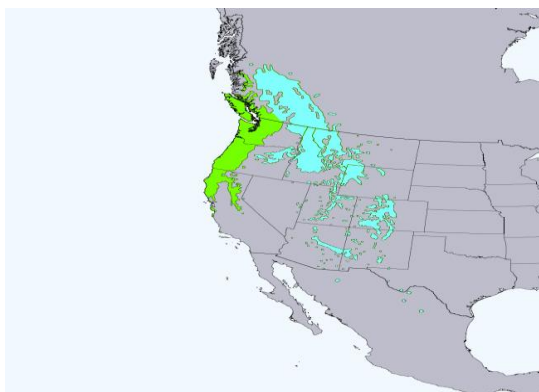


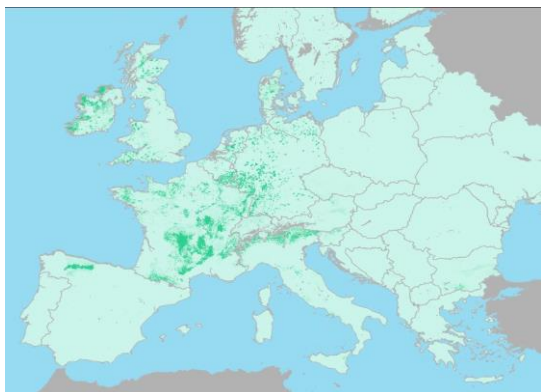
Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco)

Douglaska tisolistá představuje případ jedné z neúspěšnějších introdukcí v rámci světového lesnictví. V Evropě vymizela na přelomu třetihor a čtvrtohor a v současné době zaplňuje niku, neobsazenou žádnou z domácích dřevin. Je uvažována jako jedna z komerčně nejvýznamnějších dřevin světa s rozsáhlým přirozeným areálem v Severní Americe (Obr. 7) i s úspěšnými výsadbami po celém světě (Evropa, Argentina, Nový Zéland, Írán aj. – Kubeček et al. 2014). Důvodem je její bezkonkurenční produkční potenciál a značná stabilita jejích porostů.

Prospívá díky své značné ekovalenci v nejrůznějším prostředí a tvoří zde stabilní porosty (Larson 2010). Například ve Francii patří k nejdůležitějším hospodářským dřevinám využívaným k zalesňování a obnově lesa ve druhé polovině 20. století, roste zde na více než 300 tis. ha s roční výsadbou kolem 5 mil. sazenic (Ferron, Douglas 2010). Podobná situace je pak ve většině zemí západní Evropy. Dobré zkušenosti a značné využití je charakteristické pro Německo, Itálii, Belgie či Nizozemí. Je rozšiřována také na Britských ostrovech, kde jsou pro ni jako pro dřevinu pacifického přímořského klimatu (Obr. 7) velmi dobré podmínky. Ve Spojených státech roste douglaska na 14,3 milionech hektarů a v Kanadě na 4,5 milionech hektarech porostní půdy (Hermann, Lavender 1999). V rámci Evropy dominuje Francie s 319 tisíci ha a Německo s 300 tisíci ha porostní půdy (Slodičák et al. 2014). Rozšíření douglasky na evropském kontinentu je znázorněno na Obr. 8.



Obr. 7: Přirozený areál douglasky (zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_fir)



Obr. 8: Rozšíření douglasky v Evropě (zdroj: <http://www.forestry.gov.uk/forestry/infd-8qnk35>)

Také na území bývalého Československa byla této dřevině věnována značná pozornost, zejména v minulém období a ze strany soukromých vlastníků lesa, na druhé straně se především v posledních desetiletích setkává s odporem orgánů státní správy a environmentalistických organizací, podobně jako jiné introdukované dřeviny (Podrázský et al. 2009a, Podrázský et al. 2013b, Ťavoda 2007, Ťavoda , Lengyelová 1996). V posledních dekáдах klesaly roční výsadby douglasky, na druhé straně roste střední věk porostů a výrazně pak jejich zásoba (Kouba, Zahradník 2011, Podrázský et al. 2013c). Plocha porostů douglasky tak dosahuje v současné době v českých zemích kolem 5800 ha (Podrázský et al. 2013a, 2013c, Vašíček 2014), na Slovensku zhruba 1200 ha (Chlepko et al 1996) a další výsadby pak v menší míře probíhají každý rok. Zejména soukromí vlastníci pak v souvislosti se současnými problémy se smrskem mají mimořádný zájem na výsadbě této dřeviny.

I v českých a slovenských poměrech je tedy douglaska dlouhodobě považována za jednu z nejperspektivnějších dřevin (Hofman 1964, Petráš, Mecko 2008, Podrázský et al. 2009a, Ťavoda 2007). Ve druhé polovině minulého století bylo založeno i několik provenienčních pokusů ke studiu proměnlivosti této dřeviny, které pak prokázaly značný význam výběru místa původu a značnou endogenní variabilitu douglasky. Jsou potvrzeny regiony, odkud lze odebírat osivo z původního areálu s nejvyšší pravděpodobností úspěchu následných výsadeb (Beran 1993, 1995, Cafourek 2006, Hofman 1964, Šika 1974, 1975, 1985, Šika, Heger 1972, Šika, Páv 1990, avoda Krajňáková 1993, Ťavoda, Lengyelová 1998, Kšír et al. 2015). Na této bázi pak může nadále pokračovat úspěšná introdukce a šlechtění (Martiník, Palátová 2012).

V posledním období, zhruba od počátku milénia, opětovně vzrostl zájem o douglasku, a to jak z hlediska produkce cenného dříví, tak i z hlediska stabilizace lesních porostů. K důvodům této změny patří jednak vyšší zájem o ekonomiku lesního hospodářství a dále problémy, které se začínají projevovat v oblasti vitality a stability porostů smrku ztepilého zejména v nižších polohách (Podrázský et al. 2013d). Pěstování smrku je považováno za příčinu snížené stability lesních porostů a poklesu biodiverzity lesů ve značné části Evropy (Augusto et al. 2003, Máliš et al. 2010). Vliv smrku je doložen jako rostoucí s dobou uplynulou od zavedení na nepůvodní stanoviště, tedy od doby změny druhové skladby (Hadač, Sofron 1980) a byl dokumentován v řadě studií v českém a slovenském prostoru (Ambros 1990, Poleno 2001, Šomšák 2003, Šomšák, Balkovič 2002), do jisté míry sleduje rozdíly mezi přirozenými bukovými a smrkovými porosty (Vacek, Matějka 2010). Náhrada dřevin přirozené druhové skladby smrkem je rovněž považována za příčinu rozsáhlé acidifikace lesních půd (Oulehle, Hruška 2005). Z domácích pramenů pak shrnují problematiku douglasky v komplexnější podobě práce Kubečka et al. (2014) a Slodičáka et al. (2014).

Produkce douglasky

Největší pozornost byla vždy věnována produkční funkci douglasky. V současné době bylo navázáno na starší práce, které dokládaly vhodnost této dřeviny a její produkční schopnosti (Beran, Šindelář 1996, Hofman 1964, Pagan 1999, Šindelář 2003). Rovněž novější studie potvrdily výrazné zvýšení produkce porostů při zavedení douglasky do porostních směsí. Kantor et al. (2001a, 2001b) například doložili v porostech středního věku (68 let), ve směsi s dalšími 6 dřevinami (BO, MD, DB, BK, HB, LP) dominantní produkční pozici douglasky. V daném věku činil objem jednotlivých stromů až 2,9 m³, ve věku 100 let lze očekávat objem jednoho stromu až 6 m³. Doporučují příměs douglasky ve výši 10 – 30 %.

Při podrobnější růstové analýze 29 dospělých smíšených porostů ve věku 85 až 136 let na živných stanovištích ŠLP Křtiny studoval Kantor (2008) parametry 10 nejvzrůstlejších smrkových a douglaskových jedinců v jednotlivých porostech s jednoznačnou převahou douglasky. Ta dosahovala dvou až trojnásobného objemu v případě stanovení objemu jednotlivých stromů. Například v jednom případě dosahoval střední objem 10 nejvyspělejších jedinců v porostu hodnoty 9,12 m³ u douglasky, 3,17 m³ u smrku a 3,70 m³ u modřínu. Letokruhové analýzy umožnily odvodit roční objemový přírůst jednoho kmene ve výši 0,12 až 0,16 m³, což může dosáhnout až hodnoty 1,5 m³ u jedince během 10 let.

Na stejném pracovišti byla studována produkční role douglasky na kyselých stanovištích ŠP Hůrky písecké lesnické školy, za využití stejné metodiky (Kantor, Mareš 2009). Celkově bylo analyzováno 17 smíšených porostů s výrazným zastoupením douglasky ve věku 88 až 121 let. Při srovnání 10 nejvyspělejších stromů v porostu u douglasky, smrku, borovice lesní a modřínu byl prokázán jednoznačně nejvyšší produkční

potenciál u douglasky, a to ve zhruba stejném poměru jako v předešlém případě. Například v jednom ze sledovaných porostů byl střední objem 10 nejvzrůstnějších stromů DG $6,30 \text{ m}^3$, naproti tomu u smrku $1,93 \text{ m}^3$, a $2,25 \text{ m}^3$ u MD. Objemový přírůst na základě letokruhových analýz byl pro jednotlivé stromy určen ve výši $0,06$ až $0,10 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$.

Martiník a Kantor (2007, 2009) analyzovali nadzemní biomasu douglasky ve dvou porostech středního věku (69 a 75 let) na bohatých stanovištích (SLT 3B) na území ŠLP Křtiny z hlediska množství a ve druhém případě i obsahu živin. Doložili zásadní význam pozice stromu v porostní struktuře pro růstové parametry, utváření asimilačního aparátu a poutání živin nadzemními složkami biomasy. Jako výrazné riziko pro pěstování douglasky hodnotili její schopnost čerpat živiny z půdního prostředí ve vysoké míře, což při neuváženém odběru biomasy může vést k ochuzení stanoviště. Jako prevenci doporučili pěstování této dřeviny ve směsi se stanovištně původními dřevinami a ponechání maxima nevyužitelné biomasy po těžbě na místě.

Značný produkční potenciál této dřeviny byl doložen i na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. Douglaska je zde vysazována od 80. let 19. století, dnes zde roste na ploše zhruba $10,5 \text{ ha}$. Nejstarší studovaný porost je charakterizován nadmořskou výškou 410 m n. m. , průměrnými ročními srážkami 650 mm a průměrnou roční teplotou $8 \text{ }^\circ\text{C}$. Zásoba byla stanovena ve věku 97 let. Podle zastoupení smrku a douglasky kolísala zásoba porostu na trvalých výzkumných plochách mezi 830 až $1030 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, přičemž douglaska představovala $14 - 30 \%$ počtu zastoupení jedinců, $32,4 - 42,4 \%$ výčetní kruhové základny a $36,6$ až $58,3 \%$ zásoby. Po chemické přípravě dosahoval počet jedinců zmlazení $16 - 31 \text{ tis.}$ jedinců na 1 ha , v dosud zapojeném porostu však zmlazení rychle mizí (Remeš et al. 2006, 2010).

Další lokalita reprezentuje změnu od porostu stanovištně původních dřevin (DB, HB, LP) ve věku 69 let k monokulturám smrku (61 let) a douglasky (45 let) na stanovišti charakterizovaném SLT 3K (420 m n. m. , $8,5 \text{ }^\circ\text{C}$, $550 - 650 \text{ mm}$, luvizemě). Zásoba v tomto případě činila $266 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ u listnáčů, $507 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ u smrku a u nejmladší douglasky $579 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Průměrný roční přírůst byl určen ve výši $4,43 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro listnáče, $8,45 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro smrk a $12,87 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro poslední dřevinu (Podrázský, Remeš 2010, Podrázský et al. 2009a).

Zatím poslední zveřejněná studie dokumentuje produkční (a půdotvornou) funkci porostů různých dřevin na zalesněné zemědělské půdě. Byla srovnávána zásoba porostů smrku ztepilého, borovice lesní, břízy bělokoré a douglasky tisolisté ve věku 39 let na stanovišti charakterizovaném nadmořskou výškou 430 m n. m. , $7,5 \text{ }^\circ\text{C}$ průměrnou roční teplotou, 600 mm ročních srážek a půdním typem oglejená luvizem až pseudoglej. Za těchto podmínek dosáhly hodnoty středních kmenů u borovice $20,6 \text{ m}$ výšky a $19,5 \text{ cm}$ výčetní tloušťky, analogicky u smrku $20,1 \text{ m}$ a $19,5 \text{ cm}$, u břízy 24 m a $21,4 \text{ cm}$ a u douglasky $21,6 \text{ m}$ a $23,8 \text{ cm}$, což při počtu kmenů 1408 , 1157 , 440 a 928 ks/ha činilo $352,1$, $349,4$, $157,1$ a u douglasky $438,6$

m³/ha, která tak představovala jednoznačně nejproduktivnější dřevinu v daných poměrech (Podrázský et al. 2009a, 2009b, 2010).

Při zalesňování zemědělských půd je třeba vždy respektovat vhodnost stanoviště pro jednotlivé dřeviny, jak prokázali například Bartoš a Kacálek (2011). Na jednotlivých plochách tak douglasku může předrůst modřín, v závislosti na vlhkostních a obecně půdních podmínkách. I jejich výsledky doložily minimálně rovnocennost růstu douglasky a smrku v prvních letech po výsadbě na různých lokalitách Podorlicka.

Ojedinělý je prozatím výzkum hodnotové produkce douglasky. V českých podmínkách je zatím jedinou výraznější publikovanou studií práce Podrázského et al. (2013a). Autoři hodnotili objemovou a hodnotovou produkci na základě údajů LHP na ŠP Hůrky Vyšší odborné školy lesnické a Střední lesnické školy Bedřicha Schwarzenberga v Písku. Byly analyzovány všechny porostní skupiny, ve kterých měla douglaska větší zastoupení než 20 % a které dosahovaly věku vyššího než 30 let. Pro potřeby tohoto srovnání byly vybrány porosty na stanovišti charakterizovaném SLT 3K, celkem se jednalo o zpracování 372 porostních skupin: 92 skupin se zastoupením DG ve věku 30 – 124 let, BK (130 skupin, 30 - 160 let), DB (nerozlišen druh, 164 skupin, 34 – 160 let) a MD (120 skupin, 32 – 160 let). Objem porostní zásoby v m³/ha v členění podle jednotlivých dřevin a věku byly převzaty z LHP (platnost 2010 – 2019). Zjištěná porostní zásoba analyzovaných dřevin byla upravena na plné zakmenění a na plochu jednoho hektaru. Ke studiu průběhu produkčních parametrů byla využita Korfova funkce (Korf 1939). V době kulminace byl běžný hodnotový přírůst douglasky roven hodnotě 26622 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹, dubu 19926 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹, smrku 19494 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹, modřínu 14427 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹ a buku 9360 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹. Průměrný hodnotový přírůst byl pro jednotlivé dřeviny kalkulován ve výši: 13098 Kč. ha⁻¹.rok⁻¹ (DG), 10698 Kč. ha⁻¹.rok⁻¹ (SM), 7831 Kč. ha⁻¹.rok⁻¹ (MD), 7751 Kč. ha⁻¹.rok⁻¹ (DB) a 5293 Kč. ha⁻¹.rok⁻¹ (BK). Přestože produkce douglasky byla pro nedostatek reálných dat podceněna (např. ceny sortimentů byly kalkulovány podle SM), byla prokázána nejen objemová, ale i hodnotová produkce DG výrazně vyšší ve srovnání s ostatními sledovanými dřevinami. Výrazná potenciální hodnotová produkce byla doložena i v případě porostů dosahujících mytní zralosti (Remeš et al. 2010), smrk dosahoval zhruba 70 % hodnotové produkce douglasky.

Také v porostech středního věku byla hodnotová produkce douglasky výrazně vyšší než jiných srovnávaných dřevin. V již výše popisovaném porostu (Podrázský, Remeš 2010, Podrázský et al 2009a) doložili Remeš et al. (2010) průměrný hodnotový roční přírůst v relativních hodnotách u DG 100%, u smrku ztepilého 66% a u smíšeného porostu listnáčů 34%.

Studie zaměřené na srovnání produkce douglasky s hlavními dřevinami dokládají podstatné zvýšení produkční funkce lesních porostů při zavádění této dřeviny do porostní směsi. Jedná se o významné

navýšení nejen objemové, ale i hodnotové produkce, a to i při srovnání se smrkem ztepilým jako nejvýznamnější domácí hospodářskou dřevinou.

Při hodnocení produkční funkce douglasky je třeba mít na paměti, že rozdíly mezi jednotlivými dřevinami se mohou dosti výrazně lišit, pokud hodnotíme jednotlivé, například nejvzrůstnější stromy a celé porosty (Koudela 2013). Při studii hodnotící parametry DG a SM na souboru všech porostů daných dřevin na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy na různých stanovištích (vodou ovlivněná, kyselá a svěží plus bohatá) byly dosaženy výsledky uvedené v tabulce 2:

Tabulka 2: Parametry jednotlivých stromů a porostů DG a SM ve 100 letech na území ŠLP Kostelec n. Černými lesy ve věku 100 let

	D1,3 cm		H m		Prům. hmot. m ³		Zásoba porostu m ³ /ha	
	DG	SM	DG	SM	DG	SM	DG	SM
Vodou ovlivněná stanoviště								
Počet porostů: DG 14, SM 359								
	53	33	39,4	28,9	3,57	1,13	893,7	653,5
%	160	100	136	100	316	100	150	100
Kyselá stanoviště								
Počet porostů: DG 17, SM 658								
	47,4	32,7	32	28	2,50	1,1	698,6	631,0
%	145	100	114	100	227	100	111	100
Svěží a bohatá stanoviště								
Počet porostů. DG 46, SM 987								
	50,1	35,3	34,5	29,3	3,20	1,4	768,8	669,8
%	142	100	162	100	229	100	115	100

Například na vodou ovlivněných stanovištích byl objem středního kmene DG na úrovni 316 % ve srovnání se smrkem, zatímco zásoba porostu „pouze“ na úrovni 150 %. Důvodem je nižší hustota douglaskových porostů, jejich větší světlost a více vyrovnaná produkce na jednotku plochy korunových projekcí. To ještě více zvyšuje význam vhodné příměsi v douglaskových porostech a stanovení optimálního stupně smíšení s jinými dřevinami.

Význam vhodné směsi pro plné pěstební uplatnění douglasky je patrný i na při analýze práce Petráše a Mecka (2008). Ti doložili na základě hodnocení modelů růstových tabulek pro čisté porosty jednotlivých dřevin při srovnatelných bonitních ukazatelích o 26 – 35 % nižší produkci douglasky (objemovou i hodnotovou) ve srovnání se smrkem a jedlí a dokonce o 22 % nižší produkci ve srovnání s bukem.

Příčinou je především nižší hustota douglaskových porostů ve srovnání s jinými dřevinami a při stejné bonitě pak i menší zásoba.

Při růstu jednotlivých srovnávaných dřevin na stejném stanovišti a srovnatelného věku však vyplývá na základě výše provedené analýzy výrazně vyšší produkční potenciál (objemový i hodnotový) douglasky, který ještě může být zvýrazněn pěstováním vhodné směsi. Je tedy nezpochybnitelné, že po stránce objemové produkce znamená pěstování douglasky značný přínos.

Využití dřeva douglasky

Jedním z problémových aspektů při pěstování douglasky je, stejně jako u jiných introdukovaných dřevin, využitelnost dřevní suroviny a její uplatnění na trhu. Přitom se jedná o kvalitní a všestranně upotřebitelné jádrové dřevo (Zeidler 2013), Běl je bělavá až světle žlutá, poměrně úzká, barva jádra je v závislosti na stanovišti a rychlosti růstu hodně variabilní, od žlutohnědé až po červenou barvu (Bormann 1984, Wagenführ 2004, Wiemann 2010). Letokruhy jsou výrazné, přechod z jarního do letního dřeva je náhlý (Panshin, De Zeeuw 1980). Dřevo samo je pevné, středně tvrdé a houževnaté. Dobře se opracovává i suší. Je středně odolné proti hnilobám, ale špatně se impregnuje (Bormann 1984). Je využíváno na výrobu řeziva, pře

kližek, vlákniny. Jedná se o vynikající dřevo stavební a konstrukční (Alden 1997; Bormann 1984). Považuje se za výborný materiál pro výrobu lepených nosníků (Rendle 1969). V USA je douglaska nejdůležitější dřevinou pro výrobu řeziva (Bormann 1984).

Výrazně odlišná je situace v českých (slovenských) zemích. Na západ od našich hranic je douglaskové dřevo hodnoceno poměrně vysoko, minimálně na úrovni smrku či modřínu. Toho využívají s výhodou naši producenti mající napojení na německý či rakouský trh (Podrážský et al 2013a). Naopak v domácích podmínkách mají vlastníci lesa s odbytem často potíže a dříví je tak často prodáváno pod cenou běžnou v jiných oblastech Evropy. Také na slovenském trhu je poptávka prakticky nulová a dřevo douglasky vypěstované na Slovensku se většinou exportuje (Šmidriak 2010). Neschopnost dřevozpracujícího sektoru v tomto případě ještě prohlubuje situaci, kdy je značná část produkce českých lesů vyvážena bez jakéhokoli pokusu o zpracování. Sektor tak má do značné míry spíše exploatační charakter a uvedená nepříznivá situace se mění jen velmi, velmi pomalu. Na tomto místě je nutno uvést, že douglaskové dříví je po stránce možností využití naprosto srovnatelné s dřívím běžných jehličnanů, jako je smrk, borovice a modřín, a to po stránce mechanického i chemického zpracování, což potvrzují i evropské prameny. Podle Rieglera (2008) překonává svojí kvalitou a upotřebitelností smrk. Z hlediska zpracování a využití dřeva by tedy částečná substituce smrku douglaskou neměla představovat výraznější problém, naopak spíše příležitost a přínos, jakkoli dnes spíše potenciální.

Vliv douglasky na půdu

Již první práce, dokládající vliv douglasky na půdní prostředí, prokázaly jednak vyšší nároky na půdní živiny, na druhé straně i příznivější rozklad a transformaci opadu této dřeviny zejména ve srovnání se smrkem ztepilým (Podrázský et al. 2001a, 2001b, 2002). Při srovnání na stanovištích charakteru 3K až 3S na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy bylo prokázáno, že ve srovnání s přirozenou druhovou skladbou (DB, HB, LP) probíhá výraznější akumulace humusu s vyššími charakteristikami půdní acidity, na druhé straně byly tyto půdní vlastnosti značně příznivější ve srovnání se smrkovými porosty na stejném stanovišti. Douglaska tedy vykazala méně nepříznivý vliv na stav lesních půd, konkrétně humusových forem ve srovnání se smrkem.

K podobným závěrům došel Martiník (2003) při studiu smíšeného porostu ve věku 73 let na bohatém stanovišti (3B) na území ŠLP Křtiny. Sledovány byly pedochemické vlastnosti a minerální výživa v závislosti na zastoupení douglasky v porostní směsi. Výsledky doložily zhoršování půdních vlastností se zvyšujícím se podílem douglasky ve směsi, především jako snížení obsahu bazických kationtů (Ca, Mg) v A horizontu. Projevilo se tak poutání živin v biomase intenzivně přirůstajícího porostu. Výživa se blížila optimu podle evropských standardů. Doporučení autora tedy směřuje k individuální, popřípadě skupinové příměsi této dřeviny v lesních porostech.

Menšík et al. (2009) srovnávali stav půd ve smíšeném porostu smrku a buku, dále v porostech smrku a douglasky na kyselých (3K) a středně bohatých (4H) stanovištích školních lesů na Písecku a Křtinsku. Jejich šetření vedlo k závěru, že porosty DG akumulovaly $25.0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nadložního humusu ve srovnání se $79.4 - 79.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ smrkových porostů. V porostech douglasky byly hodnoty půdní reakce příznivě vyšší v holorganických i organominerálních horizontech, také hodnoty C/N byly ovlivněny douglaskou příznivě při srovnání jednotlivých dřevin na stejných stanovištích.

Ve výše popisovaném porostu na území ŠLP Kostelce nad Černými lesy (např. Podrázský et al. 2010) byly rovněž doloženy příznivé účinky douglasky ve srovnání se smrkem (Podrázský, Remeš 2005, 2008). Pedochemické charakteristiky byly výrazně příznivější v profilu humusových forem: půdní reakce, charakteristiky půdního sorpčního komplexu, dynamika půdní organické hmoty a dusíku. Vliv douglasky se blížil účinkům jedle obrovské, byl méně příznivý ve srovnání s listnatými porosty, ale výrazně příznivější ve srovnání se smrkem ztepilým.

Výrazné působení douglasky na stav humusových forem z hlediska půdního chemizmu bylo doloženo i na zalesněné zemědělské půdě (Podrázský et al. 2009a, 2009b, 2010). Humusové formy v 39 let starých porostech douglasky, smrku ztepilého, borovice lesní, břízy bělokoré byly srovnávány s odpovídající složkou ekosystému mýtního lesa (BO, SM) na trvale zalesněné půdě a se sousedním polem. V nadložním humusu byly nejpríznivější ukazatele půdního chemizmu (pH, S, H, T, V) průkazně doloženy v porostu

douglasky (v porostu břízy se nadložní humus dosud nevytvořil). Intenzivně rostoucí porost DG se projevil v poklesu obsahu přístupného fosforu. Ve všech porostech založených na zemědělské půdě byl podstatně příznivější stav ve srovnání se starším jehličnatým porostem, porost břízy se od půdního prostředí sousedního pole lišil nejméně. Působení douglasky lze hodnotit jako méně acidifikující ve srovnání s ostatními koniferami.

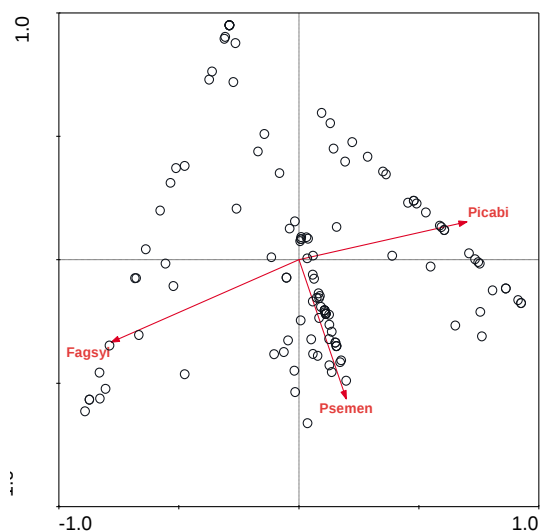
Ve stejných porostech hodnotili stav pedofyzikálních charakteristik horizontu A Podrázský a Kupka (2011). Výsledky sledování doložily určité změny ve stavu hydrofyzikálních charakteristik lesních půd v závislosti na dřevinné skladbě, těžbě porostu, nebo na zalesnění zemědělské půdy. Zalesnění zemědělských půd vede podle předběžných výsledků, zřejmě v důsledku aktivity kořenových systémů, edafonu a míšení organické a minerální půdní hmoty, k významnému snížení objemové hmotnosti půdy, měrné hmotnosti půdy, a naopak k výraznému zvýšení pórovitosti a provzdušněnosti. Těžební aktivity působí výrazným opačným trendem. Ze sledovaných lesních dřevin vykazovala douglaska tisolistá poměrně nejméně výrazné vlivy, což je dáno jejím intenzivním růstem spojeným s nároky na vodu a živiny a rychlostí rozkladu jejího opadu. Lesnická opatření na druhé straně zřejmě neohrožují výrazným způsobem retenční vlastnosti lesních půd, naopak zalesnění vede k lepšímu retenčním a vodohospodářským poměrům v krajině. Pěstování douglasky ve vhodně zvolené příměsi pak vodní režim lesních půd významně neovlivní, pokud neuvažujeme její vyšší nároky na vodu z hlediska transpirace.

Ze zahraničních pramenů např. Augusto et al. (2003) potvrdili, že ve větším krajinném měřítku ovlivňují stav půd a přizemní vegetace ve větší míře geografické a geologické podmínky a lesnická opatření než aktuální dřevinná skladba lesních porostů (borovice, douglaska, jedle, buk, dub), jen smrk má výraznější vliv na stanoviště. Studie, zaměřené na jednotlivé lokality a zvýrazňující tak vliv jednotlivých dřevin, však jednoznačně potvrdily v našich podmínkách takové působení douglasky na půdní vlastnosti, které nás opravňuje hodnotit ji velice příznivě ve srovnání s dominantně obnovovanými jehličnany, konkrétně smrkem ztepilým. Při jejím pěstování ve smíšených porostech pak lze předpokládat potenciál udržení relativně příznivých půdních vlastností, s přihlédnutím k podmínkám jednotlivých lokalit.

Vliv na prostředí

O vlivu douglasky na další složky životního prostředí a na biodiverzitu lesních ekosystémů je v domácích podmínkách zatím poměrně málo údajů. Většina pak pochází z našeho pracoviště. Například Podrázský et al. (2011) studovali složení přizemní vegetace v porostech s různým druhovým složením včetně douglasky na souboru 44 ploch v různých stanovištních podmínkách České republiky. V porostech této dřeviny bylo prokázáno nevýznamné, ale patrné zvýšení počtu druhů ve srovnání s jinými dřevinami, především smrkem, a zároveň posun společenstev směrem k bohatším stanovištím, zejména s ohledem

na dusík, což bylo odpovídající výsledkům doloženým v zahraničí (Augusto et al. 2003). I další publikované výsledky z našich šetření z dalších sezón, na podstatně větším souboru ploch (přes 100), dokládají podobné poznatky (Matějka et al. 2015, Podrázský et al. 2014, Viewegh et al. 2014). Jako příklad výsledků šetření je možno uvést vyhodnocení fytocenologických snímků v porostech různých dřevin pomocí ordinační analýzy (Obr. 9).



Obr. 9: Vyhodnocení fytocenologických snímků z porostů smrku, douglasky a buku

Výsledky šetření ve všech studiích dokládají vliv douglasky, který je mnohem méně výrazný a odchylující fytocenózy od přirozeného stavu, než je tomu v případě smrku. Z hlediska vlivu na biodiverzitu přízemní vegetace je tak douglaska k prostředí výrazně šetrnější.

Jako důležitá funkce sledované dřeviny se jeví její podpora statické stability lesních porostů. Mauer a Palátová (2012) studovali vývoj kořenových systémů na živných stanovištích ŠLP Křtiny ve věku porostů 10, 20, 30, 60 a 80 let. Již od mladého věku potvrdili vývoj kompaktního kořenového systému zajišťujícího značnou stabilitu jedinců. Douglaska tak může představovat významný stabilizační prvek lesních porostů, což potvrzují i zahraniční zdroje (Sergent et al. 2010). Domácí i zahraniční zdroje potvrdily vyšší odolnost vůči suchu a lepší využívání dostupné půdní vody (Eilmann, Rigling 2010, Urban et al. 2009, 2010). Jako jedno z možných rizik výraznějšího zavádění douglasky je uváděna zvýšená míra nitrifikace a potenciální ztráty dusíku především v čistých porostech (Zeller et al. 2010), což koresponduje s přirozenou

dynamikou douglaskových porostů a jejich společenstev, s častými disturbancemi na jedné a s výrazným zastoupením olší na přirozených lokalitách s častým výskytem požárů (Binkley 1986).

Potenciál douglasky, respektive jejích opadu, stimulovat biologickou aktivitu půdy dokládají i naše, dosud nepublikované výsledky. Mikrobiologické aktivity v porostech douglasky a smrku ztepilého byly studovány v porostu, kde již byl vyhodnocen stav půdního chemizmu (Ulbrichová ET AL. 2014). Vliv dospělého porostu douglasky (99 let) na půdu, ve srovnání s obdobným a stejně starým porostem smrku, byl hodnocen v zapojeném dospělém porostu 443D10 (o celkové ploše 3,3 ha) na majetku ŠLP Kostelec nad Černými lesy, kde v různých částech porostu mají tyto dřeviny různé zastoupení, pro douglasku v průměru na celou plochu v rozmezí 10 – 50 %. Porost se nachází v nadmořské výšce 390–410 m n. m., s průměrnou roční teplotou 8 °C a průměrnými ročními srážkami 650 mm, LT 401 – svěží dubová jedlina šťavelová na luvizemích. Půdní vzorky pro analýzu mikrobiologické aktivity byly odebrány 27. 11. 2011 a zpracovány standardními metodami. Byly odebrány v čistých skupinách smrku a douglasky, ve dvojím opakování podle disponibilních porostních skupin. Každý směsný vzorek byl tvořen pěti samostatnými odběry cca 2 m vzdálenými, vzorky byly odebrány z vrstvy nadložního humusu (F+H) a svrchní části minerální půdy (Ah horizont).

Výsledky analýzy respirační aktivity jednotlivých půdních horizontů dokumentuje tabulka 3. Obě charakteristiky, tedy aktivita aktuální a potenciální po dodání glukózy, vykazovaly vyšší hodnoty pod douglaskou.

Tabulka 3: Hodnocení aktuální a potenciální respirační aktivity pod oběma skupinami smrku a douglasky v horizontu F2+H (mg CO₂ / 100 g suché půdy za 24 h)

Aktuální aktivita horizont	DG F2 + H	SM F2 + H	DG Ah	SM Ah
1.den	199,0720 a	95,8345 b	22,5567 a	6,07858 b
2.den	162,3819 a	80,7918 b	14,5320 a	2,86152 b
3.den	140,1887 a	62,8726 b	15,6585 a	4,52673 b
4.den	137,0985 a	57,4448 b	13,2878 a	3,13458 b
5.den	153,4415 a	76,3180 b	12,8356 a	8,43414 a
Potenc. aktivita 1.den	541,1018 a	271,4150 b	108,4001 a	29,91750 b

F2+H: Všechny hodnoty aktuální i potenciální aktivity jsou statisticky vysoce významně rozdílné ($p < 0.001$)
 Ah: Všechny hodnoty aktuální i potenciální aktivity jsou statisticky vysoce významně rozdílné ($p < 0.001$)
 s výjimkou pátého dne

Douglaska tak představuje dřevinu podporující mineralizační aktivity v porostech smrku. Výsledkem je pak rychlejší dekompozice a transformace opadu a tvorba kvalitnějších forem humusu a vyšší dostupnost živin.

Naformátováno: zvýrazněné

Tabulka 4 pak dokládá vliv obou dřevin na transformaci forem dusíku ve sledovaných horizontech nadložního humusu a nejsvrchnějším minerálním (organominerálním) horizontu Ah.

Tabulka 4: Nitrifikační aktivita v půdách pod douglaskou a smrkem

Dřevina	Horizont	Vlhkost	N-NH ₄ ⁺ před ink.	N-NH ₄ ⁺ po ink.	N-NO ₃ ⁻ před ink.	N-NO ₃ ⁻ po ink.
		%	mg.kg ⁻¹ sušiny	mg.kg ⁻¹ sušiny	mg.kg ⁻¹ sušiny	mg.kg ⁻¹ sušiny
DG	F2+H	45	82,8	37,4a	24,6	101,0a
DG	Ah	18	43,4	28,1a	11,4	29,0a
SM	F2+H	42	101,2	134,0b	21,1	47,0b
SM	Ah	16	26,0	46,4a	1,2	3,3b

Je patrný zásadní vliv douglasky na intenzitu nitrifikace a vznik mobilních forem dusíku. Při jeho vyšším obsahu v půdě pak hrozí nebezpečí jeho vyplavení. Tomu může zabránit opět pěstování douglasky ve směsi s jinými dřevinami, které mobilní dusík využijí.

Značný je i potenciál douglasky z hlediska přirozené obnovy. Na kyselých stanovištích je prokázáno její masivní zmlazování, bez problémů využitelné pro obnovu porostů (Bušina 2007, Kantor et al. 2010), na bohatších stanovištích mohou být problémy s konkurencí buřeny (Hart et al. 2010). Vcelku ale lze začlenit douglasku do systémů podrostního hospodářství a přirozené obnovy bez větších těžkostí. I v evropském kontextu je někdy tato schopnost douglasky uváděna jako invazivnost a mezi nežádoucí invazivní nepůvodní druhy je častá snaha douglasku zařadit. Je ale nutno zdůraznit, že tato vlastnost douglasky není na většině stanovišť skutečným problémem. Ten může nastat v případě neobhospodařovaných lesů, s minimální pěstební péčí, tedy především v chráněných územích. Tam není opravdu douglaska žádoucím druhem a musí být lesnickými zásahy odstraňována. V hospodářských lesích ale tato schopnost problémem nebude, to je nutno opakovaně zdůrazňovat.

Martiník a Palátová (2012) studovali a ověřovali vhodnost různých způsobů předsevní přípravy osiva douglasky. Srovnávali 7 oddílů zelené varianty (z toho jeden vzorek neznámého původu z ČR) a 7 oddílů varianty šedé. Prokázali vhodnost různých způsobů předsevní přípravy a jejich upotřebitelnost a nezbytnost z hlediska plného využití zdrojů osiva. Byly prokázány i rozdíly mezi proveniencemi, což musí být respektováno při další introdukci z původních oblastí rozšíření douglasky.

Do budoucna bude při zvýšeném zájmu nutné přehodnotit i získávání reprodukčního materiálu douglasky. Jednou z cest je dovoz osiva z oblasti původního rozšíření, další možností je jeho získání v evropských oblastech s intenzivním pěstováním této dřeviny. K ověření první zmíněné cesty slouží vyhodnocení našich stávajících provenienčních ploch, vesměs ve správě VÚLHM v.v.i. Výsledky jak starších (Hofman

1964, Šika 1974, 1975), tak i novějších studií (Kšir et al. 2015) dokládají jako nejvhodnější oblast pacifického pobřeží, region Vancouveru a území Britské Kolumbie, z nižších poloh s mírným podnebím. Dovoz z této oblasti je při dodržování schválených zásad určitě možný.

Problematictější bude dovoz materiálu ze západní Evropy, kdy hrozí zavlečení chorob a škůdců, především tzv. sypavek. Ty představují v této oblasti značný problém a bylo by naprosto zbytečné ohrozit domácí populace této dřeviny. Rozhodně stojí za úvahu využít domácí populace, rostoucí již jedno století v našich podmínkách, které již prošly určitým tlakem našeho prostředí a tedy selekcí, a vykazují mimořádně dobrý stav a růst. I když se uvádí, že kvalita přímo získaného materiálu nebývá dobrá, stačí na úspěšnou přirozenou obnovu a stálo by za to rozvíjet programy na získávání reprodukčního materiálu jak generativního, tak i vegetativního původu.

Závěr – potenciál pěstování douglasky v České republice

Rozbor prací původem z české oblasti potvrdil, že pozornost věnovaná douglasce tisolisté je plně oprávněná, jeví se, podobně jako v jiných evropských (i dalších) zemích jako dřevina s velkým potenciálem využití v lesním hospodářství. Zejména významné je její srovnání se smrkem ztepilým, který je v rámci českého lesnictví na ústupu, ať již pro své účinky na prostředí lesního ekosystému, nebo z hlediska zdravotního stavu. Jeho podíl v českých lesích a zejména na těžbě dříví se bude v příštích desetiletích zřejmě výrazně snižovat (Podrázský et al. 2013b). Douglaska se pak ukazuje jako jeho možná a více než plnohodnotná náhrada z řady důvodů:

- produkční potenciál douglasky v nižších i středních polohách je výrazně vyšší než ostatních domácích dřevin, včetně smrku ztepilého,
- její působení na stav půd je méně výrazné, acidifikační vliv je výrazně nižší a v porostech jehličnanů má douglaska charakter meliorační dřeviny,
- méně ovlivňuje biodiverzitu přízemní vegetace, v jejích porostech je srovnatelná nebo vyšší ve srovnání s přirozenými společenstvy a dochází k méně výraznému posunu v jejích stanovištně indikačním charakteru,
- douglaska působí výrazně stabilizačním vlivem z hlediska statiky porostů a jejich mechanické stabilizace,
- její nároky na pěstování se v daných nižších a středních podmínkách nebudou diametrálně lišit od nároků smrkového hospodářství, nebo od pěstování jiných jehličnanů, a to včetně školkařských technologií a využití přirozené obnovy.

Většinu potenciálně negativních důsledků jejího pěstování, především výrazný odběr živin intenzivním přírůstem, lze do značné míry eliminovat jejím dominantním způsobem pěstování ve směsi s jinými

dřevinami. Optimální příměs je uváděna v rozmezí 20 – 40 % jedinců v porostu, pokud možno kvalitních a rovnoměrně rozmístěných po ploše. Otázkou pak zůstává ponechání těžebních zbytků na lokalitě z hlediska minimalizace odběru živin a ztrát organické hmoty a orientace na dřevní surovinu, která je v našich podmínkách méně běžná, třebaže je její potenciál využití rovněž minimálně srovnatelný s domácími jehličnany, jako je smrk nebo modřín. Může tak být přínosem nejen pro vlastníky a správce lesa, ale i pro stabilitu a vitalitu českých lesů a přispět tak výrazným způsobem ke konkurenceschopnosti českého lesního hospodářství.

Potenciál uplatnění douglasky, včetně modelových dopadů na produkci a její hodnotu, provedli Podrázský (2015), Podrázský et al. (2016a, 2016b). V případě pěstování douglasky, na základě platné legislativy a doporučení LHP, tedy nikoli při jejím zavádění jako dřeviny hlavní, byly modelovány následující potenciální přínosy:

- potenciální výměra (při dodržení ekologických limitů daných naší legislativou) se může pohybovat v rozmezí 149 616 až 163 713 ha, tj. na 5,7 až 6,2 % porostní půdy České republiky. Jedná se tedy o značný potenciální nárůst vzhledem k tomu, že v současné době tato dřevina zaujímá pouze cca 0,22 % plochy porostní půdy.

- potenciální ekonomický efekt vyjádřený syntetickým kritériem hrubým ziskem lesní výroby je možno vyjádřit ve výši 683 až 776 mil. Kč za rok (v závislosti na volbě cílového hospodaření).

Výsadba douglasky by se měla soustředit především na substituci stanovištně nevhodných porostů smrku ztepilého. Těbaže tedy zůstane douglaska minoritně zastoupenou dřevinou, může přispět velkou měrou k dosažení produkčních i environmentálních cílů lesního hospodářství. Zásady pěstování jsou shrnuty v publikaci Slodičáka et al. (2014).

Citovaná literatura

Alden, H. A.: Softwoods of North America [online]. Madison, WI: U.S.D.A., Forest Service, Forest Products Laboratory, září 1997, 151 s. [cit. 2013-02-17]. Dostupné na internetu: <<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr102.pdf>>.

Ambroz, Z.: Herbaceous synusia as an indicator of changes in the abiotic environment of spruce monoculture. Preslia, 1990, 62, s. 205–214 (in Czech).

Augusto, L., Dupouey, J - L., Ranger, J., 2003: Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. Ann.For.Sci. 2003, 60, s. 823-831

Bartoš, J., Kacálek, D.: Douglaska tisolistá – dřevina vhodná k zalesňování bývalých zemědělských půd. Zprávy lesnického výzkumu 56, 2011, Speciál: s. 6 – 13

Binkley, D.: Forest nutrition management. New York: J. Wiley, 1986, 289 s.

Beran, F.: Fenotypová proměnlivost a růst douglasky tisolisté na školním polesí Hůrka (SLŠ Písek). Zprávy lesnického výzkumu 38(3), 1993, s. 5-15.

Beran, F.: Dosavadní výsledky provenienčního výzkumu douglasky tisolisté v ČR. Zprávy lesnického výzkumu 40(3-4), 1995, s. 7-13

Beran, F., Šindelář, J.: Perspektivy vybraných cizokrajných dřevin v lesním hospodářství České republiky. Lesnictví – Forestry 42(8), 1996, s. 337-355

Bormann, B. T.: Douglas-Fir an American wood. Washington, DC: USDA Forest Service, 1984, 235, s. 7.

Bušina, F.: Natural regeneration of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in forest stands of Training Forest District Hůrky, Higher Forestry School and Secondary Forestry School in Písek. Journal of Forest Science 53, 2007, s. 20–34.

Cafourek, J.: Provenienční pokusy douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v oblasti středozápadní Moravy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12. – 13.10.2006, Praha, ČZU. 7-15

Eilmann, B., Rigling, A.: Douglas fir – a substitute species for Scots pine in dry inner-Alpine valleys? In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Oc. 18-20, 2010 Freiburg, Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg, 85, 10.

Ferron, J. L., Douglas, F., 2010: Douglas-fir in France: history, recent economic development, overviews for the future. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Oc. 18-20, 2010 Freiburg, Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg, 85, 11.

Hadač E., Sofron J.: Notes on syntaxonomy of cultural forest communities. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica, 15, 1980, s. 245–258.

Hart, V., Hartová, M., Tauchman, P.: Analysis of herbicide effects on Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) natural regeneration. Journal of Forest Science 56, 2010, s. 209–217.

Hermann, R. K., Lavender, D. P.: Douglas-fir planted forests. New Forests 17, 1999, s. 53-70.

Hofman, J.: Pěstování douglasky. 1. vydání, Praha, SZN. 1964, pp. 253

Chlepko, V. et al.: Biologické aspekty zásad hospodárenia a nápravné opatrenia v lesných oblastiach Slovenska. Závěrečná zpráva. Zvolen, LVÚ, 1996, 109 s.

Kšír, J., Beran, F., Podrázský, V., Novotný, P., Dostál, J., Kubeček, J.: Výsledky hodnocení mezinárodní provenienční plochy s douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na lokalitě Hůrky v Jižních Čechách ve věku 44 let. Zprávy lesnického výzkumu, 60, 2015, č. 2, s. 104 – 114

Kantor, P.: Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise, Journal of Forest Science 54(7), 2008, s. 321–332

Kantor, P., Mareš, R.: Production potential of Douglas fir in acid sites of Hůrky Training Forest District, Secondary Forestry School in Písek, *Journal of Forest Science* 55(7), 2009, s. 312–322

Kantor, P., Bušina, F., Knott, R.: Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRB./ Franco a její přirozená obnova na školním polesí Hůrky středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu* 55(4), 2010, s. 251 – 263

Kantor, P., Knott, R., Martiník, A.: Production capacity of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in a mixed stand. *Ekológia (Bratislava)* 20(Suppl. 1), 2001a, s. 5-14

Kantor, P., Knott, R., Martiník, A.: Production potential and ecological stability of mixed forest stands in uplands-III. A single tree mixed stand with Douglas fir on a eutrophic site of the Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 47, 2001b, s. 45-59.

Korf, V.: Příspěvek k matematické definici vzrůstového zákona lesních porostů. *Lesnická práce* 18, 1939, s. 339–379

Kouba, J., Zahradník, D.: Produkce nejdůležitějších introdukovaných dřevin v ČR podle lesnické statistiky. In: *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice 2011*, 21st November 2011, Prague, Czech Republic, 52-66.

Koudela, J.: Pěstební a ekonomický potenciál douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/Franco.) ve vybraných oblastech ČR. Diplomová práce, Praha, ČZU 2013, 67 s.

Kubeček, J., Štefančík, I., Podrázský, V., Longauer, R.: Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 60, 2014, č. 2, s. 120 – 129.

Larson, B.: The dynamics of Douglas-fir stands. In: *Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate*. Oc. 18–20, 2010 Freiburg, *Berichte Freiburger Forstliche Forschung*, Freiburg 85, 2010, s. 9–10.

Máliš, F., Vladovič, J., Čaboun, V., Vodálová, A.: The influence of *Picea abies* in forest plant communities of the Veporské vrchy Mts. *Journal of Forest Science*, 56, 2, 2010, s. 58 – 67.

Martiník, A.: Possibilities of growing Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in the conception of sustainable forest management. *Ekológia (Bratislava)* 22(Suppl. 3), 2003, s. 136–146.

Martiník, A., Kantor, P.: Branches and the assimilatory apparatus of full-grown trees of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) of a different coenotic position. *Ekológia (Bratislava)* 26, 2007, s. 223-239.

Martiník, A., Kantor, P.: Analýza nadzemní biomasy douglasky tisolisté. *Lesnická práce* 88(1), 2009, s. 24-25

Martiník, A., Palátová, E.: Je předosevní příprava osiva douglasky tisolisté nezbytná? *Zprávy lesnického výzkumu* 57(1), 2012, s. 47 – 55

Matějka, K., Podrázský, V., Viewegh, J., Martiník, A.: Srovnání bylinné etáže v porostech douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a v porostech jiných dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 60, 2015, č. 3, s. 201 – 210.

Mauer, O., Palátová, E.: Root system development in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) on fertile sites. Journal of Forest Science 58, 2012, s. 400–409.

Menšík, L., Kulhavý, J., Kantor, P., Remeš, M.: Humus conditions of stands with the different proportion of Douglas fir in training forest district Hůrky and the Křtiny Forest Training Enterprise. Journal of Forest Sciences 55, 2009, s. 345–356

Oulehle, F., Hruška, J.: Tree species (*Picea abies* and *Fagus sylvatica*) effects on soil water acidification and aluminium chemistry at sites subjected to long-term acidification in the Ore Mts., Czech Republic. Journal of Inorganic Biochemistry, 99, č. 9, 2005, s. 1822 – 1829.

Pagan J.: Lesnícka dendrológia. Technická univerzita vo Zvolene, 1999, s. 109–117.

Panshin, A. J., De Zeeuw, C.: Textbook of wood technology. 4. ed. New York: Mc-Graw-Hill, 1980, 722 s.

Petráš, R. – Mecko, J.: Rastový a produkčný potenciál douglasky na Slovensku. In: Pěstování nepůvodních dřevin. Kroměříž 26.6.2008. ČLS, Kroměříž 2008, s. 59 – 64.

Podrázský, V., Remeš, J., Liao, C.Y.: Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na stav lesních půd. In: Krajina, les a lesní hospodářství. I. /Sborník z konference 22. a 23. 1. 2001/. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001a, s. 24-29.

Podrázský, V., Remeš, J., Maxa, M.: Má douglaska degradační vliv na lesní půdy? Lesnická práce 80, 2001b, s. 393–395.

Podrázský V., Remeš J., Liao, Ch.Y.: Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb./ Franco) na stav humusových forem lesních půd – srovnání se smrkem ztepilým. Zprávy lesnického výzkumu 46, 2002, s. 86–89.

Podrázský, V.: Potential of Douglas-fir as a partial substitute for Norway spruce – review of the newest Czech literature. Beskydy, 8, 2015, č. 1, s. 55 – 58.

Podrázský, V., Martiník, A., Matějka, K., Viewegh, J.: Effects of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) on understorey layer species diversity in managed forests. Journal of Forest Science, 60, 2014, č. 7, s. 263 – 271.

Podrázský, V., Remeš, J.: Retenční schopnost svrchní vrstvy půd lesních porostů s různým druhovým složením. Zprávy lesnického výzkumu 50, 2005, s.46–48.

Podrázský, V., Remeš, J.: Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu 53, 2008, s. 27–34

Podrázský, V., Remeš, J., Sloup, R., Pulkrab, K., Novotná, S.: Douglas-fir – partial substitution for declining conifer timber supply – review of Czech data. *Wood Research*, 61, 2016a, č. 4, s. 525 – 530.

Podrázský, V., Pulkrab, K., Sloup, R., Kubeček, J.: Douglaska jako částečné řešení nedostatku jehličnatého dřeva. *Lesnická práce*, 65, 2016b, č. 7, s. 26 – 28.

Podrázský, V., Remeš, J., Hart, V., Tauchman, P.: Douglaska a její pěstování – test českého lesnictví. *Lesnická práce* 88(6), 2009a, s. 376 – 381.

Podrázský, V., Remeš, J., Hart, V., Moser, W.K.: Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science* 55(7), 2009b, s. 299-305

Podrázský, V., Remeš, J.: Production and environmental functions of Douglas-fir on the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy territory. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Oc. 18-20, 2010 Freiburg, Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg

Podrázský, V., Remeš, J., Tauchman, P., Hart, V.: Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu* 55(1), 2010, s. 12 – 17

Podrázský V., Kupka I.: Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb/ Franco) na základní pedofyzikální charakteristiky lesních půd. *Zprávy lesnického výzkumu* 56(Special), 2011, s. 1–5

Podrázský, V., Viewegh, J., Matějka, K.: Vliv douglasky na rostlinná společenstva lesů ve srovnání s jinými dřevinami. *Zprávy lesnického výzkumu* 56(Special), 2011, s. 44-51

Podrázský, V., Zahradník, D., Pulkrab, K., Kubeček, J., Peňa, J.B.: Hodnotová produkce douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb/ Franco) na kyselých stanovištích Školního polesí Hůrky, Písecko. *Zprávy lesnického výzkumu* 59, 2013a.

Podrázský, V., Kouba, J., Zahradník, D., Štefančík, I.: Změny v druhové skladbě českých lesů – výzva pro lesnický i dřevozpracující sektor. In: *Dřevostavby 2013*. Volyně 27. – 28.3.2013, VOŠ a SPŠ, Volyně., 2013b, s. 3 – 7

Podrázský, V., Čermák, R., Zahradník, D., Kouba, J.: Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of Forest Science*, 59, 2013c, č. 10, s. 398 – 404.

Podrázský, V. – Kubeček, J. – Čermák, R. – Štefančík, I.: Zhodnocení dosavadního výzkumu douglasky tisolisté v České republice – přehled. In: *Proceedings of Central European Silviculture*. (Baláš. M. et al. eds.) Kostelec nad Černými lesy 2. – 3.7.2013. Praha, ČZU v Praze 2013d, s. 192 – 203.

Poleno, Z.: Influence of transformation of spruce monocultures on state and development of forest soil and herbal vegetation. *Zprávy lesnického výzkumu*, 46, 2001, s. 6–15

Remeš, J., Podrázský, V., Hart, V.: Růst a produkce nejstaršího porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In: *Douglaska a jedle obrovská –*

opomíjení giganti. Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12. – 13.10.2006, Praha, ČZU, 2006, s. 65-69

Remeš, J., Pulkrab, K., Tauchman, P.: Production and economical potential of Douglas fir on selected locality of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy. /In Czech/. In: News in silviculture of introduced tree species. Kostelec Oc 21th, 2010, CULS Prague. 68-69

Rendle, J.: World Timbers: North & South America, including Central America and the West Indies. London: Ernest Benn limited, 1969, 192 s.

Riegler, J.: Die Douglasie aus Sicht der Verarbeiters. BFW Praxis Information Nr. 16, 2008, s. 23–25.

Sergent, A. S., Rozenberg, P., Marcais, B., Lefevre, Y., Bastien, J. C., Nageleisen, L. M. et al.: Vulnerability of Douglas-fir in a changing climate: study of decline in France after the extreme 2003's drought. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Oc. 18–20, 2010 Freiburg, Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg 85, 2010, s. 21–22.

Slodičák, M., Novák, J., Mauer, O., Podrázský, V. (eds.): Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2014. 2014, 272 s. ISBN 978-80-7458-065-9

Šika A.: První výsledky mezinárodního provenienčního pokusu s douglaskou v Čechách. Časopis Slezského muzea, Opava XXIII, 1974

Šika A.: Rozdíly v odolnosti proveniencí douglasky vůči zimnímu vysychání. Práce Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti 46, 1975, s. 171-183

Šika A.: Reprodukční možnosti douglasky tisolisté v ČR z domácích zdrojů. Práce VÚLHM 67, 1985, s. 41-62

Šika A., Heger B.: Vyhodnocení prvních provenienčních pokusů s douglaskou tisolistou v českých zemích. Práce VÚLHM 41, 1972, s. 105-121

Šika A., Páv B.: Výškový růst douglasky na provenienčních plochách ČR v různých fázích vývoje. Lesnictví 36(5), 1990, s. 367-380.

Šindelář, J.: Aktuální problémy a možnosti pěstování douglasky tisolisté. Lesnická práce 82(3), 2003, s. 14-16

Šmidriak, V.: Možnosti využitia dreviny duglasky tisolistej /Pseodutsuga menziesi (Mirbel/Franco) v Slovenskej republike. Zvolen, DF TU Zvolen. DF-3580-6890: 2010, 110 s.

Šomšák L.: Effect of secondary spruce forests on phytoenvironment in the Slovenské Rudohorie Mountains. Folia Oecologica, 30, 2003, s. 41–59.a

Šomšák L., Balkovič J.: Cyclic succession and plant biodiversity within the secondary spruce forests in the Hnilec river watershed. Phytopedon, 1, 2002, s. 45–51.

Ťavoda P.: Ekologické nároky a rozšírenie douglasky tisolistej na Slovensku. In: Ekológia a environmentalistika 2007, Zvolen, p. 194–202.

Ťavoda P, Krajňáková J.: Reprodukčné schopnosti a odolnosť potomstiev duglasky z domácich vysokohodnotných porastov. In: Dendrologické dni (zborník referátov). VŠP Nitra, 1993, s. 59.

Ťavoda P, Lengyelová A.: Možnosti introdukcie drevín v lesných oblastiach Slovenska. In: Chlepko et al. (eds.): Biologické aspekty zásad hospodárenia a nápravné opatrenia v lesných oblastiach Slovenska. ZS, E12, LVU Zvolen, 1996, s. 109

Ulbrichová, I., Kupka, I., Podrázský, V., Kubeček, J., Fulín, M.: Douglaska jako meliorační a zpevňující dřevina. Zprávy lesnického výzkumu, 59, 2014, č. 1, s. 72 – 78.

Urban, J., Čermák, J., Nadyezhdina, N., Kantor, P.: Growth and transpiration of the Norway spruce and Douglas fir at two contrasting sites. Water issues in dryland forestry. 1st ed., Sede Boqer, Israel, Ben Gurion university, 2009, 47 s.

Urban, J., Čermák, J., Kantor, P.: Comparison of radial increment and transpiration of Douglas fir and Norway spruce. In: News in silviculture of introduced tree species. Kostelec nad Č. lesy, Oc 21th, 2010, CULS Prague, 2010, s. 77–81.

Vacek, S., Matějka, K.: State and development of phytocenoses on research plots in the Krkonoše Mts. Forest stands. Journal of Forest Science, 56, 11, 2010, s. 505 – 517.

Vašíček, J.: Data o douglasce tisolisté v ČR. Lesnická práce 93, 2014, č. 7, s. 17.

Viewegh, J., Podrázský, V., Matějka, K.: Charakterystyka roslinnosci runa ksztaltujacej sie pod drzewostanami daglezjowymi (Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco) w lasach gospodarczych Republiki Czeskiej. Sylwan, 158, 2014, č. 4, s. 277 – 284.

Wagenführ, R.: Bildlexikon Holz. Leipzig: Fachbuchverlag, 2004, 370 s.

Wiemann, M. C.: Characteristics and Availability of Commercially Important Woods. In: Wood handbook – Wood as an engineering material (2010) [online]. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory: 2.1-2.45 [cit. 2013-01-15]. 2010, <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf>.

Zeidler, A.: Přínos perspektivních introdukovaných dřevin z hlediska vlastností dřeva. (Habilitační práce), Praha, ČZU, 2013, 187 s.

Zeller, B., Andrianarisoa, S., Jussy, J. H.: Impact of Douglas-fir on the N cycle: Douglas fir promote nitrification? In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Oc. 18–20, 2010 Freiburg, Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Freiburg 85.