



# Pěstování, produkční potenciál a ekologické důsledky pěstování jedle obrovské (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) v České republice – přehled

Silviculture, production potential and ecological effects of Grand fir (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) in the Czech Republic – review

Martin Fulín<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, CZ – 165 21 Praha 6 - Suchdol, Česká republika

<sup>2</sup> Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady 136, CZ – 252 02 Jilovistě, Česká republika

## Abstract

The grand fir (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) is a promising species with a high potential to fulfil many forest functions, mainly production, site improvement and landscaping functions. The aim of the presented study is to summarise the research results concerning the silviculture of this species, production capacity and environmental effects in the conditions of the Czech Republic. Despite its relatively small reduced area, which was 1,208.59 ha in 2013 (<http://eagri.cz>), Grand fir shows quite high potential of producing timber convenient for specific purposes, and has a favourable effect on forest soils. At specific favourable sites it is superior also to Douglas-fir. It has a considerable potential for ornamental purposes and as a Christmas tree. Basic knowledge for its successful cultivation is available.

**Key words:** Grand fir; production; silviculture; ecological effects; timber use

## Abstrakt

Jedle obrovská (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) představuje dřevinu s potenciálním přínosem pro plnění řady funkcí v lesním hospodářství, zejména funkce produkční, meliorační, stabilizační a krajinářská. Cílem příspěvku je sumarizace výsledků týkajících se pěstování, produkčního a environmentálního významu této dřeviny v podmínkách České republiky. Přes poměrně malou redukovanou plochu, která v roce 2013 činila 1208,59 ha (<http://eagri.cz>), vykazuje tato dřevina značný produkční potenciál specificky využitelného dříví a příznivý meliorační vliv na vlastnosti lesních půd. Na pro ni příznivých stanovištích dokáže předstihnout i douglasku tisolistou. Nezanedbatelný není ani její význam z hlediska produkce ozdobného klestu a vánočních stromků. Pro její úspěšné pěstování jsou k dispozici základní podklady.

**Klíčová slova:** jedle obrovská; produkce; pěstování; ekologické vlivy; využití dříví

## 1. Úvod

Jedle obrovská zaujímá rozsáhlý přirozený areál na severozápadním pobřeží severoamerického kontinentu. Rozkládá se na území USA (ve státech Washington, Oregon, Kalifornie, Idaho, Montana) a Kanady (v Britské Kolumbii, zvláště na ostrově Vancouver), které lze vymezit 39 – 51° s. z. š. a 114 – 125° z. z. d. (Foiles 1965). První zmínky o jedli obrovské se datují k roku 1805, kdy ji objevili badatelé Lewis a Clark. Na tento objev se však v následujících letech zapomělo, a proto se dalším „objevitelem“ stal David Douglas. Jeho zmínka o této dřevině pochází až z roku 1830. Introdukce jedle obrovské do českých zemí je odhadována na období mezi roky 1862 a 1870. Zavedení této jedle bylo nejspíš zprostředkováno firmou J. Bootha (Hofman 1963).

Jedle obrovská patří v podmínkách střední Evropy ke dřevinám s nejvyšším potenciálem produkce. Odumírání domácí jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) v minulém století přispělo k zájmu o jedli obrovskou jako o potenciální substituční druh (Podrázský & Remeš 2008a). Jedle obrovská je po stránce růstu a produkce sledována v řadě experimentů a provenien-

čních pokusů, které dokládají její dobré růstové možnosti a produkční potenciál, především v mladším věku (Hofman 1963; Šika 1983; Vančura 1990).

Pozornost byla exotickým druhům jedlí věnována i z hlediska využití ve šlechtitelských programech (Kobliha 1989; Kobliha & Janeček 2000). Důležitou část výzkumu potenciálu jedle obrovské v ČR, obdobně jako v jiných evropských zemích, představují provenienční pokusy. Od roku 1961, kdy bylo s provenienčním výzkumem tohoto druhu v ČR započato, bylo založeno celkem 11 ploch o celkové výměře 5,88 ha. Studium dané dřeviny se zabýval především VÚLHM, a to i v rámci výzkumných programů IUFRO, kde se do současnosti dlouhodobě sleduje celkem 32 proveniencí. Výsledky mimo jiné umožnily srovnání růstu jedle obrovské u nás a v dalších zúčastněných zemích (Šindelář 2004).

Na druhé straně existuje jen málo prací (např. Podrázský et al. 2009; Podrázský & Remeš 2009) dokumentujících vliv jedle obrovské na složky přírodního prostředí. Dodnes pro jedli obrovskou není dostatek údajů o produkci v různých stanovištních podmínkách, zejména chybí podrobnější data o jejím vlivu na ostatní složky lesních ekosystémů, včetně půdy.

\*Corresponding author. Martin Fulín, e-mail: [fulin@vulhm.cz](mailto:fulin@vulhm.cz)

Pokud jde o pěstování jedle obrovské v našich podmínkách, bylo by do budoucna vhodné využívat ji ve formě jednotlivé nebo skupinové příměsi domácích dřevin. Jako nejvhodnější se jeví kombinace jedle obrovské se smrkem či s douglaskou (Pondělíček 2002). V úvahu přicházejí i monokulturní porosty, které však nedokáží dostatečně plnit požadavky na veškeré funkce lesa. Výchova této dřeviny v mladším a středním věku by měla být velmi intenzivní, protože rychle přirůstá a potřebuje dostatek prostoru (Wolf 1998).

Výzvou pro lesnickou praxi i výzkum je využití produkčního i mimoprodukčního potenciálu jedle obrovské v hospodářských lesích a její začlenění do konceptu trvale udržitelného a polyfunkčního (funkčně diferencovaného a integrovaného) lesního hospodářství ve středoevropském kontextu, jak je to běžné např. v německých zemích (Podrázský & Remeš 2008a). Určitou paralelou může být výzkum a využití douglasky, která je však pro svůj bezpochyby větší potenciál předmětem sledování z hlediska produkce (Kubeček et al. 2014; Pulkrab et al. 2014) i environmentálních účinků (Podrázský et al. 2014) častěji.

## 2. Ekologické nároky

Jedle obrovská je považována za polostinnou dřevinu, přičemž v průběhu jejího vývoje se nároky na světlo mění. V mladším věku roste díky zástínu pomaleji, ale jakmile se jí naskytne přístup ke světlu, využije tuto možnost k nastartování rychlejšího růstu. V období, kdy je jedle obrovská ve stadiích tyčkoviny a tyčkoviny, se rychlým růstem dostává do popředí a ve starším věku je tak horní část korun stromů plně osvětlená. Přizpůsobivost a rychlost růstu jí umožňuje dostat se až do úrovně či nadúrovně porostu (Hofman 1963). I z tohoto hlediska lze proto jedli obrovskou přirovnat k douglasce tisolisté.

Z hlediska nároku na půdu má druh schopnost přizpůsobit se širokému rozmezí půdních typů, čemuž odpovídá i jeho rozšíření v domovině. Hlavní výskyt je však spíše na aluviálních a diluviálních stanovištích (Foiles et al. 1990). Jedle obrovská preferuje hluboké, dobře provzdušněné a vodou bohaté půdy, ale také velmi mělké až středně hluboké uléhavé půdy. Vyhýbá se půdám se stagnující vodou (Pokorný 1959).

## 3. Provenienční pokusy

Pro úspěšné pěstování introdukované dřeviny je nejprve třeba dosáhnout její aklimatizace. Po dobu ověřování růstu na novém území se postupně měří biometrické veličiny a kvalitativní znaky, které jsou pak vyhodnoceny podle provenienčních oblastí. Získané informace jsou využity pro výběr nejvyšší provenience v daných přírodních podmínkách.

Podle Fletchera (1986) je areál jedle obrovské rozdělen do 5 provenienčních oblastí: Ia – Vancouver, Ib – Washington-pobřeží, II – Washington-Kaskády, III – Idaho, Montana, IV – Oregon-Kaskády. Toto členění bylo využito v rámci provenienčních pokusů s jedlí obrovskou v České republice i v okolních zemích.

Na základě výsledků provenienčních pokusů, které byly založeny pod záštitou Mezinárodního svazu lesnických výzkumných organizací (IUFRO), došli čeští autoři (Šika &

Vančura 1987; Vančura 1990; Beran 2006; Šindelář et al. 2006; Škorpík et al. 2013) ke stejným závěrům, tj. že nejlepší provenience z hlediska produkce pocházejí z oblastí ostrova Vancouver, washingtonského pobřeží a washingtonských Kaskád. Rovněž výsledky autorů z okolních zemí (Burzynski & Vančura 1985; Fletcher & Samuel 1990; König 1995; Kleinschmit et al. 1996; Kulej & Socha 2008; Liesebach et al. 2008; Rau et al. 2008) jsou v tomto ohledu obdobné. Ukazuje se, že vhodná volba provenience jedle obrovské může hrát důležitou roli pro zlepšení produkce lesních porostů.

## 4. Produkce

O produkci jedle obrovské je v podmínkách České republiky k dispozici jen malé množství údajů. Souvisí to s malou rozlohou výsadeb této dřeviny a s relativně nízkým věkem převážné většiny výsadeb. Také pokles zájmu o introdukované dřeviny především vlivem změny přístupu orgánů ochrany přírody a krajiny hrál v posledních desetiletích svou roli. Na druhé straně i velmi řídké disponibilní údaje o růstu a produkci jedle obrovské indikují vysoký potenciál, který z těchto hledisek daný druh má.

Srovnání analýzy dat lesnické statistiky (Kouba & Zahradník 2011; Podrázský et al. 2013) dokládá v globálním měřítku příznivější produkční ukazatele jedle obrovské i ve srovnání s douglaskou tisolistou, která je jinak považována za nejproduktivnější dřevinu v evropském, příp. i světovém kontextu. Zásoba jedle obrovské ve 100 letech byla v uvedených studiích predikována na poměrně vysokých 575 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, zatímco u douglasky tisolisté ve stejném věku na 560 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. V úvahu byla vzata i skutečnost, že jedle obrovská vytváří díky svým nižším nárokům na světlo hustší zápoj bez výrazné autoredukce a dosahuje tudíž vyšší zásoby. Jedle obrovská byla též v minulosti vysazována především na jí odpovídající „jedlová“ stanoviště (luzizemě, pseudogleje), zatímco douglaska (i díky svému výrazně vyššímu zastoupení v českých lesích) roste i v pro ni výrazně méně příznivých podmínkách.

To dokládají i výsledky šetření smíšených porostů jedle obrovské a douglasky na Černokostecku (Fulín et al. 2013). Jedle obrovská zde vykazovala výrazně lepší produkční ukazatele. Dalším faktorem zde však byl vysoký vliv intenzity hospodaření, kdy ve věku 35 let byla ve vychovávaném porostu jedle obrovské zjištěna zásoba 562 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, zatímco v porostu na lokalitě ponechané bez pěstebních zásahů dosáhla zásoba 725 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Třetí sledovaný porost, který představoval směs s douglaskou, dosáhl ve věku 45 let zásoby 664 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Při srovnání jedle obrovské se smrkem ztepilým a jedlí bělokorou na školním polesí Hůrky u Písku odpovídal výškový růst introdukované jedle nejvyšším bonitám. Přestože zde její růst není v optimu, dokáže na daném stanovišti předstihnout smrk o čtyři bonitní stupně (Wolf 1998). I starší údaje dokládají značný růstový potenciál jedle obrovské. Z hlediska výškového přírůstu dosáhly v ČR 40leté solitéry této dřeviny ročních přírůstů okolo 60 cm a ještě ve věku 70 let přirůstaly ročně o 45 cm. U některých jedinců se projevoval vysoký výškový přírůst (až 100 cm) v ještě starším věku, což je neobvyklé i u našich rychle rostoucích domácích dřevin. Časté poškození terminálů u solitérních stromů však může

výšky, které byly dosaženy v určitém věku, zkreslovat, a proto nelze ani uvedený vysoký přírůst považovat za potenciálně konečný (Hofman 1963).

## 5. Vliv na půdu

Zahraniční autoři (Axellson 1985; Nason & Myrold 1992; Waring et al. 1992; Tiedemann et al. 1998; Garrison et al. 2000; Ferguson et al. 2007) se zaměřili na vliv přihnojení a probírek v porostech jedle obrovské z hlediska dopadu na změnu nutričních hodnot v půdě a budoucího vývoje růstu dané dřeviny. Uvedení autoři se víceméně shodují, že jedle obrovská dobře reaguje na přihnojení a probírky, při kterých se projevuje zlepšení růstových vlastností i udržení dostatku přístupných živin v půdě. Další zahraniční autoři (Andersen et al. 2004; Sverdrup et al. 2006) prováděli sledování melioračních vlivů smrku ztepilého, jedle obrovské, buku lesního a dubu letního na degradovaných půdách, kde nejlepších výsledků dosáhly listnáče, dále jedle obrovská a s velkým odstupem smrk ztepilý. V ČR se vlivem jedle obrovské na půdu zabývá pouze několik prací, protože zde zatím není příliš rozšířena. Vliv na složky přírodního prostředí zdokumentovali např. Podrázský a Remeš (2007, 2008a, b, 2009) nebo Podrázský et al. (2009). Ve zmíněných studiích bylo zjištěno, že opad jedle obrovské je relativně bohatý na živiny, poměrně dobře a rychle mineralizuje. Díky rychlému růstu spotřebovává sice tato dřevina větší množství dusíku, i tak má však na lesní půdy meliorační účinek a pomáhá zlepšovat jejich chemické složení, což jednoznačně platí v porovnání s domácími jehličnany.

## 6. Pěstování

Ve 20. roce života začíná jedle obrovská plodit. Sběr se provádí v srpnu až září. V této době sice ještě nejsou šišky zcela zralé, ale o měsíc později by již jejich počínající rozpad sběry ohrožoval (Musil & Hamerník 2007). Z jednoho stromu se při sběru získá v průměru cca 30 kg šišek; u mladších jedinců, tj. asi do věku 40 let, jen asi polovina tohoto množství. Ze 100 kg šišek se vylouští zhruba 4 kg osiva (Hofman 1963). Před výsevem je doporučeno semena namočit do studené vody (0–2 °C) na dobu 48 hodin. Výsev se provádí do řádků při množství 12 g na běžný metr. Semenačky je třeba clonit, protože jsou citlivé na přímé oslunění. Školování ve sponu 20 × 20 – 25 cm začíná po druhém roce od výsevu. V úvahu je třeba brát v průměru 30% ztráty (Pondělíček 2002).

Jedle obrovská je dřevinou vhodnou k vytváření jednotlivých či skupinovitých směrů; čisté monokultury jsou méně vhodné. Je nutno zohlednit stav lesních půd z hlediska relativně vysokých nároků druhu na živiny. Dosavadní výsledky ukazují na vhodnost směrů s douglaskou, méně se doporučují směrů se smrkem či dokonce s bukem (Pondělíček 2002).

Na kvalitu porostů jedle obrovské má klíčový vliv výchova. Podle provozních zkušeností lze intenzivními zásahy podstatně urychlit i výškový přírůst. Výrazná je i rychlá diferenciacie růstu jedinců. Intenzivní výškový přírůst (80–110 cm) dominantních jedinců trvá i na poměrně chudých stanovištích do cca 35 let (Wolf 1998). Na druhé straně byla doložena i velmi silná reakce výsadbě jedle obrovské na přihnojení defi-

citními živinami (Podrázský & Remeš 2007, 2008b). Výchova má být tedy náležitě intenzivní; od 15 do 40 let lze přecházet na úroveňovou probírku a úpravu druhové skladby, přičemž je zavčas nutno uvažovat i o přirozené obnově, která je na vhodných místech spontánní (Hofman 1963). Při provádění výchovného zásahu (těžby) by mělo být snahou omezit poranění kmenů, neboť jedle obrovská je velmi náchylná na napadení houbami rodu *Armillaria*. Škody václavkami byly zaznamenány jak v její domovině (Filip & Goheen 1984), tak i v ČR (Hofman 1963; Škorpík et al. 2013). Ve snaze docílit lepších hospodářských výsledků je možné upravit pěstební zásahy i ve prospěch kvality dřeva (Hapla & Wellhausen 2003). Vyšší hustotu dřeva (užší letokruhy) lze zajistit především nižším přístupem světla, tj. větším zápojem porostů.

Při obnově jedle obrovské je důležité správné stanovení obmýti a obnovní doby. Objemový přírůst u takto rychle rostoucích dřevin kulminuje přibližně ve věku 70 let. V našich podmínkách je vhodné, aby bylo obmýti stanoveno maximálně do věku 90 let, je-li jedle obrovská přítomna ve směsi s domácími dřevinami typu smrku ztepilého. Vyšší obmýti smrku totiž zapříčiňuje i nutnost vyššího obmýti celého porostu. Na druhou stranu, pokud bude směr tvořena pouze introdukovanými dřevinami, např. jedlí obrovskou a douglaskou tisolistou, lze obmýti takového porostu snížit na 80 let. Možnosti přirozené obnovy dosud nemohly být vzhledem k věku většiny porostů v ČR ve větší míře sledovány. Spontánně se ovšem zmlazení jedle obrovské objevuje ve všech plodících porostech. Zatím se preferuje spíše umělá obnova na maloplošných holých sečích, kde je jedle obrovská vysazována ve sponu 2 × 2 m, tedy zhruba v počtu 2 500 sazenic na 1 ha. V některých případech je možné zvolit i hustší spon z důvodů očekávaných větších ztrát. Po založení porostu je důležitá ochrana sazenic proti škodám zvěří a vyvarování se poškození stromků mechanizací v průběhu celého života porostu (Pondělíček 2002).

## 7. Charakter a využití dřeva

Dřevo jedle obrovské má mnoho variant barev od téměř bílé, přes šedobílou, hnědošedou až po červenohnědou. Běl a jádro mají podobnou barvu, takže nejsou v suchém stavu rozpoznatelné; jen těsně po skácení stromu je tato hranice díky vlhčímu jádru patrná. Přejechod letokruhů mezi jarním a letním dřevem je zřetelně viditelný. Dřevo jedle obrovské je lehké, dobře opracovatelné, lehce se štípe a dobře se i suší. Odolnost vůči houbám a hmyzu je střední. Při opracování a lepení nevznikají vzhledem k chybějícím pryskyřičným kanálkům větší problémy (Vos & Kharazipour 2010). Hustota dřeva v rámci přirozeného areálu v Severní Americe dosahuje kolem 370 kg.m<sup>-3</sup> (Alden 1997; Green et al. 1999), zatímco v ČR je v průměru o něco vyšší, a to 405 kg.m<sup>-3</sup> (Lukášek et al. 2012). Objemová hmotnost je v důsledku rychlého růstu projevujícího se malým podílem pozdního dřeva a velkým (0,54 cm) tloušťkovým přírůstem nízká (Hofman 1963). Nízká hustota dřeva a rovnoměrný průběh vláken jsou dobrým předpokladem pro snadné obrábění (Mitze 2010). Testy pevnosti v tahu a rázu prokázaly u jedle obrovské nižší odolnost než u našich dřevin. Naproti tomu pevnost v tlaku a ohybu předčila očekávání, kdy u

tlaku byla shodná a u ohybu vyšší než u našich jehličnatých dřevin (Hofman 1963). Velkým problémem je vysoký obsah vody v jádrovém dřevu, který může odběratelům způsobovat některá rizika (popraskání kmenů, napadení hnilobami aj.) a snižuje tak tržní hodnotu dříví (Coutts & Rishbeth 1977; Hof et al. 2008; Zeidler et al. 2015).

Dřevo jedle obrovské se v její domovině využívá spíše na výrobu papíroviny a buničiny než na stavební řezivo (Foiles et al. 1991), a to jak cestou sulfátovou, tak sulfitovou. Výhodou jsou dlouhá dřevní vlákna, která mají průměrnou délku 3,2 mm (Hofman 1963) a umožňují větší pevnost papíru proti protržení (Brunden 1964). Dalšími klady jsou nepřítomnost pryskyřice a světlá barva dřeva, které usnadňují lepší bělení. Na papírovinu jsou zaměřeny zejména přímořské státy, naopak ve vnitrozemí jsou zpracovatelé orientováni na využití dřevní suroviny na lehké stavební konstrukce (nízká hustota dřeva), a to hlavně z důvodu menšího výběru sortimentů, které jsou k dispozici (Vos & Kharazipour 2010). Další využití našla jedle obrovská při výrobě transportních obalů, šindelů, sudů, obkladů a přepravků na ovoce a zeleninu (Hofman 1963). V minulosti se využívala i na výrobu zápalek, hraček nebo na lodní stěžně.

Jedle obrovská plní kromě produkce dříví i řadu dalších funkcí, např. rekreační a okrasnou (Podrázský & Remeš 2007). Pro její vzhled a vůni je její chvojí používáno jako ozdobný klest a celá nadzemní část na vánoční stromky (Pagan 1999; Wolf 1998).

## 8. Závěr

Jedle obrovská se v ČR projevuje jako dřevina s vysokou produkcí, která může ve specifických podmínkách dobře plnit i jiné významné funkce, především meliorační a kraji-notvornou. Na příznivých lokalitách vyniká bezkon-kurenční produkcí, nicméně disponibilní soubor vhodných stanovišť je poměrně úzký. Na rozdíl od produkce však nemůže svou ekologickou valenci ani kvalitou dřeva konkurovat douglase tisolisté. V jehličnatých porostech lze počítat s její meliorační a stabilizační funkcí, především díky relativně příznivému působení na lesní půdy, zvláště humusové formy. Poskytuje i specifické přínosy typu produkce ozdobného klestu a vyhledávaných vánočních stromků. Na specifických stanovištních podmínkách představovaných hlubšími a bohatšími, uléhavými půdami může být vhodnou alternativou jiných introdukovaných i domácích dřevin, i když není žádoucí její plošné zastoupení příliš zvyšovat. Riziko pro vysazené porosty jedle obrovské představuje václavka, a to zejména na stanovištích, kde se tato houba historicky vyskytovala.

## Poděkování

*Příspěvek vznikl v rámci výzkumných projektů MŠMT COST LD14116 a projektu MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0115 (č. j. 5774/2015-MZE-17011).*

## Literatura

- Alden, H. A., 1997: Softwoods of North America [online]. Madison, WI: U.S.D.A., Forest Service, Forest Products Laboratory, září 1997, 151 p. [cit. 2013-02-17]. Dostupné na internetu: <<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgrtr/fplgrtr102.pdf>>.
- Andersen, M. K., Raulund-Rasmussen, K., Strobel, B. W., Hansen, H. C. B., 2004: The effects of tree species and site on the solubility of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn in soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 154:357–370.
- Axellson, A., 1985: Increasing forest productivity and value by manipulating nutrient availability, Forest potentials: productivity and value. Weyerhaeuser symposium, Weyerhaeuser Co., p. 5–37.
- Beran, F., 2006. Některé poznatky z hodnocení mezinárodního provenienčního pokusu s jedlí obrovskou – *Abies grandis* (Douglas) Lindl. In: Neuhofová, P. (eds.): Douglaska a jedle obrovská – opomíjený giganti. In: Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 12.–13. 10. 2006. Praha, ČZU, p. 17–27.
- Burzynski, G., Vančura, K., 1985: Comparative analysis of provenance experiment with the grand fir (*Abies grandis* Lindl.), IUFRO 1976, in Poland and Czechoslovakia. *Communicationes Instituti Forestalis Czechosloveniae*, 14:25–40.
- Brunden, M. N., 1964: Specific Gravity and Fiber Length in Crown-formed and Stem-formed Wood. *Forest Products Journal*, 14:13–17.
- Coutts, M. P., Rishbeth, J., 1977: The formation of wetwood in grand fir. *European Journal of Forest Pathology*, 7:13–22.
- Ferguson, D. E., Johnson-Maynard, J. L., McDaniel, P. A., 2007: The grand fir mosaic ecosystem – history and management impacts. Fort Collins, CO, Rocky Mountain Research Station: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Res. Pap., RMRS-P-44, p. 175–184.
- Filip, G. M., Goheen, D. J., 1984: Notes: Root diseases cause severe mortality in white and grand fir stands of the Pacific Northwest. *Forest Science*, 30:138–142.
- Fletcher, A. M., 1986: IUFRO *Abies grandis* provenance experiments: nursery stage results. Introduction. Edinburgh, Forestry Commission, Forestry Commission research and development paper, 139:151.
- Fletcher, A. M., Samuel, C. J. A., 1990: Height growth of the IUFRO Grand fir seed origins in Britain. In: Joint meeting of Western Forest Genetics Association and IUFRO working parties S2.02-05, 06, 12 and 14: Douglas fir, Contorta pine, Sitka spruce and *Abies* breeding and genetic resources. Olympia, Washington, USA, August 20–24, 1990. Olympia, Washington, Contribution, 82: 14 p.
- Foiles, M. W., 1965: Grand Fir, *Abies grandis* (Dougl.) Lindl. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook, 271:9–24.
- Foiles, M. W., Graham, R. T., Olson, D. F., 1991: Grand fir. In *Silvics of North America: Conifers*. United States, Forest Service, p. 52–68.
- Fulín, M., Remeš, J., Tauchman, P., 2013: Růst a produkce jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) ve srovnání s jinými jehličnany. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58:186–192.
- Garrison, M. T., Moore, J. A., Shaw, T. M., Mika, P. G., 2000: Foliar nutrient and tree growth response of mixed-conifer stands to three fertilization treatments in northeast Oregon and north central Washington. *Forest Ecology and Management*, 132:183–198.
- Green, D. W., Winandy, J. E., Kretschmann, D. E., 1999: Wood handbook : Mechanical properties of wood. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, 463 p.

- Hapla, F., Wellhausen, K., 2003: Verwendung relevante Holzeigenschaften und Verwendungsbereiche der Großen Küstentanne – *Abies grandis* (Douglas) Lindley – mit Aufkommensanalyse im Staatswald Niedersachsen. Institut für Holzbiologie und Holztechnologie, Universität Göttingen, 27 p.
- Hof, CH., Hapla, F., Koch, G., 2008: Küstentanne häufig zu Unrecht unter Wert verkauft. Holz-Zentralblatt, 134:806–807.
- Hofman, J., 1963: Pěstování jedle obrovské. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 116 p.
- Kleinschmit, J., Svolba, J., Rau, H. M., Weisgerber, H., 1996: The IUFRO *Abies grandis* provenance experiment in Germany – result at age 18/19. *Silvae Genetica*, 45:311–317.
- Kobliha, J., 1989: Some results of hybridization and conservation of the genofond of *Abies alba*. In: Proceedings of the International Symposium: Forest Genetics, Breeding and Physiology of Woody Plants. Voronezh, 24.–30. 8. 1989, p. 59–63.
- Kobliha, J., Janeček, V., 2000: Growth of progenies from spontaneous hybrids within genus *Abies* in comparative plantations. In: Proceedings of the 9th International European Silver Fir Symposium. Skopje, Macedonia, 21.–26. 5. 2000, p. 27–36.
- Kouba, J., Zahradník, D., 2011: Produkce nejdůležitějších introdukovaných dřevin v ČR podle lesnické statistiky. In: Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice 2011 Praha: Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 21. 10. 2011, ČZU, p. 52–66.
- König, A., 1995: Geographic variation of *Abies grandis* – provenances grown in Northwestern Germany. *Silvae Genetica*, 44:248–255.
- Kubeček, J., Štefančík, I., Podrázský, V., Longauer, R., 2014: Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. *Lesnický časopis-Forestry Journal*, 60:120–129.
- Kulej, M., Socha J., 2008: Effect of provenance on the volume increment of grand fir (*Abies grandis* Lindl.) under mountain conditions of Poland. *Journal of Forest Science*, 54:1–8.
- Liesebach, M., Schüller, S., Weißenbacher L., 2008: Provenance trials with Grand fir (*Abies grandis* [D. Don] Lindl.) in Austria – Suitability, growth performance and variation. *Austrian Journal of Forest Science*, 125:183–200.
- Lukášek, J., Zeidler, A., Barčík, Š., 2012: Shrinkage of grand fir wood and its variability within the stem. *Drvna Industrija*, 63:121–128.
- Mitze, H., 2010: Ein unterschätzter Nordamerikaner Küstentanne. *Forstwirtschaft, Land & Forst*, 26:66–67.
- Musil, I., Hamerník, J., 2007: Jehličnaté dřeviny: Lesnická dendrologie. Praha, Academia, 352 p.
- Nason, G. E., Myrold, D. D., 1992: Nitrogen fertilizers: fates and environmental effects in forest. In: Chappell. H. N.; Weetman G. F.; Miller, R. E. (eds.): Forest fertilization: Sustaining and improving nutrition and growth of Western forest. Institute of Forest Resources, Contrib., 73. College of Forest resources, University of Washington, Seattle, p. 67–81.
- Pagan, J., 1999: Lesnická dendrológia. Zvolen: LT TU Technická vo Zvolene, 378 p.
- Podrázský, V., Remeš, J., 2007: Fertilization effect on the grand fir plantations. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 38:198–201.
- Podrázský, V., Remeš, J., 2008a: Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53:27–33.
- Podrázský, V., Remeš, J., 2008b: Vliv přihnojení na výškový růst kultury jedle obrovské. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53:207–209.
- Podrázský, V., Remeš, J., 2009: Soil-forming effect of grand fir (*Abies grandis* [Dougl. ex D. Don] Lindl.). *Journal of Forest Science*, 55:533–539.
- Podrázský, V., Remeš, J., Hart, V., Moser, W. K., 2009: Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science*, 55:299–305.
- Podrázský, V., Čermák, R., Zahradník, D., Kouba, J., 2013: Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of Forest Science*, 59:398–404.
- 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.
- Pokorný, J., 1959: Zkušenosti s pěstováním jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) v Evropě a v ČR. *Lesnictví*, 5:1071–1094.
- Pondělíček, J., 2002: Produkce jedle obrovské na území České republiky. *Lesnická a dřevařská fakulta, Praha, ČZU, (Doktorská disertační práce)*, 202 p.
- Pulkab, K., Sloup, M., Zeman, M., 2014: Economic Impact of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) production in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 60:297–306.
- Rau, H. M., Schönfelder, E., 2008: Experiences of cultivation with Grand fir (*Abies grandis* Lindl.) provenances in Western Germany – Results of assessments on 18 sites at age 27. *Austrian Journal of Forest Science*, 125:201–216.
- Sverdrup, H., Thelin, G., Robles, M., Stjernquist, I., Sörensen, J., 2006: Assessing nutrient sustainability of forest production for different tree species considering Ca, Mg, K, N and P at Björnstorpe Estate, Sweden. *Biogeochemistry*, 81:219–238.
- Šika, A., Vančura, K., 1987: První výsledky provenienčního výzkumu jedle obrovské (*Abies grandis*/Douglas./ Lindl.) v ČR. *Lesnictví*, 33:399–412.
- Šika, A., 1983: Introdukce jedle obrovské v ČR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 28:1–3.
- Šindelář, J., 2004: Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky. *VÚLHM, Jiloviště-Strnady, Lesnický průvodce*, 2: 80 p.
- Šindelář, J., Beran, F., Frýdl, J., Novotný, P., 2006: K možnostem lesnického využití některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v ČR na základě hodnocení jejich růstu na lokalitě Jiloviště-Cukrák ve věku 30 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51:235–242.
- Škorpík, P., Novotný, P., Beran, F., Hynek, V., Dostál, J., Stejskal, J., 2013: Výsledky hodnocení proveniencí jedle obrovské (*Abies grandis*/Douglas ex D. Don/ Lindl.) na lokalitě Strnady-Gamapole ve věku 28 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58:58–65.
- Tiedemann, A. R., Mason, R. R., Wickman, B. E., 1998: Forest floor and soil nutrients five years after urea fertilization in a grand fir forest. *Northwest Science*, 72:88–95.
- Vančura, K., 1990: Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. *Práce VÚLHM*, 75:47–66.
- Vos, H., Kharazipour, A., 2010: Eigenschaften von leichten, industriell hergestellten Spanplatten aus *Abies grandis* (Küstentanne). *Forst und Holz*, 65:26–30.
- Waring, R. H., Savage, T., Cromack, K. jr., Rose, C., 1992: Thinning and nitrogen fertilization in a grand fir stand infested with western spruce budworm. In: Part II; Tree growth response. *Forest Science*, 38:252–264.
- Wolf, J., 1998: Výsadby a růst jedle obrovské na školním poli Hürka. *Lesnická práce*, 77:60–61.
- Zeidler, A., Salem, M. Z. M., Borůvka, V., 2015: Mechanical properties of grand fir wood grown in the Czech Republic in vertical and horizontal positions. *BioResources*, 10:793–808.