

VLIV JEDLE OBROVSKÉ NA STAV LESNÍCH PŮD: PŘÍPADOVÁ STUDIE

IMPACT OF GRAND FIR ON THE CONDITIONS OF FOREST SOILS: A CASE STUDY

MARTIN FULÍN¹⁾ - VILÉM PODRÁZSKÝ²⁾ - MARTIN BALÁŠ²⁾¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic²⁾ČZU v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Czech Republic

✉ e-mail: fulin@vulhm.cz

ABSTRACT

Paper documents the effects of grand fir (*Abies grandis* /Dougl. ex D.Don/ Lindl) on the basic characteristics of the soil chemistry and nutrient dynamics. The amount of the surface humus and basic chemical characteristics of the horizons F+H, Ah, Bv (soil pH, soil adsorption complex characteristics, total carbon and nitrogen content, C/N ratio, exchangeable acidity characteristics, plant available and total nutrient contents) were compared at two localities in young stands (38 years) of grand fir, Norway spruce and European beech on the territory of the Central Bohemia (altitude 340 and 435 m a. s. l., mean annual precipitation 660 mm, mean annual temperature 8°C, fresh to waterlogged oak-beech and beech sites). Results documented relatively slight differences among stands as a result of different species cultivation. This was determined by the site conditions and young age of particular stands. However, some positive effects of the grand fir were visible and relevant, especially higher soil reaction and soil adsorption complex characteristics. Forestry research should bring this species into focus more frequently.

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

Klíčová slova: jedle obrovská; humus; lesní půda; pedochemické analýzy**Key words:** grand fir; humus; forest soil; pedochemical analyses

ÚVOD

Pěstování introdukovaných dřevin je uváděno jako významný prostředek zvýšení produkce lesních porostů, jejich stability a intenzity plnění funkcí lesa, mimo jiné i v souvislosti s předpokládanými změnami klimatu. Mezi dřeviny často testované a prakticky využívané v minulé době i v současnosti patří jedle obrovská (*Abies grandis* /Dougl. ex D.Don/ Lindl), která je jednou z potenciálně nejvýznamnějších introdukovaných dřevin temperátní zóny v Evropě, s výrazným, u nás podceněným využitím (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Přitom na vhodných stanovištích předstihuje v růstu a produkci i douglasku tisolistou (KOUBA, ZAHRADNÍK 2011; FULÍN et al. 2013) a poskytuje dřevní surovinu se značným potenciálem využití (VOS, KHARAZIPOUR 2010; LUKÁŠEK et al. 2012; ZEIDLER, ŠEDIVKA 2015; ZEIDLER et al. 2015). Využití méně častých dřevin v českém dřevozpracujícím průmyslu je však velmi nepružné. Vyskytuje se jen malý počet podniků, které se zpracování těchto dřevin nevyhýbají a jsou schopny tuto surovinu odpovídajícím způsobem zhodnotit.

Hlavní předpokládaná funkce jedle obrovské v českých lesích je produkce dendromasy. Existuje však i potenciál jejího širšího využití, ze-

jména pro plnění meliorační (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; PODRÁZSKÝ et al. 2016) a zpevňující funkce, nebo funkce krajinářské či okrasné. Mnoho vlastníků lesa, nevázaných striktně státní správou, může posuzovat, proč produkční i mimoprodukční potenciál jedle obrovské a introdukovaných dřevin obecně nevyužívá v lesích hospodářských, a nezačlenit je tak do konceptu trvale udržitelného a polyfunkčního lesního hospodářství ve středoevropském kontextu, tak jak je to běžné např. v německých zemích nebo v maximálně široké míře na Britských ostrovech, kde byly zvláště vytvořeny tabulky zásob jedle obrovské pro Velkou Británii (CHRISTIE, LEWIS 1961).

Jedli obrovské byla věnována větší pozornost v minulých obdobích, a to jak z hlediska jejich ekologických nároků, tak i produkčních možností (HOFMAN 1963; VANČURA 1990), a zájem se soustředil na exotické druhy jedlí i ve šlechtitelských programech (KOBLIHA 1989; KOBLIHA, JANEČEK 2000; ŠINDELÁŘ 2004; BERAN 2006). Na druhé straně však vliv jedle obrovské na složky přírodního prostředí dokumentuje minimum prací: ze zahraničních autorů se rozbořením půd se zastoupením této dřeviny zabývali GARRISON et al. (2000) a FERGUSON et al. (2007), u nás pak stejnou problematiku řešili PODRÁZSKÝ a REMEŠ (2009). Jedna z posledních studií zaměřená na vliv introdukovaných dřevin na půdu byla provedena na mezinárodní provenienční ploše

jedle obrovské na Hrubé Skále, kde bylo porovnání provedeno se smrkem ztepilým, douglaskou tisolistou a travním porostem (PODRÁZSKÝ et al. 2016). Cílem předkládané případové studie je doplnit další údaje o vlivu jedle obrovské na půdní složku lesních ekosystémů. Jako pracovní hypotézu je možno formulovat tezi, že bude ovlivňovat humusové formy a svrchní část minerálního půdního profilu méně nepříznivě ve srovnání se smrkem ztepilým.

MATERIÁL A METODIKA

Šetření se uskutečnila ve dvou porostech jedle obrovské, srovnávaných se dvěma porosty smrku ztepilého a jedním porostem buku, které se všechny nacházely na území Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy. Zkoumané porosty byly již dříve sledované, byly zde prováděny studie zahrnující produkci vybraných dřevin i posouzení stavu lesních půd (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2009).

1. Porost 118 Ba 04a (Točna)

Porost jedle obrovské je ve věku 38 let v roce 2013. Zastoupení jedle obrovské je 70 % a výměra TVP činí 0,07 ha. Soubor lesních typů byl určen jako 3S – svěží dubová bučina, hospodářský soubor je vylišen jako 441 a určuje tak obmýtlí 100 let s třicetiletou obnovní dobou (LHP 2011). Stav humusových forem byl srovnáván se sousední porostní skupinou smrku, který měl věk shodný s jedlí obrovskou a soubor lesních typů byl určen jako 3K – kyselá dubová bučina. Lze předpokládat, že odlišné půdní charakteristiky lokalit jsou výsledkem vlivu různých dřevin.

2. Porost 409 Fa 04 (Majzlovka)

Stáří porostu jedle obrovské je 38 let (rok 2013). Zastoupení jedle je 35 % v celém porostu a výměra TVP (čistá skupina jedle obrovské) činí 0,0835 ha. Soubor lesních typů byl stanoven jako 4P – podmáčená bučina, hospodářský soubor 461, který určuje obmýtlí 110 let a třicetiletou obnovní dobu (LHP 2011). Stav humusových forem byl srovnáván se sousedními porostními skupinami smrku a buku, které měly věk 35 a 26 let a nacházejí se na souborech 4O – oglejená bučina a 4P – podmáčená bučina.

Vzorky vrstev nadložního humusu (humusových forem) byly odebrány ve všech těchto porostních částech v podzimním období 2012 v počtu opakování minimálně 3 směsné vzorky, každý vytvořený z 5 vpichů. Ze všech vrstev bylo celkem odebráno 51 směsných vzorků (první porost 24 vzorků a druhý 27). Kvantitativní odběr holorganických horizontů (NĚMEČEK et al. 2011) byl realizován pomocí sondy o průměru 65 mm. Analýzy byly provedeny v laboratoři Tomáš v Opocně podle každoročně standardizovaných metod (ZBÍRAL 2001):

- množství sušiny vrstev nadložního humusu (holorganické vrstvy) při konstantní hmotnosti při 105 °C, pouze holorganické horizonty;
- obsah celkových živin po mineralizaci kyselinou sírovou a selenem, množství živin bude přepočítáno na plochu 1 ha, pouze holorganické horizonty;
- pH aktivní a výměnné v 1 N KCl, nadále všechny vzorky;
- charakteristiky půdního sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, H – hydrolytická acidita, T – kationová výměnná kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi);
- obsah oxidovatelného uhlíku, celkového dusíku podle Kjeldahla a obsah celkového uhlíku podle metody Springel – Klee, obsah celkového humusu byl odhadován přepočtem Cox pomocí Weltheho koeficientu 1,724;
- obsah přístupných živin metodou Mehlich III.

Statistické zhodnocení bylo provedeno pomocí programu NCSS 10 metodou jednofaktorové analýzy variance. Srovnávány byly odpovídající si horizonty vždy v rámci jedné lokality (Točna, Majzlovka). Výsledky byly dále testovány podle Scheffeho mnohonásobným srovnáním na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Byly srovnávány horizonty se stejným charakterem (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2009).

VÝSLEDKY

Zásoba nadložního humusu je mezi sledovanými porosty velmi vyrovnaná, prokázané rozdíly nebyly v žádném případě statisticky významné (tab. 1). Vyšší zásoby nadložních vrstev v porostech smrku (a buku) nebyly prokázány jako statisticky průkazné.

Také obsah celkového oxidovatelného uhlíku nejevil průkazné rozdíly, přes naznačenou tendenci poklesu ve smyslu smrk × jedle obrovská × buk (tab. 1). Výsledky nejsou v žádném případě průkazné a neindikují žádný trend. Pouze v prvním sledovaném porostu jsou obsahy humusu (oxidovatelného uhlíku) průkazně vyšší v porostu smrku v minerálních půdních horizontech, což může indikovat pomalejší rozklad opadu.

Obsah celkového dusíku, stanoveného Kjeldahlovou metodou, byl v případě prvního sledovaného porostu v obou skupinách podobný, v případě druhé série porostních skupin byl ve vrstvě opadu statisticky průkazně vyšší obsah N u jedle obrovské vůči buku. To indikuje příznivé složení jedlového opadu a na druhé straně vysoké nároky porostu buku na živiny. V případě první série byly hodnoty C : N neprůkazně vyšší v porostu smrku (v horizontu Ah byly rozdíly významné), ve druhém případě byly v minerálních horizontech opět patrné (byť neprůkazně) nejnižší v minerálních horizontech buku, což opět ukazuje na nejrychlejší transformaci organických látek.

Naproti tomu se vliv opadu jedle obrovské výrazně projevil v hodnotách půdní reakce a ve zvýšené kvalitě půdního sorpčního komplexu, konkrétně ve vrstvách holorganických a v horizontu organominerálním (tab. 2). Na obou lokalitách byly v porostu této dřeviny průkazně vyšší hodnoty aktivního a výměnného pH ve srovnání se smrkem, v případě druhé série byly statisticky významně nejvyšší hodnoty obou typů pH v porostu buku.

Obsah výměnných bází byl v první sérii srovnatelný, mírně (s výjimkou horizontu Bv) vyšší hodnoty byly pozorovány v porostu jedle obrovské, ve druhé sérii byl průkazně nejvyšší v holorganických horizontech jedle. Hlouběji byla hodnota obsahu bází velmi variabilní. Hydrolytická acidita byla nevýznamně vyšší nebo srovnatelná v porostu smrku, u buku byly její hodnoty nejnižší, v případě horizontu Ah druhé série i průkazně. Podobné trendy jevila i kationtová výměnná kapacita. V důsledku toho bylo nasycení sorpčního komplexu bázemi významně vyšší v porostu jedle pouze ve vrstvě povrchového humusu, v horizontu Ah pak bylo nejvyšší u buku. Výrazné rozdíly nebyly vesměs pozorovány.

Hodnoty výměnné titrační acidity byly výrazně nižší ve srovnání se smrkem (tab. 3) ve vrstvách holorganických, na první sledované ploše i v horizontu Ah. Oba sledované jehličnany pak (nevýznamně) zvýšily hodnoty sledované charakteristiky ve srovnání s bukem na druhé ploše v celém sledovaném profilu. Na těchto změnách se výrazněji z absolutního hlediska podílela dynamika výměnného hliníku, třebaže uvedené trendy byly sledovány u obou složek výměnné titrační acidity.

Obsah celkových živin (tab. 4) ve vrstvách nadložního humusu vykazoval rovněž různou tendenci. Na první lokalitě byl v porostu jedle obrovské ve srovnání se smrkem prokázán mírně nižší obsah dusíku, srovnatelný obsah celkového fosforu a hořčíku a významně vyšší obsah draslíku a vápníku. Na druhé lokalitě byl významně vyšší obsah dusíku v porostech jehličnanů ve srovnání s porostem buku, obsah

Tab. 1.

Zásoba sušiny, obsah oxidovatelného uhlíku, celkového humusu, celkového dusíku a poměr C : N v jednotlivých horizontech
Amount of surface humus, content of total carbon, humus, total nitrogen and C : N ratio in particular horizons

Porost/ Stand	Dřeviny/ Tree species	Horizont/Horizon (NĚMEČEK et al. 2011)	Sušina/ Dry matter t/ha	Humus/Humus (Springel-Klee) (%)	Oxidovatelný uhlík/ Oxidizable carbon Cox (%)	Dusík/Total nitrogen (Kjeldahl) (%)	C/N
118 B (1. série)	JDO/ Grand fir	F+H	11,49a	27,80a	16,12a	1,14a	14,1a
		Ah		5,70a	3,30a	0,30a	10,6a
		Bv		3,00a	1,74a	0,14a	12,2a
	SM/ Norway spruce	F+H	13,29a	35,33a	20,49a	1,20a	16,9a
		Ah		8,70b	5,05b	0,29a	17,0b
		Bv		4,02b	2,33b	0,16a	14,3a
409 F (2. série)	JDO/ Grand fir	F+H	17,33a	36,38a	21,10a	1,26a	16,6a
		Ah		10,38a	6,02a	0,39a	14,9a
		Bv		3,89a	2,25a	0,16a	17,2a
	SM/ Norway spruce	F+H	18,02a	31,47a	18,25a	1,13ab	16,3a
		Ah		10,70a	6,20a	0,31a	24,3a
		Bv		4,15a	2,41a	0,23a	12,1a
	BK/ European beech	F+H	18,34a	23,03a	13,36a	0,84b	16,8a
		Ah		7,38a	4,28a	0,38a	11,0a
		Bv		4,03a	2,34a	0,25a	9,4a

Pozn.: Identické indexy označují podle Sheffeho testu skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.
Note: Identical indexes determine by Sheffe's test statistically identical groups. Depth corresponding horizons are compared.

Tab. 2.

Půdní reakce a charakteristiky půdního sorpčního komplexu v jednotlivých horizontech srovnávaných porostů
Soil reaction and soil adsorption complex characteristics in particular horizons of compared stands

Porost/ Stand	Dřeviny/ Tree species	Horizont/Horizon (NĚMEČEK et al. 2011)	pH/ H ₂ O	pH/ KCl	S (mval/100g)	H (mval/100g)	T (mval/100g)	V (%)
118 B (1. série)	JDO/ Grand fir	F+H	5,36b	4,83b	38,41a	14,95a	53,36a	71,24b
		Ah	4,76b	3,66b	6,53a	9,57a	16,11a	40,22a
		Bv	4,55b	3,41a	1,56a	9,38a	10,94a	13,94a
	SM/ Norway spruce	F+H	4,69a	4,14a	36,91a	25,81b	62,72a	58,79a
		Ah	4,26a	3,40a	5,79a	12,11b	17,90a	31,74a
		Bv	4,31a	3,44a	2,27a	8,99a	11,26a	19,91a
409 F (2. série)	JDO/ Grand fir	F+H	4,52b	3,63b	28,59b	33,69a	62,28b	46,1b
		Ah	3,93a	3,15a	4,84a	16,88a	21,72a	21,89a
		Bv	3,77a	3,09a	1,48a	10,92a	12,41a	11,97a
	SM/ Norway spruce	F+H	3,94a	3,24a	15,60a	32,56a	48,16ab	32,71a
		Ah	3,78a	3,00a	4,32a	17,40a	21,73a	19,90a
		Bv	3,69a	3,00a	2,05a	11,98a	14,04a	14,62a
	BK/ E. beech	F+H	4,56b	3,81b	15,12a	18,55a	33,67a	44,97ab
		Ah	4,55b	3,52b	5,65a	9,50b	15,15b	37,38b
		Bv	4,40b	3,50b	2,04a	10,31a	12,35a	16,85a

Pozn.: Identické indexy označují podle Sheffeho testu skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.
Note: Identical indexes determine by Sheffe's test statistically identical groups. Depth corresponding horizons are compared.

celkového fosforu klesal významně v pořadí jedle obrovská, smrk, buk. Obsah celkového draslíku rostl ve stejném pořadí (statisticky nevýznamně). Obsah celkového vápníku klesal v pořadí smrk, jedle obrovská a buk a sledoval tak rovněž předpokládanou intenzitu transformace opadu, obsah celkového hořčíku byl nejnižší (významně) v porostu smrku a nejvyšší v porostu jedle obrovské.

V rámci první série byl v porostu jedle obrovské doložen nižší (nevýznamně, třebaže patrně) obsah přístupného fosforu, obsah přístupného draslíku byl významně nižší v holorganických vrstvách a srovná-

telný v minerálních horizontech, obsah přístupného vápníku byl pod jedlí vyšší, v horizontu Ah i významně, obsah přístupného hořčíku zde byl nevýznamně vesměs vyšší ve srovnání se smrkem (tab. 5). Na druhé sledované lokalitě byly v případě přístupného fosforu obsahy průkazně nejvyšší v horizontu Bv pod jedlí obrovskou, obsah přístupného draslíku v holorganických vrstvách sledoval stejný trend jako celková forma této živiny, v minerálních horizontech pak byl trend opačný. Obsah přístupného vápníku byl významně nejvyšší pod jedlí a totéž platí pro přístupný hořčík, byť v tomto případě nebyly rozdíly statisticky významné.

Tab. 3.

Stav výměnné acidity v jednotlivých horizontech
Exchangeable acidity characteristics in particular horizons

Porost/ Stand	Dřeviny/ Tree species	Horizont/Horizon (NĚMEČEK et al. 2011)	Výměnná titrační acidita/ Exchangeable titration acidity (mval/kg)	Výměnný/ Exchangeable H+ (mval/kg)	Výměnný/ Exchangeable AL3+ (mval/kg)
118 B (1. série)	JDO/ Grand fir	F+H	7,7a	3,4a	4,2a
		Ah	26,1a	1,0a	25,1a
		Bv	57,2a	0,8a	56,3a
	SM/ Norway spruce	F+H	11,0b	6,5b	4,4a
		Ah	50,1b	0,7a	49,4b
		Bv	56,7a	0,3b	56,3a
409 F (2. série)	JDO/ Grand fir	F+H	25,9a	6,4a	19,5a
		Ah	77,5a	1,0a	76,4a
		B	82,1a	0,8a	81,2a
	SM/Norway spruce	F+H	43,2a	5,8a	37,4a
		Ah	79,0a	1,0a	78,0a
		Bv	81,0a	0,6a	80,3a
	BK/E. beech	F+H	23,1a	3,4a	19,7a
		Ah	54,6b	0,2b	54,4b
		Bv	67,5a	0,6a	66,9a

Pozn.: Identické indexy označují podle Sheffeho testu skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Note: Identical indexes determine by Sheffe's test statistically identical groups. Depth corresponding horizons are compared.

Tab. 4.

Obsah celkových živin v jednotlivých porostech
Total nutrient content in particular stands

Porost/ Stand	Dřeviny/ Tree species	Horizont/ Horizon (NĚMEČEK a kol. 2011)	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
118 B (1. série)	JDO/Grand fir	F+H	1,213a	0,096a	0,660b	0,640b	0,061a
	SM/Norway spruce	F+H	1,279a	0,091a	0,395a	0,295a	0,057a
409 F (2. série)	JDO/Grand fir	F+H	1,382b	0,112b	0,413a	0,100a	0,078b
	SM/Norway spruce	F+H	1,152b	0,084ab	0,446a	0,166a	0,014a
	BK/E. beech	F+H	0,886a	0,039a	0,540a	0,053a	0,036ab

Pozn.: Identické indexy označují podle Sheffeho testu skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Note: Identical indexes determine by Sheffe's test statistically identical groups. Depth corresponding horizons are compared.

DISKUSE

O vlivu jedle obrovské na stav půd a jednotlivých složek ekosystémů je v podmínkách českých zemí velmi málo údajů, ve využitelné zahraniční literatuře pak srovnání chybí. Přesto je situace podstatně lepší než u domácí jedle bělokoré, u které nejsou v podstatě, až na výjimky (SEIFERT 1957), informace k dispozici vůbec. Obecně lze při srovnání se staršími výsledky (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008, 2009) doložit, že v případě sledovaných ploch byly rozdíly mezi stavem půd v porostních skupinách s jedlí obrovskou ve srovnání se smrkem a na druhé straně s hlavními listnáči (bukem, dubem) menší. Je to dáno jednak nižším věkem porostů, jednak charakterem stanoviště, na kterém došlo k výsadbě – mladé porosty ještě neměly dostatečný časový prostor k ovlivnění svého prostředí. Také zahraniční práce dokládají větší vliv makroekologických faktorů, než krátkodobý vliv změny druhové skladby (AUGUSTO et al. 2003). Přesto lze doložit, že především půdní reakce, stav sorpčního komplexu a ukazatele výměnné acidity byly jedlí obrovskou ovlivněny příznivě, stejně tak i obsahy některých živin jak v celkové, tak i v přístupné formě. Avšak z důvodů intenzivního růstu jedle obrovské došlo k poklesu obsahu některých živin (dusík na první lokalitě, draslík na druhé lokalitě v celkové formě, fosfor, draslík na první lokalitě v přístupné formě). Také rozdíly v celkové zásobě nadložního humusu nebyly statisticky významné, což odpovídá situacím ve studiích z českého prostředí. Přesto výsledky indikují poněkud intenzivnější rozklad a transformaci opadu v porostech jedle obrovské.

Výsledky však nebyly jednoznačné a pozice jedle obrovské se nenačázela výslovně mezi smrkem s bukem, jak by se na základě starších výsledků dalo předpokládat – trend je pouze naznačený. Přesto

lze jedli obrovskou hodnotit jako dřevinu potenciálně zlepšující stav humusových forem jehličnatých porostů, a to zejména ve směsi. Tím se blíží další významné introdukované dřeviny, a sice douglasce tiso-listé (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; KANTOR 2008; KANTOR, MAREŠ 2009; MENŠÍK et al. 2009), jež se projevila jako dřevina příznivě ovlivňující stanoviště i biodiverzitu přizemní vegetace ve srovnání s domácími jehličnany. Obě introdukované dřeviny zlepšují svým opadem stav lesních půd. Na určitých typech stanovišť pak lze dokonce očekávat i vyšší meliorační účinek jedle obrovské ve srovnání s douglaskou (PODRÁZSKÝ et al. 2016).

ZÁVĚR

Výsledky šetření prokázaly v daných porostech poměrně nevýrazné rozdíly v působení jednotlivých dřevin na humusové formy a nejsvrchnější vrstvy minerálního půdního profilu. Tato skutečnost je zapříčiněna především charakterem stanoviště a mladým věkem porostů dosud velmi intenzivně rostoucích v případě jednotlivých dřevin, konkrétně jedle obrovské, smrku ztepilého a buku lesního. Přesto byly kultivací jedle obrovské některé půdní charakteristiky ovlivněny příznivě, zejména půdní reakce a stav půdního sorpčního komplexu. Jedle obrovská si rozhodně zaslouží větší pozornost jako potenciální meliorační a především stabilizační dřevina.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektů interních grantů FLD (IGA A10/15, IGA B03/17) a poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0117 (č. j. 6779/2017-MZE-14151).

Tab. 5.

Obsah přístupných živin podle metody Mehlich III v jednotlivých porostech
Plant available nutrient content by the Mehlich III method in particular stands

Porost/ Stand	Dřeviny/ Tree species	Horizont/ Horizon (NĚMEČEK et al. 2011)	Mehlich III			
			P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
118 B (1. série)	JDO/ Grand fir	F+H	47,5a	329,5a	5331,0a	293,5a
		Ah	9,5a	117,0a	885,5b	85,2a
		Bv	3,5a	79,7a	476,5a	61,0a
	SM/ Norway spruce	F+H	55,5a	453,5b	4351,5a	273,0a
		Ah	17,7a	102,0a	572,25a	67,5a
		Bv	9,0a	76,7a	343,0a	52,0a
409 F (2. série)	JDO/ Grand fir	F+H	43,3a	492,0a	2866,6b	238,0a
		Ah	7,3a	101,6a	473,0a	62,0a
		Bv	8,3b	52,0a	244,3a	36,6a
	SM/ Norway spruce	F+H	48,0a	426,0a	1287,3a	182,0a
		Ah	8,3a	126,0a	345,3a	63,3a
		Bv	2,3a	56,0a	221,0a	38,3a
	BK/ E. beech	F+H	38,6a	337,3a	1514,6a	173,3a
		Ah	9,6a	129,6a	446,6a	60,3a
		Bv	4,0a	63,3a	241,6a	36,3a

Pozn.: Identické indexy označují podle Sheffeho testu skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Note: Identical indexes determine by Sheffe's test statistically identical groups. Depth corresponding horizons are compared.

LITERATURA

- AUGUSTO L., DUPOUEY J.-L., RANGER J. 2003. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science*, 60: 823–831.
- BERAN F. 2006. Některé poznatky z hodnocení mezinárodního provenienčního pokusu s jedlí obrovskou – *Abies grandis* (Douglas) LIND. In: Neuhöferová P. (ed.): Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12. – 13. 10. 2006, Praha, Česká zemědělská univerzita: 17–27.
- FERGUSON D.E., JOHNSON-MAYNARD J.L., MCDANIEL P.A. 2007. The grand fir mosaic ecosystem – history and management impacts. In: Page-Dumroese D. et al. (eds.): Volcanic-ash-derived forest soils of the inland Northwest: properties and implications for management and restoration. 9–10 November 2005. Fort Collins, CO, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 175–184. Proceedings RMRS-P-44.
- FULÍN M., REMEŠ J., TAUCHMAN P. 2013. Růst a produkce jedle obrovské (*Abies grandis* LINDL.) ve srovnání s jinými jehličnany. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58 (2): 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 (2/3): 183–198.
- HOFMAN J. 1963. Pěstování jedle obrovské. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 116 s.
- CHRISTIE J.M., LEWIS R.E.A. 1961. Provisional yield tables for *Abies grandis* and *Abies nobilis*. Forestry Commission: Forest Record, 47: 1–48.
- 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 Forestry School in Písek. *Journal of Forest Science*, 55 (7): 312–322.
- KOBLIHA J. 1989. Some results of hybridization and conservation of the genofond of *Abies alba*. In: Beloborodov V.M. et al. (eds.): Proceedings of the International Symposium „Forest Genetics, Breeding and Physiology of Woody Plants“. Voronezh 24. – 30. 9. 1989, Rusko: 59–63.
- KOBLIHA J., JANEČEK V. 2000. Growth of progenies from spontaneous hybrids within genus *Abies* in comparative plantations. In: Eder W., Dong P. (eds.): Proceedings of the 9th International European Silver Fir Symposium. Skopje 21. – 26. 5. 2000, Macedonia. [Vienna, IUFRO]: 27–36.
- KOUBA J., ZAHRADNÍK D. 2011. Produkce nejdůležitějších introdukovaných dřevin v ČR podle lesnické statistiky. In: Prkňová H. (ed.): Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice 2011. Kostelec n. Č. l., 21. 10. 2011. Praha, Česká zemědělská univerzita: 52–66.
- LHP. 2011. Lesní hospodářský plán LHC Kostelec n. Č. lesy. Období od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2020.
- LUKÁŠEK J., ZEIDLER A., BARCÍK Š. 2012. Shrinkage of grand fir wood and its variability within the stem. *Drvna industrija*, 63 (2): 121–128.
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ M. 2009. 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 Science*, 55 (8): 345–356.
- NCSS 10 Statistical Software 2015. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. Dostupné na/Available on: <https://www.ncss.com/software/ncss/>.
- NĚMEČEK J., MÜHLHANSELOVÁ M., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2011. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, Česká zemědělská univerzita: 94 s.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53 (1): 27–33.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2009. Soil-forming effect of grand fir (*Abies grandis* [Dougl. ex D. Don] Lindl.). *Journal of Forest Science*, 55 (12): 533–539.
- PODRÁZSKÝ V., FULÍN M., PRKNOVÁ H., BERAN F., TŘEŠTÍK M. 2016. Changes of agricultural land characteristics as a result of afforestation using introduced tree species. *Journal of Forest Science*, 62 (2): 72–79.
- SEIFERT J. 1957. Vliv jedlového porostu na biologický stav půdy. *Folia Microbiologica*, 2 (4): 234–237.
- ŠINDELÁŘ J. 2004. Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky. Metodické principy zakládání a hodnocení. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 80 s. Lesnický průvodce, 2/2004.
- 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 (1): 26–30.
- ZBÍRAL J. 2001. Porovnání extrakčních postupů pro stanovení základních živin v půdách ČR. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 206 s.
- ZEIDLER A., ŠEDIVKA P. 2015. Influence of selected factors on wood density variability in grand fir (*Abies grandis* /Douglas/ Lindl.). *Wood Research*, 60 (1): 33–44.
- 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 (1): 793–808.

IMPACT OF GRAND FIR ON THE CONDITIONS OF FOREST SOILS: A CASE STUDY

SUMMARY

Grand fir (*Abies grandis* /Dougl. ex D.Don/ Lindl) represents a species that was introduced in the European forests relatively early. Its production was evaluated in several studies, on the contrary, the ecological effects were evaluated only in the limited number of studies. The aim of the presented case study is the evaluation of the grand fir effects on the upper soil layers in the Central Bohemia (University Training Forest, Kostelec nad Černými lesy). Effects of the grand fir on the upper soil status (F+H, Ah, upper B horizons) were studied at two study sites. In the first case, stands of grand fir and Norway spruce were compared, and at the other locality both conifers and European beech were present. The stands were 38-year-old, at the altitudes of 340 and 435 m a. s. l., respectively. Mean annual precipitation was 660 mm, mean annual temperature 8°C. Forest sites were fresh to waterlogged oak-beech and beech.

Soil samples were taken by the auger (diameter 65 mm), three bulk samples of particular horizons F+H, Ah, B were put together from 5 individual samples in each stand in autumn 2013. Samples were analyzed in the Tomáš laboratory (Opočno) by standard methods: amount of dry mass of F+H horizons and total nutrients content in the holorganic layers. Following characteristics were analyzed: soil reaction active and potential (1 N KCl), soil adsorption complex characteristics according to Kappen (S – bases content, H – hydrolytical acidity, T – cation exchange acidity, V – base saturation), oxidizable carbon and total nitrogen contents, plant available nutrients (P, K, Ca, Mg) according to Mehlich III. NCSS 2007 program was used for statistical analysis of variance, multiple Scheffe's comparison at 95% probability level were used. Horizons of the same character were compared.

Results confirmed relatively slight, but visible effects of the grand fir. The relatively lower amounts of the surface humus were not statistically significant (Tab. 1). Total nitrogen content at the second series was significantly higher on the fir plot and lower at the beech plot, comparing to spruce. This indicates better composition of the fir litter and high consumption of nitrogen by beech. Effects of the grand fir were clearly visible in the case of the soil reaction and soil adsorption complex characteristics (Tab. 2). The characteristics were significantly higher compared to spruce, and a little bit lower comparing to beech (pH, S – bases content, V – base saturation), especially in the surface humus layers.

Exchangeable acidity characteristics were significantly lower in the fir stands comparing to spruce in the holorganic and also in the organomineral horizons (Tab. 3) at the first series. In the second series, the beech showed the lowest acidity characteristics. Total nutrient contents were analyzed only in the holorganic horizons (F+H; Tab. 4). In the first series, lower content of nitrogen, comparable content of phosphorus and magnesium and significantly higher content of potassium and calcium was determined under fir stand comparing to spruce. In the second series, significantly higher content of nitrogen was found in the conifers comparing to beech; the content of total phosphorus decreased in the order: fir, spruce, beech, and the content of total potassium showed the opposite order. The total calcium content decreased in the order: spruce, fir, beech; the total magnesium content was the lowest in the spruce stand and the highest in the fir one.

In the first series, the plant available phosphorus content was lower in the fir stands, the available potassium content was significantly lower in the holorganic layer and comparable in the mineral horizons. Both fir humus and below-fir mineral soil were higher in plant-available calcium (Ah significantly) and magnesium compared to spruce (Tab. 5). On the second locality studied, the plant available phosphorus content in the B horizon was the highest under the fir. The plant available potassium content followed the same trend as the total content of this nutrient in the holorganic layers. Opposite trend was documented for mineral horizons. Plant available calcium content was the highest under grand fir, similar situation was documented for available magnesium. Grand fir showed clearly site improving effects comparing to Norway spruce.

Zasláno/Received: 11. 07. 2017

Přijato do tisku/Accepted: 19. 01. 2018