

**RŮST SMRKOVÉ KULTURY NA HORSKÉM STANOVIŠTI NARUŠENÉM
MECHANIZOVANĚ PŘIPRAVENÝMI LINIOVÝMI VALY
A MELIOROVANÉM OLŠÍ ZELENOU**

*NORWAY SPRUCE PLANTATION GROWING ON A MOUNTAIN FOREST SITE
DISTURBED BY WINDROW PREPARATION AND AMELIORATED BY GREEN ALDER*

FRANTIŠEK ŠACH, VLADIMÍR ČERNOŠOUS

ABSTRACT

*Mechanized windrowing of slash has disturbed soil surface within large clear-cuts (hundreds of hectares) during 1980s in the air-polluted top region of the Orlické hory Mts., eastern Bohemia. The soil surface on the Velká Deštná Hill was disturbed in 1987. One year later the Research Station at Opočno established the long-term research plot on this site. Degree and extent of soil surface disturbance were recorded. Besides other experiments, the experimental Norway spruce plantation was designed as three treatments: control, fertilized and limed (1991), and ameliorated by *Alnus viridis* plantation (1992). The effect of site degradation by mechanized windrowing has been indicated by young spruce growth for a long time period. The assessment of 18-year-old spruce growth on the control strip shows significantly greater height increment on negligibly disturbed sites comparing to that on remarkably and very remarkably disturbed sites. Amelioration of spruce trees brings perspective outcomes on the strip biologically amended by *Alnus viridis*. High atmospheric deposition especially of nitrogen compounds, fungi disease by *Ascocalyx abietina*, climatic fluctuations, and high values of ground-level ozone have brought new problems into spruce plantation performance since 1999.*

Keywords: site preparation; mechanized windrowing; soil disturbance, biological amelioration; green alder; Norway spruce; plantation growth; the Orlické hory Mts.

Klíčová slova: mechanizovaná příprava; liniové valy; narušení lesní půdy; biologická meliorace; olše zelená; růst kultury; smrk ztepilý; Orlické hory

ÚVOD A NÁSTIN PROBLEMATIKY

Ve vrcholových partiích Orlických hor byly stovky hektarů půdního povrchu imisních holin narušeny mechanizovaným shrnováním klestu do valů. K narušení půdního povrchu na lokalitě Velká Deštná došlo v roce 1987. O rok později zde VS Opočno – oddělení meliorací založilo dlouhodobou výzkumnou plochu. Stupeň narušení, popis a jeho rozsah dokumentovali ŠACH A PODRÁZSKÝ (ŠACH 1994), ve vztahu k zájmovému vlivu olše zelené na smrkové kultury jsou pak zahrnuty v tab. 1 a 2. Závažné bylo zejména odstranění značné části nadložního humusu a humusového A horizontu do valů (až 200 m³ z jednoho hektaru) a s ním související snížení obsahu a zásoby organické hmoty v povrchové půdní vrstvě. Na výzkumné ploše jsme založili (mimo další experimenty) pokusnou smrkovou kulturu ve třech variantách: kontrola (sloužila též k hodnocení vlivu výživy ve školce na odrůstání po výsadbě), chemická meliorace průmyslovými hnojivy nebo vápencem (1991) a biologická meliorace olší zelenou – *Alnus viridis* (1992).

Z širšího pohledu autory zpracovaného přehledu problematiky vztaženého k olši zelené (ŠACH, ČERNOŠOUŠ 2009) vyplynulo, že v Evropě je věnována pozornost olši zelené a porostům s ní především z hlediska funkčnosti tohoto ekosystému na horní hranici lesa. Meliorační a rekultivační funkci olše zelené byla až na výjimky věnována pozornost především v Kanadě, v USA a na Novém Zélandu. K znovuzalesnění a stabilizaci ploch rozsáhlých sesuvů byla v domácích poměrech olše zelená prezentována v Jeseníkách, ke stabilizaci holí po pastvě ovcí ve Slovenském rudohoří.

Tab. 1: Růst smrkové kultury na stanovišti narušeném mechanizovaným shrnováním lestu a biologicky meliorované kulturou olše zelené

*Performance of spruce plantation separately by degree of soil surface disturbance due to mechanized windrowing – amelioration by *Alnus viridis**

Narušení půdního povrchu ¹		Výška sazenic ²			Přežití ³	Tloušťka kmínku ⁴		
Stupeň ⁵	Popis ⁶	Podíl ⁷	1991	1999	2009	2009	1992	1999
		%	cm			%	mm	
narušení nevýznamné 0A metlice ⁸	půdní kryt viditelně nenarušen (převažuje drn metlice) ⁹	44	42,6 a	126,4 a	340,2 a	26	10,0 a	29,5 a
narušení nevýznamné 0B humus ¹⁰	půdní kryt narušen, ale zachován (převažuje nadložní humus bez hrabanky či buřeně) ¹¹	15	39,9ab	100,6 b	345,6 a	23	9,8 ab	23,8 b
narušení významné IC ¹²	půdní kryt promísen s minerální půdou, vytvořeny mělké rýhy o hloubce do 25 cm ¹³	21	39,7 b	106,3ab	329,3 a	15	9,0 b	24,3 ab
narušení velmi významné IID ¹⁴	půdní kryt stržen, obnažena minerální půda, vytvořeny hluboké rýhy o hloubce nad 25 cm ¹⁵	7	37,6 b	106,8ab	387,2 a	19	9,3 ab	25,2 ab
	valy klestu a svrchní vrstvy půdy ¹⁶	13						

Stejná písmena označují neprůkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. *The same letters denote non significant differences between variants at $\alpha = 0.05$.*

¹Disturbance of soil surface; ²Plant height; ³Survival; ⁴Ground line diameter; ⁵Degree; ⁶Description; ⁷Percentage; ⁸Non severe disturbance – 0A – grass; ⁹Ground cover was not disturbed noticeably (*Deschampsia sod prevailed.*); ¹⁰Non severe disturbance – 0B – humus; ¹¹Ground cover was disturbed but preserved. (*Forest floor without litter and without weed prevailed.*); ¹²Severe disturbance – IC; ¹³Ground cover was mixed with mineral soil, shallow ruts below depth of 25 cm were formed; ¹⁴Very severe disturbance – IID; ¹⁵Ground cover was removed, mineral soil was exposed, deep ruts above depth of 25 cm were formed; ¹⁶windrows

Olše zelená je podle české legislativy meliorační a zpevňující dřevina (MZD). Je doporučována jako dřevina meliorující místa, kde byla lesní půda degradována v důsledku ztráty svrchní vrstvy – horizontů LFH a A. Právě její meliorační funkce jako raně sukcesní pionýrské dřeviny je žádoucí využít v České republice zejména na plochách s buldozerovou přípravou stanoviště (Krušné hory), ale i na plochách s intenzivní přípravou stanoviště prstovým shrnovačem klestu, kdy došlo k odstranění svrchní vrstvy lesní půdy (horizonty LFH, popř. i A) v různé intenzitě i ploše po imisní kalamitě, nikoliv na stanovištích se zachovaným profilem lesní půdy (PODRÁZSKÝ et al. 2005, KUNEŠ et al. 2011).

Tab. 2: Růst smrkové kultury v závislosti na stupni narušení půdního povrchu po mechanizovaném shrnování klestu – kontrola k biologické melioraci
Performance of spruce plantation separately by degree of soil surface disturbance due to mechanized windrowing – control to biological amelioration

Narušení půdního povrchu ¹			Výška sazenic ²			Přežití ³	Tloušťka kmínku ⁴	
Stupeň ⁵	Popis ⁶	Podíl ⁷	1991	1999	2009	2009	1992	1999
		%	cm			%	mm	
narušení nevýznamné 0A metlice ⁸	půdní kryt viditelně nenarušen (převažuje drn metlice) ⁹	40	38,7 a	107,0 a	346,4 a	21	9,0 a	26,3 a
narušení nevýznamné 0B humus ¹⁰	půdní kryt narušen, ale zachován (převažuje nadložní humus bez hrabanky či buřene) ¹¹	14	36,7 a	103,6ab	237,2 b	26	8,4 a	26,4 a
narušení významné IC ¹²	půdní kryt promísen s minerální půdou, vytvořeny mělké rýhy o hloubce do 25 cm ¹³	20	39,1 a	90,9ab	279,3ab	26	9,3 a	25,4 a
narušení velmi významné IID ¹⁴	půdní kryt stržen, obnažena minerální půda, vytvořeny hluboké rýhy o hloubce nad 25 cm ¹⁵	13	35,2 a	75,1 b	-	0	7,8 a	17,9 b
	valy klestu a svrchní vrstvy půdy ¹⁶	13						

Stejná písmena označují neprůkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.
The same letters denote non significant differences between variants at $\alpha = 0.05$

K řešení meliorační problematiky na stanovištích s narušenou a odstraněnou svrchní půdní vrstvou (ŠACH, ČERNOŠOUŠ 2000a) byly založeny experimentální výzkumné plochy Velká Deštná v Orlických horách. Presentace a hodnocení vlivu biologické meliorace olší zelenou na růst smrkové kultury na horském stanovišti narušeném mechanizovaně připravenými liniovými valy představuje náplň a cíl práce předkládaného příspěvku.

METODY A MATERIÁL

Podrobnou charakteristiku sledovaného stanoviště a jeho degradace uvedli ŠACH, PODRÁZSKÝ (1992) a ŠACH (1994).

Založení objektu

Ke studiu zmíněných nepříznivých důsledků mechanizovaného shrnování klestu bylo přistoupeno v oblasti Velké Deštné, na stanovišti s extrémními imisně-ekologickými poměry ve vrcholové části Orlických hor. Pokusné plochy leží v nadmořské výšce 1060 - 1110 m a v době založení v pásmu ohrožení imisemi A (lesní pozemky s porosty s výrazným imisním zatížením, kde poškození dospělého smrkového porostu se zvýší průměrně o 1 stupeň během 5 let). Expozice je severozápadní (návětrná ve směru hlavního toku imisí), sklon svahu postupně narůstá ze 7% až na 19%. Lesní typ představuje jeřábová smrčina borůvková ve vrcholových (svažitých) polohách (8Z2), nacházející se na hluboce výrazném humusovém podzolu, hlinitopísčitém, silně kamenitém, s migmatizovanou ortorulou jako podložní horninou.

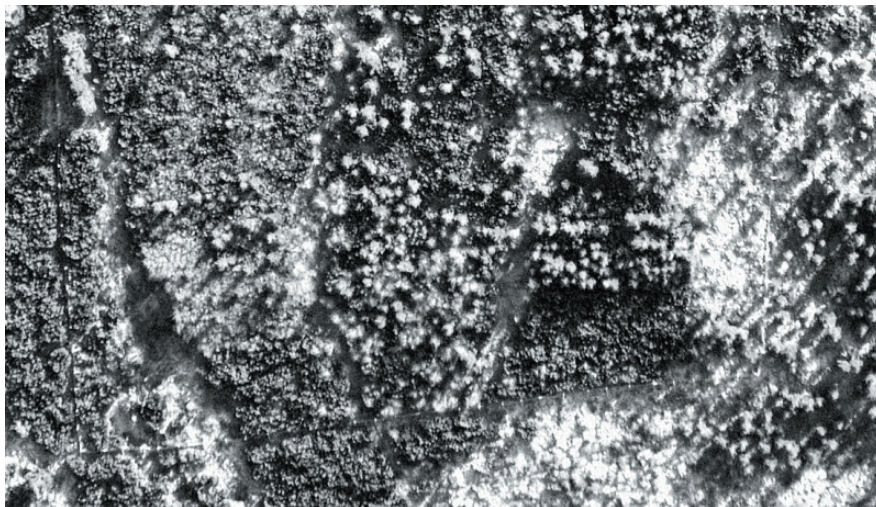
Po vytěžení 160letého, imisemi velmi silně poškozeného smrkového porostu v roce 1986 a následném shrnutí klestu do spádnicových valů prstovým shrnovačem čelně neseným na lesním kolovém traktoru LKT 81 byly v roce 1988 vytyčeny na holoseči tři vrstevnicové transekty. Jejich průměrná délka se rovnala 52 m (kolmo protínaly dvě pole vymezená po spádnici probíhajícími valy těžebního odpadu), šířka 10 m a sklon 4°, 6° a 11°. Na transektech byl mapován stav půdního povrchu a byly zjišťovány chemické a fyzikální vlastnosti půdy. Pro vzorkování byly plochy transektů stratifikovány podle kategorie narušení svrchní půdní vrstvy: A. půdní kryt - přízemní vegetace a nadložní humus - viditelně nenarušen, B. půdní kryt narušen, ale zachován, C. půdní kryt promísen s minerální zeminou, vytvořeny mělké rýhy (do 25 cm), D. půdní kryt stržen, obnažena minerální půda, vytvořeny hluboké rýhy (nad 25 cm).

Shrnovač přemístil do valů 199 m³. ha⁻¹ svrchní vrstvy půdy. Valy zaujímaly 13% sledované plochy. Kategorie půdního narušení A pokrývala 28% sledované plochy, kategorie B 43%, kategorie C 7% a kategorie D 9%. Průměrné ztenčení vrstvy nadložního humusu bylo spočteno na 2,3 cm. V roce 1998 a 1999 byla plocha provozně osázena klečí.

Výzkumné programy

V letech 1991–1992 byl zahájen experiment zahrnující meliorační opatření na plochách degradovaných shrnováním klestu včetně experimentálních výsadeb smrku ztepilého a olšičky zelené. Experiment probíhá na třech spádnicových pruzích ohraničených valy klestu. Celý demonstrační objekt o výměře 1 ha byl na podzim 1993 oplocen (ilustrační letecký snímek – obr. 1).

Každý ze tří výše zmíněných pruhů reprezentuje jiný výzkumný program. Program I (pruh I) zahrnuje sledování vlivu rozdílné výživy sazenic v lesní školce na přežívání, růst a vývoj smrkových výsadeb, program II (pruh II) slouží k výzkumu modelů hnojení kultur a program III (pruh III) k výzkumu biologické meliorace prostřednictvím olšičky zelené. Pruh I slouží i jako kontrolní k pruhu II a III.



Obr. 1: Ilustrační letecký snímek výzkumného objektu Velká Deštná v Orlických horách a biologická meliorace smrkové kultury olší zelenou na pruhu III
Aerial photo of the research object Velká Deštná Mountain in the Orlické hory Mts and biological amelioration of Norway spruce by green alder on the strip III

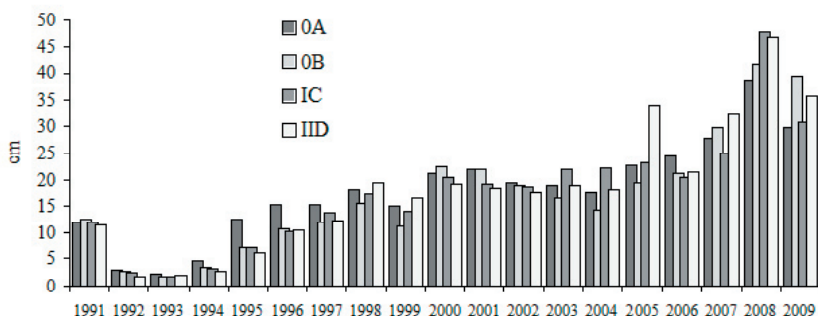
Na celé ploše probíhá výzkum změn úrodnosti půdy v důsledku narušení povrchu mechanizovaným shrnováním klestu.

Předkládaný příspěvek prezentuje dílčí výsledky vztahující se k programu III: Studium vlivu meliorace olší zelenou (*Alnus viridis*) na růst a vývoj výsadeb smrku ztepilého (3 500 smrkových sazenic plus 3 500 sazenic olšičky zelené na 1 ha s řadovým smíšením po spádnicí). Program III na pruhu III zahrnuje 3 čtvercové plochy, každou o výměře 4 ary, umístěné mezi liniovými valy ve směru spádnice a po vrstevnici oddělené pásy širokými 20 m. Na pruhu I pak byla umístěna kontrolní čtyřarová plocha se stejnou výsadbou smrku, ale bez výsadby řad olše zelené. Smrkové prostokořenné sazenice autochtonní provenience byly při jamkové výsadbě na jaře 2002 pětileté (2 + 3); sazenice olše zelené byly krytokořenné, jednoleté. Předkládaný příspěvek využívá k hodnocení melioračního efektu olše zelené v časové řadě 18 let měření výškových přírůstků a výšek smrku, v prvním desetiletí po výsadbě též tloušťek kmínku 1 cm nad povrchem terénu. Matematicko statistické zpracování jsme provedli pomocí analýzy rozptylu a mnohonásobného porovnání s využitím programu Statgraphics a Unistat. Zpracování a hodnocení sledovaného zdravotního stavu a podmínek a stavu výživy smrku i olše zelené ke komplexnímu hodnocení jejího melioračního účinku po narušení stanoviště mechanizovaným shrnováním klestu do liniových valů provedeme v navazujících pracích. Informace o zlepšení půdních vlastností a obnově úrodnosti půdy biologickou meliorací olší zelenou poskytnou také připravované půdní odběry a analýzy.

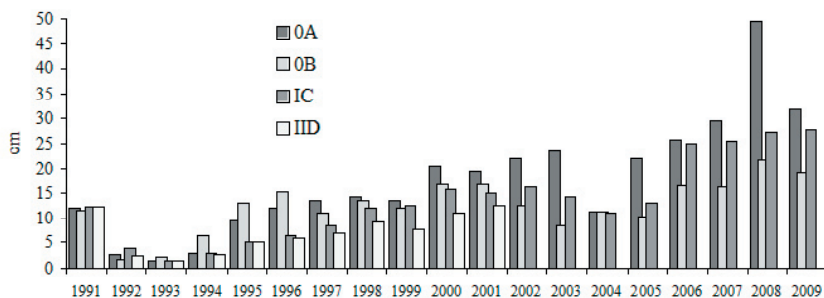
VÝSLEDKY A DISKUSE

Z hodnocení růstu smrkové kultury na kontrolní ploše bez meliorace v závislosti na stupni narušení půdního povrchu vyplývá po sedmi letech od výsadby statisticky průkazný rozdíl (analýza rozptylu plus mnohonásobné porovnání) ve výškovém růstu smrku na místech s nevýznamným narušením a místech s narušením významným a velmi významným (tab. 2). Při použití méně striktního statistického testu mnohonásobného porovnávání vychází statisticky průkazný rozdíl pro výšku sazenic i pro tloušťku jejich kmínků (měřeno jeden centimetr nad terémem) mezi stupni narušení půdního povrchu nevýznamnými a závažnými.

Výrazná diferenciacie výškového růstu v závislosti na stupni narušení (obr. 3) nastala již ve čtvrtém roce po výsadbě (1995). Na tomto grafu je dále patrné vyrovnávání výškových přírůstků mezi jednotlivými stupni narušení půdního povr-



Obr. 2: Výškové přírůstky biologicky meliorovaného smrku podle stupně narušení půdního povrchu (0A-bez narušení, 0B-nevýznamný, IC-významný, IID-velmi významný)
Height increments of biologically amended spruce separately by degree of soil surface disturbance (0A-intact, 0B-negligible, IC-important, IID-very important)



Obr. 3: Výškové přírůstky nemeliorovaného smrku podle stupně narušení půdního povrchu – kontrola k biologické melioraci
Height increments not amended spruce separately by degree of soil surface disturbance – control to biological amelioration

chu v roce 1999. Tehdy již poměrně silně působila epifytotie onemocnění houbou *Ascocalyx abietina*, které postihlo letorosty včetně terminálních a vedlo k celkové redukci výškového přírůstku. Po roce 2000 se diferenciací přírůstků podle stupně narušení půdního povrchu opět zvyrazňovala, přičemž do roku 2002 všechny smrky na nejzávažnějším narušení půdy (IID) odumřely. Téměř vyrovnané a v časové řadě prakticky nejnižší výškové přírůstky v roce 2004 na zbylých méně závažných narušeních (0A, 0B, IC) byly zřejmým důsledkem nízkých srážek, vysokých teplotních rozdílů a extrémních hodnot koncentrací přízemního ozónu včetně kumulativního indexu AOT40 v průběhu období předvegetačního, vlastního vegetačního a povegetačního v předchozím roce 2003; období byla definována a hodnocena v pracích ŠACHA A ČERNOŠOUSE (2005a,b).

Na příznivý vliv biologické meliorace olší zelenou poukázalo již hodnocení výsledků šetření růstu smrku ve výroční zprávě výzkumného záměru z roku 1996 (JURÁSEK 1996). Potvrzení naznačeného příznivého trendu růstu meliorované smrkové kultury dokládá tab. 1 a obr. 2. Olše zelená vyrovnala rozdíly ve výškovém i tloušťkovém růstu smrku mezi místy s nevýznamným a místy s významným a velmi významným narušením půdního povrchu - tab. 1 (na nemeliorované kontrole jsou přítom rozdíly zjevně patrné - tab. 2). Pouze na místech s viditelně nenarušeným půdním krytem (při dominanci drnu metlice) se výška i tloušťka sazenic významněji lišila od nižších hodnot na vyšších stupních narušení půdního povrchu (tab. 1). Biologická meliorace se příznivě projevila zejména na místech s významným a velmi významným narušením, jak dokládají průkazné rozdíly ve výšce a tloušťce smrku meliorovaného olší a smrku na kontrole bez meliorace (tab. 1 a tab. 2).

Přínosný vliv olše zelené na obnovu, růst a produkci porostů ekonomických dřevin na lesních půdách degradovaných mechanizovanou celoplošnou přípravou stanoviště do liniových valů prokazují ve shodě s našimi poznatky také výsledky z řady zahraničních výzkumů. BALLARD, HAWKES (1989) prokázali u osmileté kultury smrku sivého (*Picea glauca*) mezi valy významně větší výšku a výškový přírůst na ploše s olší zelenou než na ploše bez olše. BINKLEY et al. (1984) zpravují o mladém 23letém douglaskovém ekosystému, jehož zakmenění a výčetní základnu sice nárost olše zelené průkazně neovlivnil, ale průměrná výčetní tloušťka byla v porostu s olší vyšší o 13 %, průměrný pětiletý přírůst výčetní základny o 33 % a přírůst biomasy kmene o 40 % větší v porovnání s douglaskovým ekosystémem bez nárostu olše. Další podrobné informace k tématu a jejich kritické hodnocení přinesli v přehledové práci týkající se protierozních a melioračních účinků olše zelené ŠACH A ČERNOŠOUS (2009).

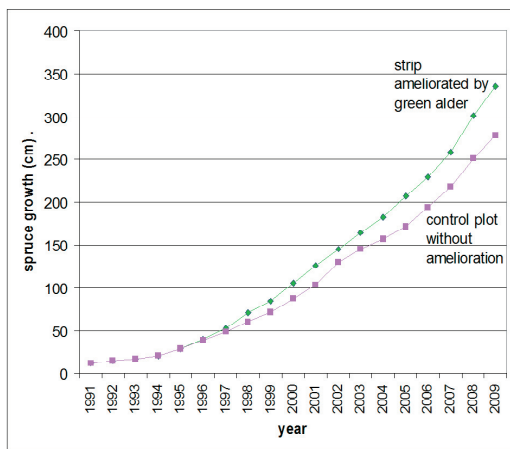
Na pozitivní účinek olše zelené do roku 1998 ukazoval také zdravotní stav smrků, reprezentovaný zdatným vzrůstem bez extrémních výškových přírůstků, pevným nedeformovaným ovětvením a sytým zeleným jehličím. Onemocnění houbou *Ascocalyx abietina* se však projevilo i na biologicky meliorovaném pruhu III, mělo však nižší intenzitu i rozsah a také regenerace letorostů a jehlic ve vegetační době probíhala vizuálně lépe než na dílčí kontrolní ploše v pruhu I (cf. ŠACH, ČERNOŠOUS, PODRÁZSKÝ 2000b). Konzistentně s našimi poznatky hodnotí vliv olše ze-

lené na zdravotní stav kultur ekonomických dřevin na degradovaných lokalitách i zahraniční autoři, viz „review“ ŠACH, ČERNOŠOUS (2009) včetně přesných citací studovaných prací.

SHRNUTÍ A ZÁVĚRY

V roce 1992 byly smrkové sazenice (2+3) vysazeny na stanoviště narušené mechanizovaným shrnováním klestu do liniových valů ve výzkumném objektu na Velké Deštné v Orlických horách. Výsadba smrku se realizovala na dílčí kontrolní ploše bez meliorace a na ploše se souběžně vysazovanou olší zelenou v řadovém smíšení. Účinky biologické meliorace na výškový přírůst a porovnání s dílčí kontrolní plochou bez meliorace shrnuje obr. 4. Vývoj přírůstu smrku v řadovém smíšení s olší naznačuje dlouhodobost a trvalost účinků biologické meliorace.

Z hodnocení růstu smrkové kultury na kontrolní ploše bez meliorace vyplývá v závislosti na stupni narušení půdního povrchu statisticky průkazný rozdíl ve výškovém růstu smrku na místech s nevýznamným narušením a místech s narušením významným a velmi významným. Do roku 1998 diference výškového přírůstu podle závažnosti narušení půdního povrchu na kontrolní ploše bez meliorace (obr. 3) a trvalé stírání



Obr. 4: Účinky biologické meliorace olší zelenou na výškový růst a porovnání s kontrolní plochou bez meliorace na horském stanovišti narušeném mechanizovaně připravenými liniovými valy (přírůst 1991 obou variant se vytvořil ještě v lesní školce)

Height growth of spruce trees ameliorated by green alder with comparing to control without amelioration on a mountain forest site disturbed by mechanised windrowing (height increment of 1991 arose in a forest nursery)

rozdílů v přírůstu smrku na dílci s biologickou meliorací (obr. 2) indikují průběh obnovování produkční schopnosti lesní půdy při biologické melioraci na stanovišti degradovaném mechanizovaným shrnováním klestu. Po onemocnění houbou *Ascochyta abietina*, při vysoké atmosférické depozici sloučenin dusíku, po vysokých koncentracích a kumulacích přízemního ozónu a při klimatických výkyvech však lze ve vazbě na stupeň narušení povrchu půdy mechanizovanou celoplošnou přípravou detekovat v růstových trendech a v přežívání smrkových stromků závažné změny, významněji tlumené meliorací olší zelenou.

Výsledky z výzkumného objektu Velká Deštná v Orlických horách mají praktický význam také na lokalitách po buldozerové přípravě v Krušných horách, kde výzkum dlouhodobě provádí Lesnická a dřevařská fakulta v Brně. VAVŘÍČEK et al. (2009) na základě výsledků a podnětů z výzkumné

stanice v Opočně založil v roce 2008 experimentální sledování olše zelené na plochách, kam se při revitalizaci nedostala fermentovaná půda z rozhrnovaných valů (ca 60 % výměry plochy s valy rozhrnovanými do roku 2007 – ŠACH 2007).

PODĚKOVÁNÍ:

Výsledky prezentované ve studii vznikly v rámci institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZe ČR č. ZE0002070203 Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí.

LITERATURA

- BALLARD T. M., HAWKES B. C. 1989. Effects of burning and mechanical site preparation on growth and nutrition of planted white spruce. Information Report BC-X-309. Victoria, B.C., Forestry Canada, Pacific and Yukon Region, Pacific Forestry Centre: 19 s.
- BINKLEY D., LOUSIER J. D., CROMACK K. 1984. Ecosystem effects of Sitka alder in a Douglas-fir plantation. *Forest Science*, 30: s. 26-35.
- JURÁSEK A. 1996. Pěstování lesa v ekotopech narušených antropogenní činností. Výroční zpráva o průběhu řešení výzkumného záměru. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: 106 s.
- KUNEŠ I., KOŇASOVÁ T., BALCAR V., BALÁŠ M., ZAHRADNÍK D., KACÁLEK D., VÍTÁM-VÁŠ J., JAKL M., DYTRTOVÁ J. 2011. Growth response of *Alnus viridis* to application of crushed limestone and amphibolite and forestry potential of the species on harsh acidic mountain sites. *Journal of Forest Science*, 57: s. 200-209.
- PODRÁZSKÝ V. V., ULBRICHOVÁ I., KUNEŠ I., FOLK J. 2005. Green alder effects on the forest soils in higher elevations. *Journal of Forest Science*, 51 (Special Issue): s. 38-42.
- ŠACH F., PODRÁZSKÝ V. 1992. Ovlivňování úrodnosti lesních půd mechanizovaným úklidem klestu a vápněním v extrémních imisně ekologických poměrech. In: Les – dřevo – ekológia. Sekcia č. 3. Zvolen, Technická univerzita: s. 178-185.
- ŠACH F. 1994. Dopady mechanizovaného shrnování klestu na produktivnost stanoviště v hřebenové partii Orlických hor. In: *Práce VÚLHM*, 79: s. 125-139.
- ŠACH F., ČERNOŠOŠ V. 2000a. Redukce úrodnosti půdy a růstu smrkových kultur v důsledku mechanizovaného shrnování klestu. In: Slodičák M. (ed.), *Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor*. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice: s. 65-72. – ISBN 80-902615-9-0
- ŠACH F., ČERNOŠOŠ V., PODRÁZSKÝ V. 2000b. Druhá diverzita a zdravotní stav restaurovaných smrkových kultur. In: Slodičák M. (ed.), *Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor*. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice: s. 81-86. – ISBN 80-902615-9-0
- ŠACH F., ČERNOŠOŠ V. 2005a. Declining experimental Norway spruce plantation in air pollution region of the Orlicke hory Mts., Czech Republic. In: Hůnová Iva et al. (eds.), *Acid Rain 2005. 7th International Conference on Acid Deposition. Conference abstracts*. Prague, June 12-17, 2005. Praha, Český hydrometeorologický ústav: s. 315-315. – ISBN 80-86690-25-3

- ŠACH F., ČERNOŠOUS V. 2005b. Přízemní ozón a jeho možný vliv na chřadnutí experimentální smrkové kultury v imisní oblasti Orlických hor, Česká republika. In: Saniga M., Jaloviar P. (eds.), Súčasná otázka pestovania lesa. Zvolen, Technická univerzita: s. 101-106. – ISBN 80-228-1489-X
- ŠACH F. 2007. Oponentský posudek podle smlouvy č. 1/2003 pro projekt GS LČR Revitalizace půdního prostředí valů v 7. LVS Krušných hor s návrhem dalších opatření pro obnovu lesa – dílčího realizačního výstupu č. 4/2007. Teplice, PŘ Lesy ČR: 6 s.
- ŠACH F., ČERNOŠOUS V. 2009. Protierozní a meliorační účinky olše zelené. Zprávy lesnického výzkumu, 54 (4): s. 267-274.
- VAVŘÍČEK D. et al. 2009. Revitalizace půdního prostředí valů v 7. LVS Krušných hor s návrhem dalších opatření pro obnovu lesa – dílčího realizačního výstupu č. 2/2009 (Parciální realizační výstup Grantové služby LČR - 1005/3GT/413). Teplice, KŘ Lesy ČR: 110 s.

Adresa autorů:

Ing. František Šach, CSc.,

Ing. Vladimír Černošous, Ph.D.,

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

Výzkumná stanice 517 73 Opočno

sach@vulhmop.cz; cernohous@vulhmop.cz