

VLIV HNOJENÍ NA VÝŽIVU A RŮST SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* /L./ KARSTEN) NA LOKALITĚ ŠPIČÁK V OBLASTI KRUŠNÝCH HOR

EFFECT OF FERTILIZATION ON NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* /L./ KARSTEN) NUTRITION AND GROWTH IN ŠPIČÁK LOCALITY IN THE KRUŠNÉ HORY MTS.

DUŠAN VAVŘÍČEK¹⁾ - JAN PECHÁČEK¹⁾ - GABRIEL BALÁŽ²⁾

¹⁾ Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

²⁾ Lesy České republiky, s. p., LS Klášterec

ABSTRACT

In the past, in Špičák research locality (FTG 7K (*Tageto-Piceetum acidophilum*), 880 – 890 m a. s. l.), whole-area preparation of the site was applied using bulldozer technologies. At present, the line windrows were spread, and subsequently this plot was reforested with Norway spruce. One year after reforestation, seedlings were fertilized with Silvamix® fertilizer tablets and dolomitic limestone. The main aim of this study was to verify whether the soil environment (3 years after windrow spreading and 2 years after fertilizer application) was sufficiently suitable to ensure optimal nutrition and growth of Norway spruce. This investigation continued within 3 years after reforestation. With the exception of the first year (transplant shock), nutrition on control plots was optimum for the whole time of observation. Applied fertilizers influenced the nutrition of Norway spruce only slightly. During two years of observation, statistically higher potassium nutrition was found out on plots fertilized with Silvamix® R. On plots fertilized with dolomitic limestone, a moderately favourable influence on magnesium and calcium nutrition was observed, but this influence was not statistically significant. Starting from the first year after reforestation, height increments of the observed spruce plantation were quite high (on control plots). On plots treated with Silvamix® fertilizers, height increment from the first year after application was significantly higher than on control plots. Plots fertilized with Silvamix® R showed the highest aboveground increment. The influence of dolomitic limestone on plantation growth is currently very small, height increments in these treatments are on the level of control plots. Based on our observations, it was proved that the substrate of spread windrows can sufficiently ensure the nutrition and growth of Norway spruce plantation during the first three years after reforestation. In the soil environment with a high value of maximum absorption capacity, the point application of Silvamix® fertilizer tablets can significantly ensure the growth and development of spruce plantation.

Klíčová slova: Krušné hory, smrk ztepilý, hnojiva řady Silvamix® a vápnitý dolomit, výživa, výškové přírůsty

Key words: Krušné hory Mts., Norway spruce, Silvamix® fertilizers and dolomitic limestone, nutrition, height increments

ÚVOD

Rozhrnování valů vytvořených při tzv. buldozerové přípravě stanoviště představuje druhou fázi obnovy lesních ekosystémů s využitím buldozerů v Krušných horách (REMEŠ et al. 2005). Mechanizované rozpracování valů se za podmínek snížené imisní zátěže jeví jako využitelná technologie revitalizace degradovaných stanovišť, protože pro růst lesních dřevin poskytuje troficky optimálnější podmínky než valy nebo skarifikované plochy (VAVŘÍČEK 2006). Tento substrát představuje diferenciovaně vhodné prostředí pro vývoj kořenových systémů (REMEŠ et al. 2005). Postupy biologické a chemické meliorace (vápnění, hnojení) patří k základním postupům při revitalizaci lesních porostů v imisemi zasažených oblastech včetně vrcholové části Krušných hor na stanovištích po tzv. buldozerové přípravě (PODRÁZSKÝ et al. 2003).

Hnojení je často používané nápravné opatření při obnově a revitalizaci lesních porostů v imisních oblastech, často se aplikuje k odstranění nerovnováhy ve výživě (EVERS, HÜTTL 1990). Jedná se o opatření, které může urychlit růst a vývoj kultur na nepříznivých stanovištích.

Dochází tak ke zkrácení doby, po kterou je nutno o kultury intenzivně pečovat (vyžínání buřeně, oplocení, vylepšování). Hnojení také přispívá k redukci mortality na ohrožených stanovištích (REMEŠ et al. 2004). Příznivý vliv chemické meliorace za využití pomalu rozpustných hnojiv dokládá řada studií (REMEŠ et al. 2005; PODRÁZSKÝ et al. 2003; VACEK et al. 2006; BONNEAU 1991; HÜTTL 1997).

Také na náhorní plošině Krušných hor by mohlo být hnojení ve velkém rozsahu použito pro podporu ohrožených výsadeb, zakládaných na plochách s tzv. buldozerovou přípravou. Vyhodnocení účinnosti hnojení v těchto podmínkách je cenným podkladem pro management lesních ekosystémů. Jednou ze stálých výzkumných ploch, na kterých je testována účinnost aplikace hnojivých látek je lokalita Špičák. Tato plocha byla zalesněna smrkem ztepilým (*Picea abies* /L./ KARSTEN) a následně zde byla provedena aplikace tabletových hnojiv (bodově) a dolomitického vápence (plošným posypem). Předložená studie vyhodnocuje efekt uvedených hnojiv na výživu a dynamiku výškového přírůstu smrkových kultur po dvou letech od aplikace.

MATERIÁL A METODY

Popis stanoviště

Masiv Krušných hor je charakteristický zvláště náhorními plošinami se SZ expozicí a nadmořskou výškou převážně mezi 700 – 1 000 m n. m. Pokles do podkrušnohorských pánví je zde tvořen příkrým zlomovým svahem orientovaným k JV (DEMEK et al. 1965). Geologické podloží je budováno převážně metamorfovanými horninami (břidlice, ruly, svory atd.) a intruzivními tělesy žulových hornin. Zvolená plocha Špičák (185A2) je situována na území Lesní správy Klášterec (SŠ 50°27'57''; VD 13°4'59''). Tato lokalita leží v nadmořské výšce 880 – 890 m n. m. a je charakterizována severní expozicí a souborem lesních typů (SLT) 7K (*Fageto-Piceetum acidophyllum*) (LHP 1999 – 2008). Potenciální vegetace na tomto stanovišti odpovídá asociaci *Calamagrostio-villosae Piceetum* a *Sphagno-Piceetum* (CULEK 1996; NEUHÄUSLOVÁ et al. 1998). Z hlediska půdní taxonomie je zde převládajícím půdním typem Podzol modální (ŠIMKOVÁ, VAVŘÍČEK 2004a, b; VAVŘÍČEK 2003). Zájmová plocha byla v průběhu imisně ekologické kalamity celoplošně skarifikována a svrchní půdní vrstvy zde byly shrnuty do podélných liniových valů. (Postup založení pokusného objektu, jeho členění a aplikace hnojiv byl již popsán ve studii VAVŘÍČKA et al. (2010)). Následně byla celá plocha zalesněna smrkem pichlavým a břízou bělokorou. V současné revitalizační fázi byly stávající náhradní porosty v jednotlivých pracovních polích zeštěpkovány a následně zde byl rozvrstven organominerální materiál ze stávajících valů. Mezi jednotlivými pracovními poli s novou vrstvou organického materiálu tak zůstaly tzv. mezipruhy. Jedná se o podélné pruhy s ponechanými porosty náhradních dřevin, u kterých nebyla provedena dotace organominerálního materiálu. Na lokalitě Špičák bylo založeno celkem 6 pracovních polí. Jednotlivá pracovní pole pak byla v roce 2004 zalesněna smrkem ztepilým (*Picea abies* /L./ KARSTEN) a následně byla rozdělena na pravidelné parcely obdélníko-

vého tvaru; na každé z nich je 50 – 60 prostokořenných sazenic smrku ztepilého ve věku 4 let (2+2).

Aplikace tabletovaných hnojiv

Aplikace tabletovaných hnojiv proběhla v měsíci květnu roku 2005. Na každém vybraném pracovním poli bylo vymezeno celkem pět parcel – čtyři ošetřené hnojivy a vždy jedna kontrolní. Na jednotlivých parcelách byla užita standardní tabletovaná hnojiva Silvamix® Forte, Silvamix® R, Stromfolixyl® a posyp jemně mletým vápnným dolomitem. Tabletová hnojiva byla aplikována bodově po obvodu korunky sazenice a zapravena pomocí sazeče do hloubky 3 – 5 cm tak, aby se zabránilo ztrátám hnojivých látek v důsledku biochemických reakcí a volatilizace dusíku. Vápnitý dolomit byl aplikován ve formě plošného posypu v projekci korunky každé sazenice. Množství přípravků bylo aplikováno podle empirických kritérií uvedených v tabulce 1.

Odběr listových vzorků a laboratorní metody

Odběry jehličí k posouzení výživy kultur byly prováděny vždy na konci vegetačního období, v letech 2004, 2005 a 2006. Odebírán byl vždy nejmladší ročník jehličí z horní třetiny koruny daného jedince. Na každé z parcel (jejich uspořádání viz odstavec výše) byl odebírán jeden směsný vzorek jehličí, který vznikl smísením vzorků nejméně z 15 jedinců. Celkem tedy bylo na 6 pracovních polích odebráno 30 směsných vzorků, od každé hnojivové varianty to bylo 6 směsných vzorků. Vzorky jehličí byly zpracovány v akreditované laboratoři společnosti Laboratoř Morava, s. r. o. se sídlem ve Studenci. Byl zde stanoven obsah dusíku, fosforu, vápníku, hořčíku a draslíku. Dusík byl stanoven coulometricky. Ostatní elementy byly určeny extračně-spektrofotometrickou metodou (ZBÍRAL 1994).

Tab. 1.

Dávka hnojiv k jedné sazenici. č. ž. = čistá živina
Fertilizer rate applied to one plant. p. n. = pure nutrient

Typ hnojiva a spotřeby/ Type of fertilizer and consumption		N (%)	N č.ž. (g)	P ₂ O ₅ (%)	P č.ž. (g)	K ₂ O (%)	K č.ž. (g)	CaO (%)	Ca č.ž. (g)	MgO (%)	Mg č.ž. (g)
Silvamix® Forte	celkový/total	17,5	8,75	17,5	3,85	10,5	52,5			9	2,7
(5 tablets á 10 g)	vodorozpuštný/water-soluble	7	3,5	7	1,54	8,5	42,5				
Silvamix® R	celkový/total	10	5	7	1,54	18	90			7,5	2,25
(5 tablets á 10 g)	vodorozpuštný/water-soluble	2,5	1,25	2,7	0,59	15,5	77,5				
Stromfolixyl®											
(8 tablets á 1,5 g)	celkový/total	11	1,32	0,8	0,22	5,4	0,53	15,1	1,29	8,8	0,64
Vápnitý dolomit/Dolomitic limestone (80 g)	celkový/total							32,3	18,4	18,7	8,98
Spotřeba živin u sazenice SM za 1 rok/ Nutrient consumption in spruce plant per year			0,23		0,03		0,09		0,09		0,01

Tab. 2.

Průměrná koncentrace vybraných biogenních prvků [P, K, Mg, Ca, S (g/kg); N (%)] se směrodatnými odchylkami v nejmladším ročníku jehlic v závěru roku 2004 u čtyřletých výsadb smrku ztepilého na pokusném objektu Špičák v Krušných horách
Average content of selected biogenic elements [P, K, Mg, Ca, S (g/kg); N (%)] with standard deviation in the youngest needle year-class at the end of 2004; 4-year-old seedlings of the Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARSTEN) on the research locality Špičák in the Krušné hory Mts.

Plocha/Plot	P	K	Ca	Mg	N
Kontrola/Control	1,92 ± 0,18	3,81 ± 0,70	2,62 ± 0,58	0,89 ± 0,17	1,37 ± 0,29

Měření výškových přírůstků

Měření výškových přírůstků kultur smrku ztepilého bylo realizováno každoročně v rozmezí let 2004 – 2006. Jedinci byly změřeny vždy na konci vegetačního období, když byly již vrcholkové prýty plně vyzrálé. Měření bylo prováděno diferencovaně na jednotlivých hnojivových variantách, jejichž členění bylo uvedeno výše. Změřeni byli všichni jedinci, celkem tedy bylo každoročně změřeno 1 800 sazenic smrku ztepilého.

Statistické hodnocení

Stav výživy hodnocených kultur byl posouzen podle tabulek BERGMANNA (1988). Statistické vyhodnocení získaných výsledků bylo provedeno v programu STATISTICA Cz. Rozdíly v hodnotách parametrů výživy kultur a výškového přírůstu pro jednotlivé varianty a výzkumné plošky byly statisticky posouzeny pomocí lineárních modelů s využitím parametrické analýzy rozptylu (ANOVA), případně neparametrických Kruskal-Wallisova (K-W) a Mann-Whitneyova U-testu vždy při $p = 0,05$.

VÝSLEDKY

Výživa kultur smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARSTEN)

V 1. roce po zalesnění a jeden rok před aplikací hnojiv (rok 2004) byly obsahy většiny sledovaných živin v nejmladším ročníku jehličí na velice nízkých úrovních, které inklinovaly k deficientním koncentracím (tab. 2). Pod hranici karenčních limitů se nacházely obsahy draslíku, vápníku, hořčíku; obsah dusíku byl na hranici této hodnoty. Jediným prvkem, který zde byl zastoupen v dostatečném množství byl fosfor, jehož foliární koncentrace ($1,9 \text{ g P.kg}^{-1}$) se pohybovaly na úrovni optimální výživy.

V následujícím roce 2005, jednu vegetační sezonu po aplikaci dodaných hnojiv, došlo ke statisticky významnému nárůstu všech sledovaných živin, a to jak na plochách ošetřených hnojivem, tak na plochách kontrolních. Živiny, které se předtím nacházely pod hranicí deficientních limitů (N, Mg, K, Ca), se nyní dostaly na úroveň optimálních, v podmínkách kyselých stanovišť 7. LVS až luxusních zásob (tab. 3). Také foliární koncentrace fosforu se statisticky významně navýšila na průměrných $2,3 \text{ g P.kg}^{-1}$ (na plochách hnojených i nehnojených).

Vliv bodově aplikovaných hnojiv na foliární koncentrace živin byl v roce 2005 v řadě případů významný (tab. 3). Výživa dusíkem zde byla ovlivněna minimálně, i přes určité zastoupení této živiny v látkovém složení hnojiva. Obsah foliárního fosforu byl na variantách ošetřených hnojivem řady Silvamix® nižší než na kontrolní variantě. Tento trend nebyl statisticky významný, ale dobře patrný a zajímavý. (Přesto se i na těchto plochách výživa fosforem pohybuje na úrovni optimálních koncentrací – $2,2 \text{ g P.kg}^{-1}$). Vliv bodově aplikovaných hnojiv se projevil i na výživě hořčíkem. Na variantách ošetřených hnojivem řady Silvamix® R a Silvamix® Forte byla pozorována nižší úroveň výživy hořčíkem než na kontrole; tento pokles však nebyl dostatečně statisticky významný. S použitím vápenného dolomitu byla výživa hořčíkem významně navýšena až na úroveň $1,5 \text{ g Mg.kg}^{-1}$ (vzhledem k ploše ošetřené hnojivem Silvamix® Forte, nikoliv vzhledem k ploše kontrolní). Výživa vápníkem byla dodanými hnojivy řady Silvamix® ovlivněna pouze minimálně. Na ploše ošetřené vápenným dolomitom byl zjištěn mírný nárůst, jenž však není dostatečně statisticky významný. Foliární koncentrace draslíku na ploše ošetřené hnojivem Silvamix® R je statisticky významně vyšší než na plochách kontrolních; jedná se o hnojivo s vyšším množstvím daného prvku v látkovém složení.

V roce 2006, tedy 2. rok po aplikaci tabletovaných hnojiv, došlo k mírnému poklesu foliárních koncentrací u všech sledovaných živin (N, P, K, Mg, Ca) (tab. 4). I přesto však výživa hořčíkem, draslíkem, a vápníkem setrvala v rozmezí optimálních hodnot. Výživa dusíkem a fos-

Tab. 3.

Průměrná koncentrace vybraných biogenních prvků [P, K, Mg, Ca, S (g/kg); N (%)] se směrodatnými odchylkami v nejmladším ročníku jehlic v závěru roku 2005 u pětiletých výsadeb smrku ztepilého na pokusném objektu Špičák v Krušných horách
Average content of selected biogenic elements [P, K, Mg, Ca, S (g/kg); N (%)] with standard deviation in the youngest needle year-class at the end of 2005; 5-year-old seedlings of the Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARSTEN) on the research locality Špičák in the Krušné hory Mts.

Plocha/Plot	P	K	Ca	Mg	N
Silv. Forte	$2,31 \pm 0,20$	$7,34 \pm 0,46$	$5,63 \pm 0,67$	$1,15 \pm 0,13$	$1,82 \pm 0,22$
Silvamix® R	$2,17 \pm 0,21$	$8,04 \pm 1,26$	$5,98 \pm 0,80$	$1,13 \pm 0,13$	$1,85 \pm 0,26$
Stromfolixyl®	$2,22 \pm 0,09$	$7,10 \pm 0,59$	$6,47 \pm 0,64$	$1,24 \pm 0,08$	$1,74 \pm 0,22$
Vápnitý dol.	$2,41 \pm 0,45$	$6,47 \pm 0,68$	$7,16 \pm 0,72$	$1,50 \pm 0,15$	$1,75 \pm 0,16$
Kontrola/Control	$2,51 \pm 0,15$	$6,20 \pm 0,88$	$6,39 \pm 0,30$	$1,34 \pm 0,09$	$1,83 \pm 0,44$

Tab. 4.

Průměrná koncentrace vybraných biogenních prvků [P, K, Mg, Ca, S (g/kg); N (%)] se směrodatnými odchylkami v nejmladším ročníku jehlic v závěru roku 2006 u šestiletých výsadeb smrku ztepilého na pokusném objektu Špičák v Krušných horách
Average content of selected biogenic elements [P, K, Mg, Ca, S (g/kg); N (%)] with standard deviation in the youngest needle year-class at the end of 2006; 6-year-old seedlings of the Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARSTEN) on the research locality Špičák in the Krušné hory Mts.

Plocha/Plot	P	K	Ca	Mg	N
Silv. Forte	$2,11 \pm 0,28$	$6,82 \pm 1,04$	$4,02 \pm 0,57$	$1,24 \pm 0,18$	$1,67 \pm 0,11$
Silvamix® R	$2,08 \pm 0,32$	$7,65 \pm 0,85$	$4,14 \pm 0,74$	$1,14 \pm 0,12$	$1,72 \pm 0,20$
Stromfolixyl®	$1,99 \pm 0,22$	$5,56 \pm 0,68$	$3,69 \pm 0,35$	$1,11 \pm 0,09$	$1,62 \pm 0,14$
Vápnitý dol.	$2,17 \pm 0,29$	$6,12 \pm 0,82$	$3,40 \pm 1,52$	$1,30 \pm 0,12$	$1,44 \pm 0,64$
Kontrola/Control	$1,98 \pm 0,36$	$5,49 \pm 0,65$	$4,27 \pm 0,68$	$1,14 \pm 0,12$	$1,64 \pm 0,18$

forem dosahovala nadstandardních, na horské podmínky 7. LVS až luxusních koncentrací.

V roce 2006 již nebyl prokázán tak výrazný vliv hnojivových látek, jako tomu bylo v roce předešlém. U většiny sledovaných živin (N, P, Mg, Ca) foliární koncentrace oscilovaly na úrovni ploch kontrolních, tedy na optimálních hodnotách (tab. 4). U hořčíku byl zaznamenán pozitivní vliv dolomitického vápence na mírné navýšení ve výživě; tento jev však nebyl dostatečně statisticky významný. U výživy draslíkem jako u jediného prvku v tomto roce přetrvává významný vliv aplikovaných hnojivových látek. Na variantách ošetřených hnojivem Silvamix® dosahovaly foliární koncentrace této živiny významně vyšších hodnot (6,8 – 9,3 g K.kg⁻¹) než na plochách ošetřených ostatními hnojivy včetně plochy kontrolní (5,5 – 7,0 g K.kg⁻¹).

Výškové přírůsty kultur smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARSTEN) a jejich dynamika

První dva roky po výsadbě zde postupně docházelo k odeznění šoku po výsadbě, který patrně ovlivnil i výškové přírůsty sledovaných kultur (obr. 1). Průměrný výškový přírůst v 1. roce po výsadbě na kontrolních plochách byl 9,5 cm, druhý rok po výsadbě se sledovaný parametr na kontrolních plochách snížil průměrně o 0,7 cm (8,8 cm). Třetí vegetační období po výsadbě zde byl pozorován statisticky významně vyšší výškový přírůst. Hodnoty přírůstů v tomto roce dosahovaly přibližně dvojnásobných rozdílů vzhledem k minulým dvěma ročníkům (20,1 cm). Celkový přírůst na kontrolních plochách za sledované 3leté období po výsadbě dosahoval hodnot oscilujících kolem hodnoty 38,4 cm.

Vliv bodově aplikovaných hnojiv se na výzkumné ploše Špičák projevuje již v 1. roce od aplikace hnojivových látek (obr. 1). Již na konci roku 2005 zde byly zjištěny statisticky významné rozdíly v rámci jednotlivých hnojivových variant. Hnojiva řady Silvamix® s průměrným

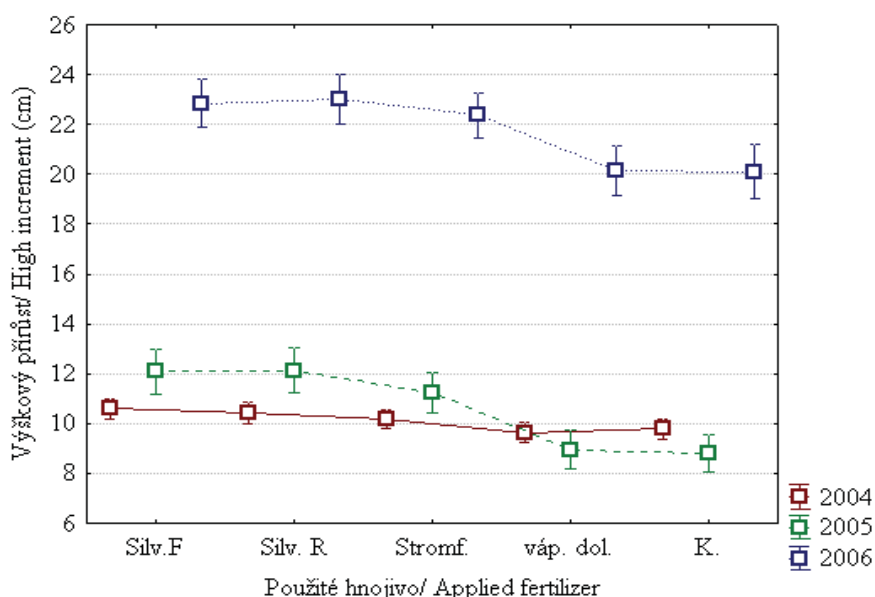
přírůstem oscilujícím v rozmezí 11,3 – 12,1 cm vykazovala statisticky významně vyšší přírůst ve srovnání s plochou kontrolní (8,9 cm) a plochou ošetřenou vápenným dolomitem (8,8 cm). V následujícím roce (2006) došlo i na plochách ošetřených hnojivy k výše uvedenému statisticky významnému nárůstu výškových přírůstů. Hodnoty výškového přírůstu na plochách kontrolních i na plochách ošetřených hnojivy dosáhly přibližně dvojnásobku v porovnání s minulými lety. I přes tento významný nárůst zde byly zachovány rozdíly v rámci jednotlivých hnojivových variant. Hnojiva řady Silvamix® s průměrným přírůstem 22 – 23 cm vykazují statisticky významně vyšší přírůst ve srovnání s kontrolní variantou a variantou ošetřenou vápenným dolomitem (20 cm).

DISKUSE

Vliv hnojiv na výživu smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARSTEN)

Výživa všemi prvky na kontrolních plochách byla s výjimkou prvního roku (šok po přesazení) optimální, výživa dusíkem a fosforem byla dokonce nadstandardní. Na základě našeho šetření bylo prokázáno, že substrát rozhrnutých valů může dostatečně zajistit výživu smrku ztepilého v prvních dvou letech po vysazení. Také REMEŠ et al. (2005) dochází k závěru, že půdní prostředí rozhrnutých liniových valů představuje vhodný prostor pro kořeny lesních dřevin. VAVŘÍČEK et al. (2006) potvrzuje, že při humifikaci tohoto substrátu může být stimulován vznik prostředí s dostatečným obsahem minerálních živin a minimální imobilizací dusíku.

Vliv aplikovaných hnojiv byl v 1. roce po aplikaci výraznější než ve 2. sledovaném roce. Obsah dusíku nebyl hnojivy ovlivněn. Hnojiva řady Silvamix® (Silv. Forte, Silv. R) s vysokým obsahem draslíku v látkovém složení mírně negativně ovlivnila v 1. roce výživu fosforem a draslí-



Obr. 1.

Graf znázorňující dynamiku výškových přírůstů výsadby smrku ztepilého v jednotlivých letech. Použité zkratky hnojiv: Silv. Forte = Silvamix® Forte, Stromf. = Stromfolixyl®, váp. dol. = vápenný dolomit, K. = kontrola

Fig. 1.

Graph showing height increments dynamics of Norway spruce in the years of observation. Captions: Silv. Forte = Silvamix® Forte, Stromf. = stromfolixyl®, váp. dol. = dolomitic limestone, K. = Control

kem. Ke stejným výsledkům dochází i AOSAAR (2006), který zjistil, že draselná hnojiva zvýšila obsah foliárního draslíku, nicméně snížila podíl foliárního fosforu a až na výjimky i hořčíku. Nejvýraznější vliv na výživu smrku ztepilého mělo hnojivo Silvamix® R, které v obou letech sledování statisticky významně navýšilo foliární koncentraci draslíku. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na navýšení obsahu draslíku v půdě dokládá i studie VAVŘÍČKA et al. (2010). Draslík je prvek, při jehož deficienci může docházet k ohrožení stromových jedinců klimatickými excesy (RICHTER, HLUŠEK 1994). BENZIAN (1966) udává, že zvýšená dávka tohoto prvku k jehličnatým semenáčkům měla za následek pokles škod mrazem. Aplikace vápnitého dolomitu se na výživě projevila mírným navýšením obsahu Ca, Mg. Vliv vápnitého dolomitu na nárůst obsahu hořčíku a vápníku v půdním prostředí potvrzuje i studie VAVŘÍČKA et al. (2010).

Vliv hnojiv na dynamiku výškových přírůstů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARSTEN)

Nejvyšší výškový přírůst vykazují po celé sledované období varianty ošetřené hnojivem Silvamix® R. Od ostatních hnojiv se tento přípravek odlišuje nejvyšším množstvím draslíku v látkovém složení, přičemž dále obsahuje, tak jako ostatní hnojiva řady Silvamix®, dané množství dusíku, fosforu a hořčíku (složení aplikovaných hnojiv viz tab. 1).

Doposud nevýrazný efekt vápnitého dolomitu, který byl široce používán k chemické melioraci v imisních oblastech, může být vysvětlen tím, že v minulosti zde často probíhalo nekontrolované letecké vápnění. Vápník zde tedy není prvkem v minimu a jeho zásoby v půdním prostředí jsou po rozhrnutí liniových valů v půdě dostatečné (VAVŘÍČEK 2006).

Je však nutno podotknout, že i přes významně nižší přírůsty na kontrolních plochách a na variantách ošetřených vápnitým dolomitom jsou přírůsty na stanovišti náležícím do SLT 7K dostatečně vysoké (20 cm) a svědčí o příhodných půdních i mikroklimatických podmínkách na stanovištích, kde bylo provedeno rozhrnutí liniových valů.

Závěrem lze konstatovat, že aplikace hnojiv řady Silvamix® vyústila ve zlepšení přírůstu i výživy. Pozitivní vliv těchto hnojiv na přírůsty smrku ztepilého ověřil i REMEŠ et al. (2005); nepotvrzuje však hypotézu o vlivu hnojiv na výživu smrku ztepilého. Rovnováha ve výživě je důležitá pro zajištění stability lesního porostu; přihnojení tableťovanými hnojivy řady Silvamix® vede ke zlepšení výživy a vymizení deficienčních příznaků, což potvrzuje i studie VACKA et al. (2006) a PODRÁZSKÉHO et al. (2003).

ZÁVĚR

Během imisně ekologické kalamity vznikly v oblasti Krušných hor rozsáhlé holiny, na nichž byla vedle dalších lesnických opatření (vápnění, hnojení, odvodňování) aplikována i celoplošná buldozerová příprava stanoviště. Svrchní půdní horizonty byly shrnuty do liniových valů, čímž došlo k výrazné degradaci půdního prostředí. Současná revitalizace půdního prostředí je založena na rozhrnování liniových valů, čímž dochází k navýšení zásob základních makrobioelementů nezbytných pro výživu rostlin a optimalizaci ekologických podmínek pro následné zalesňování cílovými dřevinami. Na výzkumné ploše Špičák (SLT 7 K, 880 – 890 m n. m.), která byla v minulosti skarifikována a byla v současné době zalesněna smrkem ztepilým, byla aplikována po rozhrnutí a následném zalesnění hnojiva řady Silvamix® a jemně mletý vápnitý dolomit.

S výjimkou prvního roku (šok po přesazení) byla výživa na kontrolních plochách optimální po celou dobu sledování. Aplikovaná hnojiva ovlivnila výživu smrku ztepilého pouze mírně. Hnojivo Silvamix® R v obou letech statisticky významně navýšilo výživu draslíkem, u vápnitého dolomitu byl pozorován příznivý vliv na výživu hořčíkem a vápníkem, tento vliv však nebyl statisticky průkazný.

Kultury smrku ztepilého na rozhrnutých valech již od prvního roku poměrně kvalitně přirůstaly (na kontrolních plochách). Výškový přírůst na variantách ošetřených hnojivy Silvamix® byl již od prvního roku po aplikaci významně vyšší než na kontrole. Nejvyšší výškový přírůst vykazují varianty ošetřené hnojivem Silvamix® R. Vliv vápnitého dolomitu na odrůstání kultur je zatím velmi nevýrazný a jeho přírůsty se pohybují na úrovni ploch kontrolních.

Na základě našeho šetření bylo prokázáno, že substrát rozhrnutých valů může dostatečně zajistit výživu a odrůstání kultur smrku ztepilého v prvních 3 letech po vysazení. Bodová aplikace tableťovaných hnojiv řady Silvamix® může v prostředí s vysokou hodnotou maximální sorpční kapacity výrazně posílit efektivní vývoj a odrůstání smrkových kultur. Vývoj kultur a účinky hnojiv je však třeba sledovat v delším časovém úseku.

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl díky podpoře výzkumného záměru MŠMT ČR pro LDF MENDELU v Brně č. MSM 6215648902.

LITERATURA

- AOSAAR J., KURM M., KIVISTE A. 2006. Duration of the fertilization on the properties of Norway spruce grafts in Pauska seed orchard. *Journal Metsanduslikud Uurimused*, 44: 71-84.
- BENZIAN B. 1966. Effects of nitrogen and potassium concentrations in conifer seedlings on frost damage. Report of the Rothamsted Experimental Station: 58-59.
- BERGMANN W. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, G. Fischer: 762 s.
- BONNEAU M. 1991. Remedies for forest decline. In: Landmann, G. (ed.): French research into forest decline. DEFORPA Programme, 2nd report. Nancy, ENGREF: 101-112.
- CULEK M. (ed.) 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma: 347 s.
- DEMEK J. et al. 1965. Geomorfologie českých zemí. Praha, Nakladatelství ČSAV: 220 s.
- EVERS F. H., HÜTTL R. F. 1990. A new fertilization strategy in declining forests. In: Zöttl H. W., Hüttl R. F. (eds.): Management of nutrition in forests under stress. Water, Air and Soil Pollution, 54: 495-506.
- HÜTTL F. 1997. Concluding remarks. In: Hüttl F., Schaaf W. (eds.): Magnesium deficiency in forest ecosystems. Dordrecht, Kluwer: 357-362.
- NEUHÄUSLOVÁ Z. et al. 1998. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia: 341 s.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2003. Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. – Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 7: 141-147.
- REMEŠ J., VIEWEGH J., PODRÁZSKÝ V., VACEK S. 2004. Výsledky aplikace hnojiv SILVAMIX v lesních porostech. *Lesnická práce*, 83: 81-83.
- REMEŠ J., PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I., MEDUNA V. 2005. Fertilization of Norway spruce plantations on the bulldozer-spread windrows in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 51 (Special Issue): 49-53.
- RICHTER R., HLUŠEK J. 1994. Výživa a hnojení rostlin. I. Obecná část. Skriptum. Brno, Ediční středisko VŠZ: 171 s.
- ŠIMKOVÁ P., VAVŘÍČEK D. 2004a. The pedogenesis and physical-chemical characteristics changes based on anthropic factors (The west Ore Mountains). In: Buchta I. et al. (eds.): Contemporary state and development trends of forests in cultural landscape. Brno, MZLU: 120-124.
- ŠIMKOVÁ P., VAVŘÍČEK D. 2004b. Změny geneze a fyzikálně chemických charakteristik diagnostických horizontů na základě antropogenních vlivů (Krušné hory – západ). In: Novák J., Slodičák M. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2003. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 45-60.
- VACEK S., PODRÁZSKÝ V., HEJCMAN M., REMEŠ J. 2006. Effect of Mg fertilization on yellowing disease of Norway spruce at higher elevations of the Šumava Mts., Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 52: 474-481.
- VAVŘÍČEK D. 2003. Současný stav na stanovištích s celoplošnou dozevovou a bagrovou přípravou půdy z aspektu jejich revitalizace v 7. LVS Krušných hor. In: Slodičák M., Novák J. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 9-24.
- VAVŘÍČEK D., ŠIMKOVÁ P., SAMEC P., FORMÁNEK P. 2006. Soil aspects of forest site revitalization after windrow cultivation by heavy mechanization on the Krušné hory Mts. Plateau. *Journal of Forest Science*, 52: 1-12.
- VAVŘÍČEK D., PECHÁČEK J., JONÁK P., SAMEC P. 2010. The effect of point application of fertilizers on the soil environment of spread line windrows in the Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*, 56: 195-208.
- ZBÍRAL J. 1994. Analýza rostlinného materiálu. Jednotné metodické postupy. Brno, SKZÚZ: 170 s.

EFFECT OF FERTILIZATION ON NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* /L./ KARSTEN) NUTRITION AND GROWTH IN ŠPIČÁK LOCALITY IN THE KRUŠNÉ HORY MTS.

SUMMARY

Extensive clear-cut areas originated in the Krušné hory Mts. during the air pollution disaster. Besides other forestry measures, whole-area preparation of the site was also applied there using bulldozer technologies. One of these sites is represented by Špičák research locality (FTG 7K (*Fageto-Piceetum acidophilum*), 880 – 890 m a. s. l., 50° 27' 57,1'' N; 13° 4' 58,6'' E). At present, the line windrows were spread, and subsequently this plot was reforested with Norway spruce. One year after reforestation, seedlings were fertilized with Silvamix® fertilizer tablets and dolomitic limestone.

Špičák research locality was divided into 6 working sectors with five small plots situated in each working sector. One sector was control, 4 sectors were fertilized with standard fertilizer tablets (Silvamix® Forte, Silvamix® R, Stromfolixyl®) and one sector was sprinkled with dolomitic limestone. In 2004, 2005 and 2006, needle samples were taken each year at the end of vegetation period to evaluate the forest nutrition. On each plot a composite sample of needles was collected, always minimally from 15 plants. In 6 working sectors, 30 composite samples in total were taken, 6 of each fertilization treatment.

Needle samples were analyzed in the accredited laboratory Ekola Bruzovice, Ltd. Contents of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium and potassium were determined.

Height increment of aboveground biomass was measured each year between 2004 - 2006. Measurements were carried out in particular fertilization treatments, 1,800 seedlings of Norway spruce in total were measured. Statistical evaluation of obtained results was done in Statistica Cz.

This investigation continued within 3 years after reforestation. With the exception of the first year (transplant shock), nutrition on control plots was optimum for the whole time of observation. Applied fertilizers influenced the nutrition of Norway spruce only slightly. During two years of observation, statistically higher potassium nutrition was found out on plots fertilized with Silvamix® R. On plots fertilized with dolomitic limestone, a moderately favourable influence on magnesium and calcium nutrition was observed, but this influence was not statistically significant. Starting from the first year after reforestation, increments of the observed spruce plantation were quite high (on control plots). On the plots where Silvamix® fertilizers were applied, increment was significantly higher starting from the first year after application than on control plots. The highest aboveground increment was observed on plots fertilized with Silvamix® R. The influence of dolomitic limestone on the plantation growth is currently very small; increments in these treatments are on the level of control plots. On the basis of our observations it was proved that the substrate of spread windrows can sufficiently ensure the nutrition and growth of Norway spruce plantation during the first three years after reforestation. In the soil environment with a high value of maximum absorption capacity, the point application of Silvamix® fertilizer tablets can significantly support the growth and development of spruce plantation.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

doc. Ing. Dr. Dušan Vavříček, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav geologie a pedologie
Zemědělská 3, 613 00 Brno (Černá Pole)
tel.: 545 134 187; e-mail: dusan.vavricek@mendelu.cz