

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

REPORTS OF FORESTRY RESEARCH



**VĚDECKÝ RECENZOVANÝ ČASOPIS
SCIENTIFIC REVIEWED JOURNAL**

2/2017

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

ROČNÍK/VOLUME 56

ISSN 0322-9688

ČÍSLO/No. 2/2011

Vydává: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, www.vulhm.cz
Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová
Adresa redakce: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, 517 73 Opočno
tel. 494 668 392, fax 494 668 393, e-mail: valentova@vulhmop.cz, http://www.vulhm.cz

Redakční rada

Doc. Ing. Petr Zahradník, CSc. - předseda; Doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - místopředseda; Šárka Holzbachová, DiS.; RNDr. Jana Malá, CSc.; prom. biol. Zdeňka Procházková, CSc.; Doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.; Ing. Vladislav Badalík; Prof. Ing. Petr Kantor, CSc.; Doc. Ing. Pavol Klč, CSc.; Prof. Ing. Jiří Kulhavý, CSc.; Doc. RNDr. Ing. Michal V. Marek, CSc.; Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.; Ing. Miroslav Sloup; Doc. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Ediční rada

Doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - předseda; Šárka Holzbachová, DiS. - místopředseda; Ing. Milan Bíba, CSc.; Doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.; Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.; Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.; Ing. Jiří Matějčík, CSc.; prom. biol. Zdeňka Procházková, CSc.; Mgr. Jana Řezníčková; Miroslava Valentová; Ing. Monika Vejputková, Ph.D.; Doc. Ing. Petr Zahradník, CSc.

Časopis je na seznamu recenzovaných periodik Rady vlády pro výzkum, vývoj a inovace.

Je excerpován v · Elsevier Bibliographic Databases

· CAB Abstracts

· České zemědělské a potravinářské bibliografii

Indexed in: Elsevier Bibliographic Database, CAB Abstracts, Czech Agricultural and Food Bibliography

OBSAH - CONTENT

BOHUMÍR LOMSKÝ - RADEK NOVOTNÝ - VÍT ŠRÁMEK

Změny ve výživě fosforem v mladých smrkových porostech

Changes in phosphorus supply in the young stands of Norway spruce 83

JANA ŘEZNÍČKOVÁ - LENA BEZDĚČKOVÁ - ZDEŇKA PROCHÁZKOVÁ

Vliv zpracování semenné suroviny na klíčivost a poškození pryskyřičných váčků u semen jedle bělokore

Effect of cone extraction and seed processing on germination and damage of resin vesicles of silver fir seeds 94

JOLANA KYSELÁKOVÁ - MARIE BENEDÍKOVÁ

Možnost urychlení indukce a diferenciací kvetení dubů paclobutrazolem a vláhovým deficitem

Induction of early flowering of oaks by paclobutrazol and water treatment 101

JIŘÍ ČÁP - PETR NOVOTNÝ - JOSEF FRÝDL - JAROSLAV DOSTÁL

Zhodnocení vývoje růstu jedle bělokore (*Abies alba* MILL.) na provenienční výzkumné ploše č. 76 -

obecní lesy Drážov, Kváskovice do věku 37 let

Evaluation of provenance research plot with silver fir (*Abies alba* MILL.) No. 76 - municipal forests Drážov, Kváskovice at the age of 37 years 107

JAN BARTOŠ, DUŠAN KACÁLEK

Produkce mladých porostů první generace lesa na bývalé zemědělské půdě

Wood production of young first-generation stands on former agricultural land 118

DAVID DUŠEK - MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK

Vliv pozitivního a negativního výběru uplatněného při prvních výchovných zásazích na růst a vývoj dubové mlaziny

Effect of positive and negative selection at the first thinning on growth and development of young oak stand 125

DUŠAN VAVŘÍČEK - JAN PECHÁČEK - GABRIEL BALÁŽ

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. 130

HELENA CVRČKOVÁ, PAVLÍNA MÁCHOVÁ, JAROSLAV DOSTÁL, JANA MALÁ

Sledování genetické proměnlivosti chlumního ekotypu smrku ztepilého pomocí RAPD

Studying of genetic variability of Norway spruce hurst ecotype by RAPD 137

KAREL ŠILHÁN

Ochranná funkce lesa před skalním řícením (příkladová studie z Moravskoslezských Beskyd)

Protection role of forest stand against rockfall (case study from the Moravskoslezské Beskydy Mts.) 144

ODBORNÉ SDĚLENÍ

DALIBOR ŠAFAŘÍK - ROMAN DUDÍK - PETRA HLAVÁČKOVÁ

Účetní, daňové a finanční aspekty tvorby a čerpání rezerv na pěstební činnost

Accounting, financial and tax aspects of creating reserves and cultivation activities 150

LESNICKÉ AKTUALITY 154

ZMĚNY VE VÝŽIVĚ FOSFOREM V MLADÝCH SMRKOVÝCH POROSTECH

CHANGES IN PHOSPHORUS SUPPLY IN THE YOUNG STANDS OF NORWAY SPRUCE

BOHUMÍR LOMSKÝ - RADEK NOVOTNÝ - VÍT ŠRÁMEK

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

ABSTRACT

Long-term effect of sulphur emission on the forest stands and soils in the past and high nitrogen deposition today affect stand nutrition, mainly in northern mountain ridges of CR. This contribution shows changes in phosphorus supply in long-term investigated spruce stands in the Lužické, Jizerské and Orlické Mts. During the last six years, low phosphorus concentrations were measured, often under the deficiency limit, and N/P ratio exceeding the optimal range of (6 – 12), in the spruce needles, mainly in the second needle-year class. Low phosphorus amount was stated also in mineral soil horizon. With respect to health status (crown defoliation) all the spruce stands investigated are of similar conditions, crown defoliation is ranging between 20 – 25%. Changes in P concentrations in the needles, and in N/P ratio are more significant in the spruce stands in the Jizerské and Lužické Mts. Up to date, P insufficiency is not reflected in the stand health state. N/P ratio could be suitable and fast indicator of nutrition changes and P supply. Low P concentrations and changes of N/P ratio show that optimal N/P ratio with respect to individual tree species should be revised.

Klíčová slova: smrk ztepilý, zdravotní stav, listová analýza, půdní analýzy, fosfor, poměr N/P

Key words: Norway spruce, health status, foliar analysis, soil survey, phosphorus, N/P ratio

ÚVOD

Nerovnováha výživy a zhoršení zdravotního stavu lesních porostů byla během posledních 30 let evidována jak v Severní Americe, tak v řadě evropských zemí (TKACZ et al. 2008; FENN et al. 2006; ERICSSON et al. 1993; MOHREN et al. 1986). Odumírání lesů ve střední Evropě bylo patrné v 70. až 90. letech 20. století a bylo převážně spojováno s přímým působením imisí, s kyselými depozicemi a nedostatkem bazických prvků, zvláště pak hořčíku (HÜTTL, SCHAAF 1997). Depozice dusíku, vedoucí mimo jiné k redukcí kořenové biomasy, mykorhiz a mikrobiální činnosti, mohou negativně ovlivňovat příjem živin (zvláště fosforu) a narušovat jejich rovnováhu (SALIĆ, ANDERSSON 1999; SCHULZE et al. 2005; MELLERT et al. 2008). Dusík však stále zůstává nejčastěji limitujícím prvkem výživy pro růst smrku ztepilého, vzrůstající koncentrace dusíku a deficitní koncentrace fosforu jsou dlouhodobě typické například pro jihozápad Švédska (ROSENGREN-BRINCK, NIHLGARD 1995), pro rašelinné půdy Irska a Finska (RENOU-WILSON, FARELL 2007; SAARSALMI, MÄLKÖNEN 2001; MELLERT et al. 2004).

Fosfor je velmi silně vázán v půdách a v biotě. To zvláště platí pro lesní půdy s nízkými hodnotami pH. Cyklus fosforu je možno charakterizovat jako uzavřený, převažují v něm spíše zásoby než toky tohoto prvku. Cestou atmosférické depozice a zvětráváním vstupuje do lesního ekosystému 2,7 kg.ha⁻¹, i výstupy z něj způsobené vyluhováním a těžbou jsou prakticky zanedbatelné vzhledem k množství fosforu, které je uchováno v ekosystémech (2 400 kg.ha⁻¹) (ILG et al. 2009). Na půdách s nízkými obsahy přístupného fosforu je pro výživu dřevin velmi důležitý kvalitní rozvoj mykorhiz. Ty umožňují jednak zvýšení sorpčního povrchu kořenových systémů, jednak přímý odběr P z minerálů, kde je pro rostliny v nepřístupných formách (WALLANDER 2000; HAGERBERG et al. 2003). V lokalitách se zvýšeným deficitem fosforu zpravidla dochází k nárůstu ektomykorhiz (POTILA et al. 2009). Samotný pojem „přístupný“ fosfor je tak poněkud problema-

tický, stejně jako jeho analytické stanovení v lesních půdách a vrstvách nadložního humusu. Obtížné je v této souvislosti i navržení obecné limitní hodnoty pro obsah přístupného fosforu v lesních půdách. Hranice deficitu musí být vždy vztažena ke konkrétní analytické metodě a je nutno ji brát pouze jako orientační. Pro hodnocení výživy fosforem je vždy nutné uvádět výsledky chemických analýz asimilačních orgánů dřevin. Z výsledků německé inventarizace lesních půd (GFSI) provedené v období 1988 až 1992 vyplynulo, že na více než 50 % odběrových míst, kde byly odebrány vzorky jehličí a listů smrku, borovice a buku, byla zjištěna nízká až velmi nízká koncentrace fosforu. Konkrétně u smrku ztepilého byly koncentrace fosforu nižší než 1 200 mg kg⁻¹ zjištěny ve 22,1 % hodnocených vzorků. V podobném průzkumu provedeném ÚKZÚZ v období 1993 – 1999 bylo stanoveno pod touto hranicí 12,7 % odebraných vzorků (WOLLE, RIEK 1997 in ILG et al. 2009; MATERNA 2003).

Jako doplnění stanovení absolutních obsahů živin lze použít poměr dusíku k hodnocené živině v asimilačních orgánech lesních dřevin. Poměr N/P tak může sloužit jako důležitý indikátor změn v zásobě fosforu. Např. BRITTON a FISHER (2007) využili poměr N/P pro hodnocení vlivu dusíkatých imisí na subalpínské systémy. Zvýšený vstup atmosférického dusíku do lesních ekosystémů v posledních desetiletích vedl ke zvýšení dostupnosti dusíku pro dřeviny oproti dalším živinám, zvláště pak oproti fosforu. Terestrické ekosystémy, zejména na písčitých půdách, jsou obvykle limitovány nedostatkem dusíku. V případě nadbytku N, způsobeného např. antropogenními atmosférickými depozicemi, se stávají limitujícími pro růst a vývoj nízké obsahy fosforu a dalších živin. Výrazná nerovnováha v dostupnosti dusíku, fosforu a bazických kationtů pak může vést až k poškození jehličnatých i listnatých porostů (JOHNSON et al. 2004; BRAUN et al. 2010; OHEIMB et al. 2010). Disharmonický poměr N/P výrazně vyšší než 12 může indikovat limitované množství fosforu v půdě (GÜSEWELL 2004). Z německého průzkumu vyplynulo, že 20 % smrkových stanovišť má

poměr N/P vyšší než 12, výsledky byly interpretovány jako indikace možné podvýživy fosforem. V našich průzkumech bylo pouze 2,6 % vzorků smrku nad touto hodnotou (MATERNA 2003).

Cílem článku je na příkladu mladých smrkových porostů upozornit na změny absolutních koncentrací a změny v poměru N/P dlouhodobě se projevující v asimilačních orgánech smrku ztepilého v severních horských oblastech (Lužické hory, Jizerské hory a Orlické hory), které se dlouhodobě nacházejí pod vlivem depozic dusíku, a upozornit na nastupující deficit fosforu, jenž může ovlivnit vitalitu a růst porostů.

METODIKA

Charakteristika ploch

Šetření probíhalo na pokusných plochách založených v mladých smrkových porostech v Jizerských, Lužických a Orlických horách. Přehled počtu a charakteristika ploch je uvedena v tabulce 1. Na plochách byl každoročně hodnocen zdravotní stav porostů vyjádřený defoliací korun, byly odebírány vzorky asimilačních orgánů a ve čtyřletém intervalu také půdní vzorky pro chemické analýzy.

Hodnocení zdravotního stavu porostů

Hodnocení zdravotního stavu smrkových porostů se provádí v Jizerských horách od roku 1993, v Orlických horách od roku 2002 a v Lužických horách od roku 2004. Šetření probíhá každoročně na vyznačených plochách po skončení vegetačního období (říjen - listopad). Zdravotní stav je zjišťován v úhlopříčném transektu na souboru minimálně 30 stromů. Hodnocení defoliace korun vychází z metodiky mezinárodního programu monitoringu zdravotního stavu lesů ICP Forests (UN-ECE 2010) a z její modifikace pro mladé smrkové porosty (LOMSKÝ, UHLÍŘOVÁ 1993). Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrná defoliace pro jednotlivé plochy.

Odběry asimilačních orgánů

Odběry asimilačních orgánů pro stanovení úrovně minerální výživy a imisní zátěže se provádějí na sledovaných plochách každoročně na podzim souběžně s hodnocením zdravotního stavu. Vzorníkové větve byly odebírány vždy z deseti stromů z vrchní osluněné části koruny (3. – 6. přeslen). Pro analýzu byly pro první (nejmladší) a druhý ročník jehličí připraveny směsné vzorky.

Odběry půdních vzorků

Půdní vzorky byly v Jizerských horách odebírány v letech 2003 a 2009, v Lužických a Orlických horách v roce 2006. Odebírány byly odděleně vzorky nadložního humusu a minerální půdy do hloubky 0 – 30 cm. Odběr byl proveden úhlopříčně ze tří míst pokusné plochy; ze vzorků byl vytvořen směsný vzorek, který byl analyticky zpracován.

Laboratorní zpracování – analýza jehličí a půdy

Příprava a analýza vzorků asimilačních orgánů, nadložního humusu a minerální půdy probíhala podle standardních operačních postupů (UN-ECE 2010). Po rozkladu vzorků v mikrovlnné peci byly stanoveny obsahy P v jehličí na analyzátoru ICP-OES a obsahy dusíku elementární analýzou na CNS analyzátoru Elementar. Při analýzách byly stanovovány i další prvky (S, K, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Zn), které nejsou předmětem hodnocení této práce. V půdních vzorcích byl přístupný P stanovován po vyluhování půdního vzorku směsí kyselin chlorovodíkové a sírové spektrofotometricky při vlnové délce 880 nm na analyzátoru Skalar. I v případě půd jsou k dispozici výsledky komplexních analýz. Bylo stanoveno aktivní a výměnné pH. Obsah N byl stanoven elementární analýzou na CNS analyzátoru Elementar a přístupné obsahy Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Zn ve vyluhu NH_4Cl na AAS.

Tab. 1.

Počet a charakteristiky ploch (medián a rozmezí)
Number and characteristics of sample plot (median and range)

Pohoří/Mountain	Lužické hory	Jizerské hory	Orlické hory
Dřevina/Tree species	SM	SM	SM
Počet ploch/Number of plots	10	19	10
Rok založení/Year of establishment	2004	1991	2002
Stáří porostů/Age	19 – 30	24 – 42	14 – 26
Nadmořská výška/Altitude	500 – 660	810 – 1060	870 – 1040
Odběry půd/Soil survey	2006	2003, 2009	2006
pH _{KCl} (0 – 20 cm)	3,49 (2006) 3,23 – 3,94	3,61 (2003) 3,34 – 3,93	3,31 (2006) 3,10 – 3,56
P _{pf.} (0 – 20 cm)/Available P in soil	< 5,39 5,30 – 5,50	12,61 5,64 – 74,44	< 5,40 5,34 – 8,11
Pásmo ohrožení/Risk zone	B(2), C(8)	A(5), B(14)	A(8), B(1), C(1)
Expozice/Exposition	JZ (5), S(2), Z, S, J (1)	JV, S (4), SV, J(3), SZ(2), Z, V, JZ(1)	plošina (5), Z(2), JV, SZ, údolí (1)
Soubor les. typů/Forest type	6K(4), 6S(4), 6I, 5K(1)	8K(8), 7K(4), 7G, R(2), 7V, 6K, 7S(1)	7K (5), 7Z, 8Z (2), 7F
Půdní typ (počet)/Soil unit (Nr.)	Kryptopodzol (8) Kambizem (1) Luvizem (1)	Podzol (9) Kryptopodzol (6) Glej(2) Organozem (2)	Podzol (6) Kryptopodzol (3) Kambizem (1)

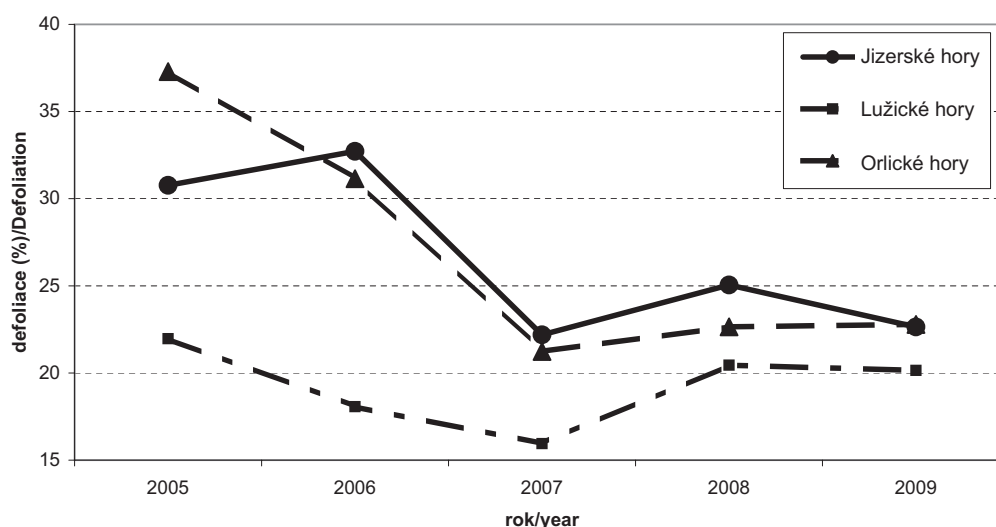
Statistické zpracování

Pro základní informaci o datech byla provedena průzkumová analýza dat. Základní statistiky jsou vyjádřeny zejména mediánem a kvartily. Porovnání hodnocených pohoří bylo provedeno grafickými metodami (krabicové grafy, kategorizované bodové grafy), pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu a metodami porovnávání dvou výběrů (Fisher-Snedecor F-test pro rozptyly, Studentův t-test pro průměry). Pro statistické vyhodnocení dat byl použit statistický program Statistica (StatSoft, USA) a QC Expert (Trylobyte, CZ).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zdravotní stav

Výsledky hodnocení defoliace korun ukazují na to, že zdravotní stav ve všech třech hodnocených oblastech je srovnatelný. Při porovnání posledních pěti let je patrné zlepšování zdravotního stavu mladých smrkových porostů v Jizerských a Orlických horách a vyrovnaný průběh defoliace korun v mladších porostech Lužických hor (obr. 1). Stanovené průměrné hodnoty defoliace korun hodnocených smrkových

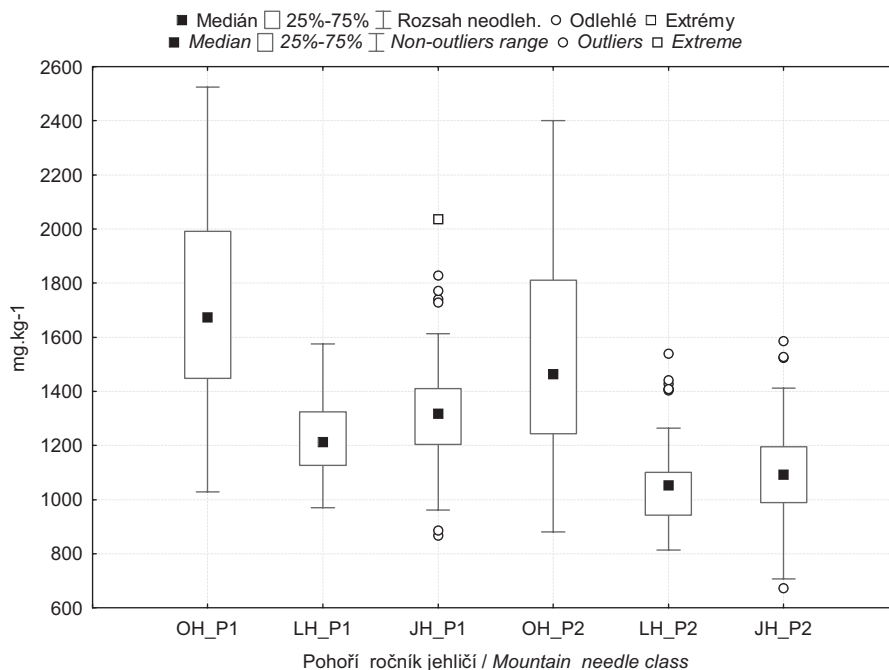


Obr. 1.

Defoliace korun hodnocených smrkových porostů v Jizerských, Lužických a Orlických horách

Fig. 1.

Crown defoliation of evaluated spruce stands in the Jizerské, Lužické and Orlické Mts.



Obr. 2.

Krabicový graf koncentrace fosforu v 1. (P1) a 2. (P2) ročníku jehličí v Jizerských (JH), Lužických (LH) a Orlických (OH) horách za období 2004 – 2009

Fig. 2.

Box plot of phosphorus concentrations in current and one-year-old needles in evaluated regions in the period 2004 – 2009

Tab. 2.

Fosfor, porovnání výběrů, nezávislé vzorky, $\alpha = 0,05$
 Phosphorus, comparison of choices, independent samples

Ročník jehličí/Needle class	n	Srovnávaná dvojice/Compared couple	Test shody rozptylů ¹	Test shody průměrů ²
C	JH - 114	JH - LH	rozdílné/different	rozdílné/different
	LH - 60	JH - OH	rozdílné/different	rozdílné/different
	OH - 60	LH - OH	rozdílné/different	rozdílné/different
C + 1	JH - 114	JH - LH	shodné/identical	shodné/identical
	LH - 60	JH - OH	rozdílné/different	rozdílné/different
	OH - 60	LH - OH	rozdílné/different	rozdílné/different

JH - Jizerské hory Mts.

¹ Fisher-Snedecor F-test of the variances of two populations

LH - Lužické hory Mts.

² Student t-test of population means

OH - Orlické hory Mts.

Tab. 3.

Dusík, porovnání výběrů, nezávislé vzorky, $\alpha = 0,05$
 Nitrogen, comparison of choices, independent samples

Ročník jehličí/Needle class	n	Srovnávaná dvojice/Compared couple	Test shody rozptylů ¹	Test shody průměrů ²
C	JH - 114	JH - LH	rozdílné/different	shodné/identical
	LH - 60	JH - OH	shodné/identical	rozdílné/different
	OH - 60	LH - OH	rozdílné/different	shodné/identical
C + 1	JH - 114	JH - LH	rozdílné/different	shodné/identical
	LH - 60	JH - OH	shodné/identical	shodné/identical
	OH - 60	LH - OH	rozdílné/different	shodné/identical

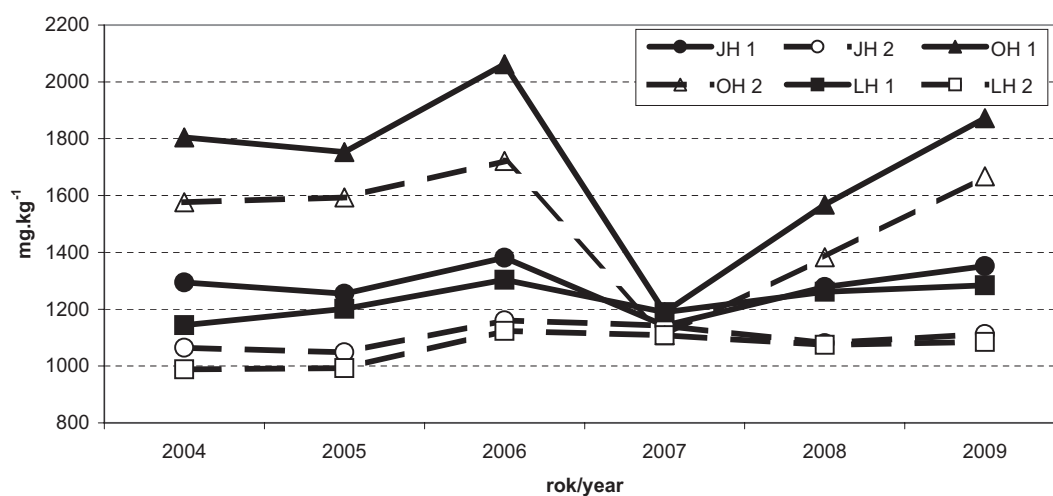
JH - Jizerské hory Mts.

¹ Fisher-Snedecor F-test of the variances of two populations

LH - Lužické hory Mts.

² Student t-test of population means

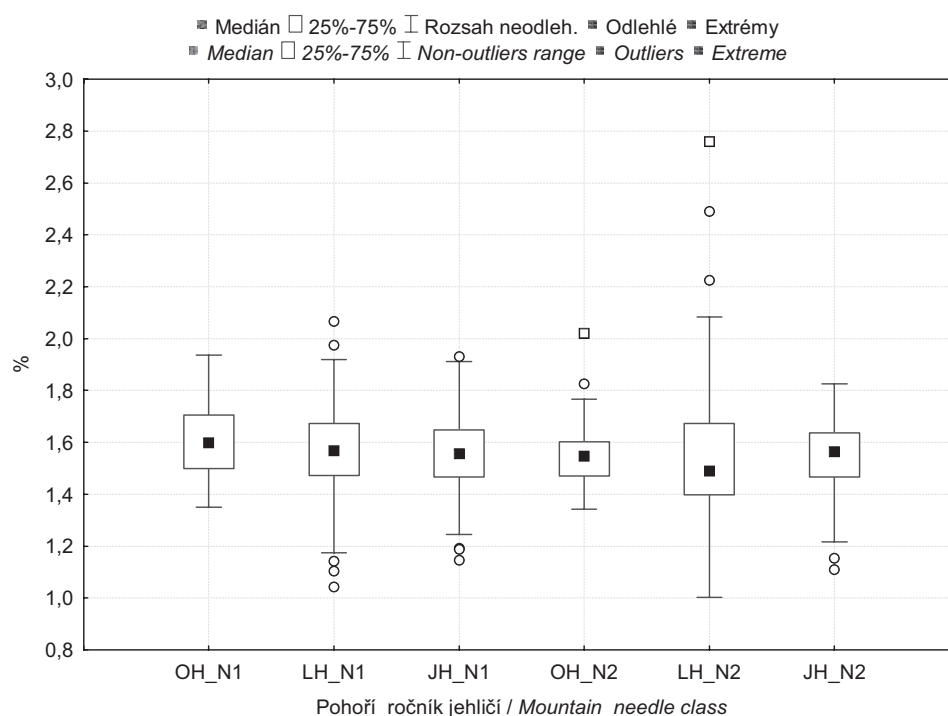
OH - Orlické hory Mts.

**Obr. 3.**

Průměrné koncentrace P v 1. (P1) a 2. (P2) ročníku jehličí v Jizerských, Lužických a Orlických horách za období 2004 – 2009

Fig. 3.

Average concentrations of P in current (P1) and one-year-old (P2) needles in the Jizerské, Lužické and Orlické Mts. in the period 2004 – 2009

**Obr. 4.**

Krabicový graf koncentrace dusíku v 1. (P1) a 2. (P2) ročníku jehličí v Jizerských (JH), Lužických (LH) a Orlických (OH) horách za období 2004 – 2009

Fig. 4.

Box plot of nitrogen concentration in current and one-year-old needles in evalutead regions in the period 2004 – 2009

porostů byly v posledních pěti letech nižší než defoliace smrku ztepilého v ČR stanovená v rámci programu ICP Forests (BOHÁČOVÁ et al. 2009) a srovnatelná s hodnocením defoliace smrku ztepilého prováděným v rámci Evropy, kde se pohybuje v rozmezí od 20 do 25 % (FISHER et al. 2010).

Změny obsahu fosforu v asimilačních orgánech

V krabicovém grafu (obr. 2) jsou pro sledovaná pohoří uvedeny hodnoty koncentrace fosforu v prvním a druhém ročníku jehličí za období 2004 – 2009. Nejvyšší střední hodnoty (vyjádřeno mediánem) jsou u vzorků z Orlických hor, nejnižší jsou v jehličí smrků z Lužických hor. Platí to pro oba sledované ročníky jehličí. Při porovnání hodnot v jednotlivých pohořích podle ročníků (viz tab. 2) byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi Orlickými horami, kde jsou koncentrace fosforu vyšší, a mezi ostatními dvěma regiony. U jednoletého (nejmladšího) ročníku jehličí jsou významné rozdíly i mezi Lužickými a Jizerskými horami. Robustní test shody rozptylů (necitlivý k odlehlym hodnotám) v tomto případě rozptýly za rozdílné neoznačil, průměry statisticky významně rozdílné jsou. Zvolená hladina významnosti je 0,05.

Při porovnání změn koncentrací P v jehličí v čase jsme hodnotili poslední šestileté období. V Jizerských horách je během období 2004 – 2009 zřejmý vyrovnaný průběh koncentrací v 1. ročníku jehličí (obr. 3), pohybující se nad hranicí nedostatku, za kterou je považováno rozmezí 1 100 – 1 200 mg. P kg⁻¹ (HÜTTL 1988; MATERNA 1989; POLE et al. 1992; JONSSON et al. 2004). Zjištěné hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 867 do 2 037 mg.kg⁻¹ a medián dosáhl hodnoty 1 317,5 mg.kg⁻¹. Koncentrace fosforu ve druhém ročníku jehličí se

pohybovaly v nižších hodnotách (medián 1 092,7 mg.kg⁻¹), stanovený rozsah hodnot byl 673 – 1 586 mg.kg⁻¹.

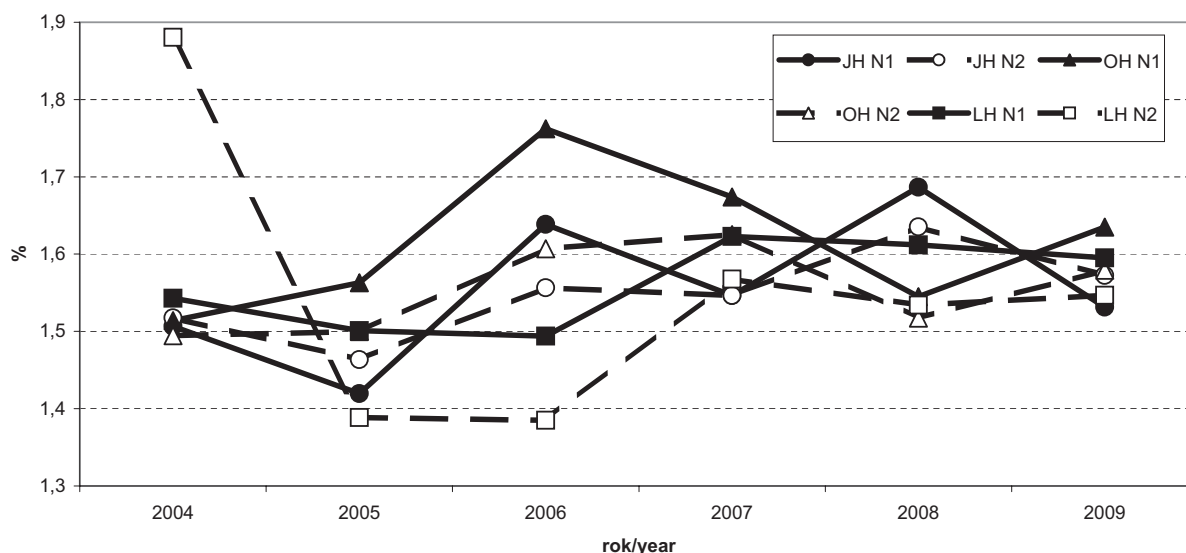
Až na výjimku v roce 2007 dosahovaly v Orlických horách (obr. 3) oba ročníky jehličí výrazně vyšších koncentrací P, než je hodnota nedostatku. Obsahy P se pohybovaly v rozsahu 1 028 – 2 525 mg.kg⁻¹ v 1. ročníku a 880 – 2 401 mg.kg⁻¹ v druhém ročníku jehličí. I hodnoty mediánu byly výrazně vyšší 1 674,1 a 1 463,9 mg.kg⁻¹ ve srovnání s dalšími hodnocenými pohořími. I přes mírně stoupající trend byly nejnižší hodnoty koncentrace P v jehličí, ležící na hranici a nebo pod hranicí nedostatku, zjištěny v Lužických horách. Pro 1. ročník jehličí smrků z Lužických hor v období 2004 – 2009 je medián 1 212,4 mg.kg⁻¹ a pro 2. ročník pak 1 062,1 mg.kg⁻¹. Výrazně nižší byly i rozsahy hodnot v Lužických horách 970 – 1 575 mg.kg⁻¹ a 813 – 1 539 mg.kg⁻¹ v 1. a 2. ročníku jehličí.

Na obrázku 4 je uveden krabicový graf pro koncentrace N stanovené v obou ročnících jehličí ve sledovaných oblastech v období 2004 – 2009. Mediány se pohybují mezi hodnotami 1,5 – 1,6 % ve všech regionech, a to v obou sledovaných ročnících jehličí. Při testování rozdílů mezi pohořími nebyly na hladině významnosti 0,05 zjištěny rozdíly mezi průměry. U rozptylů byly zjištěny rozdíly u Lužických hor, kde byly nejčastěji zjištěny odlehle hodnoty (viz tab. 3).

I když v jehličí smrkových porostů střední a západní Evropy byl zjištěn trend k poklesu koncentrací dusíku (MELLERT et al. 2004, 2008), z výsledků prezentovaných na obrázku 5 vyplývá, že koncentrace N v jehličí v Jizerských horách mají během sledovaného období stoupající tendenci, která je výraznější u druhého ročníku jehličí. Vyrovnané jsou hodnoty mediánů 1,580 a 1,575 % zjištěné pro 1. a 2. ročník jehličí, rovněž rozsahy hodnot jsou si velmi blízké (1,145 – 1,931 % a 1,10 – 1,826 %). Slabší nárůst koncentrací dusíku byl zjištěn v jehličí odebra-

ném v Orlických horách. Hodnoty mediánů 1,589 a 1,547 % jsou vyšší než hodnoty stanovené v Jizerských horách, stejně tak rozsahy obsahů N 1,349 – 1,937 % stanovené v 1. ročníku jehličí a 1,342 – 2,021 % ve 2. ročníku jehličí. Mírný nárůst koncentrací dusíku v jehličí je v obou uvedených oblastech pravděpodobně ovlivněn depozicemi dusíku, které mají stabilní charakter. V Jizerských a Orlických horách se cel-

ková depozice na volné ploše pohybuje v rozmezí od 10,1 do 18,5 kg. ha⁻¹.rok⁻¹ (SLODIČÁK et al. 2009; BOHÁČOVÁ et al. 2009). Hodnoty na hranici výrazného nedostatku obsahu N v jehličí (1,00 %), stejně jako vysoké hodnoty nad 2,00 % byly zjištěny ve smrkovém jehličí odebraném v Lužických horách. Slabý trend nárůstu koncentrací N byl patrný v 1. ročníku jehličí. Mediány s hodnotami 1,567 % pro

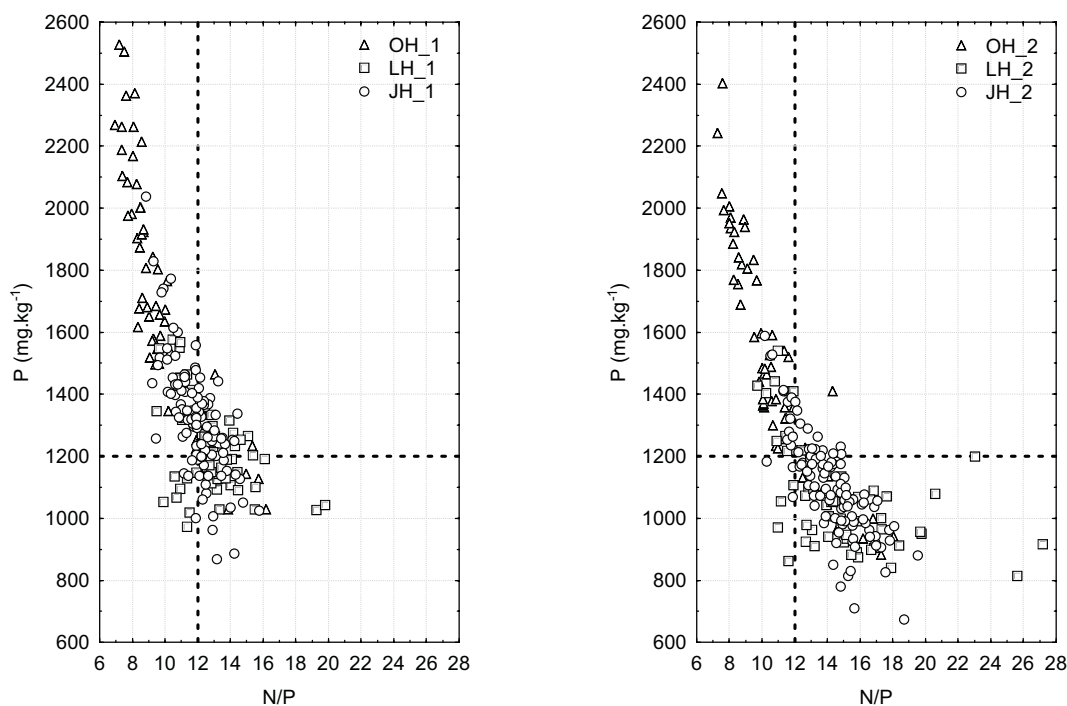


Obr. 5.

Průměrné koncentrace N v 1. (N1) a 2. (N2) ročníku jehličí v Jizerských, Lužických a Orlických horách za období 2004 – 2009

Fig. 5.

Average concentration of N in current (N1) and one-year-old (N2) needles in the Jizerské, Lužické and Orlické Mts. in the period 2004 – 2009

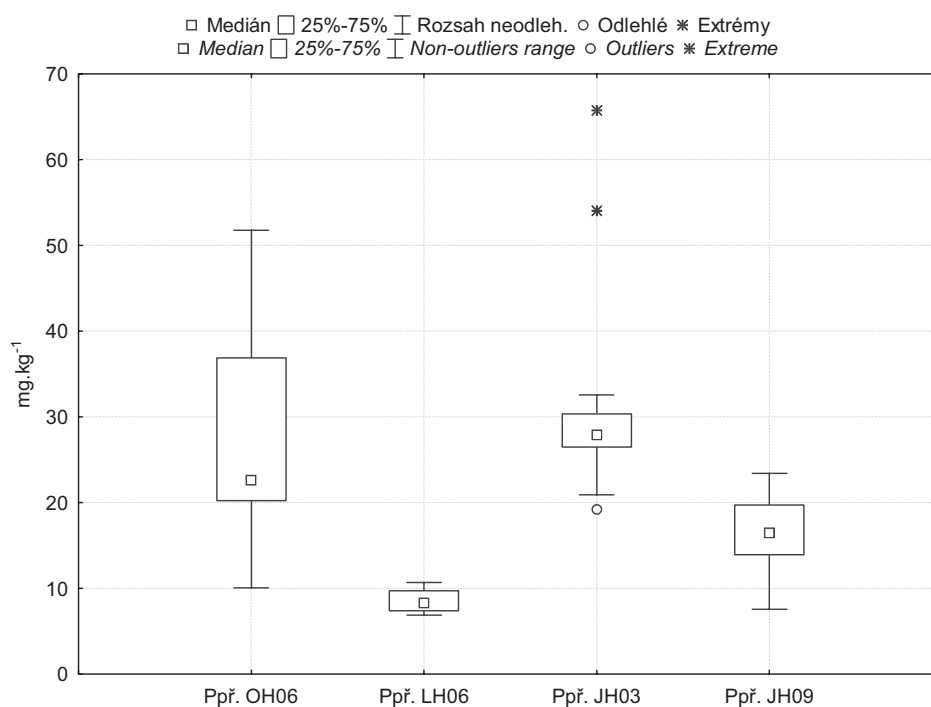


Obr. 6.

Korelace mezi koncentrací P a poměrem N/P odděleně pro 1. a 2. ročník jehličí pro všechny hodnocené pohoří (OH, LH, JH) za období 2004 – 2009

Fig. 6.

Correlation between P concentration and N/P ratio separately for the current (1) and one-year-old (2) needles for all evaluated regions (OH, LH, JH) in the period 2004 – 2009

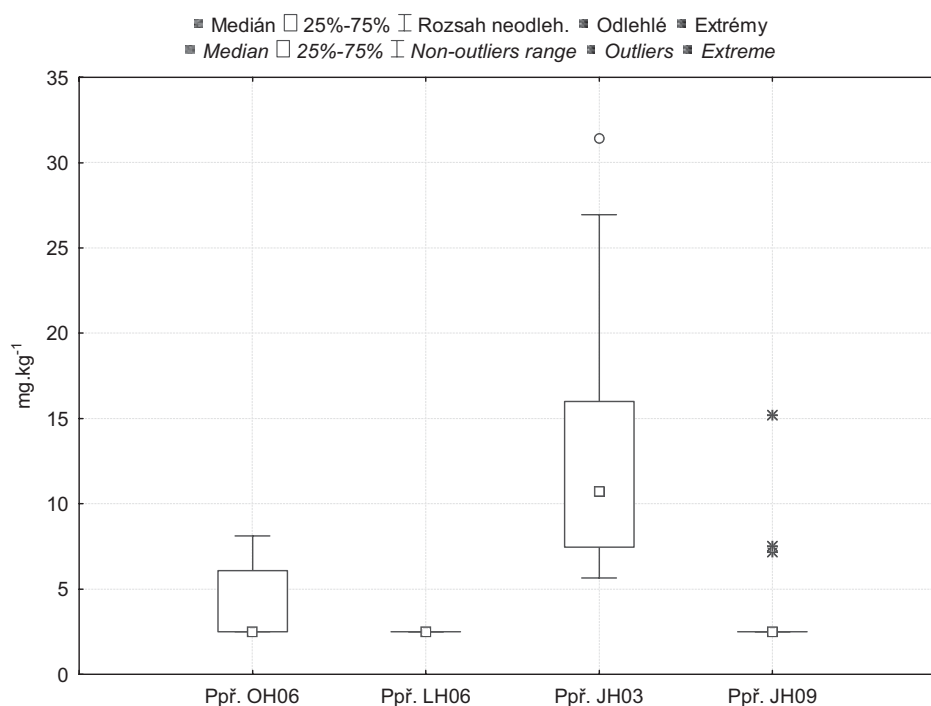


Obr. 7.

Krabicový graf koncentrace P v nadložním humusu odebraném na pokusných plochách v roce 2006 v Lužických (LH) a Orlických (OH) horách a v roce 2003 a 2009 v Jizerských horách (JH)

Fig. 7.

Box plot of P concentration in humus layer taken in sample plots in 2006 in the Lužické (LH) and Orlické Mts. (OH) and in 2003 and 2009 in the Jizerské Mts. (JH)



Obr. 8.

Krabicový graf koncentrace P v minerální půdě odebrané na pokusných plochách v roce 2006 v Lužických (LH) a Orlických (OH) horách a v roce 2003 a 2009 v Jizerských horách (JH)

Fig. 8.

Box plot of P concentration in mineral soil taken in sample plots in 2006 in the Lužické (LH) and Orlické Mts. (OH) and in 2003 and 2009 in the Jizerské Mts. (JH)

1. ročník (rozsah 1,043 – 2,066 %) a 1,490 % pro 2. ročník jehličí (rozsah 1,002 – 2,759 %) jsou srovnatelné s předcházejícími hodnotami stanovenými v Jizerských a Orlických horách.

Změny rovnováhy výživy (poměru N/P) během sledovaného období

Pro hodnocení stavu výživy lesních porostů byly stanoveny základní poměry mezi živinami (HÜTTL 1986) a byly využívány pro hodnocení vyvážené výživy (HÜTTL 1990; STEFAN, HERMAN 1996; LINDER 1995; LUYSSAERT 2004). Na obrázku 6 jsou uvedeny pro oba ročníky jehličí korelace mezi koncentrací P v jehličí a poměrem N/P pro plochy v Jizerských, Orlických a Lužických horách. Optimální rozsah tohoto poměru byl stanoven v rozmezí 6 – 12 (HÜTTL 1986). Rovněž provedený německý průzkum výživy považoval za horní kritickou hranici N/P hodnotu 12 u smrku ztepilého (ILG et al. 2009).

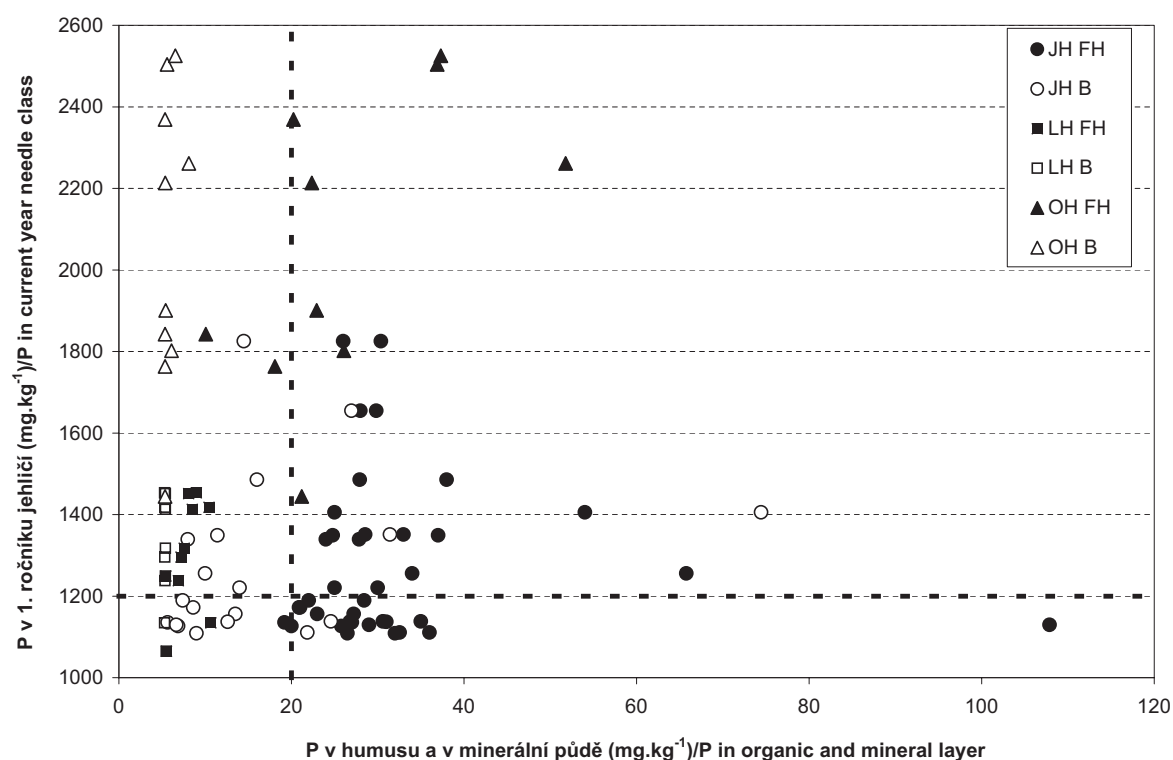
Posuny poměru směrem nad horní hranici jsou spojovány s vyšším vstupem dusíku do lesního ekosystému a nižší dostupností fosforu v minerální půdě. Navýšení foliárního poměru N/P indikovalo narušenou rovnováhu výživy u smrkových porostů ve střední a západní Evropě (MOHREN et al. 1986; MELLERT et al. 2004, 2008). Nejvýraznější překročení horní hranice optimálního rozmezí poměru N/P, začínající při obsahu P v jehličí cca 1 400 mg.kg⁻¹, bylo zjištěno v Lužických horách, kde za sledované období 60 % vzorků 1. ročníku jehličí a 77 % 2. ročníku jehličí překročilo horní mez. Hodnota mediánu poměru N/P byla pro 1. ročník jehličí 12,8 a 14,6 pro 2. ročník jehličí. V Jizerských horách překročilo horní mez 37 % vzorků 1. ročníku jehličí (od koncentrace 1 600 mg.kg⁻¹) a 63 % vzorků 2. ročníku jehličí. Hodnota mediánu poměru N/P byla pro 1. ročník jehličí 11,4 a 13,0 pro 2.

ročník jehličí. K výraznému posunu poměru došlo v posledních pěti letech. V Orlických horách je překročení horní hranice zjištěno při koncentraci 1 460 mg P.kg⁻¹ a je nejméně výrazné, pouze 18 % vzorků 1. ročníku jehličí a 23 % vzorků 2. ročníku jehličí překročilo horní mez indikující v asimilačních orgánech problém ve výživě fosforem. Hodnota mediánu poměru N/P byla pro 1. ročník jehličí 9,3 a 10,2 pro 2. ročník jehličí. Hodnoty poměru N/P mohou indikovat nastupující nedostatek ve výživě fosforem, proto lze tento poměr použít jako rychlý indikátor pro predikci omezení výživy a růstu (BRAUN et al. 2010) u lesních porostů, podobně jako byl tento poměr použit pro přizemní vegetaci (OHEIMB et al. 2010).

Aktualizace optimálních foliárních poměrů živin pro smrk a další dřeviny se při současné depoziční zátěži lesních ekosystémů jeví jako nezbytná.

Obsahy P v humusu a minerální půdě

Na obrázcích 7 a 8 jsou uvedeny koncentrace P v nadložním humusu a minerální půdě odebrané na pokusných plochách v roce 2006 v Lužických a Orlických horách a v roce 2003 a 2009 v Jizerských horách. Půdní reakci (pH KCl) lze ve všech oblastech označit jako silně kyselou. Nejnížší hodnoty mediánu byly zjištěny v Lužických horách 3,29, vyšší v Orlických horách 3,42. V Jizerských horách došlo mezi odběry k poklesu z 3,54 na 3,36. Nejnížší střední koncentrace fosforu v humusovém horizontu byla zaznamenána v odběrech v Lužických horách, což se odráží v nedostatku P v asimilačních orgánech. V Jizerských horách byl zaznamenán pokles koncentrace fosforu – v roce 2003 byl medián koncentrací fosforu ze 17 odebraných ploch 27,9 mg.kg⁻¹,



Obr. 9.

Koncentrace P v humusové vrstvě (FH), v minerální půdě (B) a v 1. ročníku jehličí na pokusných plochách v roce 2006 v Lužických (LH) a Orlických (OH) horách a v roce 2009 v Jizerských horách (JH)

Fig. 9.

Concentration of P in humus layer (FH), in mineral soil (B) and in the current year-needle class in sample plots in 2006 in the Lužické (LH) and Orlické (OH) Mts. and 2009 in the Jizerské Mts. (JH)

v roce 2009 byl medián koncentrací fosforu z 18 odebraných ploch 16,5 mg.kg⁻¹. Medián pro fosfor v humusu v Orlických horách byl z 10 odebraných ploch 22,6 mg.kg⁻¹. V Orlických horách je výrazný rozdíl mezi obsahy přístupného P v nadložním humusu a minerální půdě. Vyšší obsahy přístupného P v humusové vrstvě korespondují s vyššími obsahy P v asimilačních orgánech.

U všech deseti odběrů v Lužických horách byla koncentrace fosforu v minerálním horizontu pod mezí analytické metody (5 mg P.kg⁻¹), v odběrech z Jizerských hor v roce 2009 byla tato situace u šestnácti odběrů z celkových devatenácti. U Jizerských hor se tedy jedná o výrazné zhoršení obsahu přístupného fosforu v porovnání s odběry z roku 2003. Zjištěné výsledky jsou v souladu s hodnotami charakterizujícími velmi nízké až nízké zásoby fosforu, které byly stanoveny řadou odběrů různých pracovišť (SLODIČÁK et al. 2009). Nízké koncentrace přístupného fosforu v humusové vrstvě a v minerální půdě potvrzují pro řadu lesních oblastí také průzkumy provedené ÚKZÚZ (MATERNA 2002).

Při porovnání koncentrací přístupného P v humusu a minerální půdě a koncentrace P v 1. ročníku jehličí v daném odběrovém roce je z obrázku 9 zřejmé, že v kritické oblasti výživy je nejvíce vzorků z Jizerských a Lužických hor. Pouze vzorky z Orlických hor zůstávají mimo tuto oblast. V kritické oblasti výživy, která je charakterizována deficitními koncentracemi P v minerální půdě a v jehličí, leží 70 % vzorků odebraných v Lužických horách a 58 % vzorků z Jizerských hor. Budoucnost smrkových porostů na těchto plochách může být, při současných parametrech výživy fosforem, při pokračující acidifikaci lesních půd a dosud výrazné depozici dusíku, vážně ohrožena.

ZÁVĚR

Z hlediska zdravotního stavu jsou sledované smrkové porosty srovnatelné, jejich defoliace korun se pohybuje v rozmezí od 20 do 25 %. V jehličí, zvláště ve druhém ročníku, byly během posledních šesti let zjištěny nízké koncentrace fosforu ležící na a pod hranicí nedostatečné výživy. Koncentrace P byly nejvyšší v jehličí odebraném v Orlických horách, kde se pohybovaly v rozmezí 1 400 – 2 000 mg.kg⁻¹ a v hodnoceném období (2002 – 2009) měly vyrovnaný průběh. Mírná tendence k poklesu koncentrací v jehličí se projevuje v Jizerských horách (1 000 – 1 400 mg.kg⁻¹). Deficitní koncentrace byly stanoveny jak v 1., tak ve 2. ročníku jehličí v Lužických horách (1 000 – 1 400 mg.kg⁻¹). Důležitou roli v narušení rovnováhy výživy v Lužických, stejně jako v Jizerských a Orlických horách, má pokračující atmosférická depozice dusíku. Narušená rovnováha minerální výživy se odráží ve všech pohořích změnou poměru N/P (6 – 12). Výrazný podíl obsahů P v 1. ročníku jehličí a skoro polovina obsahů P ve 2. ročníku jehličí leží v rozmezí N/P 12 – 18 v Jizerských horách a v rozmezí 12 – 27 v Lužických horách. Porovnání obsahů P v jehličí a v minerální půdě ukázalo, že v kritické oblasti výživy, která je charakterizována deficitním obsahem P v jehličí a v minerální půdě, leží 70 % půdních vzorků odebraných v Lužických horách a 58 % vzorků z Jizerských hor. Pokračující depozice dusíku, okyselování půdního prostředí, snižující se dostupnost P a stoupající poměry N/P v jehličí indikují pro blízkou budoucnost problém ve výživě P smrkových porostů na většině sledovaných ploch v Lužických a Jizerských horách. Změny ve výživě P se prozatím neprojevují na zdravotním stavu a růstu porostů, přesto lze poměr N/P využít jako rychlý indikátor stavu výživy smrkových porostů.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného záměru MZe000207203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- BOHÁČOVÁ L., LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V. 2009. Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests/Forest Focus 2006 a 2007. Strnady, VÚLHM: 134 s.
- BRAUN S., THOMAS V. F. D., QUIRING R., FLUCKINGER W. 2010. Does nitrogen deposition increase forest production? The role of phosphorus. *Environmental Pollution*, 158/6: 2043-2052.
- BRITTON A., FISHER J. 2007. NP stoichiometry of low-alpine heathland: Usefulness for biomonitoring and prediction of pollutants impacts. *Biological Conservation*, 138/1-2: 100-108.
- ERICSSON A., NORDEN L. G., NÄSHOLM T., WALHEIM M. 1993. Mineral nutrient imbalances and arginine concentrations in needles of *Picea abies* (L.) KARST from two areas with different levels of airborne deposition. *Trees*, 8: 67-74.
- FENN M. E., PEREA-ESTRADA V. M., DE BAUER L. I., PEREZ-SUAREZ M., PARKER D. R., CETINA-ALCALA V. M. 2006. Nutrient status and plant growth effects of forest soils in the Basin of Mexico. *Environmental Pollution*, 140/2: 187-199.
- FISCHER R. et al. 2010. Forest condition in Europe. 2010 Technical report of ICP Forests. [on-line]. Hamburg, Institute for World Forestry: 175 s. [cit. 14. listopadu 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.icp-forests.org/pdf/TR2010.pdf>
- GUSEWELL S. 2004. N/P ratios in terrestrial plants: variations and functional significance. *New Phytologist*, 164/2: 243-266.
- HAGERBERG D., THELIN G., WALLANDER H. 2003. The production of ectomycorrhizal mycelium in forests: Relation between forest nutrient status and local mineral sources. *Plant and Soil*, 252: 279-290.
- HÜTTL R. F. 1986. Neuartige Waldschäden und Nährelementversorgung von Fichtenbeständen in Südwestdeutschland am Beispiel Oberschwaben. *Kali-Briefe*, 17: 1-7.
- HÜTTL R. F. 1988. „New type“ of forest decline and restabilization/revitalization strategies. A programatic focus. *Water, Air and Soil Pollution*, 41: 95-111.
- HÜTTL R. F. 1990. Nutrient supply and fertilizer experiments in view of N saturation. *Plant and Soil*, 128: 45-58.
- HÜTTL R. F., SCHAAF W. 1997. Magnesium deficiency in forest ecosystems. London, Kluwer Academic Publishers: 362 s.
- ILG K., WELLBROCK N., LUX W. 2009. Phosphorus supply and cycling at long-term forest monitoring sites in Germany. *European Journal of Forest Research*, 128: 483-492.
- JOHANSSON A. M., INGERSLAV M., RAULUND-RASMUSSEN K. 2004. Frost sensitivity and nutrient status in a fertilized Norway spruce in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 201/2-3: 199-209.
- LINDER S. 1995. Foliar analysis for detecting and correcting nutrient imbalances in Norway spruce. *Ecological Bulletins*, 44: 178-190.

- LOMSKÝ B., UHLÍŘOVÁ H. 1993. Evaluation of the experiment with fertilization and liming of young-growth spruce stands in the Jizerské hory Mts. *Lesnictví-Forestry*, 39: 80-86.
- LUYSSAERT S., SULKAVA M., RAITIO H., HOLLMÉN J. 2004. Evaluation of forest nutrition based on large-scale foliar surveys: are nutrition profiles the way of the future? *Journal of Environmental Monitoring*, 6: 160-167.
- MATERNA J. 1989. Mineral nutrition of Norway spruce stands in the western part of Czechoslovakia. *Lesnictví*, 35: 975-982.
- MATERNA J. 2003. Výsledky průzkumu výživy lesních porostů v lesích ČR. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 125 s.
- MELLERT K. H., PRIETZEL J., STRAUSSBERGER R., REHFUESS K. E. 2004. Long-term nutritional trends of conifer stands in Europe: results from the RECOGNITION project. *European Journal of Forest Research*, 123: 305-319.
- MELLERT K. H., PRIETZEL J., STRAUSSBERGER R., REHFUESS K. E., KAHLE H. P., PEREZ P., SPIECKER H. 2008. Relationships between long-term trends of air temperature, precipitation, nitrogen nutrition and growth of coniferous stands in Central Europe and Finland. *European Journal of Forest Research*, 127: 507-524.
- MOHREN G. N., VAN DEN BURG J., BURGER F. W. 1986. Phosphorus deficiency induced by nitrogen input in Douglas fir in Netherlands. *Plant and Soil*, 95: 191-200.
- OHEIMB G. VON, POWER S. A., FALK K., FRIEDRICH U., MOHAMED A., KRUG A., BOSCHATZKE N., HÄRDTE W. 2010. N : P ratio and the nature of nutrient limitation in Calluna-dominated heathlands. *Ecosystems*, 13: 317-327.
- POLLE A., MÖSSNANG M., SCHÖNBORN A., SLADKOVIC R., RENNENBERG H. 1992. Field studies on Norway spruce trees at high altitudes. *New Phytologist*, 121: 89-99.
- POTILA H., WALLANDER H., SARJALA T. 2009. Growth of ectomycorrhizal fungi in drained peatland forests with variable P and K availability. *Plant and Soil*, 316: 139-150.
- RENOU-WILSON F., FARRELL F. P. 2007. The use of foliage and soil information for managing the nutrition of Sitka and Norway spruce on cutaway peatlands. *Silva Fennica*, 41/3: 409-424.
- ROSENGREN-BRINCK U., NIHLGARD B. 1995. Nutritional status in needles of Norway spruce in relation to water and nutrient supply. *Ecological Bulletins*, 44: 168-177.
- SAARSALMI A., MÄLKÖNEN E. 2001. Forest fertilization research in Finland: A literature review. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16: 514-535.
- SALIH N., ANDERSSON F. 1999. Nutritional status of Norway spruce stand in SW Sweden in response to compensatory fertilization. *Plant and Soil*, 209: 85-100.
- SCHULZE E.-D., BECK E., MÜLLER-HOHENSTEIN K. 2005. *Plant Ecology*. Berlin, Springer Verlag: 702 s.
- ŠLODIČÁK M. et al. 2009. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. *Lesnická práce*: 232 s.
- STEFAN K., HERMAN F. 1996. Nutrient contents of spruce needles from the Tyrolean Limestone Alps. *Phyton*, 36/4: 231-244.
- TKACZ B., MOODY B., CASTILLO J. V., FENN M. E. 2008. Forest health conditions in North America. *Environmental Pollution*, 155/3: 409-425.
- UN-ECE. 2010. International co-operative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. [online]. Hamburg, UNECE, ICP Forests. [cit. 14. listopadu 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.icp-forests.org/Manual2010.htm>.
- WALLANDER H. 2000. Uptake of P from apatite by *Pinus sylvestris* seedlings colonised by different ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 218: 249-256.
- WOLFF B., RIEK W. 1997. *Deutscher Waldbodenbericht*. Bonn, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

CHANGES IN PHOSPHORUS SUPPLY IN THE YOUNG STANDS OF NORWAY SPRUCE

SUMMARY

Long-term direct effect of sulphur emission on the forest stands and soils in the past and high nitrogen deposition today play a role in forest stand nutrition, mainly in the northern mountain ridges of CR. The contribution shows changes in phosphorus supply in the long-term investigated spruce stands in the Lužické, Jizerské and Orlické Mts. Results of the foliar analyses between 2004 – 2009, and soil survey done within these regions, are evaluated. With respect to the health status (crown defoliation) all the spruce stands investigated are comparable, crown defoliation ranging between 20 and 25%. In the needles, mainly in the second needle-year class, low phosphorus concentrations, even under insufficient level, were measured during the last six years. The P concentrations were the highest in needle samples taken in the Orlické Mts.; they were ranging between 1,400 – 2,000 mg.kg⁻¹ and of levelled development. Slight tendency to decrease of concentrations in the needles can be observed in the Jizerské Mts. (1,000 – 1,400 mg.kg⁻¹). The lowest, deficit concentrations, were stated in the the first and second needle-year class of samples taken in the Lužické Mts. (1,000 – 1,400 mg.kg⁻¹). Ongoing deposition of nitrogen in the forest ecosystems plays an important role in the Lužické, as well as in the Jizerské and Orlické Mts. Disturbed nutrition balance is reflected in disturbed N/P ratio (6 – 12) in all mountain regions investigated. Significant part of the samples of the first needle-year class and a half of the samples of the second needle-year class have P amount within N/P ration between 12 – 18 in the Jizerské Mts., and between 12 – 27 in the Lužické Mts. Comparing of P amount in the needles and in mineral soil shows that about 70% of the soil samples taken in the Lužické Mts., and 58% of samples in the Jizerské Mts. is in the critical range, characterized by deficit P amount in needles and soil. Only samples from the Orlické Mts. are over this range. Ongoing nitrogen deposition, acidification of the soil environment, decreasing P availability and growing N/P ratio in needles indicate problems in P supply in the spruce stands in most of the plots investigated in the Lužické and Jizerské Mts., in the near future. Up to date, changes in P supply are not reflected in the health state of forest stands, however, N/P ratio can be used as a fast indicator of the nutrition balance of the spruce stands.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 221; e-mail: lomsky@vulhm.cz

VLIV ZPRACOVÁNÍ SEMENNÉ SUROVINY NA KLÍČIVOST A POŠKOZENÍ PRYSKYŘIČNÝCH VÁČKŮ U SEMEN JEDLE BĚLOKORÉ

EFFECT OF CONE EXTRACTION AND SEED PROCESSING ON GERMINATION AND DAMAGE OF RESIN VESICLES OF SILVER FIR SEEDS

JANA ŘEZNÍČKOVÁ - LENA BEZDĚČKOVÁ - ZDEŇKA PROCHÁZKOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice

ABSTRACT

This article deals with the effect of different technological procedures in cone extraction and seed processing on germination and damage of resin vesicles of silver fir (*Abies alba*) seeds. The lowest germination and the most damage to the resin vesicles were observed for seeds obtained from cones crushed by foot. Germination of manually extracted seeds was significantly higher compared to seeds extracted mechanically regardless if the seeds were obtained from disintegrated or intact cones. The slight insignificant decline in germination and increase in resin vesicle damage was followed step by step during the mechanical extraction processing (extraction, de-winging and cleaning). The results show an importance of careful manipulation of silver fir cones before and during extraction and processing.

Klíčová slova: *Abies alba*, luštění, klíčivost, pryskyřičné váčky

Key words: *Abies alba*, extraction, germination, resin vesicles

ÚVOD

Jedle bělokora (*Abies alba* MILL.) je autochtonní dřevina tvořící přirozenou složku smíšených lesů především v horských, ale i v nižších oblastech České republiky. V roce 2009 činilo její zastoupení 1 % z celkové porostní plochy ČR (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2009). I když v posledních letech došlo k nárůstu přirozené obnovy, pro naplnění koncepce cílového zastoupení dřevin v lesích ČR, kde se očekává v časovém horizontu 100 let zvýšení podílu jedle na 5 % (KANTOR 2001), je stále nezbytná obnova umělá. Pro umělou obnovu i zakládání nových porostů je potřeba využívat především kvalitní reprodukční materiál. Způsob technologického zpracování semenné suroviny jedle bělokora tak hraje důležitou roli v získávání kvalitního osiva.

V české lesnické praxi se semeno z jedlových šišek získává ručně nebo pomocí mechanizačního zařízení. Při ručním luštění se jedlové šišky ponechají samovolnému rozpadu a poté se za pomoci síta oddělují (prosévají) semena od šupin. Při mechanizovaném zpracování se prosušené jedlové šišky luští v bubnové míchačce, kde dojde k úplnému rozpadu šišek, odstranění větve, šupin a dalších hrubých nečistot. Vyluštěné semeno se následně zbavuje křidel na odkřídlovačce a poté se na čističce Petkus odstraní i drobné nečistoty (HLAVOVÁ 2009, ústní sdělení).

Na semenech jedlí, ale také u rodů *Cedrus*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Pseudolarix*, *Tsuga* (FRANKIS 1988 ex KOLOTELO 2005), *Libocedrus* (SCHOPMEYER 1974) a *Thuja* (KOLOTELO 2005) se tvoří tzv. pryskyřičné váčky. Nacházejí se ve střední vrstvě mezi semennými obaly, kde jsou obklopeny epiteliálními buňkami (KOLOTELO 2005) (obr. 1). Z pryskyřičných váčků prosakuje pryskyřice kanálky i do megagametofytu. Počet váčků se u semen různých druhů jedlí pohybuje od 3 do 13, pro jedli bělokora se uvádí 5 – 7 váčků/semeno (KOLOTELO

1997a). Hmotnost pryskyřice ve váčcích semen jedle bělokora může tvořit až 20 % hmotnosti čerstvého semene (ČERMÁK 1987). Semena s porušenými pryskyřičnými váčky lze poznat podle výrazné vůně, lepkavého nebo „zasmoleného“ povrchu, šedavého zbarvení semen nebo podle matného a vyhlazeného vzhledu semen (KOLOTELO et al. 2001) (obr. 2). Při poškození pryskyřičných váčků dochází ke slepování semen a nečistot, což komplikuje proces čištění, především však nastávají fyziologické změny, které negativně ovlivňují klíčení semen (KOLOTELO 1997b; EDWARDS 2001).

Pryskyřice ve váčcích je až z 90 % tvořena monoterpeny (ČERMÁK 1987). Negativní vliv terpenů v pryskyřici na klíčení semen jedle bělokora prokázal už v 60. letech ZENTSCH (1960), který zaznamenal zvýšení klíčivosti nestratifikovaných semen jedle bělokora po odstranění pryskyřice nízkoteplotní vakuovou destilací. Ke stejnému závěru došli GUNIA a SIMAK 1970 (ex EDWARDS 2001), kteří pozorovali snížení klíčivosti čerstvých nepoškozených semen jedle bělokora, která byla kontaminována pryskyřicí z poškozených pryskyřičných váčků jiných semen.

Literatura uvádí několik teorií o roli pryskyřičných váčků. Terpeny obsažené v pryskyřici mohou inhibovat předčasné vyklíčení semen, která se začátkem podzimu po rozpadu šišek dostanou do podmínek vhodných pro klíčení (WALKENHORST 1984), a chránit embryo před vysušením (KOLOTELO 1997a) nebo proti napadení semen herbivory či patogeny (FALDT 2003 ex KOLOTELO 2005). Podle EDWARDS (2001) pryskyřice na vzduchu rychle oxiduje a stává se pro embryo toxickou. Působením nízkých teplot při předosevní přípravě dochází k chemické změně ve složení pryskyřice a k degradaci toxicky působících látek (GUNIA, SIMAK 1970 ex EDWARDS 2001), což podporuje tezi o inhibičním působení pryskyřice na klíčení. Chemické složení pryskyřice se u různých druhů liší a může tak sloužit jako genetický marker pro určování druhů; studium monoterpenů na biochemické

úrovni genetické regulace přináší také nové poznatky o funkci pryskyřice u konifer (HANOVER 1992).

Cílem předkládané práce je vyhodnotit vliv způsobu zpracování semenné suroviny na klíčivost semen jedle bělokoré a na poškození pryskyřičných váčků a zároveň zjistit interakci mezi klíčivostí a poškozením pryskyřičných váčků.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Byla hodnocena klíčivost a poškození pryskyřičných váčků u 11 oddílů osiva jedle bělokoré (rok zrání 2008). Zpracování šišek a vylustění semene u všech hodnocených oddílů proběhlo mechanizovaně v Semenářském závodě LČR, s. p. v Týništi nad Orlicí nebo ručně (kontrola) v laboratoři Semenářská kontrola (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice). Šišky 8 oddílů byly ponechány samovolnému rozpadu, u 2 oddílů byly zpracovány ještě nerozpadlé šišky a šišky 1 oddílu byly rozšlapané. Při mechanizovaném luštění byly šišky (samovolně rozpadlé, nerozpadlé nebo rozšlapané) nejdříve vylustěny: k rozpadu šišek došlo pomocí válce s „hřeby“ a rozpadlá surovina byla nahrubo přechištěna v bubnu s otvory, kterými propadala semena a drobné nečistoty (fáze 1). Semena byla odkřídlena na odkřídlovače = v bubnu s vloženými dřevěnými špalíky (fáze 2) a poté byly na čističce Petkus odstraněny drobné nečistoty (fáze 3). Při ručním zpracování v laboratoři byla semena opatrně vybrána ze šišek. Semena získaná ze šišek v 1. fázi

mechanizovaného luštění a semena získaná ručně nebyla odkřídlena.

Stanovení klíčivosti

Semena každé varianty (4 x 100 ks) se rozložila na povrch vlhkého substrátu (1 díl rašeliny a 1 díl písku) do nádob o rozměrech 11 x 11 x 3,5 cm a lehce se stejným substrátem zasypala. Semena v nádobách uzavřených průhledným víčkem se 5 týdnů chladila při 3 ± 2 °C, poté se nádoby se semeny přemístily do klíčící skříně SANYO, kde při 30/20 °C (8 hod světlo/16 hod tma) probíhala zkouška klíčivosti. Klíčivost semen se zjišťovala po 10 (energie klíčení), 15, 20, 25 a 28 dnech. Za vyklíčená byla považována semena s primárním kořínkem (radikulou) a hypokotylem alespoň 4krát tak dlouhým, jako je délka semene. Po 28 dnech se u nevyklíčených semen řezem zjistil podíl semen prázdných, mrtvých a svěžích. Pokud podíl svěžích semen byl ≥ 5 %, byla vitálním barvením v tetrazolium chloridu (ČSN 48 1211, 2006) zjištěna jejich životnost. Živá semena se připočítala k semenům klíčivým. Výsledky klíčivosti byly přepočítány na plná semena.

Zjištění stavu pryskyřičných váčků

Poškození pryskyřičných váčků se hodnotilo u 4 x 100 semen každé varianty vizuálně pod lupou či pod mikroskopem (zvětšení 7x). Za poškozené semeno bylo považováno semeno s poškozeným alespoň jedním pryskyřičným váčkem. Nehodnotil se počet poškozených váčků na jednotlivých semenech. U každého oddílu a varianty zpracování byl potom vypočítán podíl semen s poškozenými váčky.

Tab. 1.

Klíčivost plných semen a podíl semen s poškozenými pryskyřičnými váčky u osiva jedle bělokoré (*Abies alba*) získaného ze šišek ručně nebo pomocí mechanizace

Germination of filled seeds and part of seeds with damaged resin vesicles from manually or mechanically processing of *Abies alba* seeds

Oddíl č./ Seedlot	Ručně získané semeno/ Manual extraction		Vylustěné semeno/ Extracted seed		Odkřídlené semeno/ Dewinged seed		Vyčištěné semeno/ Cleaned seed	
	K	P	K	P	K	P	K	P
Šišky samovolně rozpadlé/Naturally disintegrated cones								
145	97 b	5	84 a	9	80 a	20	73 a	18
156	94 d	3	74 b	13	69 ab	11	64 c	16
157	90 b	4	62 a	9	54 a	19	47 a	10
179	89	5	78	23	68	19	59	15
199	88 c	5	80 bc	9	62 ab	16	61 a	20
201	n	n	74	8	67	12	75	11
218	76 c	7	53 b	14	63 ab	26	39 a	23
X*	78 a	9	73 a	13	78 a	13	71 a	16
Šišky nerozpadlé/Unbroken cones								
146	96 d	6	76 a	21	67 a	19	76 a	14
159**	93 c	2	84 bc	17	74 ab	17	72 a	20
Šišky rozšlapané/Scrunched cones								
Y*	66	21	71	15	n	n	n	n

* číslo oddílů neznámé/unknown number of seedlots

** šišky napadené plísní/molded cones

n = nehodnoceno/not evaluated

K = klíčivost/germination (%)

P = semena s poškozenými pryskyřičnými váčky/seeds with damaged resin vesicles (%)

Klíčivost (4 x 100 semen) v řádcích označené různým písmenem se signifikantně liší (Scheffeho HSD test $\alpha = 0,05$). Klíčivost oddílů 201 a oddílů Y nebyla statisticky vyhodnocena (nebyly k dispozici všechny varianty)./

Germination (4 x 100 seeds) with different letters is significantly different (Scheffe HSD test $\alpha = 0.05$). Germination of seed lot 201 and seed lot Y was not statistically evaluated



Obr. 1.

Pryskyřičné váčky u semene jedle bělokoré

Fig. 1.

Resin vesicles on silver fir seed

Statistické zpracování

Vliv různých fází technologického zpracování (luštění v bubnové míchačce, odkřídlení a vyčištění) na poškození pryskyřičných váčků a na klíčivost semen jedle bělokoré získaných ze samovolně rozpadlých, nerozpadlých nebo rozšlapaných šišek byl hodnocen jednofaktorovou analýzou variance (StatSoft 2005). Rozdíl klíčivosti semen jednotlivých oddílů zpracovaných různým způsobem byl vyhodnocen jednofaktorovou ANOVA a Scheffého testem ($\alpha = 0,05$). Korelace (Pearsonův korelační koeficient) mezi poškozením pryskyřičných váčků a způsobem zpracování byla stanovena pomocí statistického softwaru R (<http://www.r-project.org/>).

VÝSLEDKY

Nejnižší klíčivost byla zjištěna u semen pocházejících z rozšlapaných šišek bez ohledu na to, zda byla semena ze šišek vybrána ručně (66 %) nebo byly šišky vylušťeny mechanicky (71 %). Rozšlapání šišek se současně projevilo vysokým poškozením pryskyřičných váčků jak u semen získaných ručně (21 %), tak mechanicky (15 %) (tab. 1).

Klíčivost semen zpracovaných pomocí mechanizace po jednotlivých fázích (luštění, odkřídlení a vyčištění) mírně klesala, jak u šišek ponechaných samovolnému rozpadu, tak u šišek nerozpadlých. Ve srovnání s ručně získanými semeny byla signifikantně nižší klíčivost semen po 1. fázi zpracování (luštění) zaznamenána u 5 oddílů, po 2. fázi (odkřídlení) u 7 oddílů a po 3. fázi (vyčištění) u 8 z 9 hodnocených oddílů (tab. 1). Mechanickým zpracováním šišek (luštění) významně stouplo poškození pryskyřičných váčků (obr. 3), což potvrdila negativní korelace mezi podílem semen s poškozenými váčky a klíčivostí ($r = -0,558$). Nejvyšší klíčivost a současně nejmenší podíl poškozených pryskyřičných váčků byl zjištěn u semen získaných ručně ze šišek samovolně rozpadlých nebo nerozpadlých. Podíl plných svěžích semen se v závislosti na oddílu a způsobu zpracování pohyboval od 0 do 5 %.

Průběh (rychlost) klíčení nebyl jednotlivými způsoby ošetření významně ovlivněn. Pouze semena získaná ze samovolně rozpadlých a ručně luštěných šišek vykazovala po 10 dnech nižší energii klíčení (35 %) oproti ostatním variantám (47 - 66 %), ale od 15. dne už tato semena dosahovala vyšší klíčivosti než semena zbývajících variant (obr. 4).



Obr. 2.

Semeno jedle bělokoré s poškozeným pryskyřičným váčkem

Fig. 2.

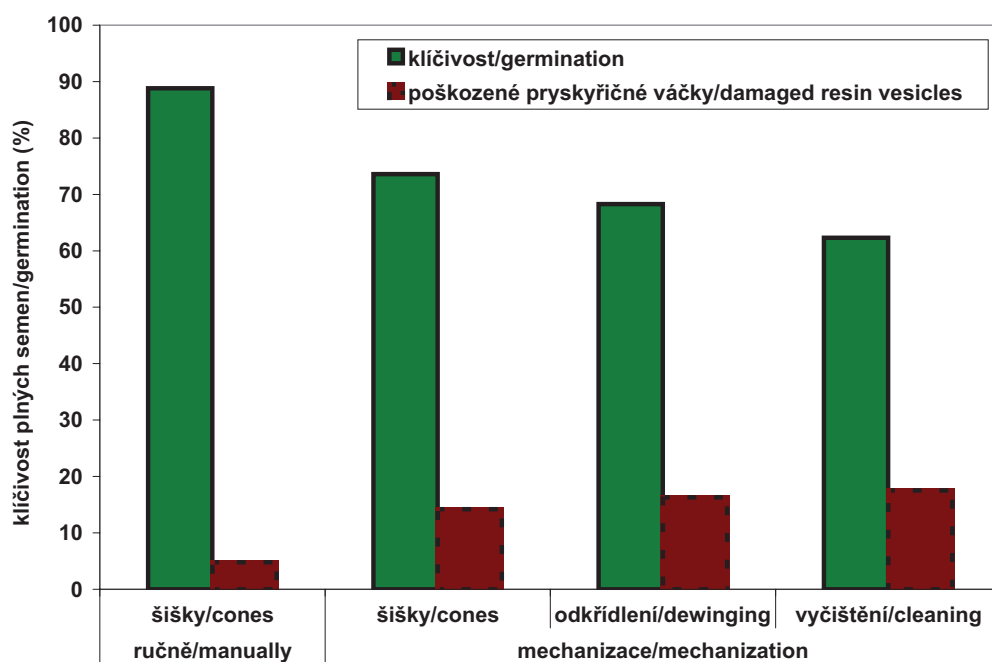
Silver fir seed with a damaged resin vesicle

Obr. 3.

Průměrná klíčivost a podíl semen s poškozenými pryskyřičnými váčky u osiva jedle bělokore při různém způsobu zpracování

Fig. 3.

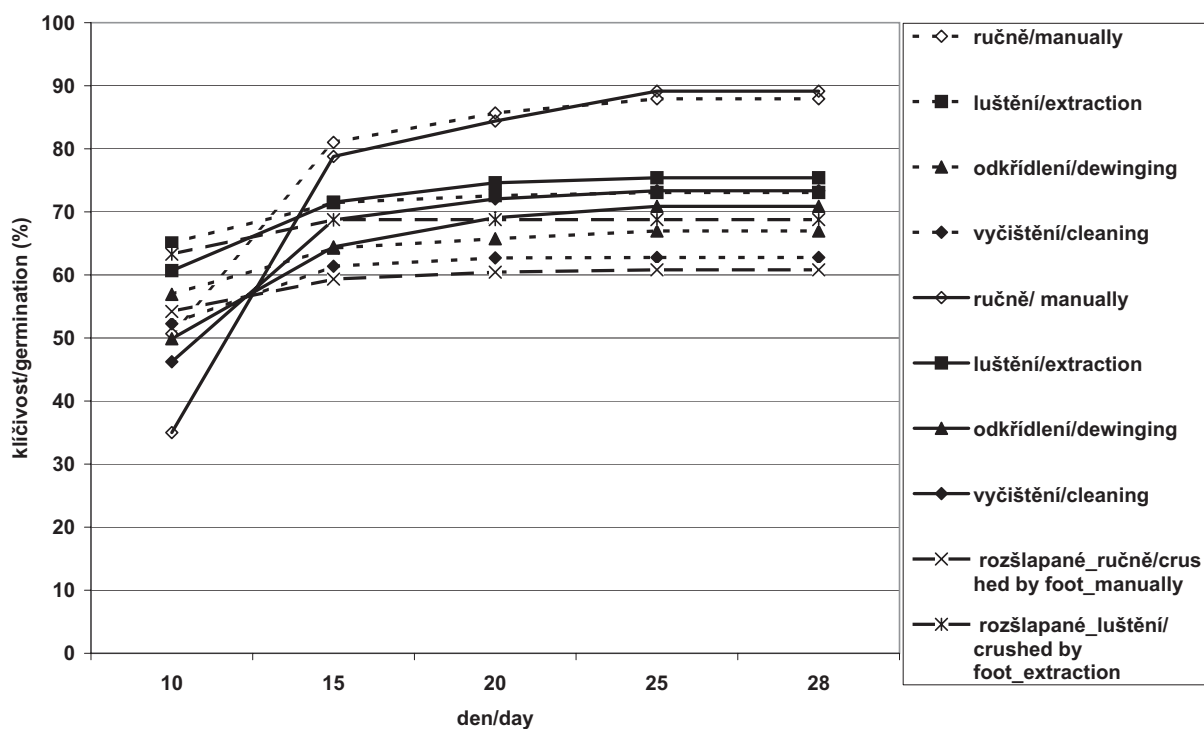
Average germination and seeds with damaged resin vesicles on Silver fir seeds obtained in different processing

**Obr. 4.**

Průběh klíčení semen jedle bělokore získaných ručně (---) nebo mechanizovaně (—) ze samovolně rozpadlých šišek, šišek nerozpadlých nebo rozšlapaných

Fig. 4.

Germination of Silver fir seeds processed by manually (---) or mechanically (—) from naturally disintegrated cones or intact cones or cones crushed by foot



DISKUSE

Na rozdíl od jiných jehličnanů (např. smrk, borovice, modřín) se jedlové šišky sbírají před dosažením plné zralosti semen. Čerstvé šišky mají až 50% obsah vody a snadno se zaparí. Posklizňové dozrávání, které významně ovlivňuje kvalitu (klíčivost a skladovatelnost) semen, by mělo simulovat přirozené dozrávání, při kterém se obsah vody šišek a semen postupně snižuje (KOLOTELO 1997a). Nedoporučuje se urychlené přesušování a brzké, příliš násilné zpracování šišek, protože semeno je choulostivé na mechanické poškození (CHRZ et al. 1951). Negativní vliv nešetrné manipulace potvrzuje významně vysoký podíl semen s poškozenými pryskyřičnými váčky z rozšlapaných šišek. Semena z rozšlapaných šišek ve srovnání se semeny získanými ručně ze šišek samovolně rozpadlých i nerozpadlých klíčila významně hůře (tab. 1).

Kritickým momentem při zpracování osiva téměř všech druhů (jehličnanů) je podle KOLOTELA (1997a) odkřídlení. Naše výsledky ale ukazují, že k největšímu snížení klíčivosti a vysokému poškození pryskyřičných váček dochází už v první fázi mechanického zpracování jedle, kdy se odstraňují hrubé nečistoty v bubnové míchačce. Klíčivost dále mírně klesá za současného zvýšení poškození váček po odkřídlení, dále po finálním vyčištění a odstranění drobných nečistot (obr. 3). K poškození pryskyřičných váček může docházet již neopatrnou manipulací se šíškami během jejich prosychání. V současné praxi se šišky jedle bělokore po sběru často nechávají proschnout na dřevěné nebo betonové podlaze ve vrstvě do 25 cm. Během prosychání se šišky přehazují lopatou, aby se zabránilo případnému zapáření (HLAVOVÁ 2001). Účinnějším způsobem proschnutí se zdá rozložení jedlových šišek na dřevěné rošty v dobře větrané hale tak, aby vlhkost byla odváděna i zespodu semenné suroviny; prosychání lze urychlit např. i pomocí větráků (KOLOTELO 1997b, EDWARDS 2001). Správné proschnutí bez nutnosti přehazování sníží poškození pryskyřičných váček a usnadní další zpracování semen jedle bělokore.

I přesto, že pokles klíčivosti nebyl statisticky prokázán ve všech variantách, můžeme hovořit o snížení klíčivosti v souvislosti s používáním mechanizačního zařízení k zpracování osiva jedle bělokore. Fakt, že tento pokles nebyl vždy statisticky průkazný, může být způsoben vysokým zastoupením prázdných semen v osivu jedle.

Délka a způsob prosychání může mít také značný vliv na průběh chemických reakcí a na změnu chemického složení pryskyřice ve váčkách. Pryskyřice je z větší části tvořena monoterpeny, jejichž hlavní složku tvoří limonen (60 – 90 %) a α -pinen (5 – 30 %). Po 2 letech skladování při 1 – 3 °C se složení monoterpenů mění, klesá obsah α -pinenu a zvyšuje se Δ 3-carene (ČERMÁK, PENKA 1978 ex ČERMÁK 1987). Podobně ZENTSCH (1960) ve své studii uvádí, že prchavé látky (terpentýny) brzdí klíčivost se ze semene při skladování dostávají jednak působením nízkých teplot a jednak vypařováním. Znalosti o chemických procesech a působení pryskyřice na klíčení semen jedle bělokore jsou však stále nedostatečné.

Použití klasické odkřídlovačky se pro jedli nedoporučuje (GORDON 1992). Jedlová semena lze šetrně odkřídřit suchou cestou v bubnové „odkřídlovačce“, kde odkřídlení způsobuje pohyb semen, simulující

vodní proud. Odkřídlení je účinnější a šetrnější u semen s nízkým obsahem vody, která jsou před vložením do odkřídlovačky „vychlazená“. Délka odkřídlování je pouze 10 – 15 minut (KOLOTELO 1997a).

I při dalším zpracování, kdy se odstraňují odlomená křídla, pryskyřice a další drobné nečistoty, došlo k mírnému nárůstu semen s poškozenými váčky (tab. 1). K čištění semene se v české lesnické praxi běžně používají síta, na kterých se semena drhnou (DRAHNÝ 2008). I když se drhnutí provádí co nejšetrnějším způsobem, dochází k prasknutí pryskyřičných váček. Mechanické poškození lze omezit čištěním semen „mokrou cestou“ nebo na vibračních separačních pásech (KOLOTELO 1997b). Čištění mokrou cestou se úspěšně používá u osiva jiných druhů jehličnanů. Semeno se v bubnové míchačce promíchá s vodou a potom se ponechá určitou dobu stát. Poté dojde k separaci semene od nečistot, kdy těžší semeno klesá ke dnu a lehčí nečistoty zůstávají na povrchu. Při čištění osiva jedle bělokore však pryskyřice tvoří až 20 % hmotnosti čerstvého semene a ve velkém množství se vyskytují také „pryskyřičné kuličky“ (volná pryskyřice). Při separaci dojde k poklesu jak semen plných, tak prázdných spolu s „pryskyřičnými kuličkami“ a proces čištění je tedy málo efektivní. Tato metoda by však mohla být používána pro šetrné odstranění drobných nečistot. ROOKE (1994) ve své práci popisuje pneumatický gravitační separátor používaný pro finální dočištění osiva jedlí s vysokou úspěšností při odstranění neplodných semen.

Spojitosť mezi poškozením pryskyřičných váček a snížením klíčivosti semen byla signifikantně prokázána. Projevuje se zde negativní korelace, kdy klíčivost jednotlivých oddílů byla tím vyšší, čím nižší podíl semen s poškozenými váčky obsahovala. Nejnižší klíčivosti dosahovala semena ze šišek rozšlapaných, u kterých bylo zjištěno nejvyšší procento semen s poškozenými pryskyřičnými váčky. Naopak nejlépe klíčilo semeno získané ze šišek ručně, i když i u tohoto šetrného postupu bylo také zaznamenáno poškození pryskyřičných váček. Naše výsledky tak jednoznačně prokázaly vliv způsobu zpracování na klíčivost semen jedle bělokore.

ZÁVĚR

1. Poškození pryskyřičných váček u semen jedle bělokore má negativní vliv na klíčivost.
2. Množství poškozených semen se zvyšovalo v průběhu mechanizovaného zpracování s každým následným procesem (luštění, odkřídlování, čištění), ale kritickým momentem bylo luštění (1. fáze zpracování).

Poděkování:

Práce je finančně podporována Ministerstvem zemědělství a vznikla jako součást výzkumného projektu MZE č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“. Poděkování patří pracovníkům Semenářského závodu v Týništi nad Orlicí za poskytnutý semenný materiál i cenné informace a recenzentům za cenné připomínky.

LITERATURA

- ČERMÁK J. 1987. Monoterpene hydrocarbon contents of resin from seeds of silver fir (*Abies alba* MILL.). *Trees*, 1: 94-101.
- ČSN 48 1211 Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. 2006. Praha, Český normalizační institut: 56 s.
- DRAHNÝ R. 2008. Sezóna luštění šišek je v plném proudu [online]. [cit. 10. června 2009]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.lesnictvi.cz/clanky/clanek.php?SESID=8ad49f4b36100>.
- EDWARDS D. G. W. 2001. *Abies* P. MILL. [online]. [cit. 16. června 2009]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Abies.pdf>.
- GORDON A. G. 1992. The processing of cones and seeds. In: Gordon A. G. (ed.): Seed manual for forest trees. Forestry Commission Bulletin, 83: 86-97.
- HANOVER J. W. 1992. Applications of terpene analysis in forest genetics. *New Forest*, 6: 159-178.
- HLAVOVÁ Z. 2001. Skladování a předosevní příprava jedle bělokore v LČR Semenářském závodě Týniště nad Orlicí. In: Pěstování a umělá obnova jedle bělokore. Sborník referátů z celostátního semináře, 28. 8. 2001. Chudobín u Litvle, ČLS: 37-39.
- CHYZ et al. 1951. Almanach lesního semenářství. Praha, Československé státní lesy: 65 s.
- KANTOR P. 2001. Obnova jedle bělokore. In: Pěstování a umělá obnova jedle bělokore. Sborník referátů z celostátního semináře, 28. 8. 2001. Chudobín u Litvle, ČLS: 5-13.
- KOLOTELO D. 1997a. *Abies* seed problems. Nursery Association of British Columbia Proceedings: 12 s.
- KOLOTELO D. 1997b. Anatomy and morphology of conifer tree seed. Victoria, British Columbia, Nursery and seed Operations Branch: 61 s.
- KOLOTELO D., VAN STEENIS E., PETERSON M., BENNET R., TROTTER D., DENNIS J. 2001. Seed handling guidebook. Victoria, British Columbia, Tree Improvement Branch: 106 s.
- KOLOTELO D. 2005. Resin vesicles in conifer seeds. Tree Seed Working Group Newsletter, 42: 13-15.
- ROOKE H. 1994. *Abies* spp. cone and seed processing In: Proceedings of the *Abies* spp. Workshop: Problems and solutions. Province of British Columbia, 8. 2. 1994: 12-15.
- SCHOPMEYER C. S. 1974. Seeds of woody plants in the United States. Washington, U. S. department of Agriculture, Forest Service: 883 s.
- WALKENHORST R. 1984: Die Saatgut-Vorbehandlung. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 36: 890-893.
- ZENTSCH W. 1960: Untersuchungen zur Erhöhung des keim- bzw. Pflanzeprozents bei der Tanne (*Abies pectinata*). *Forst- und Jagdzeitung*, 10: 36-38.

EFFECT OF CONE EXTRACTION AND SEED PROCESSING ON GERMINATION AND DAMAGE OF RESIN VESICLES OF *ABIES ALBA* SEEDS

SUMMARY

This study focused on the effects of different extraction processes on germination and damage of the resin vesicles of *Abies alba* seeds. Seeds of 8 seed lots were extracted from naturally disintegrated cones, seeds of two seed lots were obtained from not fully ripened cones and cones of the last seed lot were crushed by foot. The seeds were extracted either manually or mechanically. Germination and damage of the resin vesicles were determined for seeds after i) manual extraction (control), ii) mechanical extraction, iii) mechanical extraction + mechanical de-winging and iv) mechanical extraction + mechanical de-winging + mechanical cleaning.

The lowest germination and the most damage to the resin vesicles were observed for seeds obtained from cones crushed by foot. Germination of manually extracted seeds was significantly higher compared to seeds extracted mechanically regardless if the seeds were obtained from disintegrated or intact cones. The slight insignificant decline in germination and increase in resin vesicle damage was followed step by step during the mechanical extraction processing (extraction, de-winging and cleaning). The results show an importance of careful manipulation of silver fir cones before and during extraction and processing.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Mgr. Jana Řezníčková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice
Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice, Česká republika
tel.: 572 420 919; e-mail: reznickova@vulhmuh.cz

MOŽNOST URYCHLENÍ INDUKCE A DIFERENCIACE KVETENÍ DUBŮ PACLOBUTRAZOLEM A VLÁHOVÝM DEFICITEM

INDUCTION OF EARLY FLOWERING OF OAKS BY PACLOBUTRAZOL AND WATER TREATMENT

JOLANA KYSELÁKOVÁ – MARIE BENEDÍKOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice

ABSTRACT

During 2008 and 2009, paclobutrazole (phytohormone) spray and water stress treatments were done to induce flowering in 3-year-old graftings and cuttings of pedunculate oak (*Quercus robur*). In 2009, 2-year-old *Q. virgiliana* and *Q. pubescens* graftlings were included in the tests as well. The aim was to obtain early flowering in these oaks. Three treatments were used, i.e. paclobutrazole (phytohormone) spray, water stress and paclobutrazole spray in combination with water stress. Control treatments plants received only irrigation water as needed. One year after treatment neither paclobutrazole nor water stress alone affected flower induction. After 2 years, only male flowers occurred in the grafted-plants both in the water stress and paclobutrazole treatments. One year after treatment the plants in the control treatment flowered.

Klíčová slova: *Quercus robur*, *Q. virgiliana*, *Q. pubescens*, indukce kvetení, paclobutrazol

Key words: *Quercus robur*, *Q. virgiliana*, *Q. pubescens*, flower induction, paclobutrazole

ÚVOD

Všeobecně známá skutečnost, že jednotlivé druhy dubů jsou schopné vzájemného křížení (MORRISON-HILL, BUCK 1980; BACILIERI et al. 1994; STEINHOFF 1998; KLEINSCHMIT, KLEINSCHMIT 2000; PETIT et al. 2003; CURTU et al. 2007), ke kterému občas dochází za vhodných podmínek v přirozeném prostředí, dává možnost využít genetického potenciálu těchto dřevin i v záměrném křížení. Předpokládá se tím dosažení některých žádoucích vlastností, jako dobrý vzrůst, zlepšení fenologické charakteristiky (např. ranost rašení, odolnost k pozdním mrazíkům), v neposlední řadě i vyšší odolnost k některým chorobám, případně škůdcům. Záměrné křížení *in situ* je technicky a časově velmi náročné. Proto se provádí jednodušeji na menších rostlinách získaných přenesením roubov z vybraných stromů s požadovanými vlastnostmi na podnože v nádobách. U dlouhověkých lesních dřevin přesto většinou nedochází v přijatelně krátkém období (např. 3 – 4 roky, které jsou obvyklé u roubovanců ovocných dřevin) ke kvetení. Pro pokusné účely a hybridizaci je zapotřebí zkrátit období juvenilní fáze stromu a dosáhnout fáze reprodukční, tj. kvetení a následné fruktifikace.

Časnější fruktifikaci dřevin je možné uměle dosáhnout urychlením přechodu z juvenilní fáze do dospělosti. Pro indukci kvetení se využívají postupy založené na samostatném nebo kombinovaném působení fytohormonů a jiných chemických látek nebo vodního stresu, jak je uváděno například pro topoly (MEILAN 1997), olivovníky (BADR et al. 1970) nebo citrusy (SOUTHWICK et al. 1986). U citrusů se dařilo iniciovat květní pupeny u roubovanců již po 5 týdnech působením vodního stresu a nízkých teplot. Předpokládá se, že jak rostlinné hormony (zvláště gibereliny), tak i vláhový a teplotní stres hrají u některých rostlin důležitou roli v iniciaci kvetení. Výše uvedení autoři se shodují, že podmínky, za kterých dochází ke kvetení, jsou pro každou dřevinu odlišné. V Polsku se úspěšně využívaly komerční

přípravky na bázi inhibitorů biosyntézy giberelinu, obsahující účinné látky chlormequat, trinexapac-ethyl, daminozid, proxeadione calcium a nověji paclobutrazol, který způsobuje zkrácení výhonů okrasných keřů a dřevin a urychlení kvetení (MAROSZ, MATYSIAK 2005).

Jednou z důležitých rolí giberelinů u stromů je stimulace prodlužování buněk. Když je tvorba giberelinů inhibována, dochází sice k dělení buněk, ale nové buňky se neprodulují. Výsledkem jsou výhony se stejným počtem listů a internodií, stlačené do kratší délky (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK et al. 1997; ARRON et al. 1997). Některé komerční retardanty růstu (látky brzdící dlouhýv růst) se projeví jako inhibitory biosyntézy giberelinů. Do skupiny inhibitorů oxidačních a hydroxylačných reakcí vedoucích ke tvorbě aktivních giberelinů patří také paclobutrazol. Jeho hlavním účinkem je inhibice syntézy giberelinu inhibicí oxidace kaurenu na kyselinu kaurenovou (KRISANAPOOK et al. 1990).

Jedinečná struktura paclobutrazolu, která mu dovoluje poutat atomy železa v enzymech nezbytných pro tvorbu giberelinů má také schopnost poutání enzymů nezbytných k tvorbě steroidů u hub, stejně jako prosazovat destrukci kyseliny abscisové. Potlačováním růstu paclobutrazolem dochází k blokování složité syntézy terpenoidů při tvorbě giberelinů, spojené s inhibicí enzymů, které katalyzují metabolické reakce. Po mnoho let bylo považováno za jediný účinek na stromy ošetřené paclobutrazolem pouze zkracování výhonů nebo nižší vzrůst rostlin. Novější výzkumy však doložily, že paclobutrazol částečně blokuje nahromaděné množství terpenoidů. Tím dochází ke zvýšené tvorbě hormonu kyseliny abscisové a složky chlorofylu fytylu, prospěšných pro zdraví a růst stromů (CHANEY 2004). V návaznosti na tyto změny dochází k přechodu z juvenilní fáze do dospělosti. Těchto vlastností giberelinů se dá vhodně využít především v oblasti šlechtitelské.

Důležité je období, ve kterém je aplikace paclobutrazolu prováděna. Například u jabloní nastává cyklus kvetení během 9 – 10 měsíců po

ošetření, po určité době kdy probíhá diferenciace letních pupenů, při objevení květních primordií a po dokončení tvorby květních částí na jaře v následujícím vegetačním období. Od počátku morfologické diferenciace v červenci se do září až října objevují např. u jabloní primordia pestíků. Další tvorba květních částí se objevuje až s přechodem rostlin do stavu zimní dormance (KOUTINAS et al. 2010).

Z fyziologického vývoje plyne, že u dubů je nutné přistoupit k iniciaci kvetení nejpozději od začátku růstu letních jánských výhonů, přičemž k ošetření by mělo docházet nejméně po dobu do růstu těchto výhonů až do ukončení růstu a založení dormantních pupenů, ze kterých v následujícím vegetačním období vyrůstají květní a vegetativní výhony.

U nás se dosud stimulace dubů za účelem urychlení kvetení neprováděla. Naše úsilí bylo proto v dílčí části výzkumného projektu „Využití genových zdrojů domácích druhů dubů pro reprodukci adaptabilních lesních ekosystémů“ zaměřeno na prověření metod vedoucích k urychlení kvetení roubovanců dubů, které budou následně použity pro vnitrodruhové i mezidruhové křížení. Vliv fytohormonu paclobutrazol a vláhového stresu byl testován na roubovancích dubu letního (*Quercus robur* L.), dubu jadranského (*Q. virgiliana* Ten.), dubu pýřitého (*Q. pubescens* Willd.) a řízkovancích dubu letního.

Účinná látka paclobutrazol byla vybrána na základě zpráv o podobných pokusech na dřevinách a její dostupnosti. V Evropě (CHRISTOV et al. 1995; MEILAN 1997) i v Severní Americe (BADR et al. 1970; ARORA et al. 2003; YUCEER et al. 2003) byly zkoumány triazolové růstové regulátory inhibující biosyntézu kyseliny gibberelové, z nichž nejčastěji používanou látkou byl paclobutrazol.

MATERIÁL

Pro testování byly použity roubovance a řízkovance dubů vypěstované v průběhu řešení výzkumných úkolů v minulých letech. Pokus byl zahájen v roce 2008 s tříletými roubovanci dubu letního slavonského, o rok později s dvouletými roubovanci dubu jadranského a pýřité-

ho. Protože roubovanců byl k dispozici jen omezený počet, byly do pokusu zařazeny také tří a čtyřleté řízkovance dubu letního původem z provenienčních ploch (zakládány v roce 1985). Jako kontrolní vzorek sloužilo vždy 10 sazenic od každého druhu (roubovance i řízkovance). Počty roubovanců a řízkovanců dubu v jednotlivých variantách pokusu jsou uvedeny v tabulce 1. Sazenice byly pěstovány v plastových kontejnerech o objemu 4 a 8 litrů v pěstební substrátu složeném se zahradnického univerzálního substrátu a písku v poměru 4:1.

METODIKA

K indukci květních pupenů byly testovány 3 varianty: kombinované působení fytohormonu paclobutrazol a vláhového stresu, působení vláhového stresu a aplikace paclobutrazolu postřikem na list.

Paclobutrazol (C₁₅H₂₀CIN₃O), (Sigma Aldrich Laboratorchemikalien GmbH) v koncentraci 50 mg na 1 litr vodního roztoku byl aplikován postřikem na list společně s přidavkem 20 ml tekutého hnojiva Wuxal super (Bayer CropScience, Aglukon Specialdünger GmbH Co. KG, Düsseldorf, Německo). Postřik byl aplikován opakovaně ve dvou-týdenních intervalech v době od začátku června do poloviny srpna. Celkem proběhlo 5 – 6 ošetření během 12 – 13 týdnů. Aplikace byla zahájena vždy před rašením jánských výhonů a pokračovala v době jejich růstu. V následujícím roce byly roubovance i řízkovance opakovaně stejným způsobem ošetřovány opět v období, kdy se tvoří základy pletiv (diferenciace pletiv) pro vývoj květů v následujícím vegetačním období.

Vláhový stres byl zajištěn úplným vyschnutím substrátu po zálivce, prováděné přibližně každé 2 týdny. Při kombinovaném působení vláhového stresu a paclobutrazolu byl fytohormon aplikován vždy po opětovném zamokření sazenic kapkovou závlahou po dobu 48 hodin.

Pokusy probíhaly ve skleníku i na venkovní ploše. Ve skleníku byla monitorována teplota vzduchu, substrátu i vlhkost substrátu. Teplota

Tab. 1.

Počet roubovanců a řízkovanců dubu v jednotlivých variantách pokusu
Grafting plants and cuttings number of oak in particular treatments

Skupina rostlin/ Group of plants	Začátek pokusu/ Beginning of treatment	Věk/ Age	Druh/ Species	Varianty pokusu/ Variation of treatments			Kontrola/ Control
				vláhový stres + paclo- butrazol/water stress + paclobutrazole	vláhový stres/ water stress	paclobutrazol/ paclobutrazole	
Počty rostlin v roce 2008/Number of plants in 2008							
Roubovance/ Graftings plants	2008	3	<i>Q. robur</i>	30	12	12	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	3	<i>Q. robur</i>	40	10	11	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	4	<i>Q. robur</i>	10	13	23	10
Počty rostlin v roce 2009/Number of plants in 2009							
Roubovance/ Graftings plants	2008	4	<i>Q. robur</i>	26	5	9	10
Roubovance/ Graftings plants	2009	2	<i>Q. virgiliana</i> , <i>Q. pubescens</i>	9	7	4	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2009	3	<i>Q. robur</i>	5	5	0	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	4	<i>Q. robur</i>	40	10	9	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	5	<i>Q. robur</i>	10	13	23	10

vzduchu, substrátu a vlhkost substrátu byla měřena po dobu vegetace pomocí datalogeru s čidlem vlhkosti. Vyschnutí substrátu bylo zjištěováno na základě zjištěného poklesu vlhkosti na hodnotu kolem 30 % (± 2 %).

Na podzim 2009 byly u deseti rostlin v každé variantě pokusu včetně kontroly změřeny s přesností na 1 mm délky všech výhonů – hlavních i laterálních – pro hodnocení vlivu paclobutrazolu a vláhového stresu na zkrácení výhonů. Bylo zjišťováno procento omezení růstu v porovnání s kontrolní skupinou.

Během vegetace byly pokusné rostliny preventivně ošetřovány fungicidy (Falcon, Talent, Sulikol) proti houbovým chorobám (padlí) a současně přihnojovány na list 2% roztokem Wuxalu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V zastíněném skleníku se denní teploty vzduchu (6.00 až 22.00 hod. letního času) ve vegetačním období pohybovaly od 17 °C do 29,5 °C, noční teploty (22.00 až 6.00 hod. letního času) byly od 15 °C do 21 °C. Vlhkost substrátu byla v době závlahy 100 % a během dalších 14 dní bez závlahy poklesala na 30 %. Teplota substrátu ve dne byla mezi 10 °C a 32,8 °C. Uvedená maximální teplota byla dosažena jednorázově v červenci 2008 při poklesu vlhkosti substrátu na 30 %. Noční teplota substrátu dosahovala 7,5°C až 22°C. Rychlost snižování vlhkosti byla závislá na průběhu počasí ve venkovním prostředí. Při vysokých denních teplotách, např. v červenci, trvalo vyschnutí substrátu jen 7 dní, naopak při poklesu venkovních teplot v září se doba vysychání substrátu prodloužila až na 15 dní v roce 2008 a 20 dní již v srpnu roku 2009. Ve venkovních podmínkách se noční teplota vzduchu ve vegetačním období pohybovala v rozmezí 4 °C až 20,5 °C, denní 9 °C až 32,5 °C.

Výsledek jednoleté stimulace kvetení bylo možné vyhodnotit teprve na počátku jara dalšího roku. Z výše uvedených členů jednotlivých pokusů se u žádného z nich nepodařilo vyvolat kvetení. Naopak některé pokusné rostliny nepřežily přezimování. Zimu 2008/2009 nepřežilo 9 roubovanců z varianty stimulace kvetení kombinací paclobutrazolu a sucha a 6 roubovanců, na které působil pouze stres ze sucha. Ve variantě stimulace paclobutrazolem ve venkovních podmínkách nepřežily 3 roubovance dubu letního a 2 mladší řízkovance. Ačkoliv ošetření paclobutrazolem má současně vyvolávat vyšší odolnost ke

stresu životního prostředí (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK et al. 1997) včetně tolerance k vodnímu stresu (CHANEY et al. 1996), v našem pokusu se tato skutečnost nepotvrdila. Usuzujeme, že je to v důsledku negativního vlivu inkompatibility roubů a podnoží dubů, kterou nedokážeme ovlivnit.

Pro pokus v roce 2009 byly počty uhynulých roubovanců doplněny a rozšířeny o dvouleté roubovance dubu jadranického a pyřitého. Do první a druhé varianty pokusu bylo doplněno 10 tříletých řízkovanců.

Při vyhodnocení dvouleté stimulace kvetení na jaře 2010 byly pozorovány některé roubovance se samčími květy a některé s květy obojího pohlaví (samčí i samičí). Z řízkovanců dubu letního byl zaznamenán jeden dub pouze se samčími květy. U roubovanců dubů sekce *Dasia* se samotný vláhový stres nijak neprojevil, žádný dub nevykvetl. Tabulka 2 ukazuje výslednou úspěšnost stimulace kvetení roubovanců v jednotlivých variantách pokusu.

Na obr. 1 je nasazení generativních orgánů vyjádřeno v procentech z počtu rostlin v jednotlivých variantách pokusu podle druhů dubů a rozděleno na podíl jedinců s květy obou nebo pouze jednoho pohlaví.

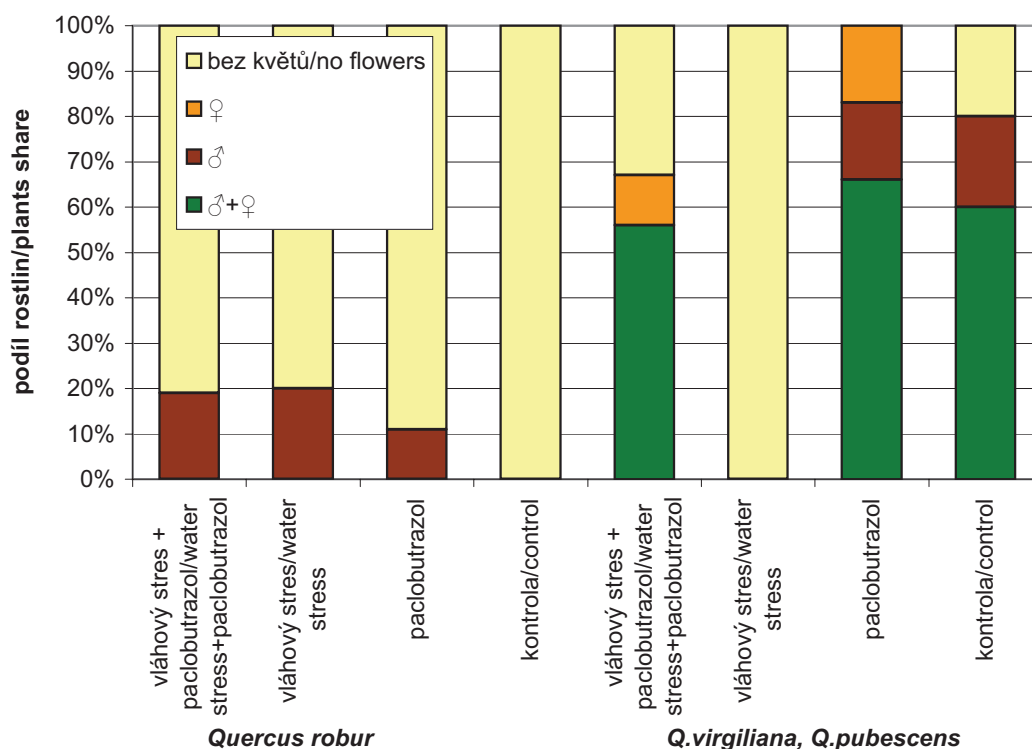
Z dvouletého pozorování zatím nevyplývá, že by použité způsoby indukce květních pupenů měly podstatný vliv na urychlení kvetení dubů. Je však nutné vzít na vědomí, že k založení květních pupenů přispívá mnoho vnitřních i vnějších činitelů, včetně vláhového stresu a fytohormonů, přičemž zkrácení doby nutné k vyvolání kvetení nemůže být, oproti jiným rostlinám u dřevin, konkrétně u dubů, tak výrazné.

Jsou známy pokusy s regulací růstu pomocí paclobutrazolu u lesních dřevin, jako borovice (*Pinus strobus* L.), duby (*Quercus alba* L., *Q. rubra* L., *Q. falcata* var. *pagodaefolia* Elliot), javor (*Acer macrophyllum*), jasan (*Fraxinus americana* L.), jilm (*Ulmus parviflora*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa* L.), ořešák černý (*Juglans nigra* L.), platan (*Platanus acerifolia*) (ARRON et al. 1997; ARORA et al. 2003; BAI et al. 2004). Uvedené práce však zkoumaly vliv ošetření paclobutrazolem na růstové faktory jako jsou: zkrácení výhonů, změny listové plochy, narůstání kambia, případně zvyšování tolerance k suchu a rezistence k houbovým chorobám. Jejich výsledky prokázaly zkrácení výhonů po tříleté aplikaci paclobutrazolu, ale procento omezení růstu je u jednotlivých druhů stromů, stejně jako u různých druhů dubů velmi rozdílné (např. výsledky BAI et al. 2004; *Q. rubra*: hlavní výhon 17%, laterální výho-

Tab. 2.

Nasazení generativních orgánů u roubovanců dubů na jaře 2010 u všech variant pokusu z let 2008 a 2009
Occurrence of flowers in *Quercus robur*, *Q. virgiliana* and *Q. pubescens* graftlings plants in spring

Druh dubu, rok pokusu/ Species, year of treatment	Varianty pokusu/ Variation of treatments						Kontrola/Control	
	vláhový stres + paclobutrazol/ paclobutrazole + water stress		vláhový stres/ water stress		paclobutrazol/ paclobutrazole			
	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers
<i>Quercus robur</i> , 2008, 2009	26	5	5	1	8	1	10	0
<i>Quercus robur</i> , 2009	-	-	-	-	1	0	-	-
<i>Quercus virgiliana</i> , 2009	8	6	6	0	2	2	8	5
<i>Quercus pubescens</i> , 2009	1	1	1	0	1	1	2	1
Celkem/ Total	35	12	12	1	12	4	20	5



Obr. 1.

Úspěšnost indukce kvetení roubovanců dubů v % podle druhů a variant pokusu (hodnocení na jaře 2010)

Fig. 1.

Effect of flowery induction methods on flower development in oak species (Spring 2010)

ny 26%, *Q. alba*: hlavní výhon 46%, laterální výhony 66%). V našem případě byly u roubovanců dubu letního po dvouleté aplikaci paclobutrazolu v kombinaci s vláhovým stresem zkráceny hlavní výhony o 17,6 %, laterální o 25,8 %. Působením pouze vláhového stresu došlo ke zkrácení hlavních výhonů o 18,7 %, laterálních o 17,3 %, při aplikaci paclobutrazolu 4,5 % a 26,9 %. V případě řízkovanců se projevil rozdíl proti kontrole pouze ve variantě pokusu s aplikací paclobutrazolu bez vláhového stresu, a to u hlavních výhonů o 13,2 %, u laterálních o 19,9 %.

Jiné práce zkoumající chemickou indukci kvetení se zabývaly ovocnými či okrasnými dřevinami (MAUS 1987; KÖHNE, KREMER-KÖHNE 1989; MATAA et al. 1998; YELENOSKI et al. 1993; ABOD, JENG 1993; RANNEY et al. 1994; MAROSZ et al. 2005; CHUTICHUDAT et al. 2006). Při zakládání květních a listových pupenů na zkrácených prýtech dřevin nebo přímo v samotném terminálním pupenu se různé typy pupenů zakládají na prýtech v úžlabí mladých listů v průběhu jarních a letních měsíců a jejich diferenciaci je usměrňována charakterem endogenních látek. V závislosti na tom dochází také ke změnám v růstu dřevin. Mění se nejen výška, ale i habitus a rychlost růstu, později uspořádání a vzájemný poměr květních a listových pupenů. Vyšší počet listových pupenů vyvolá větvení prýtů a zahušťování koruny stromu, zvýšený počet květních pupenů vede k nadměrné násadě plodů, jejich přednostnímu zásobování asimiláty a bývá příčinou periodické plodnosti. Z uvedeného je patrné, že regulaci projevů apikální dominance je možné tímto nežádoucím jevům čelit. U roubovanců je možné (mimo výběru nejhodnější podnože) příslušnou kombinací živin, především dusíku, fosforu a draslíku prodloužit nebo uspišit reprodukční vývoj. V neposlední řadě je možné použít syntetických retardantů, které omezují dlouhýv růst letorostů a podporují nasedání květních pupenů (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK 1997; BAI et al. 2004). Z uvedených skutečností vyplývá možnost urychlit kvetení kombinací několika ovlivňujících faktorů. Pro naše pokusy jsme

použili kombinaci působení antigiberelinu paclobutrazolu (komerčně se v některých zemích využívá i jako retardant růstu okrasných dřevin – viz výše) a vláhového stresu, který u rostlin vede také k založení květů a vytvoření semen. Paclobutrazol byl jako účinná látka zvolen na základě publikovaných výsledků jiných autorů s indukcí kvetení a fruktifikace u jiných dřevin (KÖHNE et KREMER-KÖHNE 1989; YELENOSKY et al. 1993; BAI et al. 2004; CHUTICHUDAT et al. 2006). Výsledky se mohou projevit nejdříve v následujícím růstovém období, často ale teprve po dvou i více letech.

Naše výsledky byly částečně ovlivněny ztrátou pokusných rostlin v důsledku inkompatibilit. U dubů dochází velmi často k odlučitelnosti roubu od podnože, a to i po několika letech, kdy již roubovanci normálně rostou. Dochází k tomu náhle a téměř nepředvídatelně při určitém stresu. Z toho důvodu se snižovaly počty pokusných rostlin u některých věkových kategorií, které nebylo možné odpovídajícím způsobem nahradit. Je to také jedním z důvodů zdánlivě úspěšnosti v nasazení květních pupenů u kontrolních jedinců. Zvlášť negativní vliv mělo přezimování na stresované jedince ve skleníkové variantě při indukci vláhovým stresem a kombinací paclobutrazolu a vláhového stresu. Úhyn roubovanců umístěných venku a v kontrolní skupině naopak nebyl v prvním roce vůbec zaznamenán.

Přes všechny uvedené negativní vlivy se vyskytli úspěšnější jedinci vytvářející květy již po dvouleté aplikaci paclobutrazolu. U roubovanců dubu letního se však objevily pouze květy samčí. Jenom roubovance dubů sekce *Dascia* vytvořily květy samčí i samičí. Ale je nutné uvést, že duby z této sekce bez problémů kvetly i v kontrolní skupině rostlin (6 jedinců).

Protože se dosud vliv ošetření pokusných rostlin paclobutrazolem a účinek vláhového stresu projevily jen částečně, budeme nadále pokračovat v aplikaci vyšších dávek fytohormonu (100 mg paclobutrazolu v 1 litru roztoku).

ZÁVĚR

Po prvním roce stimulace květních pupenů působením paclobutrazolu a vláhového stresu se v žádné variantě pokusu nepodařilo vyvolat u řízkovanců ani roubovanců dubu letního kvetení. Po dvou letech působení paclobutrazolu vykvetly některé roubovance dubu letního, a to pouze samčími květy. Jen roubovance dubů sekce *Dascia* vytvářely květy obou pohlaví, samotný vláhový stres se ale u těchto druhů nijak neprojevil, žádný dub nevykvetl. U řízkovanců dubu letního byl zaznamenán jeden dub pouze se samčími květy.

Při hodnocení dvouleté stimulace kvetení roubovanců a řízkovanců dubu aplikací fytohormonu paclobutrazol se tento interval ukázal jako nedostatečný pro uspíšení kvetení dubů. Naše výsledky ukazují, že pro danou dřevinu je doba působení krátká a množství použité aktivní látky je pro vyvolání předčasného kvetení zřejmě nedostatečné. Jelikož ke změnám vedoucím ke tvorbě květů dochází postupnou inhibicí giberelinů zvyšujícím se množstvím antigiberelinu v rostlině, je třeba z hlediska dlouhodobosti dubů počítat s delší dobou aplikace fytohormonu. Přechod z vegetativního růstu na generativní je pravděpodobně také určitým způsobem závislý na dosažitelném věku rostliny. To znamená, že je možné dobu do začátku kvetení u dubů zkrátit v určitém poměru k běžně potřebné době dospívání stromu do generativní fáze, tedy do doby kdy je schopen kvést a plodit semena.

Poděkování:

Príspevek byl zpracován s finanční podporou MZe v rámci výzkumného projektu č. QH82305 Využití genových zdrojů domácích druhů dubů pro reprodukci adaptabilních lesních ekosystémů.

LITERATURA

- ABOD S. A., JENG L. T. 1993. Effects of paclobutrazol and its method of application on the growth and transpiration of *Acacia mangium* seedlings. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 16: 143-150.
- ARORA R., ROWLAND L. J., TANINO K. 2003. Induction and bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. *HortScience*, 38: 911-921.
- ARRON G. P., BECKER S. DE, STUBBS H. A., SZETO E. W. 1997. An evaluation of the efficacy of tree growth regulators paclobutrazol, flurprimidol, dikegulac and uniconazole for utility line clearance. *Journal of Arboriculture*, 23: 8-16.
- BACILIERI R., LABBE T., KREMER A. 1994: Intraspecific genetic structure in a mixed population of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl and *Q. robur* L. *Heredity*, 73: 130-141.
- BADR S. A., HARTMANN H. T., MARTIN G. C. 1970. Endogenous gibberellins and inhibitors in relation to flower induction and inflorescence development in the olive. *Plant Physiology*, 46: 674-679.
- BAI S., CHANEY W., QI Y. 2004. Response of cambial and shoot growth in trees treated with paclobutrazol. *Journal of Arboriculture*, 30: 137-145.
- CURTU A. L., GAILING O., FINKELDEY R. 2007. Evidence for hybridization and introgression within a species-rich oak (*Quercus* spp.) community. *BMC Evolutionary Biology*, 7: 218.
- CHANEY W. R., PREMACHANDRA G. S., HOLT H. A. 1996. Physiological basis for benefits of tree growth regulators. In: *Proceedings of the Western Plant Growth Regulator Society*, volume 8: papers presented at the annual meeting, January 24 and 25, 1996, Sacramento, California. Fremont, The Society: 18.
- CHANEY W. R. 2004. Paclobutrazol: More than just a growth retardant. [on-line]. Presented at Pro-Hort Conference, Peoria, Illinois, February 4th. IN 47907. [cit. 20. října 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.prohort.org/TreeGrowth.pdf>
- CHRISTOV CH., TSVETKOV I., KOVACHEV V. 1995. Use of paclobutrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 21: 64-71.
- CHUTICHUDET B., CHUTICHUDET P., BOONTIANG K., CHANABOON T. 2006. Effect of chemical paclobutrazol on fruit development, quality and fruit yield of kaew mango (*Mangifera indica* L.) in Northeast Thailand. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 717-722.
- KLEINSCHMIT J., KLEINSCHMIT J. G. R. 2000. *Quercus robur* – *Quercus petraea*: a critical review of the species concept. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 37: 441-451.
- KÖHNE J. S., KREMER-KÖHNE S. 1989. Comparison of growth regulators paclobutrazol and uniconazole on avocado. *South African avocado growers' association yearbook*, 12: 38-39.
- KOUTINAS N., PEPELYANKOV G., LICHEV V. 2010: Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment Journal*, 1: 1549-1558.
- KRISANAPOOK K., MOTOMURA Y., SAITO T., OGATA R., SUBHADRA-BANDHU S. 1990. The effect of paclobutrazol, calcium and hydrogen cyanamide on growth cessation and bud burst of apple growth under warm glasshouse condition. *Kasetsart Journal: Natural Science*, 24: 218-223.
- MAROSZ A., MATYSIAK B. 2005. Influence of growth retardants on growth and flower bud formation in rhododendron and azalea. *Dendrobiology*, 54: 35-40.
- MATAA M., SHIGETO T., KOZAKI I. 1998. Relative effects of growth retardant (paclobutrazol) and water stress on tree growth and photosynthesis in Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 67: 28-34.
- MAUS W. L. 1987. Effect of paclobutrazol and uniconazole-P on *Hibiscus rosa-sinensis*. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 100: 373-375.
- MEILAN R. 1997. Floral induction in woody angiosperms. *New Forests*, 14: 179-202.
- MORRISON-HILL P. S., BUCK P. 1980. Interspecific hybridization in a natural oak population with particular regard to introgression. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 60: 48-53.
- PETIT R. J., BODÉNÈS C., DUCOUSO A., ROUSSEL G., KREMER A. 2003. Hybridization as a mechanism of invasion in oaks. *New Phytologist*, 161: 151-164.
- PROCHÁZKA S., ŠEBÁNEK J. et al. 1997. *Regulátory rostlinného růstu*. Praha, Academia: 395 s.
- RANNEY T. G., BIR R. E., CONNER J. L., WHITMAN II. E. P. 1994. Use of paclobutrazol to regulate shoot growth and flower development of „Roseum Elegans“ rhododendron. *Journal of Environmental Horticulture*, 12: 174-178.
- SOUTHWICK S. M., DAVENPORT T. L. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. *Plant Physiology*, 81: 26-29.
- STEINHOFF S. 1998. Kontrollierte Kreuzungen zwischen Stiel- und Traubeneiche: Ergebnisse und Folgerungen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 169: 163-168.
- YELENOSKY G., VU C. J. V., BAUSHER M. G. 1993. Paclobutrazol-induced dwarfing of „Valencia“ orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 106: 329-332.
- YUCEER C., KUBISKE M. E., HARKESS R. L., LAND S. B. 2003. Effects of induction treatments on flowering in *Populus deltoides*. *Tree Physiology*, 23: 489-495.

INDUCTION OF EARLY FLOWERING OF OAKS BY PACLOBUTRAZOL AND WATER TREATMENT

SUMMARY

The goal of our work was to induce early flowering in graftings or cuttings of *Quercus robur*, *Q. virgiliana* and *Q. pubescens*. The treatments included the application of (i) paclobutrazole (50 mg /L), (ii) water stress and (iii) a combination of the two. Control treatment plants received only irrigation water as needed. In the first treatment the paclobutrazole was sprayed onto the plant leaves fortnightly starting in early June. In the second treatment, water stress was induced by allowing the growing medium to dry between fortnightly applications of irrigation water. For the third treatment (paclobutrazole and water stress) the phytohormone was applied for 48 hrs via drip irrigation.

The experiments were done with 3-year-old graftings and cuttings of *Quercus robur* and 2-year-old graftings of *Q. virgiliana* and *Q. pubescens*. The *Q. robur* graftings and cuttings were treated in both 2008 and 2009, while the *Q. virgiliana* and *Q. pubescens* graftlings were treated only in 2009.

No effects were noted for the *Quercus robur* graftings or cuttings 1 year after treatment. Repeated application in 2008 and 2009 resulted only in male flowers developing on 20% of the grafted plants in the water stress and paclobutrazole spray treatments.

Graftings of oaks arisen in the first year formed male and female flowers. Treatment by only water stress had no effect as any oak had no flowers. However, in this group 1-year-old grafted plants flowered while in the plants originating from cuttings only one plant produced male flowers.

Two years after treatment the effects of the paclobutrazole (alone) and water stress treatments on major and lateral shoot growth were assessed. Application of paclobutrazole combined with water stress decreased major shoot and lateral growth of grafted plants by 17.6% and 25.8%, respectively. Water stress alone resulted in a reduction in major shoot and lateral growth by 18.7% and 17.3%, respectively, while the corresponding reductions in both growth parameters for the paclobutrazole treatment was 4.5% and 26.9%, respectively. For cuttings, only the application of paclobutrazole without water stress decreased major shoot growth by 13.2% and lateral growth by 19.9% (all percentages based on growth of control treatment plants).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Marie Benedíková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice
Na Záhonech 601, 686 04, Kunovice, Česká republika
tel.: 602 565 695; e-mail: benedikova@vulhmuh.cz

ZHODNOCENÍ VÝVOJE RŮSTU JEDLE BĚLOKORÉ (*ABIES ALBA* MILL.) NA PROVENIENČNÍ VÝZKUMNÉ PLOŠE Č. 76 - OBECNÍ LESY DRÁŽOV, KVÁSKOVICE DO VĚKU 37 LET

EVALUATION OF PROVENANCE RESEARCH PLOT WITH SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) NO. 76 - MUNICIPAL FORESTS DRÁŽOV, KVÁSKOVICE AT THE AGE OF 37 YEARS

Jiří ČÁP - PETR NOVOTNÝ - JOSEF FRÝDL - JAROSLAV DOSTÁL

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

ABSTRACT

As a contribution to solution of silver fir problems, 20 provenance research plots were established in the Czech Republic between 1973 and 1977. Presented paper includes results of evaluation of 31 provenances on research plot no. 76 – Municipal Forests Drážov, Kváskovice (South Bohemia), at the age of 37 years; 14 evaluated provenances origin from the Czech Republic, 5 from Slovakia, 2 from Austria and Romania, and 1 from Bosnia and Herzegovina, Hungary, Italy, Bulgaria and Poland each. Total height and d.b.h. were measured; average stem volume and average stem growing stock per 1 ha counted according to yield tables, stem form and health state were assessed visually. Differences among provenances' growth were statistically processed and interpretation of obtained results formulated. Variability on the base of nature forest regions, climatypes and European forest zoning were assessed.

Klíčová slova: jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.), výzkumné plochy, provenienční výzkum, geografická proměnlivost

Key words: silver fir (*Abies alba* MILL.), research plots, provenance research, geographic variability

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Jedle je dřevina smíšeného lesa, která citlivě reaguje na změny klimatických podmínek. Tento druh se v minulosti významně podílel (19,8 %) na přirozeném složení lesních porostů ČR. V posledních letech je vyvíjena snaha o zvýšení podílu jedle v druhové skladbě, který aktuálně dosahuje 25 274 ha, tj. ca 1,0 % porostní plochy (Zpráva 2009). To, že lesní hospodářství ČR s touto dřevinou i nadále počítá, dokládá mj. nárůst redukované plochy v období 2000 – 2009 o 2 136 ha, jehož rychlost je však stále nedostatečná. Kromě řady dalších faktorů k této změně částečně přispívá i dovoz vánočních jedlí ze zahraničí a pěstování atraktivnějších druhů na plantážích pro tyto účely, což ve srovnání s minulostí umožňuje vysazovat jedli bělokorou s menšími obavami, že bude vyřezána na vánoční stromky.

Cílem tohoto příspěvku je vyhodnocení výzkumné provenienční plochy s jedlí bělokorou č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice ve věku 37 let za účelem získání poznatků o proměnlivosti, odolnosti a ekologických nárocích dílčích populací této dřeviny z různých oblastí areálu rozšíření posouzením růstových vlastností v relativně příznivých přírodních podmínkách z hlediska potenciálního využití druhu v lesnické praxi.

MATERIÁL A METODIKA

Za účelem řešení problematiky spojené s jedlí bělokorou v ČR bylo v letech 1973 až 1977 založeno 20 provenienčních výzkumných ploch. Bližší podrobnosti o metodice založení a měření na této sérii ploch lze nalézt např. v pracích ŠINDELÁŘ et al. (2005), ŠINDELÁŘ, NOVOTNÝ,

FRÝDL (2006), ČÁP et al. (2008), ČÁP, NOVOTNÝ, FRÝDL (2009), KÝVAL (2010).

Plocha č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice (foto 1) byla založena na jaře 1977 na území tehdejších Jihočeských státních lesů, lesního závodu Vimperk, polesí Drážov. Nachází se v 750 m n. m., kde průměrná roční teplota dosahuje 5,3 °C a průměrné roční srážky činí 1 050 mm. Půdním typem je oglejená izomorfní hnědozem. Lokalita spadá do hospodářského souboru 571 – smrkové hospodářství oglejených stanovišť, lesní typ je klasifikován jako 6O1 – svěží smrková jedlina. S ohledem na půdní a klimatické podmínky lze tedy stanoviště výzkumné plochy označit za optimální. Plocha o výměře 1,24 ha byla založena, na rozdíl od ostatních výzkumných ploch série, pod přípravným porostem olše lepkavé. Byla použita metoda náhodného blokového uspořádání se čtyřmi opakováními ve dvou nepravidelných pruzích (110 × 120 m a 30 × 40 m). Celkový počet parcel o velikosti 10 × 10 m je 124. Výsadba byla provedena ve sponu 2 × 1 m, na jednotlivé parcely bylo vysazeno 50 ks sazenic, pro každou provenienci bylo tedy použito 200 sazenic. Celkem bylo vysazeno 6 200 sazenic.

Z 31 vysazených proveniencí jich 14 pochází z České republiky, 5 ze Slovenska, 3 ze SRN, po 2 z Rakouska a Rumunska, po 1 z Bosny a Hercegoviny, Maďarska, Itálie, Bulharska a Polska (tab. 1, obr. 1 a 2). Přehled všech základních regionálních, geografických a klimatických charakteristik je uveden v tabulce 1.

Hodnoty výšky a výčetní tloušťky jednotlivých stromů byly měřeny v listopadu roku 2007. Po převedení do PC byla data statisticky zpracována v prostředí programu UNISTAT v. 5.6. Pro zhodnocení rozdílů mezi jednotlivými proveniencemi byla použita metoda analýzy



Foto 1.

Výzkumná plocha č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice (J. Chládek 7. 11. 2007)

Photo 1.

Experimental plot No. 76 – Municipal forests Drážov, Kváskovice (J. Chládek 7. 11. 2007)



Obr. 1.

Lokalizace výzkumné plochy č. 76 a sledovaných proveniencí z ČR a SR (mapový podklad Školní zeměpisný atlas světa, 1961)

Fig. 1.

Location of research plot No. 76 and tested provenances from the Czech Republic and the Slovak Republic (map background copied from School Geographic World Atlas, 1961)



Obr. 2.

Lokalizace výzkumné plochy č. 76 a sledovaných proveniencí z dalších evropských zemí (mapový podklad Školní zeměpisný atlas světa, 1961)

Fig. 2.

Location of research plot No. 76 and tested provenances from other European countries (map background copied from School Geographic World Atlas, 1961)

Tab. 1.

Charakteristika přírodních poměrů lokality č. 76 – obecní lesy Drážov, Kváskovice a mateřských porostů vysazených proveniencí
Site characteristics of locality No. 76 - Municipal Forests Drážov, Kváskovice, including parent stands of planted provenances

Kód provenience/ Provenance code	Název provenience/ Provenance name	Evropská lesní rajonizace ¹⁾ European forest zoning ¹⁾	Nadmořská výška [m n. m.]/Altitude [m a.s.l.]	Přírodní lesní oblast/ Natural forest region	Klimatyp ²⁾ /Climatype ²⁾	Bývalá lesní péstební oblast/ Former silvicultural region	Zeměpisná délka/ Longitude	Zeměpisná šířka/ Latitude	Průměrná roční eplota/Avera- ge year temperature [°C]	Průměrné roční srážky/Avera- ge year rainfall [mm]
1-15	Kamenice nad Lipou, Losy, CZ	3.13.0	600	16	6 b	II	15° 14'	49° 21'	5,4	729
32	Nýrsko, Dešnice, CZ	3.05.4	500	12	6 b	I b	13° 13'	49° 17'	7,4	650
51	VLS Lipník nad Bečvou - Podhoří, CZ	3.05.1	600	39	7 a	IV	17° 25'	49° 35'	6,0	811
52	Sopron - školní polesí, H	6.10.0	450	-	10	-	16° 37'	47° 41'	9,8	760
55	Kašperské Hory, Klatovy, CZ	3.05.4	500	12	6 b	I b	13° 33'	49° 14'	5,5	830
57	Kašperské Hory, Sušice, Sedlo, CZ	3.05.4	500	12	6 b	I b	13° 34'	49° 12'	5,5	832
65	Vlašim - Jankov	3.12.0	440	16	6 b	II	14° 43'	49° 39'	7,3	628
71	VLS Plumlov, Ruprechtov, CZ	3.14.0	450-510	30	6 b	IV	16° 58'	49° 20'	7,0	655
76	Nýrsko, Suchý Kámen, CZ	3.05.4	620	12	6 b	I b	13° 06'	49° 16'	6,7	751
81	Vyšší Brod, Vítkův Kámen, CZ	3.05.4	800-900	13	6 b	I b	14° 15'	48° 37'	5,4	1063
83	Kašperské Hory, Rejštejn, CZ	3.05.4	860	13	6 b	I b	13° 32'	49° 08'	5,5	854
88	VLS Hořovice, Mirošov, CZ	3.05.4	620	7	6 b	I b	13° 42'	49° 42'	6,3	783
93	Wörschachwald, Steiermark, A	5.04.3	1100-1200	-	4	-	14° 06'	47° 34'	5,3	1600
101	Velké Karlovice, Brodská, CZ	6.07.0	700-760	40	7 a	VI b	18° 11'	49° 22'	5,6	1212
106	Kácov, Psáře, CZ	3.12.0	420	16	6 b	II	14° 58'	49° 46'	7,5	603
132	Rílskie gory, Borevešč, BG	6.26.0	1600	-	10	-	23° 36'	42° 14'	5,1	988
143	Laterns, Vararlberg, A	5.01.3	1000	-	4	-	9° 42'	47° 16'	6,1	1728
146	Schwarzwald mit Baar, Schön Münzsch, D	3.32.0	530-650	-	4	-	7° 59'	48° 35'	5,8	1833
148	Schwarzwald mit Baar, Gengenbach, D	3.32.0	465-740	-	4	-	8° 01'	48° 24'	6,0	1707
151	Ostbayer, Zwiesel West, D	3.05.4	700-780	-	4	-	13° 08'	49° 02'	6,5	1364
198	Vítkov, Budišov nad Budišovkou, CZ	3.05.1	500-570	29	6 c	IV	17° 38'	49° 50'	6,0	754
203	Stary Sacz, PL	6.06.3	300	-	7 c	-	20° 36'	49° 33'	7,8	725
213	Maramures, Strimbu - Baiut, RO	6.19.0	870	-	8	-	24° 10'	47° 37'	8,0	730
216	Alba, Cimpeni, RO	6.19.0	1000	-	8	-	23° 10'	46° 15'	7,2	780
225	Vitez, Kruščica, BIH	6.22.0	1200	-	9	-	17° 49'	44° 05'	9,2	844
228	Vallombrosa, I	9.12.0	900-1120	-	5	-	11° 37'	43° 43'	9,8	1386
S ₁	Banská Bystrica, Badin, SK	6.07.0	800	46	7 b	VII	19° 02'	48° 42'	5,2	700
S ₅	Ružomberok, Korytnica, SK	6.06.4	750	43	7 b	VI b	19° 16'	48° 54'	5,6	925
S ₉	Kriváň, Snohy, SK	6.07.0	630	44	7 b	VI b	19° 33'	48° 36'	6,0	925
S ₁₃	Bardejov, Kružlov, SK	6.06.1	580	47	7 b	X	21° 08'	49° 18'	5,3	750
S ₁₄	Svidník - Giraltovec, Vyšný Komárnik, SK	6.06.1	480	47	7 b	X	21° 42'	49° 23'	5,8	750
Plocha č. 76/ Plot No. 76	Městské lesy Drážov, Kváskovice	3.05.4	750	12	6 b	I b	49° 56' 27"	14° 20' 51"	5,3	1050

¹⁾ Podle RUBNER, REINHOLD (1953)/According to RUBNER, REINHOLD (1953)

²⁾ Podle SVOBODA (1953)/According to SVOBODA (1953)

variance, resp. Duncanův mnohonásobný pořadový test. Pro posouzení přesnosti pokusu byla vypočtena hodnota opakovatelnosti.

Protože byly k dispozici vstupní údaje pro stanovení objemové produkce, byly z tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942) vypočteny hodnoty objemu průměrného stromu a s využitím údaje o počtu rostoucích jedinců jednotlivých proveniencí i průměrná stromová zásoba na 1 ha.

Podobně jako při předchozích měřeních byly na ploše zkoumány tvárnost kmene a zdravotní stav. Na základě vizuálního posouzení vzhledu byli všichni na ploše rostoucí jedinci zařazeni do klasifikačních tříd tvárnosti kmene (1 – přímý, 2 – mírně zakřivený, 3 – silně zakřivený) a zdravotního stavu (1 – zcela zdravý, 2 – slabě prosychající, 3 – odumírající). Pro obě charakteristiky byly vypočteny srovnávací indexy, tj. aritmetické průměry číselných označení tříd všech jedinců příslušných proveniencí.

Provenience byly dále rozděleny do stejnorodých skupin podle svého geografického původu, a to jednak na základě evropské rajonizace lesů (RUBNER, REINHOLD 1953) – viz tab. 2, dále na základě vymezených klimatypů (SVOBODA 1953) a podle přírodních lesních oblastí (Vyhláška MZe č. 83/1996 Sb.), resp. lesních oblastí a podoblastí (Vyhláška MP č. 571/2004 Z. z.).

Vzhledem k tomu, že plocha byla v minulosti již dvakrát hodnocena, bylo možno provést srovnání růstu proveniencí ve 37 letech s údaji z minulých měření ve věku 9 let (HYNEK 1983a, b), resp. 15 let (HYNEK 1989) a výpočet věkových korelací (kritické hodnoty korelačních koeficientů pro příslušný počet stupňů volnosti ($v = n - 2$, kde $n = 25$, resp. 31) mají pro hladiny významnosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$ velikost 0,3976, resp. 0,3557 a 0,5069, resp. 0,4563.

VÝSLEDKY

V roce měření rostly na ploše 2 003 stromy, tj. 32,3 % z původně vysazených. Nejvyšší zastoupení (99 ks, tj. 49,5 %) rostoucích jedinců z vysazených 200 ks bylo zjištěno u české provenience 55 – Kašperské Hory, Klatovy, tedy provenience pocházející z bezprostřední blízkosti výzkumné plochy. Dále následovala německá provenience 146 – Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach (95 ks, 47,5 %) a další zahraniční provenience – slovenská S₉ – Kriváň, Snohy a italská 228 – Vallombrosa (shodně 91 ks, 45,5 %). Další nejvyšší počet rostoucích jedinců měla opět provenience pocházející z blízkého okolí, a to 57 – Kašperské Hory, Sušice (90 ks, 45 %). Naopak nejmenším množstvím pokusného materiálu byla zastoupena německá provenience 148 – Schwarzwald mit Baar, Gengenbach (23 ks, 11,5 %) a rumunská 213 – Maramures, Strimbu-Baiut (29 ks, 14,5 %); z českých proveniencí pak měla nejnižší zastoupení 71 – VLS Plumlov, Ruprechtov (33 ks, 16,5 %). Nutno podotknout, že plocha byla v zimním období 2003/04 poškozena sněhem a námrazou, vrcholovými zlomy a vývraty. Výrazně poškození jedinci, kteří již nemohli regenerovat, byli tedy těžebním zásahem odstraněni. Současně byl z plochy vytěžen i přípravný olšový porost.

Průměrná hodnota výšek ve věku 37 let činila na celé ploše 10,7 m. Výšky stromů v rámci jednotlivých proveniencí byly velmi variabilní; největší rozpětí (od 3,1 do 21,5 m, tj. rozdíl 18,4 m) bylo zjištěno u potomstva 32 – Nýrsko, Dešenice. Nejmenší rozpětí výškového růstu bylo zaznamenáno u německé provenience 148 – Schwarzwald mit Baar, Gengenbach (10,6 m). Analýza variance výšek prokázala mezi proveniencemi statisticky vysoce významné rozdíly na $\alpha = 0,01$. Vysoce signifikantní byly i difference mezi jednotlivými opakováními, což naznačuje, že výzkumná plocha není ve svých čtyřech opako-

Tab. 2.

Klíč kódů evropské lesní rajonizace (RUBNER, REINHOLD 1953)

Key of codes European forest zonity (RUBNER, REINHOLD 1953)

Středoevropský region buko-dubového lesa

- 3.05.1 - Hercynsko-sudetská oblast smíšeného horského lesa - sudetská podoblast
- 3.05.4 - Hercynsko-sudetská oblast smíšeného horského lesa - jihohercynská podoblast
- 3.12.0 - Vnitročeská vyvýšenina
- 3.13.0 - Česko-moravský horský hřbet s jižním předhořím
- 3.14.0 - Drahanská vrchovina se severním předhořím
- 3.32.0 - Schwarzwald s předhořím a Baar

Západoevropský region listnatého lesa

- 4.05.0 - Vogézy

Alpský region

- 5.01.3 - Buko-jedlo-smrková oblast západních a severních Alp - podoblast severních okrajů Alp
- 5.04.3 - Oblast vnitřních Alp - východní podoblast

Východoevropský a jihoevropský region dubo-bukových lesů

- 6.06.1 - Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat - východní podoblast
- 6.06.3 - Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat - západní Beskydy
- 6.06.4 - Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat - tatranská oblast
- 6.07.0 - Slovenské Karpaty
- 6.10.0 - Oblast východorakouské-burgenlandské pahorkatiny
- 6.19.0 - Buko-jedlo-smrková oblast rumunských Karpat včetně Biharského pohoří
- 6.22.0 - Oblast horského smíšeného lesa dinárských Alp
- 6.26.0 - Středobulharská hornatina

Jihoevropský region kaštanovníku a tvrdých listnáčů

- 9.12.0 - Horský les severních Apenin

- Legenda ke kódu: 1. číslo = region (v originálu značen římskou číslicí)
2. číslo = oblast
3. číslo = podoblast (v originálu značena malým písmenem)

- Legend code: 1st No = region (originally indicated by Roman digit)
2nd No = area
3rd No = subarea (originally indicated by small letter)

váních zcela homogenní. Duncanův test rozdělil soubor proveniencí do pěti růstově homogenních podskupin. Faktor provenience se podílel na celkové proměnlivosti z 33 %, faktor opakování z 53 %, zbývajících 14 % variability nebylo těmito příčinami vysvětleno. Vypočtená hodnota heritability $h^2 = 0,90$ představuje dostatečnou spolehlivost pokusu. Nejvyšších výšek dosáhly české provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (13,2 m), 88 – VLS Hořovice, Mirošov spolu

s 32 – Nýrsko, Dešenice (12,0 m), dále 76 – Nýrsko, Suchý Kámen (11,9 m) a německá provenience 146 – Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach (11,8 m). Naopak nejnižším výškovým růstem se vyznačovaly bulharská provenience 132 – Rilskie Gory, Borevešč (8,3 m), rakouská provenience 93 – Wörschachwald, Steiermark (8,8 m) a česká provenience s nedalekým místem původu 83 – Kašperské Hory, Rejštejn (9,1 m). Nejvyšší výšky jednotlivých stromů

Tab. 3.

Přehled hodnot sledovaných charakteristik na ploše č. 76 – Obecní lesy Kváskovice ve věku 37 let
Survey values tracked characteristics in plot No. 76 – Municipal forests Kváskovice at the age of 37 years

Kód provenience/ Provenance code	Počet stromů 1979/ Number of trees 1979	Počet stromů 1985/ Number of trees 1985	Počet stromů 2007/ Number of trees 2007	Průměrná výška 1979/ Average height 1979 [m]	Průměrná výška 1985/ Average height 1985 [m]	Průměrná výška 2007/ Average height [m]	Průměrná výčetní tloušťka 2007/Average DBH 2007 [cm]	Objem průměrného stromu 2007/Volume of average tree 2007 [m ³]	Průměrná stromová zásoba 2007/Average tree growing-stock 2007 [m ³ ·ha ⁻¹]	Variační koeficient výšky 2007/Height coefficient of variance 2007	Variační koeficient tloušťky 2007/DBH coefficient of variance 2007	Index tvárnosti kmene/ Stem form index	Index zdravotního stavu/ Health state index
1-15	146	140	83	0,49	1,9	13,2	16,1	0,178	369,4	19,9	35,8	1,542	1,265
32	140	132	82	0,38	1,4	12,0	14,7	0,130	266,5	26,1	37,3	1,610	1,268
51	-	104	47	-	1,3	9,4	12,5	0,078	91,7	35,0	45,2	1,681	1,681
52	164	156	74	0,36	1,4	11,5	12,8	0,090	166,5	20,8	35,6	1,608	1,311
55	160	158	99	0,35	1,4	11,1	13,1	0,104	257,4	24,7	34,2	1,608	1,444
57	186	182	90	0,39	1,4	10,9	13,3	0,098	220,5	29,4	36,2	1,478	1,267
65	166	158	56	0,33	1,3	11,5	14,4	0,122	170,8	26,2	35,7	1,607	1,143
71	176	174	33	0,36	1,4	9,7	11,8	0,066	54,5	33,3	37,1	1,970	1,455
76	176	-	49	0,44	1,6	11,9	14,3	0,122	149,5	24,9	35,2	1,510	1,286
81	188	182	57	0,42	1,5	9,8	12,3	0,078	111,2	32,2	33,5	1,930	1,649
83	192	186	60	0,38	1,4	9,1	11,5	0,066	99,0	35,2	41,0	1,818	1,533
88	194	192	78	0,42	1,7	12,0	14,2	0,133	259,4	22,3	35,1	1,295	1,128
93	180	156	37	0,33	1,1	8,8	11,1	0,065	60,1	38,9	50,0	1,568	1,324
101	188	182	82	0,49	1,7	9,8	11,9	0,066	135,3	31,8	42,2	1,691	1,573
106	-	114	37	-	1,5	11,3	14,7	0,122	112,9	30,1	43,9	1,513	1,162
132	190	188	65	0,40	1,3	8,3	10,5	0,051	82,9	37,8	45,8	1,646	1,462
143	182	178	56	0,36	1,3	9,4	11,3	0,066	92,4	29,5	34,8	1,250	1,143
146	182	178	95	0,46	1,7	11,8	13,7	0,106	251,8	22,7	34,8	1,421	1,168
148	190	160	23	0,25	0,8	9,4	12,2	0,077	44,3	36,9	44,2	2,044	1,478
151	-	88	64	-	1,4	10,1	12,7	0,084	134,4	27,5	40,0	1,375	1,359
198	166	166	78	0,44	1,5	9,7	11,6	0,066	128,7	34,6	37,8	1,668	1,295
203	182	174	50	0,42	1,4	11,0	12,8	0,090	112,5	26,0	34,5	1,560	1,200
213	-	58	29	-	1,1	10,5	12,6	0,084	60,9	26,7	39,4	1,276	1,103
216	164	142	65	0,32	1,1	9,5	12,0	0,077	125,1	34,2	51,3	1,539	1,200
225	176	152	69	0,35	1,1	9,8	12,6	0,078	134,6	32,2	44,3	1,377	1,188
228	190	176	91	0,45	2,4	11,0	13,2	0,104	236,6	30,2	40,8	1,663	1,396
S ₁	184	178	83	0,45	1,6	10,9	13,5	0,098	203,4	29,2	35,8	1,639	1,446
S ₅	196	194	61	0,43	1,5	10,8	13,4	0,098	149,5	30,2	35,3	1,410	1,295
S ₉	194	194	91	0,41	1,5	10,7	12,4	0,084	191,1	32,2	42,2	1,648	1,429
S ₁₃	-	140	79	-	1,6	11,2	13,3	0,105	207,4	26,2	38,5	1,354	1,063
S ₁₄	-	88	40	-	1,5	10,9	14,0	0,114	114,0	28,0	40,2	1,300	1,075
Průměr	179	156	65	0,4	1,4	10,7	13,0	0,097	157,6	29,5	39,3	1,558	1,318

Tab. 4.

Průměrné výšky proveniencí jedle bělokoré seřazené podle jednotek evropské lesní rajonizace, klimatypů a přírodních lesních oblastí
Average heights of silver fir provenances according classification of European forest zoning, climatypes and Natural Forest Regions

Geografická jednotka/ Geographic unit	Kód provenience/ Provenance code	Průměrná výška [m]/ Average height [m]	Průměrná výčetní tloušťka Average DBH [cm]
Regiony, oblasti a podoblasti/Regions, areas and subareas (RUBNER, REINHOLD 1953)			
3.13.0	1-15	13,2	16,1
6.10.0	52	11,7	12,8
3.12.0	65, 106	11,4	14,6
6.06.1	S ₁₃ , S ₁₄	11,1	13,7
9.12.0	228	11,0	13,2
6.06.3	203	11,0	12,8
3.05.4	32, 55, 57, 76, 81, 83, 88, 151	10,9	13,3
6.06.4	S ₅	10,8	13,4
3.32.0	146, 148	10,6	13
6.07.0	101, S ₁ , S ₉	10,5	12,6
6.19.0	213, 216	10,0	12,3
6.22.0	225	9,8	12,6
3.14.0	71	9,7	11,8
3.05.1	51, 198	9,6	12,5
5.01.3	143	9,4	11,3
5.04.3	93	8,8	11,1
6.26.0	132	8,3	10,5
Klimatypy/Climatypes (SVOBODA 1953)			
6b - šumavský	1-15, 32, 55, 57, 65, 71, 76, 81, 83, 88, 106	12,0	13,7
5 - apeninský	228	11,0	13,2
7c - polský	203	11,0	12,8
7b - slovenský	S ₁ , S ₅ , S ₉ , S ₁₃ , S ₁₄	10,9	13,3
8 - rumunský	213, 216	10,0	12,4
10 - bulharský	52, 132	9,9	11,7
4 - alpský	93, 143, 146, 148, 151	9,9	12,2
9 - dinárský	225	9,8	12,6
6c - lužický	198	9,7	11,6
7a - slezský	51, 101	9,6	12,2
Přírodní lesní oblasti (ČR), Lesné oblasti a podoblasti (SR)/ Natural forest regions (Czech Republic), Forest regions and subregions (Slovak Republic) *			
16 - Českomoravská vrchovina	1-15, 65, 106	12,0	15,1
7 - Brdská vrchovina	88	12,0	14,2
12 - Předhoří Šumavy a Novohradských hor	32, 55, 57, 76	11,5	13,9
21 - Nízké Beskydy	S ₁₄ , S ₁₃	11,1	13,2
27B - Vtáčnick, Kremnické vrchy	S ₁	10,9	13,5
46 - Nízké Tatry a Kozie chrbty	S ₅	10,8	13,4
37 - Poľana	S ₉	10,7	12,4
40 - Moravskoslezské Beskydy	101	9,8	12
29 - Nízký Jeseník	198	9,7	11,6
30 - Drahanská vrchovina	71	9,7	11,8
13 - Šumava	81, 83	9,5	11,9
39 - Podbeskydská pahorkatina	51	9,4	12,5

* Vyhláška MZe ČR č. 83/1996 Sb.,
Vyhláška MP SR č. 571/2004 Z. z.

byly zaznamenány ve třetím opakování, a to zejména u provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (maximum 18,2 m), která má v tomto opakování největší počet vysokých stromů. Absolutně nejvyšší jedinec na výzkumné ploše byl zjištěn v opakování III u provenience 32 – Nýrsko, Dešenice (21,5 m). Stromy s nízkým vzrůstem se vyskytují prakticky u všech proveniencí v rámci všech opakování. Variační koeficient výšek se pohyboval v rozmezí od 20 % (1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy) do 39 % (93 – Wörschachwald, Steiermark).

Průměrná hodnota výšky v 37 letech (10,7 m) nedosáhla na celé ploše ani tabulkové hodnoty střední výšky hlavního porostu na první bonitě (15,3 m), která byla stanovena pro podmínky severozápadního Německa (SCHÖBER 1995). Nejpřirůstavější česká provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (13,2 m) odpovídá tabulkové hodnotě pro věk 32 let. V první bonitě těchto tabulek odpovídá průměrná výška jedlí (10,7 m) hodnotě pro věk 26 let. Podle taxačních tabulek pro jedli, které jsou součástí vyhlášky MZe č. 84/1996 Sb., odpovídá průměrná výška zjištěná na výzkumné ploše ve věku 37 let absolutní výškové bonitě 19 m.

Průměrná výčetní tloušťka všech proveniencí dosáhla hodnoty 13,0 cm, přičemž se průměry jednotlivých potomstev pohybovaly od 10,5 do 16,1 cm. Analýza variance prokázala stejně jako u výšek statisticky vysoce významné rozdíly mezi opakováními i proveniencemi. Duncanův test rozdělil potomstva do pěti homogenních podskupin. Nejvyšší tloušťkový růst proveniencí byl zjištěn téměř ve stejném pořadí jako při hodnocení výškového růstu, tj. 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (16,1 cm), 106 – Kácov, Psáře (14,7 cm) a 32 – Nýrsko, Dešenice (14,7 cm). Nejslabší byly stejně jako u výšek bulharská provenience 132 – Rilske Gory, Boreveš (10,5 cm), rakouské 93 – Wörschachwald, Steiermark (11,1 cm) a 143 – Laterns, Vararlberg (11,3 cm). Nejsilnější kmeny byly zaznamenány nejčastěji ve třetím opakování (průměr 14,2 cm), zástupci stromů s malou výčetní tloušťkou se vyskytovali napříč všemi opakováními s minimem od 2,5 cm do 6,5 cm. Vysoké rozdíly byly zjištěny rovněž uvnitř proveniencí (např. rumunská 216 – Alba, Cimpeni /28,5 cm/, italská 228 – Vallombrosa a slovenská S_{14} – Svidník, Komárník /shodně 26,0 cm/); nejmenší rozdíly rozpětí $d_{1,3}$ byly zjištěny u českých proveniencí 71 – VLS Plumlov, Ruprechtov (15,0 cm) a 81 – Vyšší Brod, Vítkův Kámen (15,6 cm).

Dalším kritériem hodnocení proveniencí byla tvárnost kmene. V tomto ohledu byla nejlépe hodnocena rakouská provenience 143 – Laterns, Vararlberg s indexem tvárnosti 1,25. Tuto provenienci následovaly rumunská 213 – Maramures, Strimbu-Baiut (1,28) a česká 88 – VLS Hořovice, Mirošov (1,30). Horší tvárností se vyznačovaly česká provenience 71 – VLS Plumlov, Ruprechtov (1,97) a německá 148 – Schwarzwald mit Baar, Gengenbach (2,04). Naprostá většina kmenů patřila k přímým nebo jen mírně zakřiveným; průměrná hodnota indexu tvárnosti kmene pro celou plochu činila 1,56 (tab. 3).

Posledním kritériem hodnocení plochy č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice byl zdravotní stav. Ve srovnání s průměrným indexem celé plochy (1,32) byly nejlépe hodnoceny provenience S_{13} – Bardejov, Kružlov (1,06) a S_{14} – Svidník, Komárník (1,08). Nejhůře hodnocena byla potomstva 81 – Vyšší Brod, Vítkův Kámen (1,65) a 51 – VLS Lipník nad Bečvou, Podhoří (1,68).

Objem průměrného stromu dosáhl na ploše 0,097 m³ (tab. 3). Nejvyšší hodnota byla zjištěna u provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (0,178 m³), dále následovaly rovněž české provenience 88 – VLS Hořovice, Mirošov (0,133 m³) a 32 – Nýrsko, Dešenice (0,130 m³). V dalším pořadí se se stejnými hodnotami objemu (0,122 m³) umístily opět tři provenience původem z České republiky. Nejnižší hodnoty tohoto ukazatele vykázaly provenience 132 – Rilske Gory, Boreveš (0,051 m³) a 93 – Wörschachwald, Steiermark (0,065 m³).

Průměrná stromová zásoba (tab. 3) všech proveniencí činila 157,6 m³. ha⁻¹, nejvyšší byla u proveniencí 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (369,4 m³.ha⁻¹), 32 – Nýrsko, Dešenice (266,5 m³.ha⁻¹) a 88 – VLS Hořovice, Mirošov (259,4 m³.ha⁻¹). Naopak nejnižší hodnoty byly zjištěny u proveniencí 148 – Schwarzwald mit Baar, Gengenbach (44,3 m³.ha⁻¹), 71 – VLS Plumlov, Ruprechtov (54,5 m³.ha⁻¹) a 93 – Wörschachwald, Steiermark (60,1 m³.ha⁻¹).

Pokud jde o srovnání skupin proveniencí rozdělených do jednotek evropské rajonizace lesů (RUBNER, REINHOLD 1953), je na ploše zastoupeno celkem 17 oblastí a podoblastí ze 4 regionů (tab. 4). Nejvyšší průměrná výška (13,2 m) byla zjištěna u potomstva z jednotky 3.13.0, poté následovaly s hodnotou 11,7 m skupiny potomstev z jednotek 6.10.0 a 3.12.0 (11,4 m). S minimálním výškovým rozdílem se na dalších pozicích umístila jednotka 6.06.1 (11,1 m), následovaná jednotkami 9.12.0 a 6.06.3 (obě shodně 11,0 m). Na druhé straně podprůměrný růst vykázaly provenience z jednotek 5.04.3 (8,8 m) a 6.26.0 (8,3 m), přičemž v rámci druhé z nich je zastoupena pouze provenience 132 – Rilske Gory, Boreveš, která je prakticky ve všech sledovaných parametrech nejhůře hodnocená. Z uvedených průměrných hodnot je patrné, že rozdíly mezi proveniencemi zastupujícími různé jednotky lesní rajonizace jsou výrazné.

Na základě členění na klimatypy podle SVOBODY (1953) rostly nadprůměrné provenience klimatypu 6b – šumavský (12,0 m). Se shodnou hodnotou (11,0 m) nepatrně převyšovaly průměrný růst klimatypu 5 – apeninský a 7c – polský. Jako podprůměrné se jeví klimatypy 8 – rumunský, 10 – bulharský, 4 – alpský, 9 – dinárský, 6c – lužický a 7a – slezský, jejichž hodnoty kolísaly od 10,0 do 9,6 m.

Podobnou proměnlivost růstu bylo možno konstatovat i v porovnání podle PLO, kdy provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (12,0 m) z PLO 16 – Českomoravská vrchovina se vždy nacházela mezi nejlépe hodnocenými proveniencemi, na rozdíl od prakticky vždy nepříznivě hodnocené české provenience 51 – VLS Lipník nad Bečvou, Podhoří (9,4 m) z PLO 39 – Podbeskydská pahorkatina. Podrobnosti o příslušnosti proveniencí k jednotkám lesní rajonizace, klimatypům a přírodním lesním oblastem, včetně průměrných hodnot růstových charakteristik, jsou uvedeny v tabulce 4.

DISKUSE

Vzhledem k tomu, že z výzkumné plochy byla získána data o výškovém růstu již v předchozích letech, lze posoudit postupný vývoj proveniencí do věku 37 let (obr. 3). První hodnocení mortality, výšky a zdravotního stavu proběhlo ve věku 9 let (HYNEK 1983a, b). Průměrná výška všech proveniencí činila 39,8 cm, přičemž kolísala od 24,9 do 48,8 cm. Nejvyšší průměrná výška byla zjištěna u provenience 101 – Velké Karlovice, Brodská a 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy (48,8 cm). Tyto provenience patřily mezi nejlépe hodnocené i ve věku 15 let. Při posledním měření v roce 2007 však potomstvo 101 – Velké Karlovice, Brodská nedosáhlo ani průměru pokusu a nacházelo se v dolní polovině pořadí. Další české provenience 88 – VLS Hořovice, Mirošov a 76 – Nýrsko, Suchý Kámen byly při všech hodnoceních na předních místech. K nejlépe hodnoceným českým proveniencím pak přistoupila německá 146 – Schwarzwald mit Baar, Schön Münz zach (podrobněji obr. 3). Při prvním měření nebylo hodnoceno 6 proveniencí, které nebyly při zakládání výzkumné plochy zahrnuty do designu kompletního blokového uspořádání pokusu, umožňujícím detailnější posouzení homogenity růstových podmínek výsadby.

V roce 1985 bylo ve věku 15 let (HYNEK 1989) provedeno druhé hodnocení výzkumné plochy (průměr výšek všech proveniencí činil 1,4 m). Pořadí jednotlivých potomstev se proti prvnímu šetření nepatrně změnilo vstupem proveniencí, které nebyly poprvé hodnoceny. Výrazně podprůměrně rostly provenience pocházející z klimatypů

8 – rumunský a 4 – alpský, kde jsou ve srovnání s místem založení výzkumné plochy znatelně rozdílné klimatické podmínky (tab. 1).

Česká provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy dosáhla v roce 1985 nadprůměrného růstu (1,9 m). Za zmínku stojí i značné rozdíly v růstu u proveniencí pocházejících z lokalit nepatrně vzdálených, ze stejného regionu, podoblasti i klimatu. Zatímco německá provenience 146 – Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach se při všech třech hodnoceních umístila na předních místech, pak provenience 148 – Schwarzwald mit Baar, Gengenbach naopak vždy vykazala podprůměrný růst.

Při celkovém porovnání výšek ze všech tří hodnocení lze konstatovat, že od doby prvního měření v roce 1979 došlo k určitým posunům v pořadí hodnocených proveniencí (obr. 3).

Jednu z nejlepších možností srovnání umožňuje výzkumná plocha (VP) č. 59 – Trhanov, Pivoň ze stejné série, která se nachází v obdobných půdních a klimatických podmínkách (průměrná roční teplota 6 – 7 °C, průměrné roční srážky 700 – 800 mm, HS 57, půdní podklad oglejená hnědozem, SLT 5V2/5K7 – vlhká jedlová bučina a kyselá jedlová bučina expozice jihovýchodní). Tato plocha byla hodnocena ve věku 39 let (KÝVAL 2010). Bylo zde vysazeno 9 proveniencí, které rostou i na ploše č. 76. Podle získaných výsledků lze i přes zdánlivou podobnost obou stanovišť konstatovat lepší růst na ploše č. 76. Růstové podmínky by tak bylo žádoucí podrobit detailnějšímu zkoumání (např. rozborů půdních sond aj.). Některé z proveniencí hodnocených na VP č. 59 (průměrná výška 14,1 m, objem průměrného stromu 0,188 m³), jejichž hodnoty byly pod průměrem této plochy, přesto dosahovaly lepších parametrů než na VP č. 76 (průměrná výška 10,7 m, objem průměrného stromu 0,097 m³). Výjimkou byla italská provenience 228 – Vallombrosa, která na obou plochách dosáhla prakticky totožné hodnoty objemu průměrného stromu (0,104 m³, resp. 0,101 m³). Německá provenience 151 – Ostbayer, Zwiesel West, hodnocená na ploše č. 59 jako podprůměrná s objemem průměrného stromu 0,158 m³, dosáhla na ploše č. 76 „jen“ 0,084 m³. Ovšem i u proveniencí hodnocených na VP č. 76 s nejvyššími hodnotami objemu průměrného stromu byly rozdíly zřejmé. Česká provenience 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy zde dosáhla 0,178 m³ (na VP č. 59 0,225 m³) a další české potomstvo 88 – VLS Hořovice, Mirošov 0,133 m³ (na VP č. 59 0,199 m³). Výsledky hodnocení ukazují, že pokud by na výzkumné ploše č. 76 byla vysazena pouze nejlépe rostoucí provenience 1-15, pak by hektarová zásoba dosáhla 369,4 m³. ha⁻¹ (na ploše č. 59 by hektarová zásoba nejlepší provenience dosáhla dokonce 469,9 m³.ha⁻¹).

Při vzájemném porovnání výškového růstu proveniencí vysazených na obou výzkumných plochách jsou patrné rozdíly výšek až o 5,6 m u provenience 101 – Velké Karlovice, Brodská. V hodnocení tloušťky jsou rovněž zřetelné rozdíly, s výjimkou proveniencí 1-15 a 228, které byly na VP č. 76 vyhodnoceny jako tlustší.

Další z proveniencí vysazených na VP č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice byly vysazeny na VP č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák (ČÁP, NOVOTNÝ, FRÝDL 2009). Přes skutečnost, že hodnocení této plochy bylo provedeno o 2 roky dříve, tedy ve věku 35 let, jsou i zde zřetelné rozdíly v růstu jednotlivých proveniencí, které zasluhují pozornost v dalším období zaměřenou na rozbor půdy a zpřesnění stanovištních a meteorologických údajů. Plocha č. 57 je založena na území, které je pro jedli bělokorou definováno jako limitní až extrémní (nízký úhrn srážek, vysychavost půdy). I přesto jsou v těchto podmínkách některé provenience v růstu úspěšnější, než je tomu na ploše č. 76, kde jsou pro růst jedle podmínky relativně příznivější. Např. provenience 71 – VLS Plumlov, Ruprechtov, vyhodnocená na ploše č. 57 s výškou 11,0 m a $d_{1,3}$ 12,3 cm jako nejlepší (odpovídá tabulkovým hodnotám pro věk 29 let), takovýchto hodnot na ploše č. 76 ve věku 37 let nedosáhla (výška 9,7 m, $d_{1,3}$ 11,8 cm).

Slovenské provenience, kterým byla věnována zvláštní pozornost jako možnému zdroji reprodukčního materiálu, se se svou průměrnou výškou (10,9 m) i výčetní tloušťkou (13,3 cm) umístily lehce nad průměrem plochy (obr. 3). Je možné konstatovat, že výškový růst těchto proveniencí je prakticky vyrovnaný (tab. 3). Při samotném porovnání jednotlivých proveniencí je nejlépe hodnocena S_{13} z okolí Bardejova (11,2 m), která průměrný výškový růst přesahuje o 30 cm. Výčetní tloušťka všech slovenských proveniencí je rovněž prakticky vyrovnaná, odchyluje se pouze S_9 – Kriváň, Snohy (12,4 cm), což je 0,6 cm pod průměrem plochy. Naopak provenience S_{14} – Svidník-Giraltovce, Vyšný Komárnik o 1,0 cm přesahuje průměr plochy.

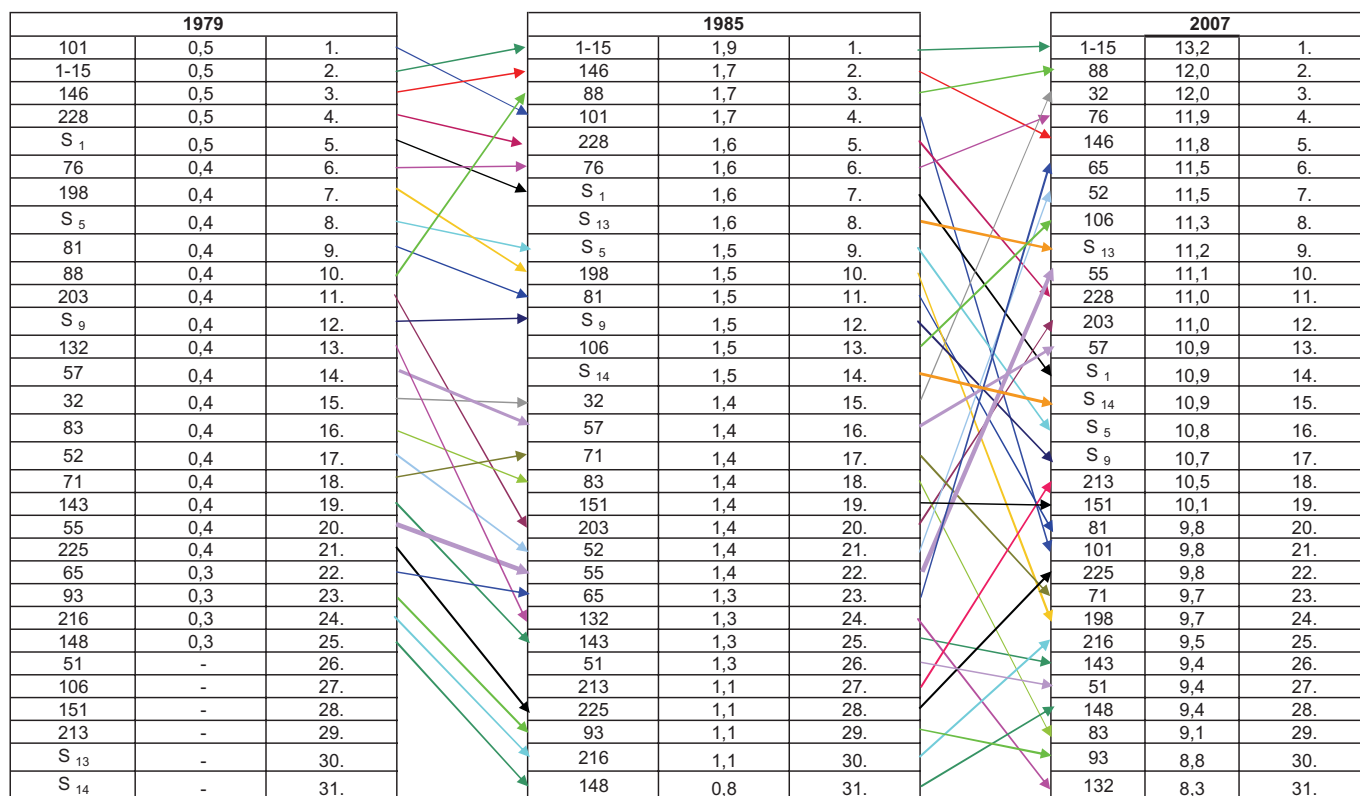
Celý soubor slovenských proveniencí byl v rámci projektu, založeném za účelem získání informací o nejvhodnějších populacích jedle bělokoré pro potřeby ČR, vysazen na výzkumné ploše č. 53 – Konopiště, Mrač (průměrná výška potomstev na ploše 15,6 m, průměrná výčetní tloušťka 14,8 cm). Pro možnost porovnání byly na této ploše vysazeny i dvě české provenience, z nichž jedna (1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy – průměrná výška 15,7 m, průměrná $d_{1,3}$ 14,8 cm) se nachází i na ploše č. 76. Hodnocení plochy č. 53 bylo provedeno v roce 2005 (ČÁP et al. 2008). Z celého souboru slovenských proveniencí patřily mezi nejlépe rostoucí S_{14} – Svidník-Giraltovce, Vyšný Komárnik (16,3 m, 15,8 cm). Provenience S_{13} – Bardejov, Kružlov, hodnocená na výzkumné ploše č. 76 jako nejlepší slovenská provenience (11,2 m, 13,3 cm), byla na ploše č. 53 hodnocena pouze jako průměrná (15,6 m, 14,8 cm).

Nadmořská výška výzkumné plochy (750 m n. m.) představuje téměř střed rozmezí mateřských lokalit jednotlivých proveniencí (rozdíl nejnižší a nejvyšší položené lokality původu ve srovnání s plochou č. 76 představuje ± 450 m). Průměrné roční teploty mateřských lokalit a lokality plochy č. 76 jsou rovněž srovnatelné, vyšší průměrnou roční teplotu (až 9,8 °C) mají lokality jihoevropského původu. Průměrný roční srážkový úhrn plochy č. 76 je ve srovnání s mateřskými lokalitami proveniencí nadprůměrný. Výraznější srážky se vyskytují pouze u proveniencí ze SRN (až 1 833 mm). Všechny tyto skutečnosti zřejmě příznivěji ovlivňují vývoj některých proveniencí.

Mezi nejlépe hodnocenými proveniencemi se vyskytovaly české 1-15, 88 a 32. Nadmořská výška lokalit původu těchto potomstev je nižší o 130 až 250 m, deštivé srážky jsou na lokalitě výsadby –21 až +33 mm (tab. 1). Z hodnocení se poněkud vymyká provenience 146 – Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach, jejíž lokalita původu leží ca o 100 m níže než výzkumná plocha a kde průměrné roční srážky dosahují 1 833 mm. Přes srážkový deficit se mezi hodnocenými proveniencemi umístila velmi dobře. Při posledním hodnocení v roce 2005 její přírůst sice poklesl, avšak i tak byla v pořadí pátá nejlépe rostoucí a i v dalších charakteristikách byla hodnocena celkem příznivě. Proto je nutno provést další měření a hodnocení, aby se prokázalo, zda klesající přírůst je pouze dočasný nebo se provenience z dobrých klimatických podmínek dokázala příznivě přizpůsobit svým růstem novým podmínkám. Tato provenience patří i na ostatních výzkumných plochách série 1973/1977 k nejlépe rostoucím zahraničním proveniencím. Výsledky hodnocení ve srovnání s ukazateli z různých lokalit je třeba dále doplnit v souvislosti s dalšími získanými a již zpracovávanými údaji z ostatních výzkumných ploch.

Je nutno konstatovat, že některé provenience jsou již v současné době zastoupeny nízkým počtem jedinců. V roce 2007 byl na ploše proveden výchovný zásah, kdy byl odstraněn přípravný olšový porost, což v budoucnu patrně vyvolá zvýšený přírůst jedlí.

V letech 1978 a 1980 bylo na ploše č. 76 provedeno hodnocení mortality. V roce 1978 nebyly zjištěny žádné ztráty u provenience 81 – Vyšší Brod, Vítkův Kámen, přesto tato provenience v dalších hodnoceních nevykazuje výrazný růst a pohybuje se pod průměrem plochy. Stejně jako slovenská S_5 – Ružomberok, Korytnica, která měla v roce 1980 pouze 2 % ztrát, se v dalších dvou hodnoceních jeví jako nepatrně



Obr. 3.

Pořadí proveniencí jedle bělokoré podle průměrných výšek [m] v letech 1979, 1985 a 2007

Fig. 3.

Sequence of provenances according their average heights [m] in 1979, 1985 and 2007

podprůměrná. Kontrastem k těmto proveniencím je potomstvo 32 – Nýrsko, Dešenice, které do roku 1980 dosáhlo 30% ztrát, patří ovšem v současnosti mezi nejlépe rostoucí provenience a má zde i jednu z nejvyšších hektarových zásob. Je tedy zřejmé, že hledisko mortality jedinců na dané ploše při dalším růstu není zcela jednoznačné a růst jednotlivých proveniencí se v průběhu času vlivem klimatických a půdních podmínek mění. Při hodnocení proveniencí v souboru jednotlivých klimatypů byly v roce 1978 zjištěny nejnižší ztráty u klimatypu 5 – jedle apeninská (2 %), v roce 1980 činila mortalita 5 %. U klimatypu 8 – jedle rumunská byla mortalita v roce 1980 s 18 % nejvyšší. Při zařazení do jednotlivých populací v rozdělení podle evropské lesní rajonizace byla mortalita u Východoevropského regionu 6.06.3 – Buko-jedle-smrková oblast severních Karpat, podoblast západní Beskydy, pouhé 1 %. V zimním období 2003/04 byla plocha č. 76 postižena sněhovou kalamitou.

Vzájemná věková korelace mezi průměrnými hodnotami výšek v 9 a 15 letech činila $r_{9,15} = 0,8138^{++}$, což znamená, že si potomstva statisticky vysoce významně ($\alpha = 0,01$) zachovala přibližně stejné pořadí. Korelace mezi měřeními v 9 a 37 letech byla $r_{9,37} = 0,4183^+$, korelace mezi měřeními v 15 a 37 letech pak $r_{15,37} = 0,5212^{++}$.

ZÁVĚR

V předkládaném příspěvku jsou shrnuty výsledky pozorování růstu 31 proveniencí jedle bělokoré na výzkumné ploše č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice. Hodnocení růstu tohoto druhu na experimentální výsadbě prokázalo statisticky významnou variabilitu zkoumaných proveniencí. Dobrý růst některých proveniencí prokázal, že při použití materiálu vhodného původu bude možné na stanovištích s obdobnými podmínkami, jaké má výzkumná lokalita, vypěstovat kvalitní porosty této dřeviny. Na základě celkového posouzení kvantitativních a kvalitativních charakteristik lze některé české provenience označit jako vitální a zároveň dobře rostoucí a produktivní. Mezi tři nejlépe hodnocené provenience patří 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy, 88 – VLS Hořovice, Mirošov a 32 – Nýrsko, Dešenice. Další provenience, která si zasluhuje pozornost, je německá 146 – Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach, která se na výzkumné ploše v ČR projevila rovněž pozitivně. Slovenské provenience, se kterými se v době zakládání pokusu počítalo jako s možnými zdroji reprodukčního materiálu v případě nedostatku místního osiva, mají hodnoty růstu kolem průměru plochy. Ověřování proveniencí na ploše č. 76 je třeba s ohledem na potřebu dlouhodobého sledování všech kvalitativních i kvantitativních znaků věnovat potřebnou pozornost i nadále, bude-li to její stav umožňovat.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QI92A248 a výzkumného záměru č. MZE0002070203.

LITERATURA

- ČÁP J., NOVOTNÝ P., ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2008. Zhodnocení vývoje růstu proveniencí a potomstev stromů z volného sprášení jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) na ploše č. 53 – Konopiště, Mrač do věku 35 let. Zprávy lesnického výzkumu, 53(1): 75-85.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2009. Vyhodnocení provenienční výzkumné plochy s jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák ve věku 35 let. Zprávy lesnického výzkumu, 54(1): 33-43.
- GRUNDNER F., SCHWAPPACH A. 1942. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Berlin, P. Parey: 126 s.
- HYNEK V. 1983a. Proměnlivost výšky proveniencí jedle bílé – *Abies alba* MILL. ve věku 9 let na plochách založených na LZ Nýrsko, Kamenice nad Lipou a Vimperk. Práce VÚLHM, 63: 77-108.
- HYNEK V. 1983b. Význam proměnlivosti jedle bílé – *Abies alba* MILL. se zřetelem k problému zachrany tohoto druhu v lesích ČSR. Kandidátská disertační práce. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 141 s.
- HYNEK V. 1989. Hodnocení provenienčních ploch s jedlí bělokorou na Šumavě. Práce VÚLHM, 74: 207-238.
- KÝVAL K. 2010. Vyhodnocení experimentální provenienční výsadby s jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) č. 59 – Trhanov, Pivoň ve věku 39 let. Diplomová práce. Praha, FLD ČZU: 103 s.
- RUBNER K., REINHOLD F. 1953. Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg, P. Parey Verlag: 288 s.
- SCHOBER R. 1995. Ertragstafeln wichtiger Baumarten. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländer's Verlag: 166 s.
- SVOBODA P. 1953. Lesní dřeviny a jejich porosty. Praha, Brázda: 157 s.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., TOMEČ J., HERCÍK L. 2005. Hodnocení vybraných provenienčních ploch s jedlí bělokorou ve věku 31 let se zřetelem na ověření fytogeografické proměnlivosti této dřeviny v České republice. Zprávy lesnického výzkumu, 50(3): 179-190.
- ŠINDELÁŘ J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2006. Hodnocení provenienční výzkumné plochy č. 77 – Nové Hradky, Konratice s potomstvy jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) ve věku 29 let. Zprávy lesnického výzkumu, 51(1): 1-10.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2008. Potomstva vybraných dílčích populací jedle bělokoré, modřinu opadavého a buku lesního ze Slovenské republiky na srovnávacích výzkumných plochách v ČR – možnosti dovozu reprodukčního materiálu (I. část – jedle bělokorá). Zprávy lesnického výzkumu, 53(4): 264-272.
- Školní zeměpisný atlas světa. 1961. Praha, Ústřední správa geodézie a kartografie: 29 s. + 52 s. map.
- Vyhláška MP SR č. 571/2004 Z. z., o zdrojích reprodukčního materiálu lesních dřevin, jeho získávání, produkci a používání. 2004. Zbierka zákonov Slovenská republika, 241: 5030-5094.
- Vyhláška MZe ČR č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. 2003. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 62-76.
- Vyhláška MZe ČR č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování. 2003. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 77-136.
- Zpráva. 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. Praha, Ministerstvo zemědělství: 112 s.

EVALUATION OF PROVENANCE RESEARCH PLOT WITH SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) NO. 76 - MUNICIPAL FORESTS DRÁŽOV, KVÁSKOVICE AT THE AGE OF 37 YEARS

SUMMARY

This contribution presents results of growth investigation of 31 silver fir provenances on the research plot no. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice. Growth evaluation of this species on the research plot showed statistically significant variability of the investigated provenances. Good growth of some provenances proved that, when material of suitable origin is used, it will be possible to breed qualitative stands of this species on the sites with conditions similar to those on the experimental locality. On the base of the total evaluation of quantitative and qualitative characteristics some of the Czech provenances can be defined both as vital and well growing and productive. The three best evaluated provenances are 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy, 88 – VLS Hořovice, Mirošov and 32 – Nýrsko, Dešenice. Another provenance that is worth of attention is German 146 – Schwarzwald mit Baar, Schönmünzach, due to its positive results on the experimental plot in the Czech Republic. Growth values of Slovak provenances that were taken, in case of seed shortage, for possible resources of planting stock at the beginning of the experiment oscillate around plot average. Long-term investigation of all qualitative and quantitative features of provenances on the plot no. 76 should continue as far as their health state will enable it.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jiří Čáp, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 262; e-mail: cap@vulhm.cz

PRODUKCE MLADÝCH POROSTŮ PRVNÍ GENERACE LESA NA BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ

WOOD PRODUCTION OF YOUNG FIRST-GENERATION STANDS ON FORMER AGRICULTURAL LAND

JAN BARTOŠ, DUŠAN KACÁLEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Wood production of first-generation forest is an important factor in process of forest environment restoration. These forests should be considered as a transitional stage of forest development under conditions of a forest-free area. Tree species (larch, Douglas fir, spruce, silver fir, sycamore maple and beech) growth and produce were investigated in experimental plot which was established on meadow. Eight years after planting, conifers (European larch, Douglas fir and Norway spruce) representing 88% of basal area were sampled to investigate dimensions, weight and dry mass of the individuals. Larch is a dominating species in the 8-year-old plantation. This species shares 48% of total basal area. The dry-biomass amount of larch ($25.8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) exceeds both Norway spruce ($5.8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) and Douglas fir ($18.0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$). It can be concluded that European larch provides merchantable fuel wood from first thinning. Conifers are generally more productive species compared to broadleaves in the juvenile-stage forest.

Klíčová slova: produkce, zalesňování zemědělských půd, smíšené porosty

Key words: produce, agricultural land afforestation, mixed stands

ÚVOD

Produkce dřeva na lesních stanovištích dříve jinak využívané půdy, tj. například zemědělsky obhospodařovaných pozemků, je specifická zejména tím, že porosty dřevin představují první generaci lesa. Tyto porosty tudíž mají bez ohledu na dřevinnou skladbu charakter pionýrského stadia vývoje lesa a jsou prvním krokem v procesu tvorby lesního prostředí. Dotační tituly, s jejichž využitím je v naprosté většině prováděno zalesňování, vyžadují použití cílových dřevin vhodných pro dané stanoviště. Při čerpání finančních prostředků tedy není možné využít přípravné dřeviny, jako např. břízu, nebo půdu ponechat přirozené sukcesi. Zároveň je nutné dodržet minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin, stanovený platnými předpisy (Praktická příručka 1996). Obecně platí, že zajištění těchto dřevin je výrazně ekonomicky náročnější než je tomu u naší hlavní hospodářské dřeviny, tj. smrku. První hospodářský výnos mimo zanedbatelného zisku z produkce vánočních stromků může vlastník zalesněného pozemku získat z prodeje hmoty při prvních výchovných zásazích. V našem experimentu byly využity v mládí rychleji rostoucí dřeviny (především dřeviny) s cílem dosažení rychlejšího zajištění kultury a tím i úspory finančních prostředků. Podobný přístup s použitím rychle rostoucích listnáčů (klen, třešeň, olše) navrhol např. LÜDEMANN (1993). Ekonomika zalesnění bude vždy zásadní otázkou pro majitele a správce porostů a půdy, ale také pro poskytovatele dotací na zalesnění. V tomto smyslu MALLARD (1997) připomíná, že je důležité dotovat spíše výsledky zalesnění než používané prostředky. Vznik lesního porostu v podmínkách dlouhodobého bezlesí můžeme považovat za kladnou položku v procesu sekvestrace uhlíku v biomase lesního porostu; les vzniká tam, kde dlouhodobě nebyl. Na podporu této myšlenky uvádí MACLAREN (2004) jednoduchý příklad srovnání kvantity uhlíku poutaného v pastvině a v lese. Nicméně dále uvádí, že jakmile je konkrétní les jednou založen, nemusí být zřejmé, zda se uhlík v ekosystému více ukládá nebo je jím uvolňován. Pře-

sto i bez znalosti konkrétní bilance v jednotlivých lesních ekosystémech platí, že nárůst lesnatosti sám o sobě přispívá k poutání uhlíku v biomase. Například BYRNE, MILNE (2006) uvádějí, že v porostech vzniklých zalesněním v Irsku od roku 1990 se bude v období 2008 – 2012 ukládat ročně v průměru 0.9 Mt uhlíku, což tvoří 22 % irského závazku podle Kjótského protokolu. Důležitým faktorem v tomto procesu je také druhová skladba lesních porostů. Velikost produkce dosahovaná za určité období jednotlivými dřevinami je důležitá právě z toho důvodu, že polovinu sušiny rostlinné biomasy představuje uhlík (MACLAREN 2004). Zásoba dřevní hmoty a dimenze dosažené v určitém období jsou také důležité z hlediska využitelnosti získaných sortimentů. V rámci naší studie srovnáváme produkci vybraných druhů jehličnatých a listnatých dřevin na experimentu se zalesněním extenzivně obhospodařované louky. Řešením této problematiky chceme odpovědět na otázky:

- (1) Liší se vybrané dřeviny dosaženou produkcí již v juvenilním stadiu vývoje?
- (2) Je možné již ve fázi prvních výchovných zásahů získat využitelné sortimenty dřeva?

MATERIÁL A METODIKA

Na jaře 2001 byla založena výzkumná plocha Bystré I. Plocha se nachází v Přírodní lesní oblasti 26 – Předhoří Orlických hor v katastrálním území obce Bystré v Orlických horách (GPS: $50^{\circ}19'40.855''\text{N}$, $16^{\circ}14'56.785''\text{E}$) na pozemku o výměře $0,6 \text{ ha}$ do té doby zemědělsky využívaném jako louka. Výzkumná plocha se nachází na severním svahu se střední nadmořskou výškou 520 m . Lokalita je ze třech stran obklopena staršími lesními porosty, zčásti založenými v 60. letech minulého století na zemědělské půdě. Všechny porosty jsou zařazeny

do souboru lesních typů kyselá bučina (4K); stanoviště vykazuje tendenci přechodu ke svěží edafické kategorii.

Před výsadbou byla na celé ploše provedena příprava půdy naoráním ca 35 cm širokých pásů zemědělským pluhem. Povrch půdy byl narušen v průměru do hloubky 5 cm. Provedením přípravy půdy se výrazně snížila pracnost při ručním kopání jamek o velikosti 35 x 35 cm sekerometykou. Zalesňovaný pozemek byl rozdělen na parcely o velikosti 1,5 aru. Rozestup řad vysazených dřevin je na všech parcelách cca 1,6 m. Na jaře 2001 byl vysazen jednotlivě smíšený porost z následujících cílových dřevin: buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO) a smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) KARST.) na deseti parcelách. Na všech těchto parcelách je mimo výše uvedených dřevin také rovnoměrně přimíšen modřín opadavý (*Larix decidua* MILL.). Na každé smíšené parcele je v průměru 14 ks modřínu (950 jedinců na ha). Hlavní funkcí modřínu je příprava prostředí pro cílové dřeviny a produkce biomasy do prvních výchovných zásahů, kdy je počítáno s jeho výraznou redukcí. Dále je na každé parcele přimíšena lípa srdčitá (*Tilia cordata* MILL.) nebo jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.), které mají ve směsi plnit hlavní funkci meliorační a zpevňovací. Počty vysazených sazenic se v závislosti na druhu dřeviny liší minimálně, v průměru bylo na jednu smíšenou parcelu vysázeno 90 jedinců, což odpovídá hustotě 6 tis. na hektar. K výsadbě byl použit standardní prostokofenný sadební materiál výškového rozpětí 26 – 60 cm z lesních školek v Albrechticích a Broumově splňující požadavky normy ČSN 482115.

Od výsadby v roce 2001 je u dřevin pravidelně sledován zdravotní stav a měřen výškový přírůst. V dvouletých časových intervalech je sledován tloušťkový přírůst v kořenovém krčku a od roku 2006 je každoročně měřena výčetní tloušťka. Smíšený porost byl založen tak, aby byla využita přípravná a ochranná funkce především modřínu a douglasky. Tyto v mládí rychleji rostoucí dřeviny předrostly dřevinám s klimaxovou strategií růstu (jedli, buk a klen) a vytvořily jim ochranu před klimatickými vlivy a částečně i před buřením, kdy napomáhaly orientaci při vyžínaní. Zejména modřín byl ve všech smíšených čtvrcích rozmístěn tak, aby ovlivňoval co největší zalesněnou plochu a nedotýkal se navzájem. Tvorbu větších skupin při pěstování modřínu nedoporučuje např. POLENO, VACEK et al. (2009). Při výsadbě reprezentoval modřín ve všech deseti smíšených čtvrcích v průměru 20% zastoupení. Nejmenší zastoupení měl smrk (12 %), naopak nejvíce byl zastoupen klen (22 %). Zastoupení dalších dřevin je uvedeno v tab. 1.

V dubnu 2008 bylo odebráno vždy 10 až 15 vzorníků modřínu, douglasky a smrku (tab. 2), u kterých byla zjišťována hmotnost kmene do tloušťky 4 cm a hmotnost zbylé části nadzemní biomasy (větvě a terminální část slabší než 4 cm). Hmotnost byla zjišťována závěsnou

digitální vahou přímo v porostu ihned po skácení. U každé dřeviny byl dále stanoven podíl sušiny ze vzorků kmene a větví vysušením při teplotě 105 °C. V souladu s doporučením, které udává HALAJ (1978) byla jako srovnávací charakteristika využívána hmotnost dřeva. Jehličnaté dřeviny totiž dosahují vyšší objemové produkce oproti listnatým, ale jejich dřevo má menší specifickou hmotnost než dřevo listnáčů. Modřín dosahuje po osmi letech růstu výrazně větších dimenzí oproti ostatním dřevinám ve směsi a první výchovný zásah byl zaměřen právě na něj. U osmi kmenů modřínu byl stanoven objem kmene pomocí Huberova vzorce s využitím středové tloušťky. Ze vztahu získaných hodnot objemu kmenů modřínu a výčetní kruhové základny (G) jednotlivých vzorníků byl stanoven jednoduchý model lineární závislosti. Dosazením naměřených hodnot G do této funkce byla zjištěna zásoba dřevin v porostu.

VÝSLEDKY

Po osmi letech růstu se projevila různá růstová dynamika použitých dřevin, především modřín vykazuje výčetní kruhovou základnu (G) přes 4,5 m² na ha (tab. 1) což činí 48 % ze součtu G všech hodnotených dřevin (9,4 m².ha⁻¹). Smrk si drží po 8 letech takřka stejný podíl na G jaké měl zastoupení při výsadbě (12, resp. 11 %), kdy za toto období dosáhl G 1,0 m² na ha. Naopak zanedbatelný podíl na výčetní kruhové základně porostu mají v mládí pomalu rostoucí dřeviny jedle a buk.

Největších dimenzí dosahovaly vzorníky modřínu; jejich průměrná výška činila 734 cm a výčetní tloušťka 10,8 cm. Průměrná hmotnost kmene činila ca 37 kg a průměrná hmotnost větví 16 kg (tab. 2). Hmotnost kmene tak představovala ca 70 % hmotnosti nadzemní biomasy. Průměrná hmotnost kmene douglasky při průměrné výšce vzorníků 572 cm a výčetní tloušťce 7,9 cm činila 41 % hmotnosti modřínu. Kmen douglasky tak reprezentoval 43 % celkové hmotnosti nadzemní biomasy. Smrk v této fázi výrazně zaostává v produkci za výše uvedenými dřevinami. Průměrná hmotnost biomasy kmene smrku činila 18 % hodnoty modřínu. Hmotnost kmene smrku představovala 41 % z celkové hmotnosti jeho nadzemní biomasy.

Největší podíl sušiny kmene (ca 43 hmotnostních %) byl zjištěn u douglasky (tab. 3). Z hmotnosti kmene modřínu tvořila sušina 40 % a u smrku 35 %. Sušina větví shodně u všech dřevin vykazovala vyšší hodnoty oproti kmenům a činila ca 45 – 47 %. Největší okamžitá vlhkost byla zjištěna u kmene smrku (necelých 65 %), naopak nejmenší u douglasky 57 %. U větví a hmoty do 4 cm byla největší okamžitá vlhkost zjištěna u větví douglasky (přes 55 %) a nejmenší u modřínu 52,8 %. U všech vzorků byla vlhkost kmene větší než vlhkost větví.

Tab. 1.

Relativní počty sazenic podle dřevin ve smíšených čtvrcích v době zalesnění (2001) a podíl na G po 8 letech růstu na výzkumné ploše Bystřé

Tree species composition within mixed plots in 2001 and share by basal area after 8 years

Dřevina ¹	MD	DG	SM	KL	JD	BK	
Četnost zastoupení ²	20%	13%	12%	22%	21%	12%	Celkem/Total
Podíl na G ³	48%	29%	11%	8%	3%	1%	
G (m ² /ha) ⁴	4,6	2,7	1,0	0,7	0,3	0,1	9,4

Vysvětlivky: MD – modřín; DG – douglaska; SM – smrk; KL – javor klen; JD – jedle; BK – buk

Captions: MD – larch; DG – Douglas fir; SM – spruce; KL – sycamore maple; JD – silver fir; BK – beech;

¹ tree species; ² relative frequency in 2001; ³ share by basal area (G); ⁴ basal area

Tab. 2.

Rozměry a hmotnost čerstvě odebraných vzorníků 8 let po výsadbě na výzkumné ploše Bystré
Dimensions and weight of samples (before drying)

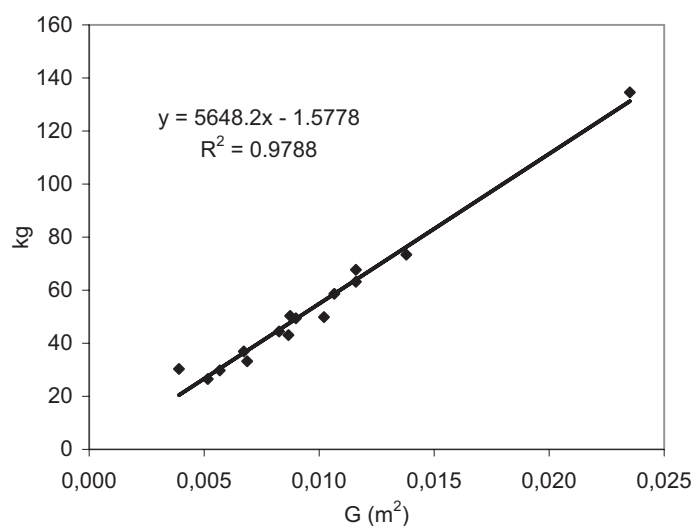
Dřevina/Species		Průměr/Diameter (cm)	Výška/Height (cm)	Kmen/Stem (kg)	Větve/Branches (kg)
MD/larch	průměr	10,8	734	36,64	16,12
	N	15	15	15	15
	Sx	2,37	104	16,09	10,16
DG/Douglas fir	průměr	7,9	572	15,0	19,9
	N	11	11	11	11
	Sx	1,75	90	6,78	8,97
SM/spruce	průměr	5,5	421	6,76	9,67
	N	10	10	10	10
	Sx	1,25	47	3,67	3,42

Tab. 3.

Sušina a vlhkost odebraných vzorníků 8 let po výsadbě na výzkumné ploše Bystré
Dry mass and moisture of samples

Dřevina/ Species	Kmen/Stem		Větve/Branches	
	okamžitá vlhkost ¹ (%)	sušina ² (%)	okamžitá vlhkost (%)	sušina (%)
MD	59,6	40,4	52,8	47,2
DG	57,1	42,9	55,2	44,8
SM	64,8	35,2	53,5	46,5

Captions: ¹ moisture; ² dry mass
For explanation of species symbols see Tab. 2

**Obr. 1.**

Závislost celkové hmotnosti sušiny biomasy vzorníků modřínu na výčetní kruhové základně vzorníků 8 let po výsadbě na výzkumné ploše v Bystrém

Fig. 1.

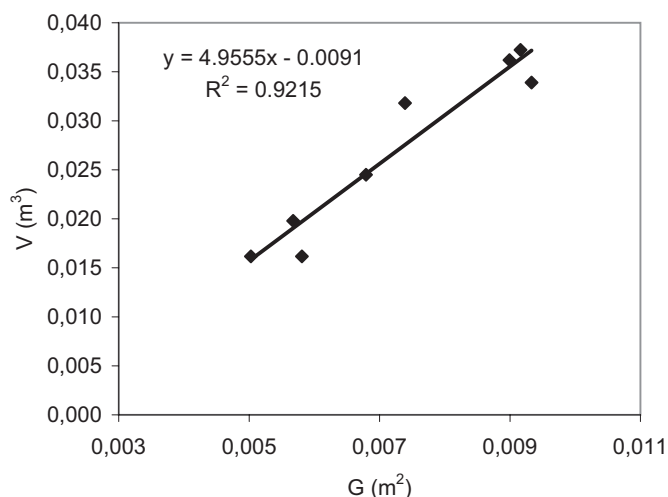
Relationship between the total weight of larch samples (Y axis) and basal area (G) eight years after planting

Tab. 4.

Výčetní kruhová základna a hmotnost sušiny nadzemní biomasy vybraných dřevin 8 let po výsadbě na výzkumné ploše Bystré
Basal area (G) and weight of dry mass by species

Dřevina	MD	DG	SM	Celkem/ Total
G (m ² /ha)	4,6	2,7	1,0	
Sušina (t/ha)	25,8	18,0	5,8	49,6

Captions: MD – larch; DG – Douglas fir;
SM – spruce; sušina – dry mass



Obr. 2.

Vztah objemu kmenů modřínu (V) a výčetní kruhové základny (G) 8 let po výsadbě na výzkumné ploše Bystré

Fig. 2.

Relationship between the volume (V) of larch stem and the basal area (G) eight years after planting

Výsledky ukázaly těsnou závislost celkové hmotnosti biomasy vzorníků modřínu na výčetní kruhové základně (obr. 1). Tuto závislost lze vyjádřit lineární funkcí ve tvaru $y = 5648,2x - 1,5778$ s velmi vysokou těsností proložení (koeficient determinace $R^2 = 0,9788$). Podobný vztah byl konstatován také u douglasky: $y = 6678,9x + 0,148$ ($R^2 = 0,8967$) a u smrku: $y = 5558,2x + 2,4681$ ($R^2 = 0,9027$).

Dosažením naměřených hodnot G (přepočtených na jednotku plochy) sledovaného smíšeného porostu do výše uvedených rovnic získáme hmotnost sušiny nadzemní části biomasy vyprodukované jednotlivými dřevinami po osmi letech růstu (tab. 4). Největší hodnotu vykazuje modřín, který za sledovaný časový úsek vyprodukoval 25,8 t na ha. Douglaska akumulovala 18,0 t a smrk 5,8 t biomasy na ha. Celkem tak tyto tři dřeviny vyprodukovaly 49,6 t sušiny na ha. Klen, jedle a buk tvoří zbylých 12 % G, na kterou připadá řádově 7 t na ha. Smíšený porost tak vyprodukoval po 8 letech přibližně 56 t sušiny na ha.

Po osmi letech růstu výsadeb na bývalé louce, kdy bylo přistoupeno k prvnímu výchovnému zásahu, dosahuje modřín dimenzí, které se již vyplatí vyklidit z porostu (např. jako sortiment palivové dříví). Hlavním specifickým výchovy smíšených porostů je možnost úpravy druhového složení porostu. V naší pestré směsi byl modřín rozmístěn po celé ploše jako rychle rostoucí dřevina, a proto byl první výchovný

zásah zaměřen hlavně na něj. Průměrná hmotnost vytěžených kmenů modřínu byla 0,027 m³. Na žádném z odebraných vzorníků nebyly sebezmenší známky napadení houbovými hnilobami ani jiné poškození. Modřín tak ve sledovaném smíšeném porostu představuje již ve fázi prvního výchovného zásahu významnou zásobu dřevní suroviny.

Závislost objemu vzorníků modřínu na G byla na základě naměřených údajů vyjádřena rovnicí $y = 4,9555x - 0,0091$ s koeficientem determinace $R^2 = 0,9215$ (obr. 2). Po dosažení naměřených hodnot do rovnice lineární závislosti dostaneme pro modřín odhad zásoby 22,6 m³.ha⁻¹. Modřín dosahuje takto vysoké zásoby a tvoří přitom pouze 48 % celkové G.

Celkovou zásobu smíšeného porostu 8 let po výsadbě lze zhruba odhadnout převedením zjištěné zásoby modřínu na celkové G smíšeného porostu. Takovýmto propočtem získáme zásobu převyšující 47 m³.ha⁻¹. Již tento hrubý odhad napovídá o budoucí vysoké produkci tohoto porostu. Růstové tabulky popisují zásobu starších porostů než je věk dřevin v našem experimentu a jsou navíc zpracovány pouze pro hlavní dřeviny. Nejbližší srovnání produkce tak přináší smrk, který dosahuje srovnatelné zásoby (59 m³.ha⁻¹) až v 15 letech na 1. bonitě (ČERNÝ et al. 1996).

DISKUSE

Produkčně nejzdatnějšími dřevinami v juvenilním stadiu smíšeného porostu (stáří 8 let) na bývalé zemědělské půdě jsou v rámci naší studie modřín, douglaska a smrk v sestupném pořadí. Vzhledem ke známé růstové dynamice prvních dvou dřevin předpokládáme, že ani v budoucnu neztratí své dominantní postavení v porostu. Na základě rozsáhlého výsadbového experimentu s jehličnany v Chorvatsku to potvrzuje i PERIĆ et al. (2006), který dokládá srovnatelné nebo významně větší hodnoty výšky a výčetní tloušťky modřínu a douglasky ve srovnání se smrkem v 32. roce po výsadbě. Produkci 33letých porostů smrku sitky, douglasky, smrku ztepilého, modřínu japonského, buku lesního a dubu letního na dřívě kultivované půdě v Dánsku srovnávala CALLESEN et al. (2006). Ve své studii doložila významně vyšší produkci jehličnanů bez ohledu na dostupnost živin v půdě. Zásoba buku a dubu byla ca třetinová až poloviční ve srovnání s jehličnany. Dominance douglasky v námi sledované směsi bude s věkem narůstat. KANTOR (2010) konstatoval v 61 – 80 let starých smíšených porostech na živných stanovištích (cílový hospodářský soubor 45) srovnáním středního objemu 10 nejsilnějších douglasek v porovnání s nejsilnějšími smrkem a modřínem 2 – 3krát vyšší zásobu douglasky. Podobně KANTOR, MAREŠ (2009) dokládají na příkladu 95 – 113 let starých smíšených porostů na kyselých stanovištích (cílové hospodářské soubory 23 a 43) řádově 2 – 3krát vyšší zásobu douglasky ve srovnání se smrkem, borovicí a modřínem. Douglaska předstihuje produkčně i starší porosty jiných dřevin. Tak například TAUCHMAN et al. (2010) zdokumentoval ve 41 let starém porostu douglasky 1,2krát vyšší zásobu dřeva ($646 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) než v 63 let starém porostu smrku a 2,4krát vyšší zásobu než v 63 let starém smíšeném listnatém porostu habru obecného a dubu letního. Douglaska může být ve středoevropských podmínkách využívána nejenom v pahorkatinách, ale také na stanovištích 1. lesního vegetačního stupně. Na základě zkušeností z Podunajské nížiny na Slovensku byla douglaska nejlépe rostoucí jehličnatou dřevinou ve srovnání se smrkem a borovicí černou, nicméně oba introdukované listnáče (orešák černý a dub červený) ji ve všech výškových vrstvách předrůstaly (SOJÁK 1997). Poměr hmotnosti vysušených vzorků kmene (40 %) a větví (47 %) u modřínu, dosažených v rámci našeho experimentu v osmi letech věku porostu se bude v budoucnu měnit ve prospěch podílu biomasy kmene. NOVÁK et al. (2010) uvádí příklad dvacetiletého experimentálního porostu s výchovou modřínu v Krušných horách, kde vysušená biomasa kmene s kůrou představovala 66 %, zatímco jehlice, živé větve a suché větve představovaly 34 % z celkové nadzemní biomasy kontrolního nevychovaného porostu. V rámci našeho experimentu považujeme za vhodné použít v 8. roce vytěžený modřín a částečně i douglasku jako palivové dříví. Nicméně výnos takových porostů se bude dále zvyšovat, jak dokládá např. MAETZKE (1996), který píše o možnosti těžby pilařské kulatiny již při výchovných zásazích v 25 – 30 let starých porostech douglasky na bývalé zemědělské půdě v Toskánsku. KANTOR, HURT (2009) považují v podmínkách 2. a 3. lesního vegetačního stupně (LVS) za mimořádně důležitou skutečnost, že zpočátku nevýznamný podíl jednotlivě přimíšených a vtroušených dřevin může zajistit existenci, popřípadě i produkci a stabilitu lesních ekosystémů. Dále také uvádějí, že nelze kategoricky zcela vyloučit smrk z cílové druhové skladby na kyselých i živných stanovištích 3. a 4. LVS jako produkčně významnou přimíšenou dřevinu. Jednoznačně doporučují jednotlivou formu smíšení a na základě principu „předběžné opatrnosti“ limitují podíl smrku na zastoupení dřevin v těchto podmínkách do 30 až 40 %.

Výše uvedené poznatky odpovídají našim dosavadním zkušenostem s pěstě smíšenými porosty na bývalých zemědělsky obhospodařovaných půdách. Výhodné se jeví přimíšení v mládí rychle rostoucích dřevin (např. modřínu) do skupin pomaleji rostoucích melioračních a zpevňujících dřevin jako je buk či jedle, jejichž zajištění v nesmíšených skupinách je v porostech první generace lesa relativně nákladné. Ve stejnověkových směsích s modřínem navrhujeme uplatnit při výchově negativní výběr zaměřený na odstranění netvárných stromů. U modřínu doporučujeme odstranit jedince s velkou korunou, relativně silnými větvemi a neprůběžným kmenem. Další dřeviny ve směsi nedosahují v tomto věku efektivně využitelných dimenzí, a proto u nich doporučujeme odstranit pouze poškozené a výrazně netvárné jedince a s výchovným zásahem počkat na růstovou reakci po odstranění dominantních modřínů. První výchovný zásah ve stejnověkových pěstě smíšených porostech modřínu s dřevinami s klimaxovou strategií růstu doporučujeme proto v první fázi zaměřit na modřín. Naše zkušenosti z tohoto experimentu potvrzují větší technickou náročnost výchovných zásahů ve smíšených porostech. Ve smíšených nárostech s douglaskou doporučuje KANTOR et al. (2010) radikální prostřihávky již před dosažením horní výšky 0,5 m. Tito autoři poukazují na nutnost preference všech ostatních cílových dřevin (smrk, modřín, buk) vzhledem ke schopnosti douglasky tyto dřeviny v juvenilním stadiu výrazně předrůstat.

ZÁVĚRY

- Po osmi letech růstu dosahuje G smíšeného porostu $9,4 \text{ m}^2$ na ha. Nejvýrazněji se na této hodnotě podílí modřín ($4,5 \text{ m}^2$), který byl při výsadbě zastoupen 22 % z celkového počtu sazenic a na konci sledovaného období tvoří 48 % z celkového G. Naopak buk s původním zastoupením 33 % tvoří po 8 letech pouze 1 % výčetní kruhové základny.
- Z odebraných vzorníků modřínu, douglasky a smrku po 8 letech růstu dosahoval největších dimenzí modřín, u kterého měl kmen s průměrnou výčetní tloušťkou 10,8 cm hmotnost necelých 37 kg. Průměrná hmotnost kmene douglasky při průměrné výšce vzorníků 572 cm a výčetní tloušťce 7,9 cm činila 15 kg. Podstatně nižší hmotnosti dosahuje smrk, který při průměrné výčetní tloušťce 5,5 cm vážil necelých 7 kg.
- Z výsledků stanovení hmotnosti vyprodukované biomasy před prvním výchovným zásahem je zřejmé, že po osmi letech růstu vyprodukoval modřín 25,8 t biomasy na ha, což je o 7,8 t více než douglaska a o 20 t více než smrk. Celková produkce všech tří jehličnanů činí 49,6 t na ha na 88 % celkové výčetní kruhové základny.
- Modřín vysázený jako přípravná dřevina na bývalé louce poskytuje po 8 letech růstu efektivně využitelné sortimenty s průměrnou hmotností $0,027 \text{ m}^3$. Zásoba modřínu ve smíšeném porostu činí $22,6 \text{ m}^3$ na ha.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- BYRNE K. A., MILNE R. 2006. Carbon stocks and sequestration in plantation forests in the Republic of Ireland. *Forestry* (Oxford), 79 (4): 361-369.
- CALLESEN I., RAULUND-RASMUSSEN K., JORGENSEN B. B., KVIST-JOHANNSEN V. 2006. Growth of beech, oak, and four conifer species along a soil fertility gradient. *Baltic Forestry*, 12 (1): 14-23.
- ČERNÝ M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER: 254 s.
- HALAJ J. 1978. Výškový rast a štruktúra porastov ČSSR. Bratislava, Veda (SAV): 282 s.
- KANTOR P., HURT V. 2009. Limity zastoupení smrku v hospodářských lesích pahorkatin. *Lesnická práce*, 88: 442-444.
- KANTOR P., MAREŠ R. 2009. Production potential of Douglas fir in acid sites of Hůrky Forest Training District, Secondary Forestry School in Písek. *Journal of Forest Science*, 55: 312-322.
- KANTOR P. 2010. Postavení a produkční možnosti douglasky tisolisté na školním lesním podniku ML Křtiny. In: Knott R. et al. (eds.): Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních. Sborník původních vědeckých prací z mezinárodní konference. Křtiny 6. – 8. 9. 2010. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Ústav zakládání a pěstění lesů; Strnady, VÚLHM: 51-58.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na školním polesí Hůrky Středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 251-263.
- LÜDEMANN G. 1993. Anlage und Pflege von Erstaufforstungen. *AFZ, Allgemeine Forst Zeitschrift*, 48: 210-214.
- MACLAREN P. 2004. Environmental impacts – Effect on air. *Encyclopedia of Forest Sciences*, Vol. 1. Oxford, Elsevier: 130.
- MAETZKE F. 1996. La produttività in impianti di douglasia coltivati in Toscana. *Italia Forestale e Montana*, 51(3): 172-179.
- MALLARD J. P. 1997. Subvention forfaitaire au boisement de terres agricoles délaissées. Huit années de pratique en région Pays-de-la-Loire. *Revue Forestière Française*, 49: 351-356.
- NOVÁK J., ŠLODIČÁK M., DUŠEK D. 2011. Above-ground biomass of substitute tree species stand with respect of thinning - European larch (*Larix decidua* Mill.). *Journal of Forest Science*, 57: 8-15.
- PERIĆ S., SELETKOVIĆ I., MEDAK J., PILAŠ I., TOPIĆ V. 2006. Istraživanje uspijevanja šest vrsta četinjača u ekološki karakterističnim regijama Hrvatske. *Radovi - Šumarski Institut Jastrebarsko*, Spec. Ed. 9: 99-108.
- POLENO Z., VACEK S. et al. 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 951 s.
- Praktická příručka, zákon o lesích a příslušné vyhlášky. 1996. Vyhláška č. 83/1996 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů – příloha č. 4.
- SOJÁK D. 1997. Problematika zakladania intenzívnych porastov na príklade modelových výskumných plôch. *Zprávy lesnického výzkumu*, 42 (2): 12-15.
- TAUCHMAN P., HART V., REMEŠ J. 2010. Srovnání produkce porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) s porostem smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) a stanoviště původním smíšeným porostem středního věku na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 187-194.

WOOD PRODUCTION OF YOUNG FIRST-GENERATION STANDS ON FORMER AGRICULTURAL LAND

SUMMARY

Wood production of forests on formerly agricultural land is a specific process because the stands represent the first-generation forest on sites experiencing a different land use before afforestation. To promote afforestation of agricultural land, planting and following care are subsidized by government. Landowners can claim subsidy only if they meet requirements, i.e. if they plant the land with the tree species which are suited to the site. This however does not apply to naturally regenerated tree species. Regardless of tree species composition, the first-generation forest is a pioneer stage in process of forest environment restoration. The species composition plays however the important role in terms of the amount of biomass accumulated in trees over time. Standing crop and dimensions achieved by particular tree species are important for exploitability of timber assortments. To make financial savings on established new stand, fast-growing tree species can be planted creating an important share in tree species composition over a couple of years. In our study we deal with the wood production of coniferous and broadleaved tree species in the 8-year-old experimental stand that grows on the former meadow. Tree species (European larch, Douglas fir, Norway spruce, silver fir, sycamore maple and European beech) growth and produce were investigated in experimental plot which was established in 2001. The study addresses questions:

- (1) Do juvenile tree species differ from each other in terms of the wood production achieved?
- (2) Were there extracted any merchantable wood assortments after the first thinning?

Representing 88% of the total basal area ($9.4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, Tab. 1), larch, Douglas fir and spruce were sampled to investigate dimensions, weight of raw samples (Tab. 2) and dry mass (Tab. 3 and 4) of the individuals. There were found strong relationships between basal area and weight of samples and between basal area and volume of stem samples. The relationships were expressed using a simple linear model (Fig. 1 and 2). Total biomass and stem volume per hectare were assessed using a recalculated value of basal area per hectare. Larch is a dominating species in the 8-year-old plantation. This species shares 48% of total basal area. Beech did not perform well sharing only 1% of basal area. The dry-biomass amount of larch ($25.8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) exceeds both the spruce ($5.8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) and Douglas fir ($18.0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Mean DBH of the conifers was as follows: larch – 10.8 cm, Douglas fir – 7.9 cm and spruce – 5.5 cm. It can be concluded that larch provides merchantable fuel wood from first thinning. Conifers are generally more productive species compared to broadleaves in the juvenile-stage forest.

Recenzováno

ADRESA AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

Ing. Jan Bartoš, Ing. Dušan Kacálek, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail: bartos@vulhmop.cz; kacalek@vulhmop.cz

VLIV POZITIVNÍHO A NEGATIVNÍHO VÝBĚRU UPLATNĚNÉHO PŘI PRVNÍCH VÝCHOVNÝCH ZÁSADÁCH NA RŮST A VÝVOJ DUBOVÉ MLAZINY

EFFECT OF POSITIVE AND NEGATIVE SELECTION AT THE FIRST THINNING ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF YOUNG OAK STAND

DAVID DUŠEK – MARIAN SLODIČÁK – JIŘÍ NOVÁK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

The oak (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* MATTYSCHKA, LIEBL) stands occupy about 6.7% of the forests area of the Czech Republic. The oak is one of the most important broad-leaved species in Czechs forests. Main goal of this study was to evaluate the influence of two different thinning regimes – Thinning from above with positive selection and thinning from below with negative selection on development of oak thicket. Experiment was founded in 1994 in 11-year-old stand originated from natural regeneration. Parent stand was originally pine and oak mixture. The stand lies at an elevation of 470 m above sea level, acidic sites in Oak with Beech Vegetation Zone (*Fageto-Quercetum acidophilum* – *Luzula luziloides*). On the basis of data from the period of 1994 – 2008 we found positive effect of high thinning on vitality of smaller trees at the age of 25 years, 14 years after the first tending felling. Thinning in young oak stand resulted in higher diameter of target trees and significantly lower quotient of slenderness. The quotient of slenderness of target trees was lowest on High thinning variant.

Klíčová slova: dub, porostní výchova, porosty z přirozené obnovy

Key words: oak, thinning, stands from natural regeneration

ÚVOD

Podíl dubu letního a zimního (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* MATTYSCHKA, LIEBL) na dřevinné skladbě lesů České republiky v současnosti činí 6,7 % (Zpráva 2007) a je tak spolu s bukem naší nejvýznamnější listnatou hospodářskou dřevinou. V přirozené skladbě našich lesů byl dub zastoupen asi 19,4 % a existuje tedy snaha o zvýšení jeho zastoupení oproti současnému stavu.

Hlavním cílem výchovy dubových porostů je dosažení vysoké kvality produkce (CHROUST 1958; VÝSKOT 1958; MOSANDL et al. 1991; HOCHBICHLER 1993; SCHUTZ 1993). Tento cíl vychází z dlouhodobých zkušeností s pěstováním dubových porostů, které má hospodářské opodstatnění pouze při produkci výřezů nejvyšší kvality (SLODIČÁK, NOVÁK 2007).

V nejmladších růstových fázích je dub mimořádně tvarově plastickou dřevinou a intenzivní výchova je v tomto věku opodstatněná. Přestože představy o optimální výchově dubu, směřující k vypěstování kvalitních sortimentů v dostatečném množství, jsou jasné, jejich praktické naplnění je obtížné. Příčinou je poměrně málo informací o růstových reakcích dubu na výchovné zásahy zejména v mladším věku a s ohledem na různé stanovištní podmínky (CHROUST 1997).

Cílem předkládaného příspěvku je vyhodnocení vlivu úrovnových a podúrovnových výchovných zásahů na vývoj dubové mlaziny v porovnání s porostem kontrolním, bez výchovných zásahů. Zvláštní pozornost byla věnována cílovým stromům, jako hlavním nositelům budoucí hodnotové produkce.

MATERIÁL A METODIKA

Experiment byl založen v roce 1994 v 11leté dubové mlazině vzniklé přirozenou obnovou pod porostem dubu a borovice; počáteční hustota přesahovala 17 000 stromů na hektar. Porost se nachází poblíž města Protivín v jižních Čechách (souřadnice systému WGS-84 jsou 49°13'12"S šířky a 14°14'56"E délky) na 7° jižním svahu v nadmořské výšce 470 m n. m., v druhém lesním vegetačním stupni. Půdním typem je oligotrofní kambizem rankerová; lesní typ byl určen jako 2K3 – kyselá buková doubrava, *Fageto-Quercetum acidophilum* – *Luzula luziloides* (VIEWEGH 2002). Dle údajů ČHMÚ za období 1961 – 2000 činí průměrné roční srážky v oblasti 550 – 600 mm a průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 8,1 – 8,5 °C.

Experimentální řada obsahuje tři varianty: K – kontrolní plochu bez výchovných zásahů, Ú – variantu, kde se provádí úrovnové výchovné zásahy pozitivním výběrem a Pú – variantu s výchovnými zásahy negativním výběrem v podúrovni. Každá varianta o výměře 600 m² je rozdělena na 6 dílců o výměře 100 m². Při založení experimentu byly vybrány a označeny nadějně stromy v počtu 300 ks.ha⁻¹, z nich byly roku 2008 (věk 25 let) vybrány cílové stromy v počtu 150 ks.ha⁻¹. První tři roky (věk 11 až 13 let) byl vývoj porostů sledován na reprezentativních plochách o výměře 200 m². Od věku 14 let (1997) se měří stromy na celých srovnávacích plochách (600 m²).

Každoročně byly měřeny výčetní tloušťky všech stromů (průměrkou s přesností 1 mm) a výšky 30 reprezentativních stromů na každé variantě (pomocí teleskopické tyče s přesností ca 10 cm). Výšková křivka byla konstruována podle funkce $h=1,3+d^2/(\beta_0+\beta_1 d^2)$ (NÄSLUND 1937), kde d je výčetní tloušťka a β_0 , β_1 jsou regresní koeficienty.

Pozornost byla zaměřena na výčetní tloušťky, výšky a štíhlostní kvocienty cílových stromů. Pro statistické testování byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ZAR 2009), výpočty byly provedeny ve statistickém programu UNISTAT®.

VÝSLEDKY

Na počátku experimentu v roce 1994 (věk 11 let) se hektarový počet stromů pohyboval od 9 575 na variantě Pů do 14 300 na variantě Ů (tab. 1). Podúrovňovým zásahem provedeným v tomto roce na variantě Pů bylo odebráno 36 % z původního počtu stromů a výčetní kruhová základna poklesla o 16 %. Na variantě Ů byli uvolněni pouze cíloví jedinci odstraněním dvou konkurenčních stromů, což vedlo k redukci počtu stromů o 5 % a výčetní kruhová základna klesla o 8 %. V roce 1998 ve věku 15 let byl na variantě Ů proveden druhý úrovňový zásah spočívající v dalším uvolnění cílových jedinců. Při tomto zásahu bylo odebráno 8 % jedinců představujících 7 % výčetní kruhové základny.

Rozdíly v počtu stromů a výčetní kruhové základně mezi porovnávanými variantami se kontinuálně snižovaly až do roku 2004 (věk 21 let), kdy byla zaznamenána vysoká mortalita na všech třech variantách. Tato mortalita byla s největší pravděpodobností výsledkem extrémně suchého roku 2003, v němž roční úhrn srážek činil pouze 429 mm oproti desetiletému průměru 620 mm (meteorologická stanice ČHMÚ Tábora). Největší mortalita byla zaznamenána na kontrolní variantě (40 % N a 22 % G), zatímco varianty s výchovou byly postiženy méně (35 a 26 % N, 15 a 13 % G na variantě Ů, resp. Pů).

Vyšší rezistenci vůči stresu suchem vykazovala varianta s podúrovňovou výchovou (Pů), ale pro statistické vyhodnocení je zapotřebí provést detailnější šetření.

Ve věku 20 let (rok 2003) činila výčetní kruhová základna 20,8, 20,0 a 19,0 m².ha⁻¹ na variantách K, Ů a Pů. Po suchém období roku 2003, které se projevilo vysokou mortalitou v roce následujícím, se výčetní kruhová základna všech tří variant prakticky srovnala (16,6, 17,1 a 17,3 m² na variantách K, Ů a Pů). I po čtyřech letech v roce 2008 byly zaznamenány lepší (i když stále nesignifikantně) růstové trendy na variantách Ů a Pů v porovnání s kontrolou. Počty stromů v roce 2008 se statisticky signifikantně lišily mezi variantami s úrovňovým a podúrovňovým zásahem (4 250, 5 800 a 3 500 na variantách K, Ů a Pů). Vyšší hustota stromů na variantě s úrovňovým zásahem může souviset se zlepšením růstových podmínek pro stromy v podúrovni, které nastalo po odstranění úrovňových stromů při uvolnění stromů cílových.

Průměrná výčetní tloušťka cílových stromů ve věku 11 let byla srovnatelná na všech variantách (5,9 – 6,0 cm). Také průměrná výška (7 m) a průměrný štíhlostní kvocient (119) cílových stromů se nelišily (tab. 2). Na konci sledovaného období (2008) ve věku 25 let činila průměrná výčetní tloušťka těchto stromů 12,3 cm, 12,8 cm a 13,3 cm na variantě K, Ů a Pů. Pouze mezi variantami K a Pů byl shledán signifikantní rozdíl, ale jen na hladině významnosti $p < 0,1$. Průměrná výška ve stejném pořadí byla 13,7 m, 12,1 m a 14,0 m, hodnota na variantě Ů byla statisticky průkazně nižší v porovnání se zbývajících variantami ($p < 0,05$). Štíhlostní kvocient na všech variantách poklesl, nejméně na variantě K (112), více na variantě Pů (106) a nejvíce na variantě Ů (95).

Tab. 1.

Vývoj experimentu Nová Ves

Development of the experiment Nová Ves

Plocha/ Plot		Věk 11 let/Age 11 years (1994)			Věk 15 let/Age 15 years (1998)			Věk 20 let/ Age 20 years (2003)	Věk 25 let/ Age 25 years (2008)
		Sdruž. porost/ Before thinning	Těžba/ Thinning	Hlavní porost/ After thinning	Sdruž. porost/ Before thinning	Těžba/ Thinning	Hlavní porost/ After thinning	Sdruž. porost/ Before thinning	Sdruž. porost/ Before thinning
N (ks.ha ⁻¹)	K	12 900	0	12 900	12 050	0	12 050	8 333	4 250ab
	Ů	14 275	459	13 816	13 667	1 034	12 633	11 133	5 800a
	Pů	9 575	3 808	5 767	5 633	0	5 633	5 117	3 500b
G (m ² .ha ⁻¹)	K	11,97	0	11,97	16,73	0	16,61	20,82	20,88a
	Ů	12,32	1,04	11,28	15,01	1,04	13,97	20,01	21,34a
	Pů	10,64	1,66	9,00	13,09	0	12,94	18,96	21,75a
d (cm)	K	3,5	0	3,5	4,2	0	4,2	5,7	8,1a
	Ů	3,4	3,75	3,3	3,8	3,7	3,8	4,9	6,9b
	Pů	3,9	1,84	4,5	5,5	0	5,5	6,9	9,0c
h (m)	K	5,1	0	5,1	7,2	0	7,2	9,4	11,8a
	Ů	5,0	5,2	4,9	6,5	3,7	6,5	7,0	9,7b
	Pů	5,2	4,0	5,6	7,9	0	7,9	9,7	12,3c
h/d	K	145	0	145	171	0	171	165	146a
	Ů	146	140	148	171	173	171	143	141a
	Pů	134	218	123	145	0	144	141	137b

N – počet stromů na hektar (*Number of trees per ha*), G – výčetní základna (*Basal area*), d – výčetní tloušťka (*Diameter at breast height*), h – výška (*Height*), h/d – štíhlostní kvocient (*Quotient of slenderness*), K – kontrolní plocha bez úmyslných zásahů (*Control plot without thinning*), Ů – plocha s úrovňovými zásahy (*Plot with positive selection from above*), Pů – plocha s podúrovňovými zásahy (*Plot with negative selection from below*). Stejná písmena znamenají statisticky nesignifikantní rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

The same letter indicates statistically insignificant differences between the values at the 0.05 level of significance.

Rozdíly mezi štíhlostními kvocienty všech tří variant byly statisticky průkazné ($p < 0,01$).

DISKUSE

Experimenty s výchovou dubových porostů byly obvykle prováděny v porostech ve věku od padesáti let (např. ASSMANN 1968; DONG et al. 1997; UTSCHIG, PRETZSCH 2001). Publikované výsledky z výchovy mladších dubových porostů nejsou tak časté (CHROUST 2007; JENSEN, SKOVSGAARD 2009).

V mladších dubových porostech je při výchově nejčastěji doporučován negativní výběr v úrovni, při kterém jsou odstraňovány nekvalitní stromy – tzv. předrostlíci. Výběr nadějných, popřípadě cílových stromů je doporučován až v pozdějším věku, od horní porostní výšky ca 15 – 16 m (KORPEL et al. 1991; SLODIČÁK, NOVÁK 2007). Záměrem vychovávat dubovou mlazinu od nejmladšího věku pozitivním výběrem bylo zjistit možnosti ovlivnění budoucích cílových stromů již v nejranější fázi. Minimalizovat potřebu negativního výběru v úrovni umožnila vynikající kvalita a dostatečná hustota experimentálních porostů vzniklých z přirozené obnovy.

Naše výsledky také potvrdily, že úrovnový i podúrovnový způsob výchovy vede ke snížení přirozené mortality ustupujících stromů a k efektivnějšímu využití produkované dřevní hmoty. Odumřelá dřevní biomasa ve stadiu tyčkovin až tyčovin podle CHROUSTA (1997) představuje až 22 % celkové produkce. Nejvyšší mortalita byla zaznamenána na kontrole a nejvyšší rezistenci naopak vykazovala varianta

s podúrovnovou výchovou (Pú). Nižší hustota stromů na této variantě mohla vést ke snížení intercepce a zvýšení půdní vlhkosti pod porostem.

Zvýšená mortalita (především podúrovnových stromů) po suchém období roku 2003 byla také pozorována na přilehlé experimentální ploše s výchovou ve smíšeném buko-smrkovém porostu (NOVÁK, SLODIČÁK 2009). Vegetační perioda roku 2003 byla výrazně suchá a teplá jak v celém regionu jižních Čech (FIALA 2006), tak i na celém území České republiky (PAVLÍK et al. 2003).

Námi zjištěný pozitivní efekt výchovy mladého dubového porostu na tloušťkový přírůst cílových stromů koresponduje s výsledky šetření provedených ve východních Čechách (CHROUST 2007) a na jižní Moravě (BÁRTOVÁ, URBANOVÁ 2004). CHROUST (1997) zjistil pozitivní vliv podúrovnové výchovy na vyšší přírůst výčetní kruhové základny při menším počtu stromů, ale úrovnová výchova rezultovala ve vyšší tloušťkový přírůst cílových stromů. Nicméně jak úrovnový, tak podúrovnový zásah nevedl k významným rozdílům v porostní zásobě. Tyto výsledky nebyly v naší studii zcela potvrzeny, což ale může být zapříčiněno poměrně krátkou periodou sledování. Naše studie ale potvrzuje zjištění CHROUSTA (1997), že ve stadiu tyčkovin závisí výška a výškový přírůst středního kmene na druhu výchovného zásahu, kdy k většímu výškovému přírůstu došlo po zásahu podúrovnovém ve srovnání se zásahem v úrovni. Zmíněné tendence, tj. lepší tloušťkový růst cílových stromů na plochách s výchovou (ať již úrovnovou či podúrovnovou) a pomalejší výškový růst cílových stromů na variantě s úrovnovou výchovou (Ú) potvrzují poznatky o pozitivním vlivu časných výchovných zásahů (podúrovnových a zejména úrovnových) na statickou stabilitu budoucích cílových stromů.

Tab. 2.

Vývoj středních hodnot parametrů cílových stromů
Development of parameters (arithmetic means) of target trees

	Věk/Age	11 let	15 let	20 let	25 let
d (cm)	K	6,0a	7,8a	9,9a	12,3a
	Ú	5,9a	8,0a	10,3a	12,8a
	Pú	5,9a	8,1a	11,4a	13,3a
h (m)	K	7,0a	9,1a	11,4a	13,7a
	Ú	7,0a	8,1b	10,3b	12,1b
	Pú	7,0a	8,7c	11,4a	14,0a
h/d	K	119a	118a	116a	112a
	Ú	119a	102b	97b	95b
	Pú	119a	108b	107c	106c

d – výčetní tloušťka (*Diameter at breast height*), h – výška (*Height*), h/d – štíhlostní kvocient (*Quotient of slenderness*), K – kontrolní plocha bez úmyslných zásahů (*Control plot without thinning*), Ú – plocha s úrovnovými zásahy (*Plot with positive selection from above*), Pú – plocha s podúrovnovými zásahy (*Plot with negative selection from below*). Stejná písmena znamenají statisticky nesignifikantní rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

The same letter indicates statistically insignificant differences between the values at the 0.05 level of significance.

ZÁVĚR

Na základě výsledků s výchovou dubu na experimentální ploše Nová Ves můžeme konstatovat, že:

- Ve věku 25 let, 14 let po prvním výchovném zásahu, se projevil pozitivní efekt výchovy na vitalitu podúrovnových stromů.
- Výchovné zásahy v raném věku rezultovaly ve vyšší výčetní tloušťku cílových stromů a vedly k signifikantnímu snížení jejich štíhlostního kvocientu, jež byl nejpříznivější (nejnižší) na variantě s úrovnovou výchovou (Ú).

Poděkování:

Tato studie vznikla v rámci řešení dlouhodobého výzkumného záměru Ministerstva zemědělství MZe ČR č. 0002070203 "Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí".

LITERATURA

- ASSMANN E. 1968. Náuka o výnose lesa. Organická produkcia, zloženie, prírastok a výnos lesných porastov. Bratislava, Príroda: 488 s.
- BÁRTOVÁ A., URBANOVÁ M. 2004. Komparace prvých výchovných zásahů v dubové mlazině. In: Peňáz, J., Martínek, J. (eds.): Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století. Brno, MZLU: 179–187.
- DONG P. H., MUTH M., ROEDER A. 1997. Traubeneichen-Durchforstungsversuch in den forstämtern Elmstein-Nord und Fischbach. Forst und Holz, 52(2): 34–38. .
- FIALA T. 2006. Vymezení období sucha a období převládající teploty vzduchu pomocí metody součtových řad na příkladu Vráže u Písku. Meteorologické zprávy, 59: 65–75.
- HOCHBICHLER E. 1993. Methods of oak silviculture in Austria. Annales des Science Forestières, 50: 583–591.
- CHROUST L. 1958. Vliv výchovných zásahů na dubovou tyčkovinu. Sborník ČSAZV Lesnictví, 4 (2-3): 165–184.
- CHROUST L. 1997. Ekologie výchovy lesních porostů. Opočno, VÚLHM – VS: 277 s.
- CHROUST L. 2007. Quality selection in young oak stands. Journal of Forest Science, 53: 210–221.
- JENSEN F. S., SKOVSGAARD J. P. 2009. Precommercial thinning of pedunculate oak: Recreational preferences of the population of Denmark for different thinning practices in young stands. Scandinavian Journal of Forest Research, 24: 28–36.
- KORPEE Š., PEŇÁZ J., SANIGA M., TESAŘ V. 1991. Pestovanie lesa. Bratislava, Príroda: 472 s.
- MOSANDL R., EL KATEB H., ECKER J. 1991: Untersuchungen zur Behandlung von jungen Eichenbeständen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 100: 358–370.
- NÄSLUND M. 1937. Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. In: Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Stockholm, Heft 29: 121–169.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2009. Thinning experiment in the spruce and beech mixed stands on the locality naturally dominated by beech – growth, litter-fall and humus. Journal of Forest Science, 55: 194–200.
- PAVLÍK J., NĚMEC L., TOLASZ R., VALTER J. 2003. Mimořádné léto roku 2003 v České republice. Meteorologické zprávy, 56: 161–165.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007. Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Recenzovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 46 s. Lesnický průvodce 4/2007.
- SCHUTZ J. P. 1993. High-quality oak silviculture in Switzerland – concepts of education and production in the marginal range of European Oak. Annales des Science Forestières, 50: 553–562.
- UTSCHIG H., PRETZSCH H. 2001. Der Eichen-Durchforstungsversuch Waldleiningen 88. Auswirkungen unterschiedlicher Eingriffsstärken nach 65 Jahren Beobachtung. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 120: 90–113.
- VIEWEGH J. 2002. Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu lesa. Zpráva. Praha, ČZU: 1 CD-ROM.
- VYSKOT M. 1958. Pěstění dubu. Praha, SZN: 284 s.
- ZAR J. H. 2009. Biostatistical Analysis. New Persey, Prentice Hall: 944 s.
- Zpráva. 2007. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2007. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 98 s.

EFFECT OF POSITIVE AND NEGATIVE SELECTION AT THE FIRST THINNING ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF YOUNG OAK STAND

SUMMARY

In order to find out the effect of two different thinning regimes on growth and development of oak stands originated from natural regeneration, the experiment was founded in 11-year-old stand in 1994. The stand lies at an elevation of 470 m above sea level; the forest type is 2K3 – Acidic sites in Oak with Beech Vegetation Zone (*Fageto-Quercetum acidophilum* – *Luzula luziloides*). Experimental series consists of three comparative plots: 1 – control plot without thinning (hereinafter as Control), 2 – plot with thinning based on positive selection from above (hereinafter as High thinning) and 3 – plot with thinning based on negative selection from below (hereinafter as Low thinning). The initial density of stand was higher than 17,000 trees per hectare. Totally 5% of N (8% G) was removed by high thinning on plot 2 and 36% of N (16% G) by low thinning on variant 3 in 1994. Second high thinning (8% N, 7% G) was conducted only on plot 2 at the age of 15 years (1998).

Initial differences in stand density and basal area between comparative plots continually decreased till 2004 (age of 21 years) when high mortality was detected on all three plots. Apparently, it was the result of extremely dry year 2003 when annual sum of precipitation was only 429 mm compared to ten-year-mean 620 mm (station Tabor). The highest mortality was detected on control plot (40% of N and 22% of G) while the thinned plots were less affected (35 and 26% of N, 15 and 13% of G on plots with high and low thinning).

Initially (the age of 11 years), mean diameter of target trees (150 best dominant individuals per hectare) was almost the same on each plot (5.9 – 6.0 cm). Top height (7 m) and quotient of slenderness (119) was not different. At the age of 25 years, the mean diameter of target trees was 12.3, 12.8 and 13.3 cm on Control, High and Low thinning variants. Mean heights of target trees were 13.7, 12.1 and 14.0 m on Control, High and Low thinning variants. Quotient of slenderness of target trees was 112, 95 and 106 on Control, High and Low thinning variants, respectively.

On the basis of the results from thinning experiment Nova Ves in the young oak stands (age of 11 years) it can be concluded that we found positive effect of high thinning on vitality of smaller trees at the age of 25 years (14 years after the first thinning). Thinning in such early stage resulted in higher diameter of dominant target trees compared to control. Quotient of slenderness of target trees was significantly different on all observed plots (112, 95, and 106 on Control, High and Low thinning variants, respectively).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. David Dušek, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail: dusek@vulhmop.cz

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 vápnný 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 (vápnnění, 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)	vodorozpustný/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)	vodorozpustný/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 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 dolomitem 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 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 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 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 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

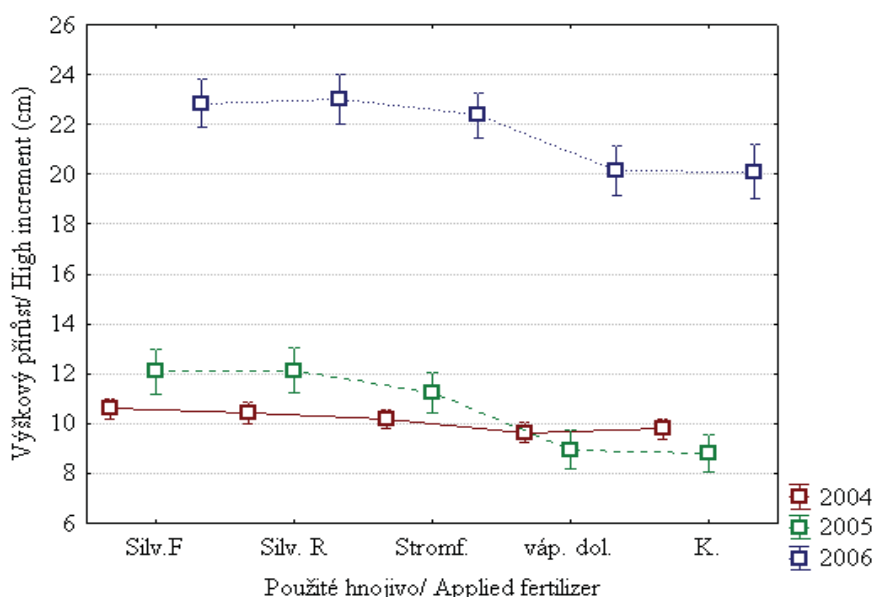
přírůstem oscilujícím v rozmezí 11,3 – 12,1 cm vykazovala statisticky významně vyšší přírůst ve srovnání s plochou kontrolní (8,9 cm) a plochou ošetřenou vápenným dolomitem (8,8 cm). V následujícím roce (2006) došlo i na plochách ošetřených hnojivy k výše uvedenému statisticky významnému nárůstu výškových 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

SLEDOVÁNÍ GENETICKÉ PROMĚNLIVOSTI CHLUMNÍHO EKOTYPU SMRKU ZTEPILÉHO POMOCÍ RAPD

STUDYING OF GENETIC VARIABILITY OF NORWAY SPRUCE HURST ECOTYPE BY RAPD

HELENA CVRČKOVÁ, PAVLÍNA MÁCHOVÁ, JAROSLAV DOSTÁL, JANA MALÁ
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

In this study, we describe the use of DNA analysis by RAPD method (Random Amplified Polymorphic DNA) to identify a variability of Norway spruce hurst ecotype. Total genomic DNA was isolated by DNA Plant Mini Kit (QIAGEN) from derived embryogenic cell lines. Embryogenic cultures were established from valuable original of hurst ecotype of Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.) growing in the České Švýcarsko National Park and the Křivoklátsko Protected Landscape Area. From this area 39 samples of Norway spruce hurst ecotype were analysed, and 3 samples of Norway spruce mountain ecotype from locality Neveklov were compared. Arbitrary decamer primers from sets OPR, OPC and OPBC were tested. Polymorphism of observed Norway spruce lines was proved with primer OPBC – 17. The total of 420 scoreable fragments was amplified. 86 of them were monomorphic and 334 were polymorphic (79.5% polymorphism). The dendrogram of genetic similarity was constructed by the UPGMA method based on the Jaccard coefficient.

Klíčová slova: smrk ztepilý, RAPD, somatická embryogeneze, polymorfismus

Key words: Norway spruce, RAPD, somatic embryogenesis, polymorphism

ÚVOD

Smrk ztepilý patří k nejrozšířenějším a hospodářsky nejvýznamnějším evropským dřevinám. Je to velmi proměnlivá dřevina, která vytváří mnoho odlišných forem. V České republice jsou přirozené původní populace smrku ztepilého vylišený v ekotypy chlumní (pahorkatinný), horský a vysokohorský (např. PAULE 1992). Z ekologického, ale i ekonomického hlediska je významné uchovávat genofond původních ekotypů přizpůsobených daným přírodním podmínkám. Vývoj přirozené populace souvisí s její genetickou diverzitou, a to tak, že čím jsou populace v genetické výbavě rozmanitější, tím se lépe přizpůsobí měnícím se životním podmínkám. Ke genetické charakterizaci původních populací chlumního ekotypu smrku ztepilého byly využity DNA analýzy.

Pro studium genetických vlastností se stále více využívají molekulární markery a především DNA markery, které nejsou ovlivněny podmínkami prostředí jako například izoenzymové markery a umožňují přímo studovat genom organismů. Většina metod studia DNA markerů je založena na PCR – polymerázové řetězové reakci, při které dochází k selektivní amplifikaci určitého úseku nukleové kyseliny. PCR je cyklovaná reakce o třech teplotních fázích, při které termostabilní DNA polymeráza namnoží úsek mezi dvěma oligonukleotidy (primery) na základě komplementarity bází se sekvencí templátové DNA. Při PCR reakci je využívána schopnost DNA opakovaně denaturovat a reasociovat v závislosti na různé teplotě. Směs, v níž PCR probíhá, obsahuje templátovou DNA, většinou dva různé primery, nukleotidtrifosfáty, termostabilní polymerázu a reakční pufr. Koncentrace a vzájemné

poměry koncentrací templátu, prekurzorů i primerů a především hořčičných iontů jsou v průběhu PCR klíčové. Velmi často je nezbytné optimalizovat složení reakční směsi tak, aby výtěžky byly dostatečně vysoké a spolehlivé. V prvním kroku je zahřátí na cca 92 – 96 °C denaturována templátová dvojřetězcová DNA na jednořetězcové molekuly. Termostabilní polymerázy při této teplotě nedenedaturují, ale uchovávají si svou funkci. V druhém kroku je reakční směs ochlazená na takovou teplotu, při níž mohou příslušné primery hybridizovat s templátovou DNA. Teplota hybridizace je stanovena podle velikosti a vlastností primerů, zpravidla se pohybuje mezi 37 – 58 °C. V třetím kroku je teplota zvýšena na 70 – 78 °C, což je teplota v rozsahu teplotního optima termostabilní DNA polymerázy, která je pro PCR používána (u Tag polymerázy se doporučuje teplota 72 °C). Po době, která je nezbytná k vytvoření příslušné kopie DNA podle předlohy (zpravidla 2 – 3 minuty), je posloupnost reakcí opakována od začátku. Tak vznikne vyšší počet jednořetězcových templátů, k nimž se mohou po zchlazení reakční směsi opět připojovat primery. Opakováním těchto tří kroků dochází k amplifikaci studovaného úseku nukleové kyseliny. Výsledek replikace se stává matricí následujícího cyklu, a tak žádaný úsek přibývá exponenciální rychlostí (VONDREJS, STORCHOVÁ 1997).

Genetická proměnlivost byla prověřována u vybraných embryonických linií odvozených z cenných jedinců chlumního ekotypu smrku ztepilého. Metoda somatické embryogeneze představuje efektivní způsob mikropropagace lesních dřevin vhodný zejména pro jehličnany a představuje perspektivní metodu reprodukce obzvláště pro smrk ztepilý, u kterého se podařilo somatická embrya zregenerovat v kompletní rostliny (HAKMAN et al. 1985; CHALUPA et al. 1990; MALÁ

1991). Pro testování genetické variability vybraných linií smrku ztepilého byla použita metoda odvozená od PCR technik – metoda RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA – polymorfismus náhodně amplifikované DNA), vycházející z práce WILLIAMS et al. (1990). Reakce probíhá díky náhodnému nasedání krátkého oligonukleotidu (primeru) na analyzovanou genomovou DNA. Při této metodě se jako primer používá oligonukleotid většinou o délce kolem 10 nukleotidů s libovolnou sekvencí. U této délky primeru a nižší teplotě annealingu (35 – 38 °C) je značná pravděpodobnost, že v genomu bude mnoho míst homologních k použitému oligonukleotidu a některá z nich budou dostatečně blízko u sebe, aby v úseku mezi nimi při využití PCR docházelo k amplifikaci DNA. Výsledkem je velká skupina amplifikovaných fragmentů, které se elektroforeticky podle velikosti rozdělí v gelovém nosiči do proužků. Genomy příbuzných, ale často i vzdálenějších druhů jsou velmi shodně organizovány. Většina poloh proužků bývá shodná, proto je třeba pro studium polymorfismu vyhledat primer, který vykazuje různou polohu proužků i u velmi příbuzných organismů. Soubor otestovaných primerů umožňuje například i odrůdu charakterizovat velmi přesně (ČURN, SÁKOVÁ 1997). RAPD markery jsou vhodným systémem pro rychlé hodnocení variability a diverzity ve sledovaných populacích. Cílem práce bylo primární ověření genetické proměnlivosti sledovaných jedinců smrku



Obr. 1.
Chlumní ekotyp smrku ztepilého na Krivoklátské
Fig. 1.
Norway spruce ecotype on Krivoklátské

ztepilého chlumního ekotypu pomocí metody RAPD, která nevyžaduje znalost cílových sekvencí a studovaného genomu. Byl vyhledáván primer, pomocí kterého se získá polymorfní spektrum fragmentů. Pro populačně-genetické studie budou optimalizovány další markerovací systémy analýz DNA.

MATERIÁL A METODIKA

Genetická proměnlivost byla studována u embryogenních linií odvozených z vybraných cenných jedinců chlumního ekotypu smrku ztepilého rostoucích v lokalitách Českosaského Švýcarska a na Krivoklátské (obr. 1). Embryogenní kultury smrku ztepilého byly založeny ze zygotických embryí nezralých semen a jsou kultivovány v genové bance explantátů jako zdroj reprodukčního materiálu (MALÁ et al. 1995).

Označené vzorky představují vybrané jednotlivé stromy z Českosaského Švýcarska, a to z lokalit Doubice – 2B, Tokaň – 26C, 27K, 28, 29K, U Tabule – 16, 17, 31D, 22B, Kyjovský potok – 10, 12D, 13, 34C, 35A, 36B, 37B a z lokality na Krivoklátské – 102G, 104D, 106L, 107L, 108A, 110A, 111A, 112A, 113D, 114A, 114F, 115A, 116B, 117A, 120H, 121A. Z lokality Tokaň byly ještě zařazeny ke zkoumané sérii vzorků i linie odvozené z různých semen jednoho stromu označené 27N, 27T, 27S, 27J, 27L, 27CH, 27I. Pro srovnání s jiným typem ekotypu smrku ztepilého byla studována DNA i z embryogenních kultur 3 smrků horského ekotypu z Neveklova označené 202B, 203A, 204A a jedné linie Se ze Strnad. Před vlastní izolací DNA byly vzorky z důvodu vysokého obsahu vody v embryogenních pletivech nejprve lyofilizovány, pak rozdrnceny na prášek pomocí tekutého dusíku a izolovány pomocí kitu DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) dle dodaného izolačního protokolu (DNeasy® Plant Handbook). Úspěšnost vyizolování vzorků DNA byla detekována po proběhlé elektroforéze na 0,8% agarózovém gelu (Agarose SERVA for DNA) a vizualizována pomocí ethidium bromidu pod UV zářením pomocí kamerového systému Discovery 10gD.

Každá PCR reakce probíhala v objemu 25 µl a obsahovala 2,5 µl 10 x PCR pufru (100 mM Tris – HCl, pH = 8,3, 500 mM KCl, 15 mM MgCl₂), 2 µl směs dNTP (každý 2,5 mM), 0,3 µl Takara Taq polymerázy (5 jednotek /µl) (TAKARA Biotechnology, Co., Ltd.), 4 µl 10 -mer primeru (18 – 25 pmol) získaného od Operonu (QIAGEN Operon GmbH), 2 µl DNA a doplněno sterilní ultračistou vodou do objemu 25 µl. RAPD reakce probíhaly v termocyklerech Perkin Elmer 2400 a Bioer XP cyler. Teplotní režim teplotního cyklování byl nastaven následovně: 93 °C 3 min pro počáteční separaci DNA řetězců, dále se opakovalo v 4 cyklech: 92 °C 1 min pro denaturaci DNA do jednoretězcových molekul, 35 °C 2 min pro nasedání primerů na molekuly DNA, 72 °C 3 min elongační teplota pro syntézu nových vláken. Po těchto cyklech následovala konečná elongační teplota 72 °C 10 min a pak byly testované vzorky chlazeny při 4 °C. Pro získání polymorfní struktury amplifikovaných produktů byly testovány primery Operon Biotechnology GmbH ze sad OPR, OPC a OPBC.

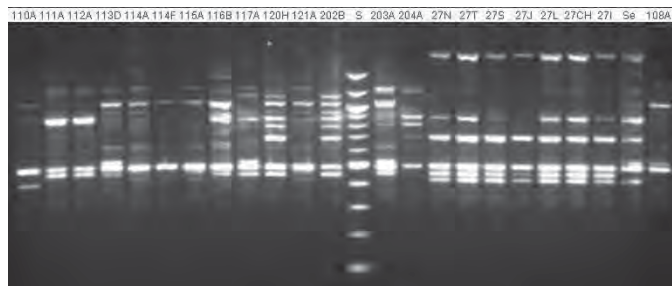
RAPD produkty byly rozděleny elektroforeticky na 1,5% agarózových gelech v 0,5 x TBE pufru (Tris borate EDTA pufr, Duchefa Biochemie B. V.) a vizualizovány pomocí ethidia bromidu (SAMBROOK, RUSSELL 2001). Agarózový gel byl připraven zahřátím agarózy (Agarose SERVA for DNA, SERVA Electrophoresis GmbH) s 200 ml roztoku 0,5 x TBE. Do vlašného čirého roztoku bylo přidáno 10 µl ethidium bromidu (ČURN et al. 2008).

Na gel v horizontální elektroforetické aparatuře se nanášelo 25 µl PCR produktu a 4 µl loading pufru. Doba trvání elektroforézy byla 30 minut při napětí 40 V a pokračovala 120 – 150 minut při napětí 90 V. Gely byly dokumentovány pod UV zářením pomocí kamerového systému. Jako standard pro definování velikosti amplifikovaných proužků byl použit 100 bp DNA Ladder (NEW ENGLAND Biolabs). Pro ověření hodnotných amplifikovaných fragmentů byly PCR reakce zopakovány.

Elektroforetické záznamy byly upraveny pomocí specializovaného software UltraQuant a amplifikační produkty na gelu (proužky) zpracovány na základě jejich přítomnosti (1) nebo nepřítomnosti (0) do binární sestavy. Pro zhodnocení genetické vzdálenosti mezi sledovanými jedinci byl použit statistický program Multi Variate Statistical Package (Kovach Computing Services). Dendrogram s graficky vyznačenou genetickou podobností sledovaných linií smrku byl vytvořen pomocí klastrové metody UPGMA (Unweighted Pair Group Method with arithmetic averages) za použití Jaccardova indexu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro ověření genetické proměnlivosti vybraných linií chlumního ekotypu smrku ztepilého byly jako primery odzkoušeny oligonukleotidy s náhodnou sekvencí o velikosti 10 nukleotidů speciálně vyvinuté pro analýzy RAPD ze sad OPR, OPC a OPBC. Genomická DNA od různých jedinců poskytuje rozdílné PCR produkty, náhodně rozdělené v genomu templátové DNA, které mohou být využity k identifikaci polymorfismu DNA nebo jako genetické markery (WILLIAMS et al. 1990). Počet získaných PCR produktů závisí na sekvenci nukleotidů

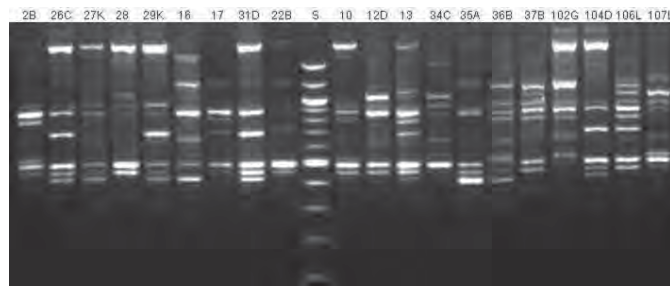


Obr. 2.

Spektrum RAPD fragmentů u smrku ztepilého (linie 110A - 108 A) po amplifikaci s primerem OPBC - 17

Fig. 2.

RAPD fragment spectrum in Norway spruce (line 110A - 108A) after amplification with primer OPBC - 17

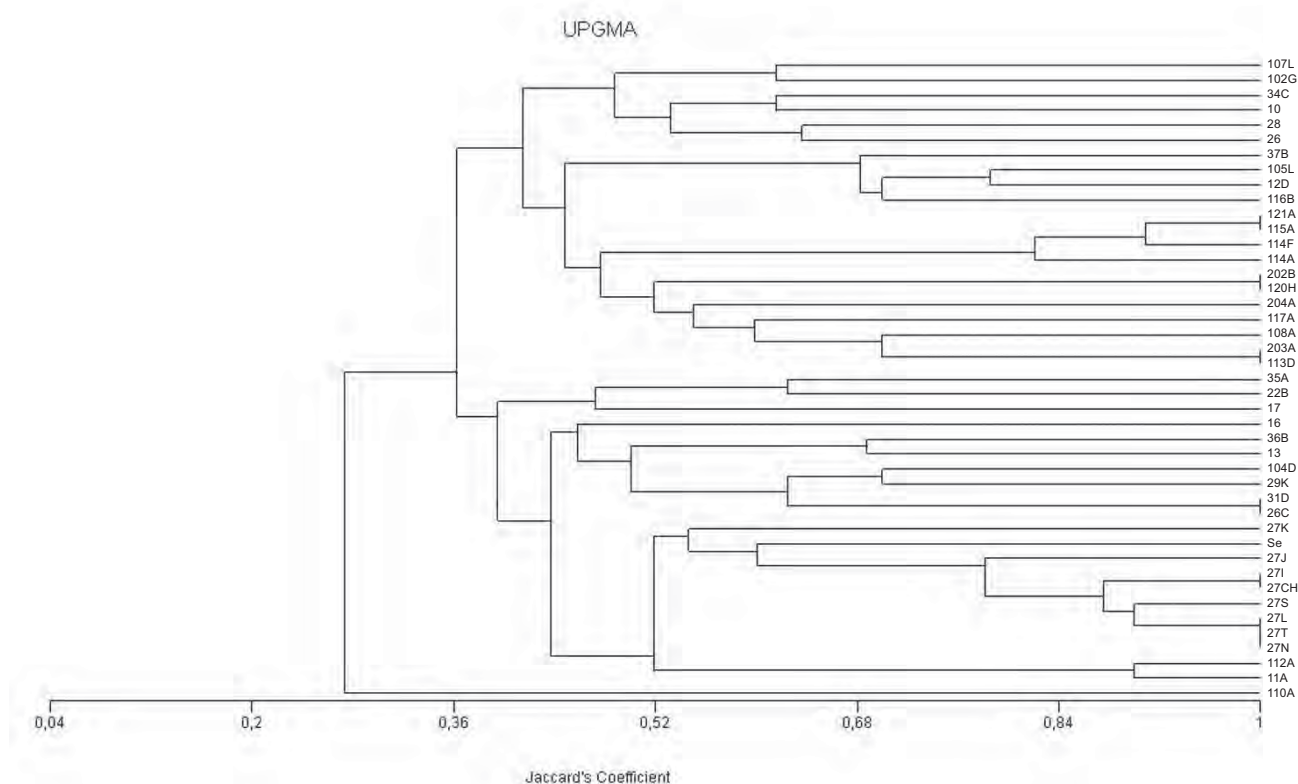


Obr. 3.

Spektrum RAPD fragmentů u smrku ztepilého (linie 2B – 107L) po amplifikaci s primerem OPBC - 17

Fig. 3.

RAPD fragment spectrum in Norway spruce (line 2B – 107L) after amplification with primer OPBC - 17



Obr. 4.

Dendrogram genetické podobnosti sledovaných linií smrku ztepilého

Fig. 4.

Dendrogram of genetic similarity of observed Norway spruce lines

Tab. 1.

Popis vzorků zobrazených na obr. 2 a 3

Description of samples displayed on Fig. 2 and 3

Označení linie/ Indication of line	Lokalita odběru/ Locality of collection	Počet hodnocených fragmentů/ Number of assessed fragments
Gel 1 – obr. 2		
110A	Křivoklát	4
111A	Křivoklát	10
112A	Křivoklát	9
113D	Křivoklát	9
114A	Křivoklát	13
114F	Křivoklát	10
115A	Křivoklát	11
116B	Křivoklát	13
117A	Křivoklát	11
120H	Křivoklát	10
121A	Křivoklát	11
202B	Neveklov	10
100 bp DNA Ladder		
203A	Neveklov	9
204A	Neveklov	7
27N	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	10
27T	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	10
27S	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	9
27J	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	8
27L	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	10
27CH	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	9
27I	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	9
Se	Strnady	9
108A	Křivoklát	8
Gel 2 – obr. 3		
2B	Českosaské Švýcarsko – Doubice	9
26C	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	11
27K	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	12
28	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	10
29K	Českosaské Švýcarsko – Tokáň	9
16	Českosaské Švýcarsko – U Tabule	7
17	Českosaské Švýcarsko – U Tabule	6
31D	Českosaské Švýcarsko – U Tabule	11
22B	Českosaské Švýcarsko – U Tabule	6
100 bp DNA Ladder		
10	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	11
12D	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	13
13	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	14
34C	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	10
35A	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	7
36B	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	13
37B	Českosaské Švýcarsko – Kyjovský potok	12
102G	Křivoklát	11
104D	Křivoklát	8
106L	Křivoklát	12
107L	Křivoklát	10

v primeru a v genomové DNA a na velikosti genomové DNA, protože se u této metody očekává, že vhodná místa k nasednutí primeru se nachází v délce celého genomu.

Na základě zpracovaných výsledků byly nejzřetelnější polymorfni profily proužků potvrzující genetickou proměnlivost sledovaných linií smrku ztepilého získány s primerem OPBC – 17 s nukleotidovou sekvencí CCGTTAGTCC (obr. 2, 3, tab.1). Výsledky genetické podobnosti sledovaných vzorků smrku ztepilého jsou znázorněny ve formě dendrogramu (obr. 4). Sledované linie smrků jsou dle výsledku variability, ale nejsou na výsledném dendrogramu rozřazeny podle lokalit původu a ani se nevylišil horský ekotyp smrku ztepilého z Neveklova a ze Strnad. Na gelu je zřetelná velmi podobná struktura RAPD fragmentů linií z lokality Tokaň, odvozených z různých semen jednoho stromu (vzorky 27N, 27T, 27S, 27J, 27L, 27CH, 27I). I z dendrogramu vyplývá jejich bližší genetická podobnost.

RAPD markery byly využity pro genetické studie a různé biologické přístupy u mnoha rostlinných rodů včetně několika druhů smrku. V případě smrku ztepilého HEINZE a SCHMIDT (1995) využili RAPD analýzu ke studiu identifikace klonů reprodukováných obdobně jako v této práci somatickou embryogenezi. Geneticky testována a porovnávala byla somatická embrya a z nich regenerující výpěstky různých smrkových linií pocházejících převážně z rakouských Alp. RAPD markery byly prokázány shodné a rozdílné linie a také bylo ověřeno, že v průběhu regeneračního systému nedošlo k somaklonální variabilitě. RAPD markery byly také použity k testování polymorfismu proveniencí u druhů smrku *Picea mariana*, *Picea rubens*, *Picea glauca* lesnický významných druhů v Severní Americe, extrakce DNA byla provedena též z embryogenních kultur. Nižší proměnlivost RAPD profilů byla zjištěna mezi populacemi uvnitř sledovaných druhů (NKONGOLO 1999). RAPD markery byly úspěšně využity i pro otestování klonové variability u rodičovských stromů smrku sitka (*Picea sitchensis*), kdy byly vytvářeny 4 primery vylisující klonově množený materiál (VEN, MCNICOL 1995). Pro smrk ztepilý COLLIGNON a FAVRE (2000) použili RAPD analýzu k porovnání diverzity původních proveniencí smrků z francouzských Alp se smrkem z Hercynsko-karpatské oblasti a z Alp střední Evropy. Pomocí RAPD markerů se podařilo vylížit provenienci jihofrancouzských Alp pravděpodobně pocházející z odlišného apeninského refugia. RAPD markery se také uplatnily při konstrukci genetické vazbové mapy příbuzenské podobnosti populace smrku ztepilého z oblasti Apenin (BUCCI et al. 1997).

V ČR byla variabilita smrku ztepilého sledována pomocí izoenzymových analýz v lokalitách Krkonoše, Krušné hory a Šumava (IVANEK 2000, 2006; IVANEK et al. 2009; MÁNEK 1999) a u somatických embryí smrku ztepilého odvozených z lokalit Brno a Beskydy pomocí analýz RAPD a SCAR (Sequence Characterized Amplified Regions for amplification of specific band), kdy byl navržen RAPD primer pro odlišení a SCAR marker pro charakterizaci vybraných klonů (HANÁČEK, HAVEL 2002).

Nevýhodou RAPD analýz je, že důsledkem krátké délky tzv. nespecifických primerů a nízké teploty, při které primery nasedají na templátovou DNA, bývají spektra RAPD analýz při reprodukci nestabilní a mezi různými laboratořemi hůře porovnatelné než například AFLP a jiné markery. WILLIAMS et al. (1990) poukazuje, že nelze předpokládat, že by u všech RAPD segmentů proběhlo perfektní párování primerů s templátovou DNA. Ne všechny RAPD produkty jsou snadno a jednoznačně pro polymorfismus hodnotitelné. Pro reprodukovatelné výsledky je nutné optimalizovat amplifikační podmínky PCR – reakce a používat stejné postupy a laboratorní vybavení. Dále, i když RAPD metoda patří k jednodušším technikám DNA analýz nevyžadujícím předcházející znalost DNA sekvencí, nemusí být výsledky při hodnocení populačně genetických parametrů u diploidního materiálu spolehlivé (PERRY et al. 1999). U RAPD

markerů převládá dominantní charakter, nelze rozlišit zda je DNA fragment naamplifikovaný z heterozygotního nebo homozygotního lokusu. RAPD markery bývají zřídka kodominantní (WILLIAMS et al. 1990). Dominantní charakter RAPD markerů může zkreslovat výsledky hodnocení genetických parametrů u organismů charakteru diploidů se vzdáleným křížením, k nimž patří i smrk. V případě polymorfního lokusu s recesivní alelou vyskytující se v nízké frekvenci budou RAPD analýzou tyto lokusy hodnoceny jako monomorfni. Zhodnocení heterozygotů mohou poskytnout RFLP markery, které jsou kodominantní (NKONGOLO 1999). Dominantní charakter RAPD markerů, kdy u heterozygotů byla zjištěna nižší genetická diverzita než u homozygotů, byl prokázán např. u *Pinus sylvestris* (SZMIDT et al. 1996) nebo *Pinus strobus* (ISABEL et al. 1999).

RAPD analýza patří k jednodušším a levnějším metodám analýz DNA, a i proto byla využita pro předběžné ověření genetické proměnlivosti sledovaných jedinců smrku ztepilého chlumního ekotypu. Pro hodnocení dalších genetických parametrů budou analýzy DNA rozšířeny i na jiné DNA markery, jak již někteří autoři pro smrk ztepilý použili, např. STS – Sequence tagged site – amplifikace cílového místa (PERRY et al. 1999), SSR – Simple Sequence Repeats – mikrosatelity (YAZDANI et al. 2003, MAGHULY et al. 2006, TOLLEFSRUD et al. 2009), RFLP – Restriction Fragment Length Polymorphism – polymorfismus délky restričních fragmentů (NKONGOLO 1999, JEANDROZ et al. 2002).

ZÁVĚR

Pro studium polymorfismu smrku ztepilého chlumního ekotypu byla zvolena analýza DNA – RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA – polymorfismus náhodně amplifikované DNA), která je jednou z aplikací PCR technik. Polymorfni spektrum RAPD produktů potvrzující genetickou variabilitu sledovaných vzorků smrku ztepilého bylo získáno amplifikací s primerem OPBC 17. Výsledný dendrogram byl sestaven pomocí softwaru Multi Variate Statistical Package (Kovach Computing Services). I když byl hodnocen polymorfni profil RAPD produktů, sledované linie smrků nejsou na výsledném dendrogramu rozřazeny do klastrů podle lokalit původu a ani horský ekotyp smrku ztepilého nebyl vyčleněn v odlišný klastr od smrků chlumního ekotypu. RAPD analýzou byla prokázána proměnlivost sledovaných smrků různých jedinců chlumního ekotypu a ze získaných výsledků vyplývá, že RAPD analýza s primerem OPBC 17 je vhodnější ke sledování variability uvnitř populace a může být vhodným systémem pro rychlé hodnocení variability a diverzity ve sledovaných populacích.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru č. MZE0002070203 a výzkumného projektu NAZV č. QH82303.

LITERATURA

- BUCCI G., KUBISIAK T. L., NANCE W. L., MENOZZI P. 1997. A population 'consensus', partial linkage map of *Picea abies* Karst. based on RAPD markers. *Theoretical and applied Genetics*, 95: 643-654.
- COLLIGNON A. M., FAVRE J. M. 2000. Contribution to the postglacial history at the western margin of *Picea abies* natural area using RAPD markers. *Annals of Botany*, 85: 713-722.
- ČURN V., SÁKOVÁ L. 1997. Využití biochemických markerů ve šlechtění řepky a dalších brukvovitých plodin. *Genetika a šlechtění*, 33: 281-305.
- ČURN V., NOVÁKOVÁ A., ŠIMÁČKOVÁ K., KUBÁTOVÁ B. 2008. Metodika izolace DNA a analýzy molekulárních markerů pro účely popisu genových zdrojů a identifikace odrůd brambor (*Solanum tuberosum* L.). *České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*: 53 s.
- HAKMAN I., FOWKE L. C., VON ARNOLD S., ERIKSSON T. 1985. The development of somatic embryos of *Picea abies* (Norway spruce). *Plant Science*, 38: 53-59.
- HANÁČEK P., HAVEL L. 2002. Charakterizace klonů raných somatických embryí smrku ztepilého pomocí DNA markerů. In: Griga, M. et al. (eds): Využití molekulárních markerů v biologii, šlechtění a uchovávání genových zdrojů rostlin. *Česko-slovenský workshop. Sborník přednášek*, 4. – 6. 11. 2002. Šumperk: 221-225.
- HEINZE B., SCHMIDT J. 1995. Monitoring genetic fidelity vs somaclonal variation in Norway spruce (*Picea abies*) somatic embryogenesis by RAPD analysis. *Euphytica*, 85: 341-345.
- CHALUPA V., MALÁ J., DUJÍČKOVÁ M. 1990. Somatic embryogenesis and regeneration of spruce (*Picea abies* /L./Karst.) and oak (*Quercus robur* L.). In: *In vitro manipulation in higher plants. Celostátní konference*. Olomouc, 13. 11. – 16. 11. 1990. Olomouc, Ústav experimentální botaniky: 98.
- ISABEL N., BEAULIEU J., THÉRIAULT P., BOUSQUET J. 1999. Direct evidence for biased gene diversity estimates from dominant random amplified polymorphic DNA (RAPD) fingerprints. *Molecular Ecology*, 8: 477-483.
- IVANEK O. 2000. Genetic study of Norway spruce from the northern part of Czech Republic with isoenzyme analyses. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae* 19/Práce VÚLHM, 82: 15-23.
- IVANEK O. 2006. Výsledky isoenzymových analýz populací smrku ztepilého na plochách s různými stanovištními podmínkami. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51: 32-37.
- IVANEK O., MATĚJKA K., NOVOTNÝ P. 2009. Genetická struktura dvou částí porostu smrku ztepilého při horní hranici lesa na území KRNP. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 300-306.
- JEANDROZ S., BASTIEN D., CHANDELIER A., JARDIN P. DU, FAVRE J. M. 2002. A set of primers for amplification of mitochondrial DNA in *Picea abies* and other conifer species. *Molecular Ecology Notes*, 4: 389-392.
- MAGHULY F., PINSKER W., PRAZNIK W., FLUCH S. 2006. Genetic diversity in managed subpopulations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Ecology and Management*, 222: 266-271.
- MALÁ J. 1991. Organogenesis and somatic embryogenesis in Norway spruce. *Communicationes Instituti Forestalis Cechoslovaca*, 17: 59-72.
- MALÁ J., DUJÍČKOVÁ M., KÁLAL J. 1995. The development of encapsulated somatic embryos of Norway Spruce (*Picea abies* /L./Karst.). *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 18: 59-73.
- MÁNEK J. 1999. Genetic structure of three natural Norway spruce populations in the Šumava mountains. *Silva Gabreta*, 3: 173-182.
- NKONGOLO K. K. 1999. RAPD variations among pure and hybrid populations of *Picea mariana*, *P. rubens*, and *P. glauca* (*Pinaceae*), and cytogenetic stability of *Picea* hybrids: identification of species-specific RAPD markers. *Plant Systematics and Evolution*, 215: 229-239.
- PAULE L. 1992. Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda: 304 s.
- PERRY D. J., ISABEL N., BOUSQUET J. 1999. Sequence-tagged-site (STS) markers of arbitrary genes: the amount and nature of variation revealed in Norway spruce. *Heredity*, 83: 239-248.
- SAMBROOK J., RUSSELL D. W. 2001. Molecular cloning – a laboratory manual. Cold Spring Harbor, Cold Spring Harbor Laboratory Press: 3 vols.
- SZMIDT A. E., WANG X. R., LU M. Z. 1996. Empirical assessment of allozyme and RAPD variation in *Pinus sylvestris* (L.) using haploid tissue analysis. *Heredity*, 76: 412-420.
- TOLLEFSRUD M. M., SONSTEBØ J. H., BROCHMANN C., JOHNSEN O., SKROPPA T., VENDRAMIN G. G. 2009. Combined analysis of nuclear and mitochondrial markers provide new insight into the genetic structure of North European *Picea abies*. *Heredity*, 102: 549-562.
- VEN W. T. G. VAN DE, MCNICOL R. J. 1995. The use of RAPD markers for the identification of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) clones. *Heredity*, 75: 126-132.
- VONDREJS V., STORCHOVÁ Z. 1997. Genové inženýrství I. Praha, Karolinum: 59 s.
- WILLIAMS J. G. K., KUBELIK A. R., LIVAK K. J., RAFALSKI J. A., and TINGEY S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, 18: 6531-6535.
- YAZDANI R., SCOTTI I., JANSSON G., PLOMION C., MATHUR G. 2003. Inheritance and diversity of simple sequence repeat (SSR) microsatellite markers in various families of *Picea abies*. *Hereditas*, 138: 219-227.

STUDYING OF GENETIC VARIABILITY OF NORWAY SPRUCE HURST ECOTYPE BY RAPD

SUMMARY

Somatic embryogenesis is considered as an advantageous technique for *in vitro* clonal propagation of conifers. Embryogenic cultures were established from immature zygotic embryos of hurst ecotype of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) growing in the České Švýcarsko National Park and the Křivoklátsko Protected Landscape Area. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis was used to determine polymorphism of embryogenic cell lines in Norway spruce hurst ecotype. This method is based on the polymerase chain reaction (PCR) with single primers of arbitrary nucleotide sequence. It is assumed that primer-target sites are randomly distributed along the template genome. Different sequences may be amplified depending on the nucleotide sequence of the primer used and on the source of the template DNA; thereby some RAPD amplified fragments are polymorphic.

Amplification reactions were prepared in volume of 25 µl containing 2.5 µl 10xPCR buffer (100 mM Tris- HCl, pH = 8.3, 500 mM KCl, 15 mM MgCl₂), 2 µl mix dNTP (each 2.5 mM), 0.3 µl Takara Taq polymerase (5 units /µl) (TAKARA Biotechnology, CO., LTD.), 4 µl primer (18 – 25 pmoles) from Operon (QIAGEN Operon GmbH), 2 µl DNA and water for molecular biology (Sigma – Aldrich) to complete 25 µl of amplification reaction.

Amplification was performed in thermal cycler Perkin Elmer 2400 or Bioer XP cycler. After an initial denaturation at 93 °C thermal cycler was programmed for 45 cycles of 1 min denaturation at 92 °C, 2 min annealing at 35 °C, 3 min extension at 72 °C. After cycles final extension continued 10 min at 72 °C and subsequent cooling to 4 °C. Amplification products were analyzed by electrophoresis in 1.5% agarose gels and detected by staining with ethidium bromide (Sigma – Aldrich). The oligonucleotides 10 – mers of sets OPR, OPC and OPBC from Operon supplied by company Operon Biotechnologie GmbH were tested. A high level of polymorphism was detected with primer OPBC – 17. The dendrogram of genetic similarity was constructed by the UPGMA (Unweighted Pair Group Method with arithmetic averages) based on the Jaccard coefficient using Multi Variate Statistical Package (Kovach Computing Services). These results show that RAPD method with primer OPBC – 17 can be used to amplify genomic DNA segments, and that polymorphism can be detected between the amplification products of observed individuals of Norway spruce.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Helena Cvrčková, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.,
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 268; e-mail: cvrckova@vulhm.cz

OCHRANNÁ FUNKCE LESA PŘED SKALNÍM ŘÍČENÍM (PŘÍKLADOVÁ STUDIE Z MORAVSKOSLEZSKÝCH BESKYD)

PROTECTION ROLE OF FOREST STAND AGAINST ROCKFALL (CASE STUDY FROM THE MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY MTS.)

KAREL ŠILHÁN

Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Ostrava

ABSTRACT

This article presents results of analysis of forest stand influence on increasing distance of falling rocks from rock faces. Research was carried out on three localities in the Moravskoslezské Beskydy Mts. Geodetic survey of localities, sampling of trees by increment borer and computing of mean distance falling rock before its first hit with tree were applied. Results show important increasing distance of falling rocks due to presence of forest stand on tali. Distance variability of rocks of different sizes and rock distance dependence on age of trees is presented as well.

Klíčová slova: skalní říčení, les, Moravskoslezské Beskydy, ochranná funkce

Key words: rockfall, forest stand, Moravskoslezské Beskydy Mts., protection role

ÚVOD

Skalní říčení je jeden z nejnebezpečnějších geomorfologických procesů (STOFFEL 2006). Studium interakce geomorfologických procesů a vegetace je dnes aktuální problematika a zabývá se jí mnoho autorů (KUBÍNÝ, LINDEROVÁ 1983; HAWLEY, DYMOND 1988; SOUČEK et al. 2010). Říčení podléhá od malých úlomků horniny až po několik metrů velké skalní bloky. Časový výskyt skalního říčení je prakticky nemožné předpovědět. Ovšem podle publikovaných výzkumů je v mírných klimatických podmínkách jeho intenzita nejvyšší na jaře během opakujících se regulačních cyklů a po extrémních srážkových úhrnech (PERRET et al. 2006; SCHNEUWLY, STOFFEL 2008). Z praktického hlediska bývají říčením nejčastěji poškozeny komunikace, ale i budovy. V ojedinělých případech dochází i ke zranění osob. Ochrana před jeho škodlivými účinky je tak zejména v nejfaktovanějších oblastech velmi důležitá. Ochranná opatření je možné rozdělit do dvou základních skupin: technická a ekoinženýrská (DORREN et al. 2005). Technická opatření jsou převážně založena na stabilizaci potenciálně uvolnitelných bloků na svahu, případně snížení jejich transportní vzdálenosti. Spočívají zejména v instalování různých bariér, hrází nebo sítí ve zdrojové nebo transportní zóně říčení. Finančně méně náročná jsou opatření ekoinženýrská využívající ekologické procesy v potenciální kombinaci s inženýrskými úpravami (DORREN et al. 2005). Mezi tyto přístupy patří instalace dřevěných bariér, zpevňování technických opatření přírodními složkami (např. stabilizace ochranných pilířů již zříčenými bloky skal, atd.), ale i strategická výsadba stromů v transportní zóně říčení, nebo kácení vzrostlých stromů a umísťování jejich kmenů na svazích pod zdrojovými zónami říčení.

Zejména cílená strategická výsadba stromů na svazích jako pasivní ochranné opatření je finančně méně náročná. Musí mu však předcházet podrobná analýza vybrané lokality. Je potřeba zohlednit zejména

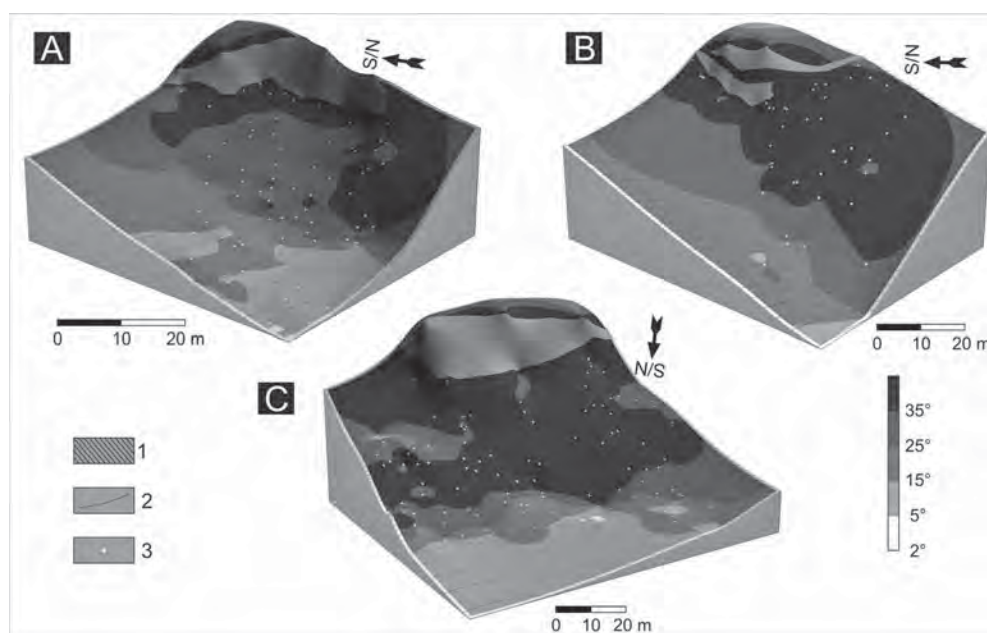
rozsah potenciálně postižitelného území, vzdálenost budov a infrastruktury od zdroje říčení, sklon transportní zóny, ale i charakter zdrojové oblasti a velikost uvolňovaných úlomků. Poté je možné navrhnout počet vysazených stromů, jejich prostorovou lokalizaci, případně i druh stromů. Jedná se v současnosti o významnou otázku funkce lesního ekosystému zkoumanou zejména v alpských zemích (DORREN et al. 2004; BRAUNER et al. 2005; DORREN et al. 2005; STOFFEL et al. 2006; WOLTJER et al. 2008; JANCKLE et al. 2009). Na našem území se jedná o relativně novou problematiku.

Tento příspěvek přináší výsledky analýzy ochranné funkce již vzrostlého lesa ze třech různých lokalit v Moravskoslezských Beskydech, na nichž může dojít k ohrožení infrastruktury a staveb. Stromy na těchto lokalitách nebyly vysazeny cíleně s ohledem na jejich ochrannou funkci před skalním říčením. Cílem příspěvku je tak ukázat, jakým způsobem může i přirozený lesní porost omezit vliv skalního říčení.

Území

Moravskoslezské Beskydy jsou mladým příkrovovým pohořím, které si dosud zachovává alpinotypní morfologické rysy. Vyznačují se hluboko zařízlými údolími, úzkými hřebenovými partiemi a příkrými svahy, které jsou velmi často postiženy sesuvnými pohyby. Litologicky jsou budovány mírně (10 – 20°) k JV ukloněnými flyšovými horninami (střídající se vrstvy pískovců až slepenců a jílovců). Zejména na svazích postižených sesuvnými pohyby dochází k výchozům těchto hornin v podobě skalních stěn, které jsou nejčastějším zdrojem materiálu pro skalní říčení.

Pro analýzu vlivu lesa na snížení dosahu skalního říčení byly vybrány 3 lokality. Dvě se nacházejí na západním svahu masivu Smrk (1 276 m) a třetí na severním svahu vrcholu Ropice (1 082 m). Na všech loka-



Obr. 1.

Digitální modely všech lokalit se znázorněním sklonů svahů. A – Smrk_1, B – Smrk_2, C – Ropice. 1 – skalní stěna, 2 – vrstevnice (1 m), 3 – pozice stromu

Fig. 1.

Digital elevation models of all localities with representation of slope gradient. A – Smrk_1, B – Smrk_2, 3 – Ropice. 1 – rockface, 2 – contour line (1 m), 3 – tree position

litách se nachází skalní stěna, z níž dochází k opadávání skalních úlomků. Pod stěnami je vždy vyvinutý více či méně stabilizovaný osep porostlý vzrostlým lesem. Důležité je, že na všech lokalitách se nedaleko pod osepem vyskytuje lesní cesta (na lokalitě Ropice i lesní chata), která je potenciálně zasažitelná opadávajícími úlomky. Základní morfometrické parametry všech lokalit shrnuje tabulka 1.

METODIKA

Pro zanalyzování ochranné funkce lesa bylo nejprve potřeba získat detailní informace o lokalizaci jednotlivých stromů na osypu a jejich prostorových vztazích ke skalním stěnám a lesním cestám. Z tohoto důvodu byly všechny lokality podrobně geodeticky zaměřeny a byl vytvořen jejich digitální model (DMT) v prostředí programu Surfer 8. U každého zaměřeného stromu byl změřen jeho obvod kmene ve výčetní výšce, tedy ve výšce 1,3 m, a z něho vypočítán průměr stromu. Stáří stromu bylo zjištěno z vrtných jader realizovaných pomocí

Presslerova přírůstového nebozezu. Ze stáří stromu a jeho průměru byly vypočítány průměrné roční tloušťkové přírůstky stromů na jednotlivých lokalitách. Na každé lokalitě byla změřena velikost 20 náhodně vybraných úlomků skalního říčení.

Při analýze vlivu lesa na snížení transportní vzdálenosti pohybujících se skalních úlomků se vycházelo z následujícího vzorce, jenž vyjadřuje průměrnou vzdálenost, kterou pohybující se úlomek urazí, než se poprvé setkne se stromem (MTFD (m) – Mean Tree Free Distance) (PERRET et al. 2004):

$$MTFD = A / N_{r_{stems}} \cdot (R_{diam} + DBH_m)$$

A je plocha transportní a akumulací zóny skalního říčení, $N_{r_{stems}}$ je počet stromů rostoucích na této ploše, R_{diam} (m) je průměrná velikost úlomků skalního říčení, a DBH_m (Diameter Breast Height) je průměrná šířka kmenu všech stromů rostoucích na zkoumané ploše (m). Tento vzorec existuje v několika modifikacích. V této studii se vychází z varianty použité k analýze ochranné funkce lesa před skalním říčením v podobném alpském prostředí (PERRET et al. 2004).

Tab. 1.

Základní morfometrické parametry jednotlivých lokalit
Basic morphometric parameters of individual localities

Lokalita/ Locality	Rozpětí nadm. vý- šek/Altitude range	Délka stěny (m)/ Length of rockface	Maximální výška stěny (m)/ Maximal rockface height	Orientace lokality/ Locality orientation	Geomorfologická pozice/ Geomorphological position
Smrk_1	600 - 650 m n. m.	40	8	Z	čelo sesuvu/landslide front
Smrk_2	810 - 870 m n. m.	40	7	Z	čelo sesuvu/landslide front
Ropice	900 - 970 m n. m.	80	20	S	odlučná zóna sesuvu/ landslide scar

VÝSLEDKY

Obecné vlastnosti analyzovaných lokalit

Výsledky podrobného geodetického zaměření zkoumaných lokalit ukazuje obrázek 1. Z DMT jednotlivých lokalit je patrné, že sklon osypu je nejvyšší v blízkosti skalní stěny. Na všech lokalitách jeho hodnoty v těchto místech přesahují 35°. Na lokalitách Smrk_2 a Ropice si tento sklon drží osyp téměř na celé své ploše. Rozmístění stromů na osypech je na všech lokalitách více či méně pravidelné, pouze na osypech Smrk_1 a Ropice jsou v jejich středních částech výraznější absence stromů. Lesní cesty vedou vždy téměř paralelně s průběhem skalní stěny. Nejvíce je cesta vzdálena od stěny na Ropici (110 m), nejméně na Smrku_1 (60 m).

Na lokalitě Smrk_1 bylo zaměřeno celkem 56 stromů, což v poměru s porostlou plochou dává hustotu 651 stromů/ha. Na lokalitě Smrk_2 (51 stromů) a lokalitě Ropice (115 stromů) je hustota stromů podobná (256 resp. 240 stromů/ha), ale ve srovnání s první lokalitou méně jak poloviční (tab. 2).

Největší střední tloušťku kmene měly stromy na lokalitě Ropice (0,416 m), nejmenší pak na lokalitě Smrk_1 (0,265 m). Nejmenší průměrná velikost 20 náhodně vybraných úlomků byla opět na lokalitě Smrk_1 (0,3 m), největší pak na lokalitě Smrk_2 (0,8 m). Největší nalezený zřícený blok ze všech lokalit a průměrnou velikost úlomků na lokalitě Smrk_1 ukazuje obrázek 2. Základní údaje o průměru stromů a velikosti klastů shrnuje tabulka 2.

Tab. 2.

Vlastnosti stromů a úlomků na lokalitách
Trees and stone characteristics on localities

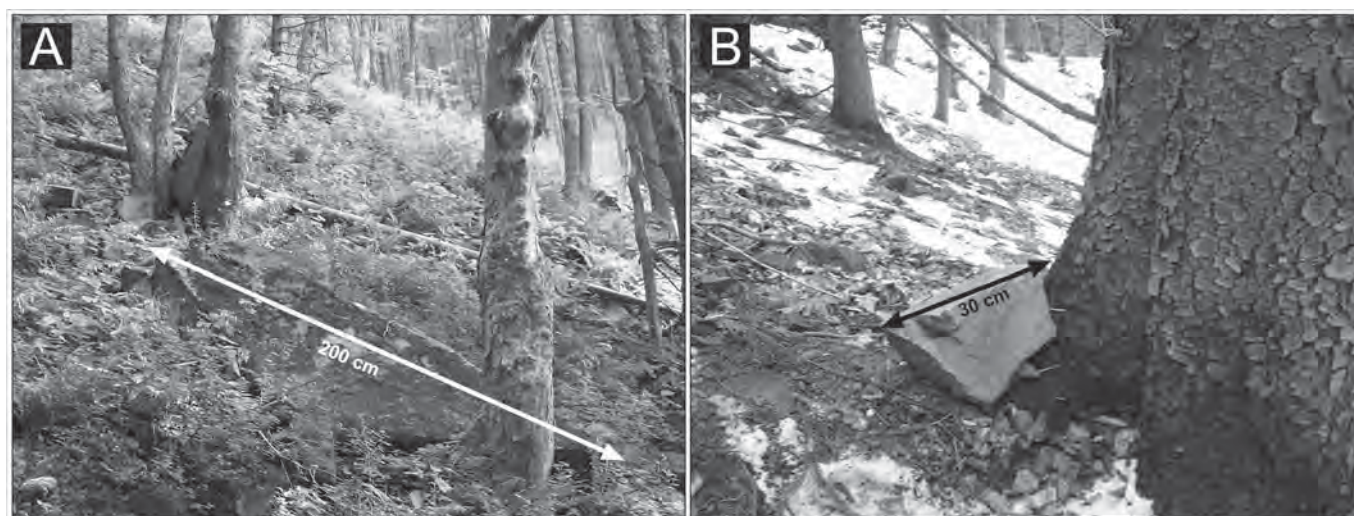
Lokalita/ Locality	Počet stromů/ Tree number	Plocha (m ²)/ Area	Hustota stromů/ Tree density	Průměrná šířka stromů (m)/ Mean tree diameter	Průměrná velikost úlomků (m)/ Mean stone diameter
Smrk_1	56	859	651/ha	0,265	0,3
Smrk_2	51	1720	256/ha	0,368	0,8
Ropice	115	4788	240/ha	0,416	0,7

MTFD

Při výpočtu střední vzdálenosti, kterou musí úlomek urazit, než se poprvé střetne s povrchem stromu, byla vypočítána z aktuálních dat o šířkách a počtech stromů v roce 2009. Průměrně veliký úlomek se na lokalitě Smrk_1 dostane do průměrné vzdálenosti 27 m. Na lokalitě Smrk_2 je to 29 m, a na lokalitě Ropice urazí 37 m od skalní stěny.

Tento stav tak platí v roce 2009 (tab. 3). Půjdeme-li však do minulosti, bude docházet k postupnému snižování průměrné šířky stromů na jednotlivých lokalitách, až nastane situace, kdy byl osyp potenciálně bez lesního porostu. Porovnáním MTFD z roku bez přítomnosti lesa na osypu se současným stavem umožňuje ověřit význam stromů při snižování průměrného dosahu pohybujících se úlomků. Při stanovení roku bez lesa na osypu se vycházelo z průměrných ročních přírůstků všech stromů na lokalitách. Na lokalitě Smrk_1 to byl rok 1962 s MTFD 50 m. Na lokalitě Smrk_2 to byl rok 1920 s MTFD 42 m. Na lokalitě Ropice byl osyp potenciálně bez lesa v roce 1895, kdy MTFD dosahovala hodnoty 59 m (tab. 3). Vývoj MTFD v čase s ohledem na růst stromů na osypu udává obrázek 3A.

Velikost MTFD samozřejmě závisí i na průměrné velikosti opadávajících klastů. K předešlým výpočtům byly použity průměrné hodnoty z 20 náhodně vybraných úlomků. V dalším postupu tak byla vypočtena MTFD pro různé velikosti úlomků v intervalech 0,1 m od minimální velikosti 0,1 m po největší zjištěný úlomek na jednotlivých lokalitách. Výsledky shrnuje tabulka 4. MTFD pro různé velikosti opadávajících úlomků zobrazuje obrázek 3B.



Obr. 2.

A – Největší zjištěný zřícený blok ze všech lokalit, B – Průměrná velikost úlomků na lokalitě Smrk_1

Fig. 2.

A – The largest block traced of all localities, B – Mean rock size on locality Smrk_1

Tab. 3.

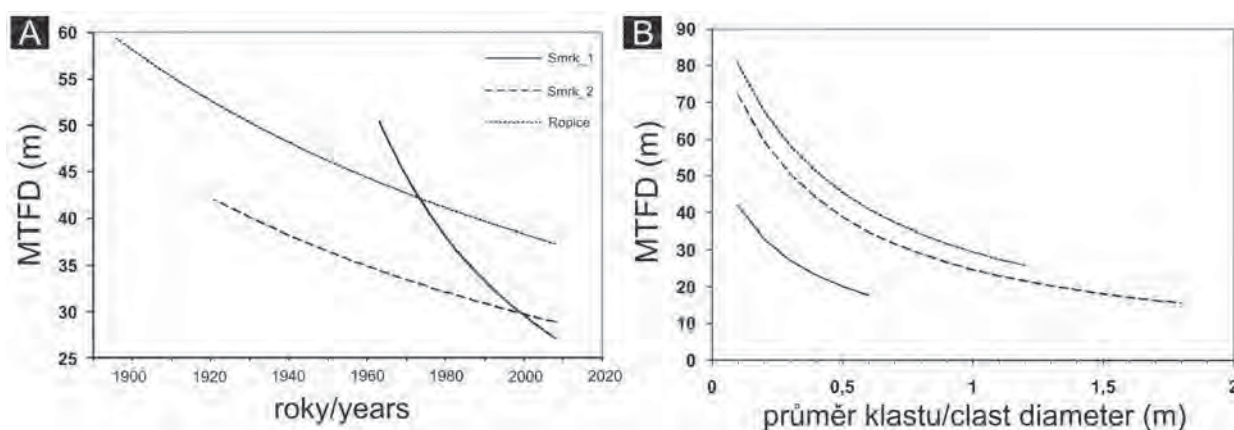
 Hodnoty MTFD v hraničních rocích výskytu lesa na osypech
 MTFD values at boundary years of forest occurrence on talus

Lokalita/ Locality	Vzdálenost cesty (m)/ Road distance	Průměrný roční přírůstek (m)/Mean year increment rate	MTFD 2009 (m)	Rok bez lesu/ Year without forest occurrence	MTFD bez lesu (m)/MTFD without forest	Vliv lesa (m)/ Forest influence
Smrk_1	60	0,0058	27	1962	50	23
Smrk_2	90	0,0042	29	1920	42	13
Ropice	110	0,0037	37	1895	59	22

Tab. 4.

 Hodnoty MTFD pro různě velké úlomky
 MTFD values of different rock sizes

Minimální velikost úlomku (m)/ Minimal rock size	MTFD při 0,1 m/ MTFD by 0.1 m	Maximální velikost úlomku (m)/Maximal rock size	MTFD při maximální velikosti úlomku (m)/ MTFD by maximal rock size	Rozdíl (m)/ Difference
0,1	42	0,6	17	25
0,1	72	2	14	58
0,1	80	1,2	25	65


Obr. 3.

A – časový vývoj MTFD za dobu kolonizace osypů lesem, B – Hodnoty MTFD pro různě velké úlomky

Fig. 3.

A – MTFD time development during talus forest colonization, B – MTFD values of different rock sizes

DISKUSE

Pro prostorovou vizualizaci jednotlivých lokalit byl vytvořen jejich digitální 3D model. Vysoký sklon svahu na všech lokalitách avizuje, že je zde vysoká pravděpodobnost velkého dosahu opadávajících úlomků. STOFFEL (2006) uvádí, že pohyb úlomků na svahu se zastaví až při poklesu sklonu pod 30°. Z obrázku 1 vyplývá i další zajímavý fakt. Evidentně nejnižší průměrný sklon svahu je na lokalitě Smrk_1. Při porovnání s hustotou stromů na osypech je evidentní, že na nejméně příkrém osypu je hustota stromů více jak dvojnásobná než na strmějších lokalitách. Je to pravděpodobně způsobeno lepšími ekologickými podmínkami na relativně stabilnějším podloží a nižší dynamikou opadávajících úlomků, které působí jako významný disturbanční faktor na příkrřejším svahu (SCHWEINGRUBER 1996). Nejnižší koncentrace stromů v jinak relativně pravidelném rozložení je na nejpříkrřejší části

osypu a pod místem nejvyšší části stěny na lokalitách Smrk_1 a Ropice. V těchto místech lze obecně předpokládat nejvyšší intenzitu skalního říční (SCHNEUWLY, STOFFEL 2008), které zde pravděpodobně hustotu stromů výrazně eliminovalo. Je tedy otázkou, zda by cílená výsadba stromů v těchto místech měla šanci se udržet a fungovat jako ochranné opatření. V případě, že ano, pak se jako vhodné řešení nabízí pravidelná výsadba stromů do čtvercových nebo trojúhelníkových sponů (ŠMELKO et al. 1992) tak, aby byla maximálně pokryta šíře transportní a akumulací zóny skalního říční. Avšak pro extrémně exponovaná místa dopadu úlomků se jeví jako výhodnější řešení pasivní rozmístění pokácených kmenů (DORREN et al. 2005).

Porovnáním vzdáleností cest od zdrojů skalního říční na jednotlivých lokalitách s vypočtenou MTFD je patrné, že v současnosti jsou

tyto cesty relativně dobře chráněny před účinky skalního řízení. Na všech lokalitách nedosahuje průměrný dosah padajících úlomků ani do poloviny vzdálenosti cest od skalních stěn. Není však jasné, zda je tento fakt způsoben výlučně vlivem lesa, nebo zda se jedná o přirozený stav způsobený celkovou morfologií lokalit. Podíváme-li se tak na hodnoty MTFD při potenciálně bezlesém povrchu osypů, je jasné, že hodnoty jsou daleko vyšší, ovšem ani v tomto případě nepřesahují vzdálenosti cest od skalních stěn. Zdá se tedy, že cesty jsou přirozeně v dostatečné vzdálenosti, aby nemohly být poškozeny opadávajícími úlomky. Vliv lesa na snížení dosahu padajících úlomků je však zcela evidentní. Vzdálenost, kterou padající úlomek potenciálně urazí na bezlesém osypu, se vlivem současného stavu zalesnění snížila téměř o polovinu (maximálně na lokalitě Smrk_1 – snížení o 46 %).

Toto jsou ovšem pouze orientační výpočty představující hrubý náhled na problematiku. Ve skutečnosti závisí skutečné snížení vzdálenosti dopadu i na prostorovém rozmístění stromů. Nelze rovněž předpokládat homogenní velikost úlomků. Z výpočtu MTFD pro maximální velikostní rozpětí úlomků na jednotlivých lokalitách jsou evidentní velké výkyvy v dosahu. Ovšem ani pro nejmenší uvažované úlomky (0,1 m) jejich potenciální dosah nezasahuje až na cesty. Dále je nutné poznamenat, že vypočtené MTFD jsou ve skutečnosti delší, protože první kontakt pohybujícího se úlomku se stromem nemusí nutně znamenat zastavení úlomku. Naopak, většinou dojde především ke změně jeho trajektorie, ovšem za výrazného snížení jeho dynamické energie (STOFFEL 2006).

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že v současnosti jsou cesty na všech lokalitách relativně v bezpečí před negativními vlivy skalního řízení. Existence lesního porostu v transportních a akumulacích zónách pohybujících se úlomků však výrazně snižuje jejich dosah. Výsadbu stromů na podobných lokalitách je tak možné doporučit. Stromy by měly být pravidelně rozmístěny a neměly by se výrazněji zakrývat. Na místech nejvyšší intenzity skalního řízení pod nejvyššími částmi skalních stěn a na nejprudších místech osypu je realizace osázení velmi komplikovaná a tak zde lze doporučit rozmístění pokácených kmenů, které rovněž plní významnou funkci ochrany před skalním řízením.

Poděkování:

Příspěvek vznikl za podpory projektu Grantové agentury ČR č. P209/10/0309 „Vliv historických klimatických a hydrometeorologických extrémů na svahové a fluvialní procesy v oblasti Západních Beskyd a jejich předpolí“.

LITERATURA

- BRAUNER S., WEINMEISTER W., AGNERA P., VOSPERNIK S., HOESLE B. 2005. Forest management decision support for evaluating forest protection effects against rockfall. *Forest Ecology and Management*, 207: 75-85.
- DORREN L. K. A., MAIER B., PUTTERS U. S., SEIJMONSBERGEN A. C. 2004. Combining field and modelling techniques to assess rockfall dynamics on a protection forest hillslope in the European Alps. *Geomorphology*, 57: 151-167.
- DORREN L. K. A., BERGER F., HIR C., HERMIN E., TARIF P. 2005. Mechanisms, effects and implications of rockfall in forests. *Forest Ecology and Management*, 215: 183-195.
- HAWLEY J. G., DYMOND J. R. 1988. How much do trees reduce landsliding? *Journal of Soil and Water Conservation*, 43: 495-498.
- JANCKE O., DORREN L. K. A., BERGER F., FUHR M., KÖHL M. 2009. Implications of coppice stand characteristics on the rockfall protection function. *Forest Ecology and Management*, 259: 124-131.
- KUBÍNY D., LINDEROVÁ R. 1983. Vplyv zosuvných a tektonických porúch na sprístupnenie porastov a ich kvalitu. Bratislava, *Príroda*: 101 s.
- PERRET S., DOLF F., KEINHOLZ H. 2004. Rockfall into forests: analysis and simulation of rockfall trajectories – considerations with respect to mountainous forests in Switzerland. *Landslides*, 1: 123-130.
- PERRET S., STOFFEL M., KIENHOLZ H. 2006. Spatial and temporal rockfall activity in a forest stand in the Swiss Prealps. A dendrogeomorphological case study. *Geomorphology*, 74: 219-231.
- SCHNEUWLY D. M., STOFFEL M. 2008. Spatial analysis of rockfall activity, bounce heights and geomorphic changes over the last 50 years. A case study using dendrogeomorphology. *Geomorphology*, 102: 522-531.
- SCHWEINGRUBER F. H. 1996. Tree rings and environment dendroecology. Bern, Haupt: 609 s.
- SOUČEK J., KRIEGLER H., NÁROVEC V., ŠACH F. 2010. Obnova lesa na lokalitách ohrožených intraskeletovou erozí. Recenzovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 35 s.
- STOFFEL M. 2006. A review of studies dealing with tree rings and rockfall activity: The role of dendrogeomorphology in natural hazard research. *Natural Hazards*, 39: 51-70.
- STOFFEL M., WEHRLI A., KÜHNE R., DORREN L. K. A., PERRET S., KIENHOLZ H. 2006. Assessing the protective effect of mountain forests against rockfall using a 3D simulation model. *Forest Ecology and Management*, 225: 113-122.
- ŠMELKO Š., WENK G., ANTANAITIS V. 1992. Rast, štruktúra a produkcia lesa. Bratislava, *Príroda*: 342 s.
- WOLTJER M., RAMMER W., BRAUNER M., SEIDL R., MOHREN G. M. J., LEXER M. J. 2008. Coupling a 3D patch model and a rockfall module to assess rockfall protection in mountain forests. *Journal of Environmental Management*, 87: 373-388.

PROTECTION ROLE OF FOREST STAND AGAINST ROCKFALL (CASE STUDY FROM THE MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY MTS.)

SUMMARY

Rockfall is one of the most dangerous geomorphologic processes. It affects common roads and buildings as well. Therefore, protection against this phenomenon is very important especially in the most affected areas. Ecoengineering precautions are the most financially undemanding. They use ecological processes in the combination with engineering arrangement (DORREN et al. 2005). Strategic planting of trees on slopes is one of the passive protection precautions. In this contribution, results of forest protection role are analyzed on three different localities in the Moravskoslezské Beskydy Mts.

The first two localities are situated on the western slope of massive Smrk Mt. (1,276 m). The third locality is on the northern slope of Ropice Mt. (1,082 m). There are presented rock faces from which clasts fall on all of the localities that develop debris talis at the foot of rock faces. Talis are mostly colonized by full-grown forest stand.

Geodetic survey was done on all localities and their digital models (DMT) were created. Tree diameters were computed from their measured perimeters. Tree age was determined from increment cores taken by Pressler increment borer. Research was focused on increasing transport distance of rocks from rock faces under influence of forest stand. Base formula was relationship which indicates mean rock transport distance from rock face before its first hit to trees stem (MTFD (m) – Mean Tree Free Distance) (PERRET et al. 2004).

Results show important influence of forest stand on range of falling rocks. Effect of forest stand is almost 50% (maximal by locality Smrk_1 – 46%) if we compare actual state of forest (2009) with state without forest. But roads under rock faces would not be theoretically hit by rock even when forest is absent. Distance range of rocks of different sizes on individual localities is relatively considerable. But either the smallest possible rocks (0,1 m) would not hit up to road today. Presence of forest stand is then very positive factor increasing distance of falling rocks. Presence of trees on localities where rocks could potentially hit the roads is decidedly contributive although the falling rock hit no road on any of investigated localities. It is important to consider spatial placement of trees in planning of planting as well, especially due to possible shield effect of individual trees. It can be recommended placement of felled trees on the steepest places of talus with the most intensive rockfalling. This arrangement works as positive factor which increases distance of falling rocks as well.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

RNDr. Karel Šilhán, Ph.D., Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita
Chittussiho 10, 710 00 Ostrava - Slezská Ostrava, Česká republika
tel.: 597 092 358; e-mail: karel.silhan@osu.cz

ÚČETNÍ, DAŇOVÉ A FINANČNÍ ASPEKTY TVORBY A ČERPÁNÍ REZERV NA PĚSTEBNÍ ČINNOST

ACCOUNTING, FINANCIAL AND TAX ASPECTS OF CREATING RESERVES AND CULTIVATION ACTIVITIES

DALIBOR ŠAFAŘÍK – ROMAN DUDÍK – PETRA HLAVÁČKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

ABSTRACT

According to the Act on Reserves No. 593/1992 Coll. (AR), for ascertaining the income tax basis owners of forests in the Czech Republic can create a reserve for cultivation activities that are an acceptable expense (costs) according to Income Tax Act (ITA). The issue of reserves for cultivation activities for forest management is quite complicated and disputable. The important aspect in terms of AR and the financial management of the forest enterprise is the obligation to deposit financial resources equal to the reserves created according to Section 9 in a special blocked account in the bank. Depositing financial funds from the viewpoint of the Czech tax administration, financial institutions and the useful framework of creating reserves as well as the relation to the financial management of the forest enterprise is discussed in this paper.

Klíčová slova: rezerva na pěstební činnost, vázaný účet, výnosy z peněžních prostředků, daň z příjmu

Key words: reserve for cultivation activities, blocked account, revenues from financial funds, income tax (on profit)

ÚVOD

Vlastníci lesů v České republice mohou podle zákona č. 593/1992 Sb., o rezervách pro zjištění základu daně z příjmů, ve znění pozdějších předpisů (ZoR) vytvářet rezervu na pěstební činnost, která je uznatelným výdajem (nákladem) podle zákona o daních z příjmů (ZDP). Obecným významem tvorby rezerv je překonat časový nesoulad mezi výnosy (příjmy) z určité činnosti a následnými náklady (výdaji), zpravidla vynakládanými s určitým časovým odstupem. V případě rezerv na pěstební činnost tedy mezi příjmy z těžby dříví a následnými nezbytně nutnými náklady na pěstební činnost, spojenými s obnovou a výchovou lesních kultur a porostů. Významným aspektem z pohledu ZoR a finančního řízení lesního podniku je povinnost ukládat peněžní prostředky ve výši rezerv tvořených podle § 9 na zvláštní vázaný účet v bance. ZoR v § 10a uvádí povinnost ukládat peněžní prostředky ve výši rezerv tvořených podle § 9 a § 10 na samostatný účet (dále též „zvláštní vázaný účet“) v bance se sídlem na území České republiky. Jelikož ZoR dále detailněji nevymezuje pojem „zvláštní vázaný účet“, banky v nabídce svých produktů vymezují tento pojem různě a rovněž, že proces ukládání peněžních prostředků podniku je předmětem podnikového finančního řízení, byly tyto skutečnosti podrobeny detailnějšímu šetření, zejména dotazováním zainteresovaných stran. Cílem příspěvku je upřesnit některé výkladové nejasnosti týkající se ukládání peněžních prostředků ve výši rezerv podle ZoR a souvisejícího čerpání těchto peněžních prostředků. Výstupy jsou použitelné pro všechny lesní podniky účelně tvořící a čerpající rezervy na pěstební činnost.

MATERIÁL A METODIKA

Pro detailní identifikaci a analýzu účetních a daňových aspektů bylo nutné nejdříve prostudovat legislativní předpisy upravující tvorbu

a čerpání rezerv, zejména zákon o rezervách č. 593/1992 Sb., vyhlášku č. 500/2002 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví, České účetní standardy pro účetní jednotky, které účtují podle vyhlášky 500/2002 Sb., zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů (ZDP) a v neposlední řadě zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů. V literatuře publikované k tomuto tématu pojednávají JANÁSEK a KUPČÁK 2009 o tvorbě a čerpání rezerv z účetního a auditorského pohledu. Jelikož ZoR ve znění §10a dále detailněji nespecifikuje pojem „vázaný účet“ ani např. ve vazbě na některé bankovní produkty označené jako vázané účty, byl vznesen dotaz na Odbor 39 – Metodika a výkon daní z příjmů Ministerstva financí ČR, Ústřední finanční a daňové ředitelství – ve smyslu možnosti využít ke splnění zákonné povinnosti uložení peněžních prostředků některé specifické bankovní produkty, např. krátkodobá bankovní depozita a depozitní směnky. Tento dotaz byl veden domněnkou, že smyslem a účelem příslušného ustanovení zákona o rezervách nemohlo být, aby poplatník byl nucen deponovat zpravidla významnou peněžní částku na druhu bankovního produktu – vázaném účtu tak, jak jej definují a v portfoliu svých produktů nabízejí finanční instituce (banky).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Aspekty účetní a daňové

Pěstební činností se pro účely ZoR rozumí obnova lesa a veškeré výchovné činnosti prováděné v porostech do 40 let jejich věku, ochrana lesa a opatření k obnově porostů s nevhodnou nebo náhradní dřevinnou skladbou. Rezervu lze tvořit a čerpat jen na výkony uvedené v příloze zákona.

Výkony uznané jako výdaj (náklad) pro tvorbu rezervy na péstební činnost jsou:

1. Obnova lesa výsevem osiva
 - a) první výsev osiva
 - b) opakovaný výsev osiva
2. Obnova lesa sadbou
 - a) první sadba,
 - b) opakovaná sadba
3. Příprava půdy pro obnovu lesa
 - a) příprava půdy pro přirozenou obnovu lesa,
 - b) příprava půdy pro obnovu lesa výsevem osiva,
 - c) příprava půdy pro obnovu lesa sadbou
4. Ošetřování dřevin mladých lesních porostů
5. Mechanická a chemická ochrana mladých lesních porostů proti zvěři
6. Zřizování oplocenek při oplocování mladých lesních porostů
7. Ochrana mladých lesních porostů ostatní
 - a) proti buňení,
 - b) proti hlodavcům,
 - c) proti klikorohu borovému,
 - d) výsek plevelných dřevin
8. Prořezávky, prostřihávky a výkony spojené s vytvořením rozčleňovací linie
9. Ochrana lesa proti zvěři mechanická, chemická, údržba a opravy oplocenek
10. Ochrana lesa proti hmyzím škůdcům
11. Hnojení lesních porostů
12. Vyvětvování lesních porostů
13. Odstraňování klestu
14. Probírky do 40 let věku lesních porostů
15. Opatření k obnově porostů s nevhodnou nebo náhradní dřevinou skladbou

Rezervu na péstební činnost, která je výdajem (nákladem) na dosažení, zajištění a udržení příjmů, mohou v období, za které se podává daňové přiznání, vytvářet poplatníci daně z příjmů, kteří jsou povinni podle ustanovení zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (ZoL) provádět obnovu, ochranu a výchovu lesních porostů.

Rezerva na péstební činnost se vytváří podle výše vytěženého objemu dřevní hmoty v m³. Výši této rezervy si poplatník stanoví sám dle plánů péstební činnosti v rozpočtu nákladů na péstební činnost (v návaznosti na opatření LHP, resp. příslušná ustanovení ZoL). Rezerva se čerpá při realizaci prací péstební činnosti, a pokud tyto práce nejsou realizovány v rozpočtovém objemu, rezerva se zruší. O použití rezerv nebo jejich zrušení se nyní dle Českého účetního standardu č. 004 účtuje na vrub příslušného účtu účtové skupiny – 45 Rezervy, se souvztahným zápisem ve prospěch příslušného účtu nákladů účtové skupiny 55 – Odpisy, rezervy (viz bod 4.2. Standardu).

Rezervu na péstební činnost mohou (ale nemusí) tvořit vlastníci lesa. Zákodárce výše uvedeným sleduje cíl, aby poplatníkovi v roce těžby nebyly formou daně z příjmů odčerpány finanční prostředky, které v následujících letech musí postupně vynakládat na obnovu lesa, ochranu a zajištění kultury a výchovu lesních porostů. Umožňuje, aby podíl těchto péstebních nákladů vztahený k 1 m³ vytěženého dříví mohl formou daňové účinné rezervy postavit jako nákladovou položku k příjmům za vytěžené dříví a tím snížit základ pro výpočet daně z příjmů. Základní schéma tvorby a čerpání rezervy je tedy následující: Porost je v roce 0 vytěžen, resp. zpracován kalamitní dříví a toto dříví je prodáno. K tržbám za dříví dává zákon možnost postavit protipoložku rezervy na péstební činnost, která se kalkuluje (rozpočtuje) na

všechny potřebné výkony prováděné v následném porostu a vztáhne se (jako podíl na 1 m³ vytěženého dříví) k celkové výši těžby v daném zdaňovacím období. Tato kalkulace by měla mít podobu inventární karty rezervy s výčtem rozsahu a nákladů na jednotlivé výkony péstební činnosti. V následujících (maximálně 40 letech) je rezerva postupně čerpána a její případná nevyčerpaná část by po tomto období měla být zúčtována do výnosů. Poněkud jiná situace vzniká v celém souboru porostů, které tvoří lesní majetek. Pokud výše těžby dříví na tomto majetku příliš nekolísá a nemění se ani těžbou vyvolaný objem péstební činnosti (zejména v důsledku kalamit či jiných mimořádných těžeb), je dle některých názorů (JANÁSEK, KUPČÁK 2009) zbytečné rezervu na péstební činnost využívat, protože se zde ztrácí její smysl, totiž kompenzovat zčásti nerovnoměrnost tvorby výnosů a časový posun nákladů.

Tvorba rezervy za celý lesní hospodářský celek (LHC) dle výše těžby a zprůměrovaných nákladů péstební činnosti na 1 m³ a její čerpání dle skutečně vynaložených nákladů na péstební činnost rovněž za LHC nemá opodstatnění a oporu v zákonu. Rovněž způsob práce s rezervou, kdy ji v jednom roce vlastník lesa vytvoří a v roce následujícím ji ve stejné výši zúčtuje do výnosů, postrádá své opodstatnění co do dikce zákona, nýbrž i svou ekonomickou podstatu – vyrovnávání nerovnoměrnosti ve výnosech a nákladech. Takto pojatá rezerva nemá své praktické opodstatnění. I pro největší lesní majetky s vyrovnaným hospodařením může ovšem mít rezerva na péstební činnost smysl z věcného a finančního hlediska v případě, kdy je tento majetek zasážen kalamitou velkého rozsahu. V tomto případě pak následně dochází k výkyvům ve struktuře a rozsahu výrobních operací mezi jednotlivými roky, a tedy i k výkyvům cenovým a ekonomickým.

Aspekty finanční

Principem vázaných (jistotních) účtů je garance vázání peněžních prostředků na účtu až do doby, než budou splněny všechny podmínky, na kterých se dohodly smluvní strany, prostřednictvím třetí strany (banky). Vklady na typech vázaných (jistotních) účtů bývají zpravidla úročeny velmi nízkou úrokovou sazbou, což zejména v dnešní době může zvyšovat kreditní riziko nesené poplatníkem.

Dle podrobnějšího rozkladu Ústředního finančního a daňového ředitelství MF ČR (ze dne 11. 10. 2010, Č. j. 10/94150/2010/2591 IK) musí poplatník podle § 10a, odst. 1 zajistit čerpání peněžních prostředků pouze na účely, na které byly rezervy vytvořeny, s výjimkou uvedenou v odstavci 4 §10a ZoR (týká se rezerv vytvořených podle horního zákona). Pro daňové účely je v souvislosti s deponováním daňových rezerv významné, že:

- vystavení depozitní směnky lze u banky považovat za poskytování služeb komerčního bankovníctví, liší se však od ukládání zdrojů vkladatelů na účet;
- depozitní směnka obecně nepředstavuje depozitum zdrojů na účtu klienta. Jde o cenný papír upravený zákonem č.191/1950 Sb., směnečným a šekovým, tedy na rozdíl od depozita na účtu se na směnku jako cenný papír vztahuje zákon o cenných papírech;
- depozitní směnku je nezbytné považovat za instrument peněžního trhu, a proto směnku nelze nikdy zcela ztotožnit s uložením peněžních prostředků na účet v bance;
- v souvislosti se smenkou se pozice vkladatele mění: vkladatel přestává být vlastníkem peněžních prostředků deponovaných na svém bankovním účtu a dostává se do pozice osoby financující banku (věřitele);
- se smenkou lze prakticky libovolně nakládat a lze ji například rubopisem převést na jinou osobu. Tím dochází i k převodu zdrojů. Depozitní směnka tedy nepředstavuje pojištěný majetek zákazníka.

Z výše uvedeného je zřejmé, že depozitní směnku je třeba považovat za instrument peněžního trhu podle § 8a odst. 1 písm. c) zákona o cenách papírech. Vklady na účtech se řídí jinými pravidly. Depozitní směnky nelze považovat za peněžní prostředky poplatníka uložené ve výši daňových rezerv na samostatném účtu v bance. Peněžní prostředky deponované na účtu ve výši daňových rezerv lze v souladu se ZoR čerpat pouze na účely, na které byly rezervy vytvořeny.

1. Úrokové výnosy z prostředků rezerv na zvláštním vázaném účtu

Podle ustanovení § 10a odst. 1 ZoR lze na zvláštní vázaný účet ukládat kromě samotných prostředků rezerv rovněž výnosy z prostředků těchto rezerv. Ty zákon definuje jako výnosy z peněžních prostředků vázaných na zvláštním účtu. Výnosy z peněžních prostředků na zvláštním vázaném účtu jsou přitom osvobozeny od daně podle § 4 odst. 1 písm. zm) a § 19 odst. 1 písm. zl) zákona o daních z příjmů, stanou-li se příjmem zvláštního vázaného účtu podle ZoR. Pokud poplatník opakovaně převádí na zvláštní vázaný účet částku ve výši vytvořených rezerv, čerpání peněžních prostředků na účel, pro který byly rezervy vytvořeny, je nižší než vklad a tyto prostředky jsou na příslušném účtu dále úročeny, může nastat situace, kdy zůstatek zvláštního vázaného účtu převyšuje celkový stav vytvořených rezerv. V tomto případě by neměl být v rozporu s právními předpisy postup, kdy poplatník o částku připísaného úroku sníží částku převáděnou na zvláštní účet v dalším období. Alternativně lze s bankou dohodnout, aby úroky z prostředků uložených na zvláštním vázaném účtu nezvyšovaly zůstatek tohoto účtu, ale byly bankou připisovány na jiný (např. běžný) účet poplatníka. V takovém případě tyto výnosy nelze osvobodit od daně z příjmů, zároveň však nebudou vázány na účel tvorby rezervy a poplatník je může použít volně podle svého uvážení.

ZoR však v § 10a odst. 2 písm. a) stanoví, že tvorba rezerv je daňově uznatelným nákladem, pouze pokud budou peněžní prostředky ve výši zaúčtované tvorby rezervy převedeny na zvláštní vázaný účet nejpozději do termínu podání daňového přiznání.

2. Čerpání výnosů z prostředků rezerv na zvláštním vázaném účtu

Ze skutečností uvedených v předchozím bodě vyplývá, že pokud budou výnosy z prostředků na zvláštním vázaném účtu připisovány na tento účet, lze o jejich výši snížit částku peněžních prostředků převáděných, respektive deponovaných na zvláštním vázaném účtu. Tak bude docíleno stavu, kdy zůstatek zvláštního vázaného účtu bude přesně odpovídat výši vytvořených rezerv.

Dle výsledku konzultací se spolupracujícími auditory Komerční banky lze peněžní prostředky ve výši rezerv podle § 9 ZoR vést následovně:

- účetní jednotka založí zvláštní běžný účet, kde uloží finanční prostředky po dobu tvorby rezervy a musí prokázat, že je nepoužila pro jiné účely než pro rezervu;
- doporučuje se založit spořicí či termínovaný vklad s příslušnými parametry tak, aby navazovaly potřebu zdrojů na případné čerpání, tzn. aby účetní jednotka mohla průběžně převádět finanční zdroje. Výši konkrétní úrokové sazby pak banka nabídne klientovi dle výše záměru deponovat peněžní prostředky na tomto druhu samostatného účtu. Obdobné stanovisko zastávají i pracovníci dalších obchodních bank (Raiffeisenbank, České spořitelny, ČSOB).

ZÁVĚR

Tvorba rezerv na péstební činnost podle § 9 ZoR a nakládání s peněžními prostředky podle § 10a ZoR je standardním nástrojem ve finančním řízení lesních podniků. Velký význam má u lesních podniků vlastních lesních pozemky a lesní porosty, či mající tyto pozemky a porosty v nájmu v případě, kdy je tento lesní majetek zasažen či opakovaně zasahován mimořádnými událostmi – kalamitami. V této souvislosti je významně ovlivněna vyrovnanost ekonomického a finančního hospodaření lesního podniku. Hospodaření s peněžními prostředky získanými neplánovanou realizací dřevní hmoty je nutné účelně rozvrhnout do časového rámce obnovy, péče a výchovy lesních porostů specifikovaného v LHP, projektech péstebních opatření, respektive vymezenou maximální dobou 40 let. Při hospodaření s peněžními prostředky ve výši vytvořených rezerv je nutné vnímat výše popsané aspekty a stanoviska, respektive lze využít některé pohledy zainteresovaných stran.

Poděkování:

Příspěvek je součástí prací na dílčím výzkumném záměru MSM 6215648902 02/02/02.

LITERATURA

České účetní standardy pro účetní jednotky, které účtují podle vyhlášky 500/2002 Sb.

JANÁSEK M., KUPČÁK V. 2009. Vybrané účetní a daňové aspekty v lesním hospodářství. Auditor, 16(6): 11-26.

Ministerstvo financí, 21. 10. 2010, Zápis z jednání Koordinačního výboru s Komorou daňových poradců ČR, Praha, s. 14-22, Příspěvek 279/24.06.09.

Ministerstvo financí – Ústřední finanční a daňové ředitelství, Odbor 39 – Metodika a výkon daní, 11. 10. 2010, Depozitní směnka ve vztahu k povinnosti ukládat zdroje daňových rezerv – stanovisko k odbornému dotazu, Praha, Č. j. 10/94150/2010/2591 IK.

Vyhláška č. 500/2002 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví.

Zákon č. 191/1950 Sb., zákon směnečný a šekový; v platném znění.

Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů; v platném znění.

Zákon o rezervách č. 593/1992 Sb. pro zjištění základu daně z příjmů; v platném znění.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů; v platném znění.

ACCOUNTING, FINANCIAL AND TAX ASPECTS OF CREATING RESERVES AND CULTIVATION ACTIVITIES

SUMMARY

Owners of forests in the Czech Republic can create a reserve for planting according to Act No. 593/1992 Coll. (AR), on reserves for ascertaining an income tax basis, as amended by later regulations, which is an acceptable cost (expense) according to the Income Tax Act (ITA). The purpose of the creation of a reserve for planting is to overcome the time discord between revenues (incomes) from the sale of exploited wood and consequent costs (expenses) for planting related to the restoration and development of forest cultures and plants. The important aspect in terms of AR and the financial management of the forest enterprise is the obligation to deposit financial means at the level of reserves created according to Section 9 to a designated account in the bank. The objective of the paper is to provide some interpretation regarding queries on depositing financial funds at the level of reserves according to AR and the related use of these financial funds because AR does not specify in detail the term "special blocked account". The issue was consulted with Department 39 – Methodology and execution of income taxes of the Ministry of Finance of the Czech Republic – Central financial and tax headquarters, pursuant to the option to use for the fulfilment of the legal obligation to deposit financial funds with the use of various bank products, e.g. short-term bank deposits and deposit bills, because deposits for types of designated accounts as a rule bear a very low interest rate which, particularly today, may increase the risk on the part of the payer. The planting, for the purpose of AR means the restoration of the forest and all development activities performed in growth up to 40 years of age, protection of the forest and measures for growth restoration with an improper or alternative composition of wood. It is possible to create a reserve and to use it as described in the Amendment to the Act. The lawmaker follows, via the above mentioned activities, the objective that financial funds are not decreased for the payer in the year of exploitation in the form of income tax which in the following years must be gradually spent on the restoration of the forest, protection and ensuring plants and the development of forest growth. It is necessary to consider the deposit bill from the viewpoint of the cash management of funds created at the level of reserve as a monetary market instrument according to Section 8a, par. 1 letter c) of the Securities Act. Deposits on accounts are managed by other rules. Financial funds deposited on accounts at the level of tax reserves can be used in accordance with AR only for the purposes for which they were created. Short-term bank draft deposits cannot be used for the fulfilment of the obligation to deposit financial funds at the level of reserves according to AR. The creation of reserves for planting according to Section 9 of AR and using financial funds according to Section 10a of AR is standard tool used in the financial management of forest enterprises. It is a very important fact that forest enterprises owning forest land and forest stand regardless of whether this land and growth is leased and in the case that these forest assets were affected or are repeatedly affected by extraordinary events – disasters. In this relation, the balance of the economic and financial management of the forest enterprise is important. The management of financial funds achieved by the unplanned sale of wood must be purposefully allocated into the time framework of the restoration, care and development of forest stand specified in the forest management plans, projects for planting measures or stated for a maximum period of 40 years. In the maximum possible rate it is possible to use individual interest rates offered by the bank to the client according to the level of the intention to deposit financial funds in a specific type of independent account.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Dalibor Šafařík, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta,
Ústav lesnické a dřevařské ekonomiky a politiky
Zemědělská 3, 613 00 Brno
tel.: 545 134 072; e-mail: dalibor.safarik@mendelu.cz

MITCHELL M. J., LOVETT G., BAILEY S. et al.:

COMPARISONS OF WATERSHED SULFUR BUDGETS IN SOUTHEAST CANADA AND NORTHEAST US: NEW APPROACHES AND IMPLICATIONS[Srovnání množství síry v povodích jihovýchodní Kanady a severovýchodních USA: nové přístupy a doporučení]. *Biogeochemistry*, 103, 2011, č. 1/3, s. 181-207

Větší část severoamerického kontinentu je ovlivňována zvýšenou atmosférickou depozicí síry (S) způsobenou antropogenními emisemi SO_2 , jež vznikají spalováním fosilních paliv. Atmosférická depozice S již v tomto regionu acidifikovala terestrické a vodní ekosystémy, které jsou vůči těmto vstupům citlivé. Nicméně od 70. let se depozice snižuje, což vede k určitému ozdravení dříve acidifikovaných vodních ekosystémů. Přesná bilance množství S v povodí pomáhá vyhodnotit, do jaké míry je atmosférická depozice S zadržena v ekosystémech a zda zdroje vnitřního cyklu a biogeochemické procesy mohou ovlivňovat rychlost zlepšování stavu z důvodu klesající atmosférické zátěže tohoto prvku. Studie hodnotí bilanci množství S na 15 stanovištích s povodími v JV Kanadě a SV USA v období 1985 – 2002. Změny v množství síry v povodích jsou pravděpodobně největší v povodích s rozsáhlými mokřady, které jsou citlivé vůči cyklům vysychání a zamokřování. Pouze u malého počtu analyzovaných povodí pocházely významné zdroje síry z procesu zvětrávání minerálů, naopak u většiny z nich byl prokázán vliv vnějších zdrojů SO_4^{2-} . Síra v mineralizované formě pochází pravděpodobně z organické hmoty, ve které byla uložena během desítek let zvýšené depozice. V důsledku této mobilizace je z těchto stanovišť vodními toky odplavováno 1 – 6 kg S na hektar za rok a je tak ovlivňováno tempo a míra zotavení po acidifikaci, protože depozice síry se v posledních letech snížila. Tento vnitřní zdroj síry by měl být zohledněn při konstrukci kritických zátěží pomáhajících hodnotit proces zotavení ekosystému z acidifikace a při hodnocení ztráty živinových kationů v jihovýchodní Kanadě a severovýchodních USA.

SONNTAG-ÖSTRÖM E., NORDIN M., JÄRVHOLM L. S. et al.:

CAN THE BOREAL FOREST BE USED FOR REHABILITATION AND RECOVERY FROM STRESS-RELATED EXHAUSTION? A PILOT STUDY[Může být severský les využíván pro rehabilitaci a zotavení z vyčerpání způsobeného stresem? Pilotní studie]. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26, 2011, č. 3, s. 245-256

Obecně se předpokládá, že lidé trpící psychickým vyčerpáním se zotavují lépe v prostředí, které nevyžaduje soustředěnou pozornost. Autoři se v této pilotní studii zabývají hypotézou o příznivém vlivu lesů na regeneraci organismu a zkoumají, zda severský les severního Švédska může být vhodným prostředím pro regeneraci organismu vyčerpaného v důsledku stresové zátěže. Celkem šesti účastníkům trpícím touto poruchou byly dvakrát týdně po dobu 11 týdnů nabídnuty návštěvy různých lesních prostředí: borového lesa, smíšeného lesa, smrkového lesa, lesa u jezera, lesa s malým potokem a skalními výchozy. Účastníci si předem vybrali jedno určité prostředí, přičemž jejich duševní stav byl hodnocen vždy před a po návštěvě. Autoři studie provedli po 22 návštěvách rozhovory s respondenty, zaměřené na jejich dojmy z pobývání v lese. Jako pozitivní uzdravující faktor byla definována samota a prosvětlené lesní prostředí. Přes omezené množství dat

výsledky šetření ukázaly, že pobyty v lese mají významně pozitivní dopad na duševní stav účastníků. Výsledky rozhovorů také naznačily použitelnost tohoto konceptu i pro rozsáhlejší studie založené na náhodném výběru. Zároveň z nich vyplynula skutečnost, že právě různá lesní prostředí – včetně možnosti pobytu o samotě – mají podstatný vliv na uspokojení individuálních preferencí účastníků.

ØKLAND B., ERBILGIN N., SKARPAAS O. et al.:

INTER-SPECIES INTERACTIONS AND ECOSYSTEM EFFECTS OF NON-INDIGENOUS INVASIVE AND NATIVE TREE-KILLING BARK BEETLES[Mezidruhové interakce a ekosystémové vlivy nepůvodních, invazivních a původních dřevin usmrcujících kůrovců]. *Biological Invasions*, 13, 2011, č. 5, s. 1151-1164

Časté gradace kůrovců mají dopad na biomy severských lesů a lesů mírného pásu po celém světě. Navzdory častému zachycení při celních prohlídkách se nejvíce agresivním severoamerickým a euroasijským kůrovcům rodů *Ips* a *Dendroctonus* dosud nepodařilo uchytit mimo jejich původní kontinenty. Výsledky experimentů autorů studie ukazují, že *Ips typographus* se dokáže rozmnožovat na šesti druzích amerických smrků: smrku Engelmannovu, smrku sivém, smrku sitce, kříženci sitky a sivého (Lutz spruce), smrku černém a smrku červeném. Tato skutečnost naznačuje, že rozdíly mezi původními euroasijskými hostiteli a severoamerickými smrkami nepředstavují nepřekonatelnou bariéru pro uchycení těchto pro stromy smrtících brouků v severní Americe. Přesto však méně kvalitní potomstvo líhnoucí se ze severoamerických smrků snižuje šanci na uchycení. Pravděpodobnostní povaha invazní dynamiky naznačuje, že k úspěšnému uchycení může dojít, pokud nic nebrání častému dovozu nepůvodních kůrovců. Modelové simulace hypotetických interakcí druhů *Dendroctonus rufipennis* a *Ips typographus* naznačují, že mezidruhová výpomoc může vyústit v častější a vážnější gradace, než v případech způsobených pouze samotným *Ips typographus*. Potenciální efekt této nové dynamiky v jehličnatých ekosystémech může mít dramatické a rozsáhlé důsledky, včetně značných změn ve struktuře a druhové skladbě lesů, zvýšených emisí uhlíku a odtoku vody, přímých i nepřímých dopadů na společenstva obratlovců i bezobratlých a na ztrátu biodiverzity.

GASSNER F., VLIET A. J. H. VAN, BURGERS S. L. G. E. et al.:

GEOGRAPHIC AND TEMPORAL VARIATIONS IN POPULATION DYNAMICS OF *IXODES RICINUS* AND ASSOCIATED BORRELIA INFECTIONS IN THE NETHERLANDS[Geografické a časové změny v populační dynamice klíšťat (*Ixodes ricinus*) a související infekce borreliemi v Nizozemí]. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 11, 2011, č. 5, s. 523-532

V Nizozemí se uskutečnilo celostátní sledování ekologických faktorů majících vliv na riziko lymské boreliózy. Na 24 stanovištích byla od června 2006 do prosince 2007 podrobena dlouhodobé studii populační dynamika klíšťat (*Ixodes ricinus*) a jejich infekce borreliemi (*Borrelia burgdorferi* sensu lato). Studovaná stanoviště pokrývala prostředí dospělých lesů, vegetace dun a nových lesů na území získaném z moře.

Vzorkování klíšťat prováděli autoři studie měsíčně, přičemž u nymf klíšťat zjišťovali přítomnost borelií. Jediným nalezeným druhem klíštěte byl *Ixodes ricinus*. Klíšťata se nacházela na všech stanovištích, nicméně zde byly značné prostorové a časové odchylky v hustotě mezi stanovišti. Výskyt největších hustot spadl do období června a srpna, naopak nejmenší počty klíšťat byly sebrány v prosinci a lednu. Na některých stanovištích byl zaznamenán aktivní pohyb nymf a dospělců v zimních měsících. Průměrná měsíční infekce boreliemi dosahovala 0 – 29 %, přičemž na několika lokalitách byla průměrná infekce nymf významně vyšší. Studie podchytila nález čtyř genospecies *Borrelia burgdorferi* s dominující *B. afzelii* na většině stanovišť. Míra infekce boreliemi v nymfách klíšťat sebraných v červnu, září a listopadu 2006 byla významně vyšší (23,7 %, $p < 0,01$) než u nymf sebraných ve stejných měsících roku 2007 (9,9 %). Diverzita genospecies borelií mezi stanovišti se významně lišila ($p < 0,001$). Struktura místa výskytu (kryt stromů) byla účinným rozlišujícím parametrem pro určení rizika infekce boreliemi vyjádřeném podílem infikovaných nymf. Tloušťka vrstvy opadu a kryt mechem měly pozitivní vztah k hustotě nymf a dospělců klíšťat. Studie prokázala, že boreliemi infikovaná klíšťata se v Nizozemí nacházejí v mnoha oblastech s lesy a dunami a naznačila, že tyto biotopy využívané pro širokou škálu rekreačních aktivit představují vysoké riziko infekce.

DARWISH T., KHATER C., JOMAA I. et al.:

ENVIRONMENTAL IMPACT OF QUARRIES ON NATURAL RESOURCES IN LEBANON

[Environmentální vliv lomů na přírodní zdroje Libanonu]. Land Degradation & Development, 22, 2011, č. 3, s. 345-358.

Léta neregulované těžební činnosti zanechala v celém Libanonu stovky opuštěných lomů. Satelitní snímky ukazují, že počet lomů a plocha, kterou zaujímají vzrostla mezi roky 1989 – 2005 ze 784 pokrývajících 2 897 ha na 1 278 o celkové výměře 5 267 ha. Studie má na zřeteli komplexní posouzení odhadu vlivu dobývacích aktivit na nedostatkové přírodní zdroje východního Středozeří v rámci hospodaření s přírodními zdroji a pobřežními ekosystémy. Hodnocení je založeno na výpočtech prostorových ukazatelů jako jsou dešťové srážky, sklon svahu, kryt vegetace, riziko půdní eroze a infiltrace horninou s využitím GIS za účelem odhadu kritických dopadů na libanonský ekosystém. Ve srovnání s počátečním stavem v roce 1989 se plocha pohlcená lomy do roku 2005 zvýšila výše než třikrát na bývalé orné půdě, o třetinu na lesní půdě a dvojnásobně na pastvinách. Kromě toho bylo lomovou činností zničeno 676, 137 a 737 ha úrodné půdy ve výše zmíněných kategoriích využití. Srovnání rozmístění lomů s mapou potenciálního využití půdy odhalilo, že lomy se nacházejí především na úrodných půdách, kde mezi roky 1989 až 2005 zabíraly 1 314 – 2 192 ha nejvyšší kvality půdy. Celkem 87 % studovaných lomů představuje vážné ohrožení kvality podzemní vody. Úhrnem 272 lomů má vysoký vliv, 657 lomů má střední vliv a 349 lomů má nízký vliv na přirozené ekosystémy. Analýza dat odhalila, že zhruba 62 % lomů se nachází ve velmi nevhodném prostředí.

Navštivte a zaregistrujte se na našem novém webovém portálu

REGISTR AKTIVIT V LESNICTVÍ V ČR

WWW.VULHM.CZ/LESAKTUALNE

REGISTR
AKTIVIT
V LESNICTVÍ
V ČR

a získáte aktuální informace
z oblasti výzkumu, lesnictví,
myslivosti i vzdělávání.

Zvolte si okruh svého zájmu
a upozornění na nové poznatky
z lesnického výzkumu pak
budete dostávat rovnou do Vaší
e-mailové schránky.

Informace jsou podávány
popularizační formou,
aby jim porozuměla nejen
odborná, ale i laická veřejnost.

PROJEKT REALIZUJE



PROJEKT PODPORUJE



MINISTERSTVO ZEMĚLSTVÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



ÚTVAR ZKUŠEBNÍCH LABORATOŘÍ

Zkušební laboratoře Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. patří mezi komplexní laboratoře v oboru environmentálních analýz.

Součástí Zkušebních laboratoří je akreditovaná Zkušební laboratoř č. 1575

LABORATOŘ ANALÝZY ROSTLIN, VODY A PŮDY

Laboratoř řeší problémy nejen v oblasti analýzy složek lesních ekosystémů, ve které má dlouholeté zkušenosti, ale také v oblasti klasické anorganické analýzy.

NAŠE ŠPIČKOVĚ VYBAVENÁ LABORATOŘ NABÍZÍ ŠIROKOU ŠKÁLU ANALYTICKÝCH A FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH ROZBORŮ V MNOHA TYPECH MATRIC:

- VODA** • pitná, povrchová, podzemní, srážková, půdní ...
- PEVNÉ MATERIÁLY** • půdy – organické půdy, minerální půdy, lesní půdy ...
• rostlinné materiály – jehličí, listí, biomasa, mechy, borůvky, houby ...

Více informací o prováděných analýzách a možnostech laboratoře naleznete na: WWW.VULHM.CZ

REGISTR AKTIVIT V LESNICTVÍ V ČR

Kontakt: vedoucí Útvary zkušebních laboratoří **Ing. H. Vinšová, Ph.D.**
tel. 257 892 285, 606 708 185, email: vinsova@vulhm.cz
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště
email: ZL25@vulhm.cz, www.vulhm.cz



POKYNY PRO ZPRACOVÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ DO ZPRÁV LESNICKÉHO VÝZKUMU

Zprávy lesnického výzkumu jsou recenzovaným vědeckým časopisem, který přináší informace pro lesnickou vědu a praxi. Uveřejňuje výsledky výzkumu vztahující se k lesnímu hospodářství, lesním ekosystémům a naplňování funkcí lesa. Náplň časopisu tvoří původní vědecké práce a krátká odborná sdělení v českém nebo slovenském jazyce s anglickým doprovodem (abstrakt, klíčová slova, souhrn, popisky tabulek a obrázků). Příležitostně jsou zařazovány rozborů literatury k aktuálním tématům (review). Časopis je řízen ediční radou.

Maximálně jednou ročně vydávané Zprávy lesnického výzkumu Special obsahují příspěvky z vědeckých konferencí či příspěvky odborníků z jiných institucí zaměřené k určitému tématu. Ediční rada v takových případech může spolupracovat s hostujícím editorem, na jehož výzvu autoři přispívají do tohoto čísla.

Zasílání a zpracování příspěvků

Redakce přijímá rukopisy na e-mailové adrese valentova@vulhmop.cz. Autoři navrhuji 3 potenciální recenzenty včetně adresy, telefonu a e-mailu. Uvedení e-mailu recenzenta je povinné. Výkonný redaktor dbá na dodržení zásady recenze experty v daném oboru (peer review) a zachování anonymity recenzentů. Výkonný redaktor potvrzuje obdržení rukopisu příspěvku korespondenčním autorovi.

Předložené příspěvky jsou zasílány k posouzení dvěma recenzentům. Na základě recenzních posudků je článek buď přijat, nebo vrácen autorovi k úpravám. V případě rozporného hodnocení je příspěvek postoupen dalšímu recenzentovi. Autoři mají na dodatečné úpravy rukopisu po recenzi nejvýše 2 týdny. Výkonný redaktor informuje autory o přijetí nebo zamítnutí příspěvku. Přijaté příspěvky jsou před tiskem zaslány korespondenčnímu autorovi ke korektuře.

Požadavky na úpravu rukopisu

Předkládaný vědecký článek musí odpovídat zaměření časopisu a musí být členěn na úvod, materiál a metodiku, výsledky, diskusi, závěr a literaturu. Autor článek doplní anglickým abstraktem sestávajícím z jednoho odstavce o rozsahu 150 – 200 slov. Abstrakt shrnuje cíl, metody, výsledky a závěry prezentované v původním dokumentu (ČSN ISO 214 „Dokumentace – Abstrakty pro publikace a dokumentaci“. Autoři doplní abstrakt nejvýše 10 klíčovými slovy v češtině a angličtině. Rukopis musí být doplněn také anglickým souhrnem (summary) obsahujícím stručný popis problematiky, cíle práce, materiálu a metodiky, výsledků a závěrů práce. V anglickém souhrnu vyžaduje redakce uvedení odkazů na tabulky a obrázky. Při nedostatečné úrovni odborného textu v angličtině bude rukopis autorům vrácen k přepracování.

Celkový rozsah příspěvku by neměl překročit 30 stran v požadované úpravě včetně tabulek a obrázků. Text musí být zpracován v editoru MS Word (okraje 2,5 cm, Times New Roman 12, řádkování dvojitě, bez dělení slov a se zarovnáním vlevo). Stránky a rovněž řádky musí být průběžně číslovány. Rukopis je žádoucí upravit dle normy ČSN 01 6910 „Úprava písemností zpracovaných textovými editory“. Tabulky a obrázky musí mít kromě dvojazyčného názvu i vnitřní popisky v obou jazycích nebo vysvětlivky za popisky. Obrázky je třeba dodat v samostatných souborech (formáty GIF, JPG, TIF, EPS s rozlišením nejméně 300 dpi při reprodukci 1:1). Grafy vytvořené v programu MS EXCEL je třeba dodat jako zdrojový soubor v tomto programu. Tabulky musí být psány stejným typem písma jako text rukopisu a ohraničení čarami je přípustné pouze mezi řádky tabulky. Tabulky a obrázky se dodávají na samostatných listech za hlavním textem rukopisu včetně příslušných popisů. Odkazy na obrázky a tabulky je třeba v textu rukopisu vyznačit.

Seznam citované literatury musí obsahovat všechny práce citované v rukopisu. Citace se řadí abecedně, zpravidla podle příjmení prvního autora, eventuálně podle korporace či prvního slova z názvu dokumentu. V případě více citací jednoho autora se záznamy řadí vzestupně podle roku vydání. Práce autora vydané v témže roce se rozliší malými písmeny. Citace zdrojových dokumentů se uvádějí v plném znění, bez zkratk.

Odborné sdělení je příspěvek obsahující aktuální a významné informace pro lesnickou vědu nebo praxi, nicméně není určen k publikaci předběžných výsledků vědeckých experimentů. Celkový rozsah odborného sdělení by neměl přesáhnout 10 stran při dvojitěm řádkování textu (2500 slov). Struktura vědeckého článku nemusí být dodržena, např. vhodné je sloučení výsledků a diskuse. Příspěvek by měl obsahovat maximálně dvě tabulky nebo dva obrázky a alespoň pět citovaných prací v seznamu literatury. Text, tabulky a obrázky musí být zpracovány podle pokynů uvedených výše. Tyto příspěvky jsou rovněž zasílány k recenzím.

Vzor citací literatury

Citace knihy

ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P. et al. 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická: 333 s.

Citace článku v periodiku

VALINGER E., ELFVING B., MÖRLING, T. 2000. Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management, 134: 45-53.

Citace příspěvku ve sborníku

BUČEK A., JELÍNEK, P. 2006. Lesy v ekologické síti. In: Neuhöferová, P. (ed.): Zvýšení podílu přírodně blízké porostní složky lesů se zvláštním statusem ochrany. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 25. května 2006. Brno, MZLU; Praha, ČZU: 71-76.

Citace on-line dokumentu

Zpráva. 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 177 s. [cit. 12. listopadu 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-1.html>.

Ukázky odkazů na citovanou literaturu v textu rukopisu

V literatuře (MAYER 1968; MOHR, SCHORI 1999) se uvádí, že...

HAMMAT (1999) popisuje...