

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

SWAZEK 54

ČÍSLO 2/2009

Vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., ISSN 0322-9688

Vedoucí redaktorka: M. Čížková, DiS., Předseda ediční rady: Doc. RNDr. B. Lomský, CSc., Výkonná redaktorka: Mgr. E. Krupičková

Grafická úprava obálky a zlom: Tereza Janečková

Vychází čtvrtletně. Adresa redakce: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, tel. 257 892 222, 257 923 140, fax 257 921 444, e-mail: krupickova@vulhm.cz, http://www.vulhm.cz

Redakční rada Zpráv lesnického výzkumu

doc. Ing. Petr Zahradník, CSc. - předseda; doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - místopředseda; Ing. Jana Danysová (zástupce M. Čížková, DiS.); RNDr. Jana Malá, CSc.; prom. biol. Zdeňka Procházková, DSc.; doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.; Ing. Vladislav Badalík; prof. Ing. Petr Kantor, CSc.; doc. Ing. Pavel Klč, Ph.D.; prof. Ing. Jiří Kulhavý, CSc.; prof. RNDr. Michal Marek, DrSc.; prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.; Ing. Miroslav Sloup; doc. Ing. Marek Turčáni, CSc.

Od roku 2009 je časopis zpracováván v Elsevier Bibliographic Databases

OBSAH - CONTENT

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ PROCHÁZKA

Zalesnění zemědělských půd v oblasti Českomoravské vysočiny a obnova vrstvy nadložního humusu
Afforestation of agricultural lands in the region of the Czech-Moravian Highland and restoration of the surface humus layer 79

ONDŘEJ ŠPULÁK

Produkční potenciál mladého porostu smrku pichlavého a akumulace živin v nadzemní biomase
Production potential of blue spruce young stand and nutrient accumulation in the aboveground biomass 85

PAVEL BURDA - JARMILA NÁROVCOVÁ

Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách
Testing of the technology for production of large-sized planting stock in forest nurseries 92

JIŘÍ VOLFSCHÜTZ - PETR NOVOTNÝ - VÁCLAV BURIÁNEK

Výsledky hodnocení provenienčního pokusu s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.) č. 121 - Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 24 let
Results of provenance experiment with sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) no. 221 - Municipal forests of Havlíčkův Brod, locality Ronovec at the age of 24 years 99

PETR NOVOTNÝ - ALEXANDR HROZEK - ONDŘEJ IVANEK - JAN HLAVÁČEK - JOSEF FRÝDL

Výzkum populace tisů červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory se zaměřením na zachování a reprodukci jejího genofondu
Research of common yew (*Taxus baccata* L.) population in the Protected Landscape Area Lužické Mts. with the aim to its genetic resources conservation 112

LENA BEZDĚČKOVÁ

Ověření metod předosevní přípravy semen svídy krvavé (*Swida sanguinea*)
Pre-treating the seeds of red dogwood (*Swida sanguinea*) to improve its germination 128

VÁCLAV MALÍK - PAVEL KARNET

Letorosty a kůra lesních dřevin jako alternativní zdroj potravy pro spárkatou zvěř
Annual shoots and tree bark as alternative source of feeding for cloven hoofed game 134

VÁCLAV MALÍK - PAVEL KARNET

Rozdíl v obsahu chemických látek a prvků v kůře poškozené ohryzem a loupáním spárkatou zvěří u smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)
Differences in the content of chemical substances and elements in Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) and Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) bark damaged by hoofed game 140

DAVID DUŠEK - MILAN MELOUN - JIŘÍ NOVÁK

Interaktivní statistická analýza v oboru pěstování lesa - I. Vyhodnocení jednorozměrných dat
Computer-assisted statistical analysis in silviculture - I. Univariate data treatment 145

LESNICKÉ AKTUALITY - CURRENT CONTENTS

- Mrazuvzdornost jedle stříbrné a jiných jehličnanů při různých teplotních režimech a výchově
Frost hardening and dehardening in *Abies procera* and other conifers under differing temperature regimes and warm-spell treatments 154
- Produkce biomasy v závislosti na nadzemních a podzemních vlastnostech olše šedé na bývalé zemědělské půdě
Dynamics of biomass production in relation to foliar and root traits in a grey alder plantation on abandoned agricultural land 154
- Sukcesní změny v původních porostech smrku ztepilého způsobené větrem: zpracování pozorování na dlouhodobých trvalých plochách
Wind-induced successional changes in pristine boreal *Picea abies* forest stands: evidence from long-term permanent plot records 154
- Změny v porostu (diverzita mikrostanoviště, početnost druhů) po kalamitní těžbě se netýkají vegetace
Salvage logging after windthrow alters microsite diversity, abundance and environment but not vegetation 155
- Modelování nebezpečí vzniku větrných polomů v lese
A review of mechanistic modelling of wind damage risk to forests 155

ZALESNĚNÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD V OBLASTI ČESKOMORAVSKÉ VYSOČINY A OBNOVA VRSTVY NADLOŽNÍHO HUMUSU

AFFORESTATION OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REGION OF THE CZECH-MORAVIAN HIGHLAND AND RESTORATION OF THE SURFACE HUMUS LAYER

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ PROCHÁZKA
FLD ČZU Praha

ABSTRACT

The afforestation of marginal agricultural lands represents often type of the changes in land use. These changes initiate subsequent shifts in the ecosystem dynamics and the necessity of quantification of these changes is relevant consequently. The presentation documents the results of the research on accumulation of the surface humus and results of the soil chemistry in soils of forest localities compared to afforested agricultural lands 60 years ago. The research was conducted in the vicinity of the Šachotín village, Czech-Moravian Highland. The forest soil state is compared with the arable soil on the same site. In the stably forested part the effect of group birch admixture was studied, too. The highest surface humus amount was documented in the old Norway spruce stand (62.8 t/ha), the lower was in parts with admixture of birch (52.0 t/ha) and the lowest on the afforested agricultural soil (45.9 t/ha). The arable soil showed very unfavourable soil chemistry, neither the forested soils of all stages nor the birch admixture show any clear differences in the soil state. Despite this, intense shifts in the soil characteristics and dynamics can be supposed after afforestation, as well as the considerable effects of the new biomass accumulation. The effects of birch in the older spruce stands can be considered as favourable.

Klíčová slova: zalesnění zemědělských půd, smrk, bříza, půdní chemismus, akumulace humusu, Českomoravská vrchovina
Key words: afforestation of agricultural lands, spruce, birch, soil chemistry, humus accumulation, Czech-Moravian Highland

ÚVOD

Českomoravská vrchovina patří k oblastem, kde v minulosti docházelo (a stále dochází) k rozsáhlým změnám ve využívání půdy. Od konce druhé světové války pak převládá zalesňování zemědělských půd a plocha lesních porostů se výrazně v tomto období zvětšila. Zalesňovala se především půda marginální z hlediska zemědělství, stejně jako v celé České republice. Problematiku ze širšího hlediska shrnuje řada autorů (HATLAPATKOVÁ et al. 2006, KACÁLEK et al. 2006, 2007, ŠPULÁK 2006), k dispozici jsou však zatím jen vzácné údaje o rychlosti obnovy humusových forem jako základu pro stabilitu i zdárné plnění funkcí lesních ekosystémů (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNIK 2002, PODRÁZSKÝ 2006), hodnocení rychlosti obnovy dále probíhala i na plochách po tzv. buldozerové přípravě stanovišť (PODRÁZSKÝ et al. 2006). Význam zalesňování nelesních stanovišť se ale na druhé straně široce diskutuje z hlediska zvýšení biodiverzity a stability krajiny (HLAVÁČ et al. 2006).

Pro posouzení rychlosti obnovy lesních ekosystémů je zásadní srovnání s přirozenými či přírodě blízkými lesními porosty v podobných stanovištních podmínkách (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007a, b, PODRÁZSKÝ, VIEWEGH 2003). Stejně tak je důležité srovnávat akumulaci nadložní hmoty s porosty ryze hospodářskými a porosty sledovanými v intenzivních výzkumných programech (NOVÁK, SLODIČÁK 2006, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008).

Cílem předkládaného příspěvku je dokumentovat vývoj humusových forem na zalesněných zemědělských půdách v oblasti Šachotína na Českomoravské vrchovině a poskytnout představu o rychlosti obnovy lesního půdního prostředí na relativně rozsáhlých zalesněných plochách v tomto regionu.

MATERIÁL A METODY

Lokalita, na níž je prováděn výzkum, se nachází v PLO 16 – Českomoravská vrchovina. Je situována asi 1,5 km východně od obce Šachotín, zhruba 11 km jihovýchodně od Havlíčkova Brodu. Porosty jsou ve správě lesního družstva Štoky. Zkoumané porosty se nacházejí v nadmořské výšce 520 - 530 m n. m. Terén je mírně svažité až rovinatý, z hlediska reliéfu okolní krajiny se jedná o vrcholovou plošinu. Průměrná roční teplota je zde 6,8 °C, průměrné roční srážky jsou kolem 700 mm (meteorologická stanice Příbyslav vzdálená asi 6 km severně). Klimaticky je oblast podle QUITTA (1971) zařazena jako MT 3, tj. mírně teplá.

Geologické podloží tvoří převážně dvojslídlné pararuly s vložkami migmatitu. Půdním typem na nově zalesněné lokalitě je pseudoglej modální až slabě oglejená kambizem. V nově založeném porostu se nachází několik pramenišť, jeho vlhčí část je odvodněna systémem struh a svedena do malého rybníčku (dnes spíše zarost-

lá bažina). Porosty jsou v případě studovaných lokalit typologicky zařazeny jako SP1, tedy kyselá jedlina s bikou chlupatou, hospodářský soubor 57 – hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh. Terén je plochý a bezprostředně lze předpokládat, že ve stejných mezoklimatických a původně i půdních podmínkách leží porosty na lesní půdě, nově zalesněné zemědělské půdě a sledovaná orná půda.

Vzorky byly odebrány v porostech 617D6 a 617D7 v září roku 2007. Sledovány byly porostní části: SM porost na „staré lesní půdě“ v místech (skupinách) s výskytem břízy (SM + BR starý), SM porost nesmíšený (SM starý) a SM porost na zalesněné zemědělské půdě (SM nový). Stáří všech částí se podle LHP (k roku 2005) pohybovalo mezi 60 - 70 lety, resp. porosty na lesní půdě jsou sedmdesátileté a na zalesněné zemědělské půdě šedesátileté. Stáří břízy bylo srovnatelné se smrkem, bříza nalétla do obnovovaných porostů a byla ponechána ve větších skupinách. Pro srovnání bylo ve stejných podmínkách přistoupeno i k orientačnímu odběru půdy na poli, představovaném strništěm po sklizni obilí (pšenice). Analyzována byla homogenní vrstva 0 - 20 cm.

Odběr byl uskutečněn pomocí kovového rámečku 25 x 25 cm. Horizonty humusu L + F1, F2, H byly odebrány kvantitativně, organominerální horizont A pouze kvalitativně. Odběry byly doplněny kontrolním odběrem z intenzivně obhospodařovaného pole (hloubka 0 - 10 cm, 10 - 20 cm) v bezprostředním sousedství, s posklizňovými zbytky obilí. Vzorky na každém typu lokality byly odebrány v počtu opakování 4.

Vzorky byly zpracovány v laboratoři Tomáš se sídlem ve VÚLHM VS Opočno a stanoveny byly následující charakteristiky podle standardně používaných metodik:

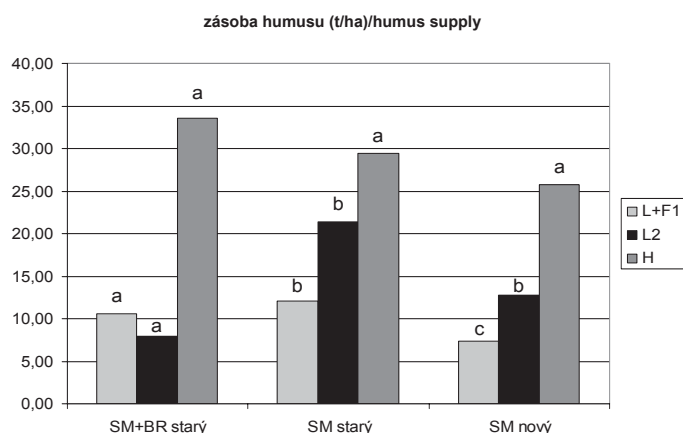
- zásoba sušiny holorganických horizontů (t/ha),
- pH aktivní a výměnné v 1 N KCl,
- vlastnosti sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, T – kationtová výměnná acidita, H – hydrolytická acidita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi),
- obsah celkového oxidovatelného uhlíku (humusu) a dusíku metodou Kjeldahla,
- obsah celkových živin v holorganických horizontech po mineralizaci kyselinou sírovou a selenem (N, P, K, Ca, Mg),
- obsah přístupných živin (P, K, Ca, Mg) metodou Mehlich III.

Výsledky analýzy byly zpracovány jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) v programu MS Excel. V tabulkách jsou statisticky významné rozdíly mezi hodnotami v odpovídajících si horizontech (na hladině významnosti 95 %) vyznačeny různými indexy.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zásoba nadložního humusu (obr. 1) na lesní půdě v částech s různým dřevinným složením a na nově zalesněných částech porostu vykazovala statisticky významné rozdíly. Největší zásoba byla na původní lesní půdě v částech s čistým smrkem (62,8 t/ha), nižší v totéž porostu s dominancí břízy (52,0 t/ha) a nejnižší v části na zemědělské půdě (45,9 t/ha). Rychlost akumulace byla dosti značná, odpovídala charakteru vcelku nepříznivého stanoviště se zpomalenou mineralizací opadu. V růstově příznivějších podmínkách sledovaných v rámci jiných experimentů dosahovala však produkce opadu a zásoba nadložního humusu na zalesněné zemědělské půdě v porostech smrku hodnot přes 40 t/ha již ve věku kolem 40 let (oblast Českého Rudolce, PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁŇK 2002), nebo ve věku kolem 50 let zásob přes 60 t/ha (6. - 7. VLS, Trčkov, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007b). V těchto případech

byla ovšem zásoba nadložního humusu na starších lesních půdách rovněž větší (kolem 80 t/ha). Nicméně společně všem případům bylo dosažení „přirozené“ akumulace nadložního humusu v období kolem prvního obmýtí (tj. ve věku 100 - 120 let). To je zhruba doba, kdy se dosáhne akumulace nadložního humusu srovnatelné s přirozeným cyklem nadložní organické hmoty v hospodářských lesích se změnou druhovou skladbou. V lesích přirozených, s přírodě blízkou skladbou dřevin, pak akumulace nadložního humusu dosahuje i podstatně nižších hodnot (PODRÁZSKÝ 2007, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007a), jak to odpovídá odlišné dynamice organické hmoty a živin v listnatých a smíšených porostech. Nicméně i v přirozených lesních ekosystémech jsou registrovány změny v zásobě nadložního humusu, v závislostech na složení dřevin a stadiu vývoje porostní části, srovnatelné s výše uvedenými změnami v lesích hospodářských (PODRÁZSKÝ, VIEWEGH 2003), tj. s výkyvy v rámci hospodářského cyklu.



Obr. 1.

Množství akumulovaného povrchového humusu v jednotlivých horizontech (t/ha) v různých částech sledovaných porostů. Pozn.: Statisticky významné rozdíly mezi variantami v rámci příslušného horizontu jsou označeny odlišnými písmeny.

Amount of accumulated surface humus in particular parts of studied stands. Note: Statistically significant differences for particular layers (L + F1; F2; H) in variants (SM + BR starý – old-growth spruce with birch stand; SM starý – old-growth spruce stand; SM nový – spruce stand on former agricultural land) are declared by different letters.

Tabulka 1 dokumentuje základní charakteristiky půdního sorpčního komplexu. Půdní reakce aktivní nevykazovala statisticky významné rozdíly mezi variantami. Přesto je v porostu na lesní půdě patrný vliv břízy na zvýšení hodnot pH v nejsvrchnějších holorganických horizontech (L a F). Hodnoty na zalesněné zemědělské půdě se od smrkových částí porostů na lesní půdě nelišily a i orná půda vykazovala poměrně nízké hodnoty kolem pH aktivní 4,4. V jiných případech (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007b) byly rozdíly výraznější, třebaže stejně neprůkazné a odrážely na rozdíl od studovaného případu dlouhodobější vliv zemědělského využívání, nebo byly výrazně statisticky významné (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007c). Tento jev je zřejmě determinován extrémnějším charakterem stanoviště na plato Českomoravské vysočiny.

Půdní reakce stanovená v 1 N KCl vykazovala statisticky průkazně rozdíl mezi nově zalesněnou půdou a mezi staršími lesními půdami, alespoň v horizontech L + F1 a F2. Porostní části s dominancí břízy vykazovaly ještě příznivější, i když neprůkazně odlišný stav. Bříza tak vykazovala jednoznačně příznivý vliv na stav humusových forem, což dokumentuje její význam jako meliorační dřeviny (PODRÁZSKÝ et al. 2005). Půdní reakce materiálu z pole vykazovala srovnatelné hodnoty s lesní půdou, což je dosti neobvyklé, většinou převládá výrazně příznivější stav na orné půdě (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007c, KACÁLEK et al. 2009).

Obsah výměnných bází byl v holorganických horizontech nejvyšší ve starém čistém smrkovém porostu, nižší v půdě nově vzniklého porostu, vliv břízy se výrazně neprojevil. V minerálním půdním horizontu se projevil vliv zemědělského obhospodařování na obsah bází – ten byl nejvyšší v ornici a pak v půdě bývalého zemědělského pozemku. V holorganických horizontech byla maximální hydrolytická acidita (H, resp. T-S) prokázána v porostu na nově zalesněném stanovišti, vliv břízy na staré lesní půdě byl neprůkazný. V minerálních horizontech byla významně nejnižší hodnota dokumentována na poli, nejvyšší pak (bez statistické průkaznosti) ve smíšeném porostu na staré lesní půdě. Projevil se tak pravděpodobně i nejvyšší obsah organické půdní hmoty (tab. 3) v minerálním horizontu této části sledovaných porostů.

Kationová výměnná kapacita vykazovala v důsledku nižších obsahů kyselých kationtů v horizontech L2 a H nižší hodnoty, v minerálním horizontu pak byla výrazně nižší v zemědělské půdě. Vliv břízy se v minerální zemině projevil příznivě. Jako syntetický, komplexní ukazatel stavu půdního sorpčního komplexu pak lze uvažovat hodnotu V – nasycení sorpčního komplexu bázemi. Přes velkou variabilitu výsledků analýz jednotlivých vzorků je patrná převažující tendence v holorganických vrstvách: maximální hodnoty nasycení v půdních horizontech smíšeného porostu (starý s břízou), nižší ve smrkové části

staršího porostu a nejnižší pak na nově zalesněné půdě. Nově vysazený a intenzivně rostoucí porost tak silně vyčerpává báze z půdy a tuto výrazně ochuzuje. Je to pravděpodobně podmíněno relativně extrémním stanovištěm a skutečně marginální zemědělskou půdou. Situace se tak liší od bohatších stanovišť, kde převládá vliv zemědělského využívání bohatší zásobou bází ve svrchní části půdní složky ekosystému lesa, zejména pokud byly využity listnaté dřeviny (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007b, c). V minerální vrstvě ve sledované oblasti pak je jednoznačně vidět vliv kultivace na maximálním stavu nasycení sorpčního komplexu bázemi.

Obsah celkového dusíku stanoveného Kjeldahlovou metodou byl statisticky odlišný pouze v horizontu H, jinak se v holorganických vrstvách průměrné hodnoty obsahu N mezi jednotlivými porosty příliš nelišily a nevykazovaly výrazný trend. Ve starých porostních částech se pravděpodobně příznivě projevil vliv břízy v minerální zemině. Nízký obsah dusíku v zemědělské půdě souvisí s nepříznivým stanovištěm a s minimálním obsahem půdního humusu (tab. 2). V obsahu oxidovatelného uhlíku (humusu) nebyly na zalesněných plochách významné rozdíly, tendence vyššího obsahu Cox v minerální půdě pod břízou nebyla statisticky významná. Výrazně nižší, několikanásobně, byl obsah humusu v zemědělsky využívané půdě, indikující velmi nepříznivý stav zemědělských půd dané oblasti.

Obsah celkového dusíku stanovený po mineralizaci vykazoval stejný trend jako po stanovení metodou Kjeldahla. H-horizont nového porostu vykazoval statisticky významně vyšší obsah. Obsah celkového fosforu v horizontu L + F1 vykazoval neprůkazný pokles od porostu SM s břízou, přes čistý porost na starší lesní půdě až po nově zalesněnou plochu. Statisticky průkazně nejvyšší byl obsah celkového fosforu v horizontu H smíšeného porostu a odráží tak výrazně příznivý vliv břízy jako v podobných případech v Krušných horách (PODRÁZSKÝ et al. 2005). Také obsah celkového draslíku odrážel příznivý vliv břízy, zejména v horizontu H, v horizontu L + F1 mohl odrazit vyšší

Tab. 1.

Půdní reakce aktivní a potencionální, stav charakteristik sorpčního komplexu (S, H, T, V) v jednotlivých horizontech v různých částech sledovaných porostů

Soil reaction active and potential and soil adsorption complex characteristics in particular parts of studied stands

Plocha/Plot	Horizont	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	S	T-S	T	V
				mval/100g	mval/100g	mval/100g	%
SM+BR starý/ Spruce + birch old	L+F1	5,0	4,5 a	29,4	31,4	60,8	47,3
	F2	4,3	4,0 a	28,5 ab	42,5 a	71,0 a	40,1 a
	H	3,6	3,3	21,8	61,8 a	83,6 a	26,1
	Ah	3,9	3,5	6,2 ab	25,1	31,3	19,8
SM starý/Spruce old	L+F1	4,6	4,2 ab	33,8	38,9	72,7	45,5
	F2	4,0	3,7 ab	34,4 a	58,3 ab	92,8 ab	38,5 a
	H	3,6	3,1	25,0	74,2 ab	99,1 ab	26,4
	Ah	4,0	3,3	4,4 a	15,0	19,4	31,0
SM nový/Spruce new	L+F1	4,4	4,1 b	22,6	37,6	60,2	37,8
	F2	3,9	3,4 b	25,1 b	68,1 b	93,2 b	26,9 b
	H	3,6	3,2	21,2	86,1 b	107,3 b	19,8
	Ah	4,0	3,5	7,7 b	16,1	23,7	32,2
Pole/Field	0-20	4,4	3,3	10,1	6,2	16,3	70,2

Pozn.: Statisticky významné rozdíly jsou označeny odlišnými písmeny./Note: Statistically significant differences are declared by different letters.

Tab. 2.

Stanovení obsahu celkového dusíku a oxidovatelného uhlíku (humusu) v jednotlivých horizontech v různých částech sledovaných porostů
Total nitrogen and oxideable carbon (humus) content in particular parts of studied stands

Plocha/Plot	Horizont	N (Kjeldahl)	C ox	Humus
		%	%	%
SM+BR starý/ Spruce + birch old	L+F1	1,54	35,1	60,5
	F2	1,71	35,5	61,1
	H	1,54 a	30,5	52,5
	Ah	0,56	10,6	18,2
SM starý/ Spruce old	L+F1	1,59	38,9	67,1
	F2	1,65	39,0	67,2
	H	1,57 a	29,2	50,3
	Ah	0,38	5,7	9,8
SM nový/ Spruce new	L+F1	1,52	35,0	60,3
	F2	1,63	40,3	69,5
	H	1,75 b	37,3	64,3
	Ah	0,57	6,4	11,0
Pole/Field	0-20	0,15	2,1	3,6

Pozn.: Statisticky významné rozdíly jsou označeny odlišnými písmeny/
Note: Statistically significant differences are declared by different letters.

Tab. 3.

Obsah celkových makroživin v jednotlivých horizontech v různých částech sledovaných porostů
Total macronutrients content in particular parts of studied stands

Plocha/Plot	Horizont	N P K Ca Mg				
		(%)				
SM+BR starý/ Spruce + birch old	L+F1	1,60	0,07	0,13 ab	1,07	0,08 ab
	F2	1,70	0,05	0,13 a	0,19	0,05
	H	1,54 a	0,08 a	0,22 a	0,03	0,04
SM starý/ Spruce old	L+F1	1,59 ab	0,06	0,11 a	0,76	0,06 a
	F2	1,62	0,05	0,10 b	0,19	0,04
	H	1,56 ab	0,05 b	0,15 b	0,06	0,03
SM nový/ Spruce new	L+F1	1,52	0,05	0,15 b	1,05	0,09 b
	F2	1,63	0,05	0,11 ab	0,11	0,05
	H	1,75 b	0,05 b	0,16 b	0,02	0,04

Pozn.: Statisticky významné rozdíly jsou označeny odlišnými písmeny/
Note: Statistically significant differences are declared by different letters

nabídku draslíku na zemědělské půdě, i když hlouběji se tento trend již neprojevil. V obsahu celkového vápníku v holorganických horizontech nejsou patrné významné tendence, obsah celkového hořčíku byl pouze vyšší na nově zalesněné půdě v nejsvrchnějším L + F1 horizontu (tab. 3).

Obsah přístupného fosforu ve výluhu činidlem Mehlich III (tab. 4) byl v minerálních horizontech řádově vyšší v zemědělské půdě. Tato metoda jednoznačně potvrzuje minulý vliv hnojení na enormní navýšení obsahu této živiny. Mezi lesními porosty nebyly výrazné rozdíly, nevýznamný pokles je možno pozorovat v pořadí porost s břízou:

Tab. 4.

Obsah přístupných živin ve výluhu Mehlich III v jednotlivých horizontech v různých částech sledovaných porostů
Plant available macronutrients content in the Mehlich III leach in particular parts of studied stands

Plocha/Plot	Horizont	P	K	Ca	Mg
		mg/kg			
SM+BR starý/ Spruce + birch old	L+F1	41	510	2221	269
	F2	30	394	2582	293
	H	21	318	1583	260
	Ah	4	117	418	119
SM starý/ Spruce old	L+F1	33	459	2076	221
	F2	28	362	2939	283
	H	19	248	1891	228
	Ah	7	122	327	68
SM nový/ Spruce new	L+F1	21	403	1582	208
	F2	24	440	2185	344
	H	16	297	1795	347
	Ah	3	116	490	155
Pole/Field	0-20	64	544	1176	87

Tab. 5.

Stanovení výměnného vodíku, hliníku a výměnné titrační acidity v horizontech v jednotlivých částech sledovaných porostů
Determination of the exchangeable hydrogen, aluminum and titration acidity in particular parts of studied stands

Plocha/Plot	Horizont	V. titrační acidita	Výměnný H ⁺	Výměnný Al ₃ ⁺
		mval/kg		
SM+BR starý/ Spruce + birch old	L+F1	13,7	7,4	6,33
	F2	23,3	7,6	15,65
	H	58,3	5,0	53,31
SM starý/ Spruce old	Ah	94,4	2,9	91,57
	L+F1	16,9	6,6	10,35
	F2	31,3	9,0	22,28
SM nový/ Spruce new	H	58,5	7,2	51,33
	Ah	105,3	3,8	101,46
	L+F1	14,6	4,7	9,88
Pole/Field	F2	36,2	7,7	28,50
	H	92,8	4,4	88,43
	Ah	99,5	0,0	99,42
Pole/Field	0-20	1,4	0,1	1,29

starší porost bez břízy : mladší porost na zemědělské půdě. Několikanásobně byl v půdě zemědělsky využívaného pozemku zvýšen i obsah draslíku a vápníku, obsah hořčíku byl vyšší naopak v minerálních horizontech lesních pozemků. Lesní dřeviny tak tuto živinu velice efektivně recyklují a navyšují její obsah ve srovnání se zemědělskou půdou. Vyso-

ký podíl břízy se příznivě odrazil ve zvýšení obsahu draslíku a vápníku v holorganických horizontech smrkových porostů. Mezi starším smrkovým porostem a mladším porostem na zemědělské půdě nebyly velké ani jednoznačné rozdíly.

Výměnná titrační acidita byla až o dva řády nižší v případě zemědělské půdy, což bylo dáno její nízkou sorpční schopností, nízkým obsahem organické hmoty a relativně vysokým obsahem bází. Bříza měla na snížení hodnot této charakteristiky nevýznamně příznivý vliv, v porostu na zemědělské půdě byla patrná nesignifikantní vyšší úroveň titrační výměnné acidity. Mladý porost ovlivňoval pravděpodobně stav zalesněné půdy vysokým odběrem bází. Tato dynamika byla dána stavem obsahu výměnného hliníku, acidita půdy tak byla větší pod mladým porostem. Obsah výměnného vodíku nevykazoval rozdíly mezi lesními porosty, v zemědělské půdě byl minimální.

Vcelku je sledovaná lokalita a tedy pokusná série v méně příznivých podmínkách, než bylo dosud studováno v jiných případech (PODRÁZSKÝ 2007b, c). Není možno vyloučit ani vliv zemědělského hospodaření na sousedních pozemcích a tak stírání rozdílů díky úletům melioračních a hnojivých látek. Přes určité trendy tak lze stanovené rozdíly hodnotit jako ekologicky významné, nicméně poměrně málo výrazné a statisticky průkazné. Dalším kritickým problémem je statická stabilita sledovaných porostů a jejich zdravotní stav, což bude předmětem dalšího sledování výzkumných ploch.

ZÁVĚR

Lesní porosty na zemědělské půdě akumulovaly již v polovině obmýtí značné množství hmoty nadložního humusu a je reálný předpoklad dosáhnout po kvantitativní i kvalitativní stránce (půdní chemismus) hodnot srovnatelných se staršími porosty na kontinuálně zalesněných pozemcích. Největší zásoba byla na původní lesní půdě v částech s čistým smrkem (62,8 t/ha), nižší v tomtež porostu v částech s dominancí břízy (52,0 t/ha) a nejnižší v části na zemědělské půdě (45,9 t/ha).

Půdní reakce na všech plochách byla dosti nízká, ve svrchních holorganických horizontech se příznivě projevil vliv břízy v porostní skladbě. Vyšší kyselost na nově zalesněné půdě se odrazila i ve vyšších hodnotách hydrolytické acidity, vcelku pak komplexní ukazatel půdního sorpčního komplexu (V – nasycení sorpčního komplexu bázemi) vykazoval na nově zalesněné půdě v holorganických vrstvách nižší hodnoty. Ve stavu srovnávané orné půdy se jasně odrazil vliv zemědělské kultivace. Podobné, ale méně výrazné rozdíly vykazovaly hodnoty výměnné titrační acidity a jejich složek, s výjimkou řádově nižších hodnot v minerálních horizontech zemědělské půdy.

Akumulace humusu a celkového dusíku v jednotlivých porostních částech byla velice podobná. Výrazně nižší, několikanásobně, byl obsah celkového dusíku a humusu v zemědělsky využívané půdě, indikující velmi nepříznivý stav zemědělských půd dané oblasti.

Obsah celkových i přístupných živin odrážel jen nevýznamně vliv břízy, hodnoty byly u všech variant dosti vyrovnané, s nepravidelnými výkyvy. V orné půdě se odrážel přes její vcelku nepříznivý chemismus vliv přihnojování makroelementy.

Celkově lze průběh akumulace nové vrstvy nadložního humusu ve smrkových porostech v dané části Českomoravské vrchoviny hodnotit jako dosti rychlý, bez velkých vlivů na kvalitu půdy. Příměs listnatých dřevin lze z hlediska půdního chemismu hodnotit kladně.

Poznámka:

Příspěvek vznikl jako součást řešení projektu NAZV QG50105 „Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť“. Předběžné výsledky byly prezentovány na lokální konferenci 5. 11. 2008.

LITERATURA

- HATLAPATKOVÁ L., PODRÁZSKÝ V., VACEK S. 2006. Výzkum v lesních porostech na bývalých zemědělských půdách v oblasti Deštného a Neratova v PLO 25 – Orlické hory. In: Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Kostelec n. Č. 1., 17. 1. 2006. ČZU: 185-192.
- HLAVÁČ V., HOFANZL A., ČERVENKA M., BERAN, V. 2006. Zalesňování zemědělských půd z hlediska ochrany přírody. In: Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Kostelec n. Č. 1., 17. 1. 2006. ČZU: 43-46.
- KACÁLEK D., BARTOŠ J., ČERNOHOUS V. 2006. Půdní poměry zalesněných zemědělských pozemků. In: Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Kostelec n. Č. 1., 17. 1. 2006. ČZU: 169-178.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., ŠPULÁK O., ČERNOHOUS V., BARTOŠ J. 2007. Přeměna půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému – přehled poznatků. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 334-340.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., DUŠEK D., BARTOŠ J., ČERNOHOUS V. 2009. How does legacy of agriculture play role in formation of afforested soil properties? Journal of Forest Science, 55, 1: 9-14.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006. Opad a dekompozice biomasy ve smrkových porostech na bývalých zemědělských půdách. In: Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Kostelec n. Č. 1., 17. 1. 2006. ČZU: 155-162.
- PODRÁZSKÝ V. 2006. Effect of thinning on the formation of humus forms on the afforested agricultural lands. Scientia Agriculturae Bohemica, 37: 157-163.
- PODRÁZSKÝ V. 2007. Stav lesních půd ve výškovém transektu na lokalitě Plechý – NP Šumava. Lesnický časopis – Forestry Journal, 53: 333-345.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2007a. Změny kvality a množství nadložního humusu při přirozeném zmlazení bukových porostů na území Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 39-43.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2007b. Humus form status in close-to-nature forest parts comparing to afforested agricultural lands. Lesnický časopis – Forestry Journal, 53: 99-106.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2007c. Stav lesních porostů založených na zemědělské půdě na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. In: Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a degradovaných půd. Kostelec nad Černými lesy 22. 11. 2007. Kostelec n. Č. 1., Praha, ČZU: 135-142.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 29-36.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2006. Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 230-234.
- PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNÍK R. 2002. Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. Zprávy lesnického výzkumu, 47: 53-56.

- PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I., REMEŠ J., MÖLLEROVÁ J. 2005. Preparatory species white birch (*Betula pendula*) and rowan tree (*Sorbus aucuparia*) – soil forming potential. *Phytopedon*, 4: 44-49.
- PODRÁZSKÝ V., VIEWEGH J. 2003. Vliv hospodářských zásahů a dynamiky porostů na stav půd a přízemní vegetace lesních ekosystémů ve zvláště chráněných územích. *Příroda*, Special Issue: 311-316.
- QUITT, E. 1971. Klimatické oblasti ČSR. In: *Stud. geogr.*, 16. Brno: 1-64.
- ŠPULÁK O. 2006. Příspěvek k historii zalesňování zemědělských půd v České republice. In: *Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor*. Kostelec n. Č. 1., 17. 1. 2006. ČZU: 15-24.

AFFORESTATION OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REGION OF THE CZECH-MORAVIAN HIGHLAND AND RESTORATION OF THE SURFACE HUMUS LAYER

SUMMARY

Afforestation of marginal agricultural lands represents frequent type of changes in land use. These changes initiate subsequent shifts in the ecosystem dynamics and the necessity of quantification of these changes is relevant consequently. The paper documents research results of surface (forest-floor) humus accumulation and results of the soil chemistry in soils of forest localities compared to afforested agricultural lands 60 years ago. The research was conducted in the vicinity of the Šachotín village, Czech-Moravian Highland. The forest soil state is compared with the arable soil on the same site. Altitude of the locality ranges between 520 - 530 m a. s. l., the terrain is flat, with rising water-table level forming Pseudogleys to gleyed Cambisols. The average annual temperature is ca 6.8 °C, mean annual precipitation ca 700 mm.

Sampling was performed in the September 2007. The particular stand parts (stands 617D6 and 617D7) were sampled: Norway spruce stand on the continuously forested locality with 50% birch admixture (SM + BR starý/spruce + birch old), pure Norway spruce parts (SM starý/spruce old), both 70 years of age and Norway spruce stand 60 years of age on newly afforested agricultural land (SM nový/spruce new). Samples were taken using steel frame 25 by 25 cm. The layers L + F1, F2, H were sampled quantitatively in order to assess amount of forest-floor humus layers (t/ha), the organomineral horizons A only for quality assessment. The sampling was completed on the neighbouring arable soil – layer 0 - 20 cm. The number of replication was 4 in all cases. The samples were analyzed in laboratory Tomáš, located in the building of the FGMRI Station Opočno, the analyses followed these standard methods:

- amount of the dry mass of the holorganic horizons,
- pH in water and 1N KCl solution,
- the soil adsorption complex characteristics according to Kappen (S – bases content, T – cation exchange capacity, T – S = H – hydrolytical acidity, V – base saturation),
- total oxideable carbon content,
- total nitrogen content according to Kjeldahl,
- total macroelements content after mineralization by sulphuric acid and selenium (N, P, K, Ca, Mg),
- plant available (exchangeable) nutrient content according to Mehlich III method (P, K, Ca, Mg).

The results were analyzed using one-factor analysis of variance in MS Excel on 95% of significance. The highest surface humus amount (Fig. 1) was documented in the old Norway spruce stand (62.8 t/ha), the lower was found in parts with admixture of birch (52.0 t/ha) and the lowest amount covered the afforested agricultural soil (45.9 t/ha). Forest stands accumulated considerable amount of the surface humus in the middle of the rotation period, therefore we can suppose reaching of the “natural” state within the first rotation period. Soil reaction on all plots was considerably low (table 1), in the upper horizons, the birch effects were favourable enough. Higher acidity on the newly afforested lands was reflected by the higher values of the hydrolytic acidity and lower base saturation. Agricultural use was reflected by the state of arable soil. Similar, but less profound differences were documented for the values of the titration exchangeable acidity and its compartments (ex. Aluminum – table 5).

Total humus and nitrogen accumulation (table 2) was very similar in all stand parts. Several times lower values in the agricultural soils indicate its very unfavourable status in the studied region. The total as well as plant available nutrient contents (tables 3 and 4) reflect insignificantly the birch influence, values were quite similar for all variants with irregular variations. The fertilizations effects were visible for the agricultural land.

In general, the accumulation of the surface horizons can be evaluated as rather fast in the studied area, with some visible effects on the mineral soil state. The effects of birch in the older spruce stands can be considered as favourable.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Katedra pěstování lesa, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 220 920 319; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz

PRODUKČNÍ POTENCIÁL MLADÉHO POROSTU SMRKU PICHLAVÉHO A AKUMULACE ŽIVIN V NADZEMNÍ BIOMASE

PRODUCTION POTENTIAL OF BLUE SPRUCE YOUNG STAND AND NUTRIENT ACCUMULATION IN THE ABOVEGROUND BIOMASS

ING. ONDŘEJ ŠPULÁK

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

ABSTRACT

Accumulation of aboveground biomass of ca 20 years old blue spruce (BS) substitute tree stand was studied in the Jizerské hory Mts., Czech Republic. Dry matter of the average BS tree was almost half of its fresh weight; maximal relative content of the nutrients was accumulated in annual needles and minimal in stem wood. Similarly, annual needles contained maximum nutrients of the forest stand, less elements was in mass of branches in bark, stem bark and minimum in stem wood. Limit nutrient of the extremely poor site was phosphorus. Thinning with whole tree logging would bring substantial site deprivation, acceptable compromise could be logging of timber to the top of 7 cm o. b. only.

Klíčová slova: nadzemní biomasa, živiny, smrk pichlavý, náhradní porosty, Jizerské hory

Key words: aboveground biomass, nutrients, blue spruce, substitute stands, Jizerské hory Mts.

ÚVOD

Smrk pichlavý (SMP), nejrozšířenější introdukovaná dřevina porostů náhradních dřevin zakládáných v období likvidace imisních škod, byl do porostů zaveden pro svoji rezistenci ke klimatickým extrémům a imisím (ŠIKA 1976), ale i pro odolnost vůči poškozování spárkatou zvěří (KUBELKA et al. 1992) a relativně jednoduché pěstování ve školkách (REMEŠ et al. 2002). Vysazován byl hlavně ve východním Krušnohoří, ojediněle již od konce čtyřicátých, více od počátku let šedesátých, a ve vrcholové části Jizerských hor. Už v počátcích byly na SMP v lesních porostech rozdílné názory (ŠIKA 1976).

Dřevoprodukční funkce porostů SMP v domovině je minimální (PAVEK 1993), v našich podmínkách je ještě utlumena odlišnými stanovištními podmínkami nekorespondujícími s přirozenými nároky dřeviny. V Krušných horách byl často vysazován i na stanoviště po buldozerové přípravě (PODRÁZSKÝ, SOUČEK 1996). Dřevo je křehké a často sukaté, nemá výrazné využití (PAVEK 1993), dokonce i z hlediska chemického zpracování je nevhodné (REMEŠ et al. 2002), i když se dříve uvažovalo o možnosti využití na výrobu celulózy (ŠIKA 1976). V současné době je velká část porostů se smrkem pichlavým nestabilní, zpravidla podléhající klimatickým vlivům (SLODIČÁK 2001) a určena k postupné rekonstrukci.

V nedávné době se objevily snahy v rámci rekonstrukce porostů zužitkovat biomasu naakumulovanou v tyčkovinách smrku pichlavého na energetickou štěpku a začít tak pěstování cílových dřevin na takto uvolněných lokalitách. Kromě negativních mikroklimatických dopadů (BALCAR, KACÁLEK 2007, ŠPULÁK 2009b) může mít toto rozhodnutí negativní dopad na živinovou bilanci stanoviště. Na základě předchozího šetření v Krušných horách (SLODIČÁK, NOVÁK 2008a) hovoří nová metodika výchovy porostů náhradních dřevin (SLODIČÁK,

NOVÁK 2008b) o energetické štěpce pouze z materiálu po výchovných zásazích mimo buldozerové plochy. I tak však upozorňuje na nebezpečí ochuzení stanoviště o vápník a hořčík.

Práci zabývající se biomasou smrku pichlavého je poskrovnu. V Krušných horách se touto problematikou v omezené míře v počátku využívání dřeviny jako náhradní zabýval ŠIKA (1976), otázku vlivu výchovy na akumulaci biomasy 22letého porostu SMP v této oblasti řešili SLODIČÁK a NOVÁK (2008a). Další studie (MORAVČÍK, PODRÁZSKÝ 1993) pochází z Podkrkonoší a rozpracovává akumulaci biomasy 18 až 23letého porostu poblíž silného imisního zdroje. Z Jizerských hor, ve kterých výměra porostů smrku pichlavého dosahuje 1 640 ha (SLODIČÁK et al. 2005), není doposud žádná práce k dispozici. Tento text má za cíl tuto mezeru alespoň částečně zaplnit.

Cílem příspěvku je na základě živinové bilance vzorníků stanovit akumulaci dendromasy mladého porostu smrku pichlavého a živin v ní obsažených ve smrkovém lesním vegetačním stupni v Jizerských horách a vyhodnotit limity případného zužitkování biomasy.

METODIKA

Výzkum akumulace biomasy v tyčkovině smrku pichlavého byl prováděn v roce 2007 na lokalitě Plochý (880 m n. m., 5% sklon Z svahu, 8K) v Jizerských horách. Zhruba dvacetiletý porost smrku pichlavého měl průměrnou hustotu 2 340 ks.ha⁻¹, střední výšku 4,3 m a střední tloušťku 9 cm. V roce 2007 bylo na výzkumné ploše o velikosti 0,12 ha provedeno kompletní retrospektivní měření stromových charakteristik (ŠPULÁK 2009a).

Na základě tloušťkové struktury porostu bylo na podzim odebráno 7 vzorníků z úrovně porostu, reprezentující tloušťkové stupně v okolí středního kmene, na komplexní destruktivní produkční a chemickou

analýzu. U vzorníků byl zpětně proměřen výškový vývoj, tloušťka kmene nad jednotlivými přesleny, délka větví v přeslenech. U čtyř z těchto vzorníků byly odebrány veškeré jednoleté výhony po jednotlivých přeslenech, analyzována jejich sušina a proveden chemický rozbor jehličí na základní živiny, křemík a síru. Vzorky byly mineralizovány, celková koncentrace dusíku byla analyzována podle metody Kjeldahla, fosfor byl stanoven kolorimetricky, draslík atomovým absorpčním spektrofotometrem, vápník a hořčík atomovou absorpcí po dodání lanthanu, síra a křemík Balksovou metodou.

Z jednotlivých vzorníků byly odebrány větve po trojici přeslenů a zvážena hmotnost v čerstvém stavu i sušina a analyzován obsah prvků průměrného vzorku jehličí i dřeva větví v kůře. U kmene byla zjišťována hmotnost čerstvá, odebrány vzorky (kotouče) na čele, v polovině délky a ve výšce, kde tloušťka dosahovala 7 cm a 5 cm. U vzorků byl změřen objem dřeva i kůry, analyzována sušina a proveden chemický rozbor opět podle metodiky uvedené výše.

Spojením terénních i laboratorních měření byl vytvořen model závislosti tloušťky v prsní výšce a jednotlivých parametrů stromu (hmotnost čerstvá, sušina dřeva kmene, kůry kmene, dřeva s kůrou větví, jehličí). Těsný vztah mezi těmito veličinami byl potvrzen v řadě předchozích prací (např. ČERNÝ 1990, HOCHBICHLER et al. 2006, SLODIČÁK, NOVÁK 2008a). Vzhledem k výjimečnosti poměru objemu kmene ku objemu větví a jehličí byl z těchto výpočtů vyloučen jeden vzorník. S pomocí vypočítaných vztahových rovnic, na základě konkrétních tloušťek stromů na výzkumné ploše (obr. 1, blíže viz ŠPULÁK 2009a), bylo přistoupeno k modelovým výpočtům čerstvé hmotnosti, sušiny a živinových proporcí jednotlivých stromů. Sumarizací pak byla vypočítána celková zásoba v jednotlivých komponentech porostu. Základní statistické porovnání dat bylo provedeno s použitím jednofaktorové ANOVy (Kruskal-Wallis) a srovnáním intervalů spolehlivosti (confidence) na hladině významnosti 0,95.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Biomasa vzorníků

Analyzované vzorníky měly průměrnou výšku 480 cm, tloušťku 10,45 cm a výšku nasazení koruny 78 cm (tab. 1). Celková hmotnost v čerstvém stavu u analyzovaných vzorníků se pohybovala v rozpětí 40,7 až 94,1 kg (průměr 57,1 kg), z čehož 48 až 60 % tvořila hmota větví s jehličím (průměr 52 %) – tabulka 2. V sušině to představovalo 16,4 až 40,7 kg biomasy stromu (průměr 26,1 kg), tedy celkem 43,3 až 48,8 % hmotnosti stromu tvořila sušina. Relativně více sušiny bylo obsaženo ve větvích s jehličím (48,5 až 56,1 %) než ve kmene s kůrou (35,9 až 41,7 %), což souvisí se strukturou a fyziologickou aktivitou dané části stromu.

Průměrná hmotnost sušiny dřeva kmene vzorníků byla srovnatelná se sušinou větví (tab. 3). Velice vyrovnaný podíl z celkové hmotnosti měla sušina jehličí – rozpětí se pohybovalo mezi 25,1 % a 29,8 %. Z hlediska poměru sušiny jednotlivých složek se výrazněji odlišoval vzorník č. 2, u kterého měla biomasa kmene minimální hodnotu a maximální byl podíl biomasy větví s jehličím.

Jednoleté jehličí (ročník 2007)

Hmotnost sušiny nových výhonů na vzornících v roce 2007 dosahovala od 631,6 do 1 032,2 g (průměrně 782,7 g). Z toho 27,9 až 31,4 % tvořila hmota jehličí, zbytek větvičky. Z hlediska polohy v koruně přirostla největší hmotnost sušiny nových výhonů nejčastěji na 5. až 7. přeslenu. Ve spodnější části koruny se již projevo-

val vliv bočního stínění, na které smrk reagoval snížením přírůstu nových výhonů. Podíl jehličí na celkové hmotnosti výhonů jednotlivých přeslenů se od horní do spodní části koruny zvyšoval: zatímco na terminálu tvořil od 15 do 20 %, na 10. přeslenu to bylo již 74 až 80 %.

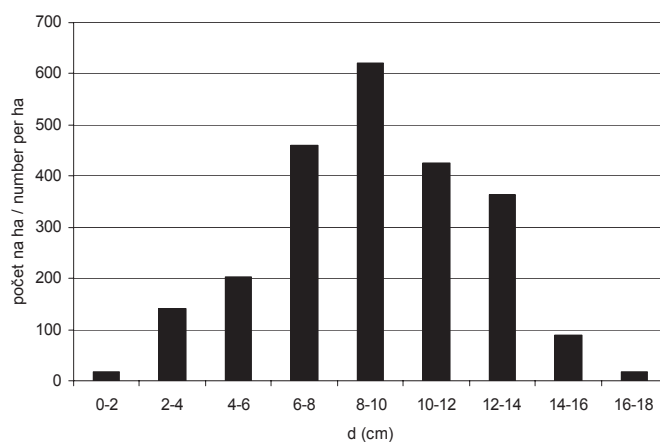
Z chemické analýzy vyplynul výrazný nárůst obsahu vápníku a hořčíku v jednoletém jehličí směrem od vrcholu k zemi. Tento nárůst mezi terminálním výhonem a 10. přeslenem shora průměrně dosahoval u vápníku 219 % a u hořčíku 62 % (tab. 4). V literatuře je komentován nárůst obsahu vápníku směrem od vrcholu k bázi zelené koruny u nového jehličí jedle obrovské (NÁROVEC 2002), hořčík však u této dřeviny podobný trend nevykazoval. Příčinou může být průměrná úroveň oslunění jednotlivého patra. Dalo by se však předpokládat, že se translokace živin v rámci koruny bude týkat i dalších prvků.

Z hlediska dostupných kritérií obsahu živin po stránce výživy uváděných pro smrk ztepilý (BERGMANN 1988) vykazuje jednoleté jehličí nedostatečné hodnoty u N, P i K a limitní hodnoty u Ca a Mg, tzn. vyrovnaně nedostatečnou výživu. Konkrétní limitní hodnoty se samozřejmě mezi druhy mohou lišit, zhoršený zdravotní stav porostu (viz ŠPULÁK 2009a) však neoptimální výživě odpovídá.

Větve s jehličím

Hmotnost sušiny dřeva větví (v kůře) i jehličí 1. až 5. přeslenu byla logicky několikanásobně nižší než u následující pětice přeslenů a ta u dřeva nižší než hmotnost přeslenů 11. až 15. přeslenu. Výjimkou byl vzorník č. 2, u kterého již pravděpodobně vzhledem k redukovanému bočnímu růstu větví byla hmotnost spodních přeslenů nižší. Naproti tomu u sušiny jehličí byla, až na vzorník č. 16, již vždy menší hmotnost u přeslenů 11. až 15. oproti skupině 6. až 10. přeslenu. Souvislost lze spatřovat v zastínění, projevujícím se na jedné straně v omezené tvorbě nových výhonů (viz výše), na druhé straně také v redukci fotosynteticky neúčinných pletiv (opadu starších ročníků jehličí).

Z chemické analýzy dřeva větví vyplynul pokles zastoupení vybraných prvků směrem od horní po spodní část koruny. Průkazně klesal obsah N, těsně neprůkazně P, avšak u skupiny 11. až 15. přeslenu se již fosfor dostal pod hranici přesnosti metody. Pokles obsa-



Obr. 1.

Tloušťková struktura porostu smrku pichlavého na lokalitě Plochy v roce 2007

Diameter structure of blue spruce stand on the locality of Plochy in 2007

hu draslíku byl vysoce průkazný, vyskytoval se i u hořčíku a síry, avšak neprůkazně (tab. 5). Rozdílnost chemismu může souviset jak s variabilním poměrem kůry v rámci koruny, tak je možná i redistribuce prvků spojená se zásobováním fotosynteticky aktivních poloh (cf. NÁROVEC 2002).

Závislost výšky v koruně byla zjištěna i v případě směsného vzorku všech ročníků jehličí. Podobně jako u jednoletých výhonů se projevil trend nárůstu Ca (průkazně) a Mg (neprůkazně), ale také pokles obsahu N (neprůkazně). Zajímavý je nárůst obsahu křemíku jak ve dřevě větví, tak v jehličí. V literatuře se uvádí, že jehličí smrku, zvláště pokud je smrk stresovaný, má zvýšený obsah křemíku (GODDE et al. 1991). „Stres“ způsobený vyšším stíněním starších ročníků jehličí mohl mít podobný dopad.

Přestože celková sušina dřeva větví ve všech případech přesahovala sušinu jehličí (o 3 až 47 %), celková zásoba živin, ale i síry a křemíku, byla, vzhledem k svému procentickému zastoupení, v jehličí vždy vyšší.

Kmen s kůrou

Obsahy živin v kůře násobně převyšovaly obsahy ve dřevě (tab. 6), což je všeobecně platný výsledek ukládání živin v rámci kmene. Zvláště významné to bylo u fosforu, kde hodnoty ve dřevě nedosahovaly ani minima zachytitelného metodou analýzy. V rámci výškového profilu kmenem bylo zjištěno, že v kůře horní části stromu je oproti bázi akumulováno relativně více N, P, K a Mg. Průkazný rozdíl se ukázal ve všech případech minimálně mezi kůrou v místě o tloušťce 5 cm a na čele kmene (tab. 6). Také hořčík ve dřevě vykazoval podobný poměr, obsah draslíku však byl v horní části nejnižší. Naproti tomu rozdíly mezi chemismem dřeva podle výšky na kmeni byly pouze minimální.

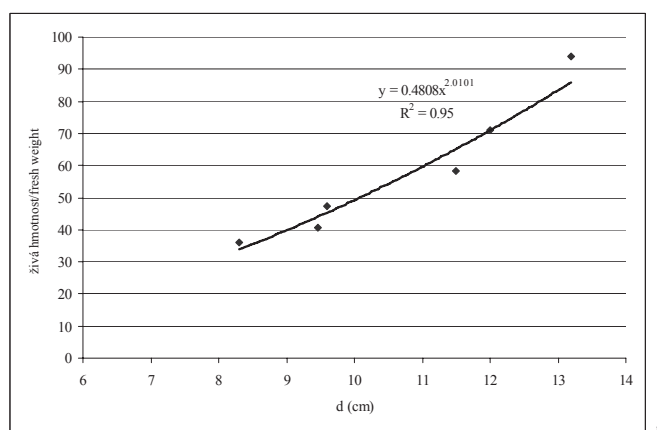
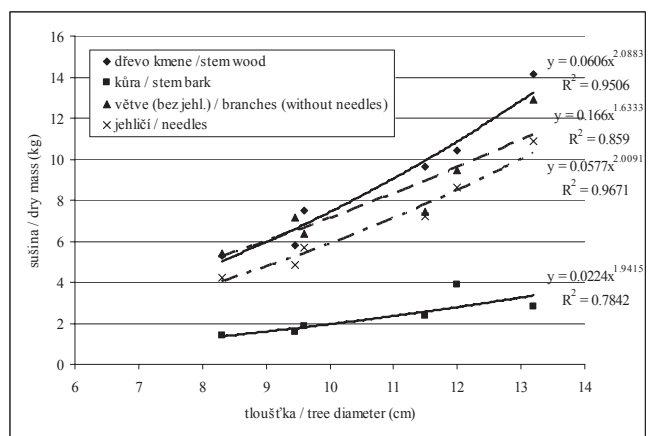
V kůře hroubí průměrného vzorníku bylo nahromaděno od 67 % (u P) po 83 % (u Ca) celkového obsahu prvků v kůře, v dřevě hroubí pak od 83 % (u Mg) po 89 % (u K) celkových prvků v dřevě kmene (tab. 6). V případě využití hroubí kmene tak dochází k úbytku kolem 80 % obsahu prvků akumulovaných ve kmeni.

Zásoba živin v porostu

Modelové křivky vypočítané na základě vztahů mezi tloušťkou vzorníků, čerstvou hmotností stromů a sušinou zkoumaných komponent – dřeva kmene, kůry kmene, dřeva větví s kůrou a jehličí - byly základem pro výpočet porostních charakteristik (obr. 2).

Celková biomasa dřeva kmene a větví porostu, vypočítaná na základě vztahových křivek, byla velice blízká (14,9 a 14,1 t na ha), markantní rozdíly však vykazoval obsah živin v nich akumulovaných (tab. 7). SLODIČÁK a NOVÁK (2008a) při výzkumu v 22letém porostu v Krušných horách (800 m n. m., cca 2 000 stromů na ha) uvádějí velice blízkou biomasu kmene, avšak o 1/3 hmotnatější korunu. Práce analyzující 25letý porost na Trutnovsku (MORAVČÍK, PODRÁZSKÝ 1993) pak naproti tomu vykazovala vyšší podíl dřeva kmene oproti větvím. Disproporce mezi studii mohou být způsobeny lokálními stanovištními rozdíly odrážejícími se ve zdravotním stavu a přírůstkové reakci větví. Tomu však příliš neodpovídá poměr sušiny jehličí vůči větvím, který v našem případě dosahuje 83 %, zatímco v zmiňovaných pracích je podíl pouze 63 až 68 %.

Nejmenší hmotnost biomasy byla v našem pokusu soustředěna v kůře (pouze 4,0 t na ha), kromě síry a křemíku zde bylo nahromaděno v porovnání se dřevem více analyzovaných prvků. Významný je tento rozdíl zvláště u vápníku (27,9 kg oproti 12,1 kg na ha). Studie SLODIČÁKA a NOVÁKA (2008) uvádí menší podíl kůry (pouze 3,1 t),



Obr. 2.

Vztah mezi výčetní tloušťkou a sušinou jednotlivých částí stromu (a) a mezi výčetní tloušťkou a čerstvou hmotností stromu (b)
Relation between breast height diameter and dry matter of tree components (a) and between breast height diameter and fresh weight of tree (b)

studie z Trutnovska má, při uvažování vyššího stáří porostu, hodnoty srovnatelné s naší prací.

Hlavní zásoba živin (45 % hořčíku až 74 % fosforu), ale i síry (51 %) a křemíku (80 %) v biomase porostu byla soustředěna v jehličí, menší objemy pak obsahovaly větve, kůra a nejméně prvků v porostu je uloženo ve dřevě kmene (tab. 7). Celkově byla v nadzemní biomase zjištěna velice nízká zásoba fosforu (jen 8,1 kg·ha⁻¹). Velice výrazně se tento deficit projevil při srovnání zásob prvků se studií SLODIČÁKA a NOVÁKA (2008a) v 22letém porostu v Krušných horách: zatímco u většiny prvků (kromě deficitního Ca) uvádějí o 36 až 51 % vyšší celkovou zásobu, fosforu zjistili téměř 3,5krát více.

Pedologickým šetřením prováděným na lokalitě bylo zjištěno, že pod smrskem pichlavým je nahromaděno 153 tun sušiny humusových horizontů (ŠPULÁK, DUŠEK 2009). Rozbor metodou Mehlich III. pak v nich stanovil zásoby N na 2,28 t, P na 3,8 kg, K na 71,7 kg, Ca na 140,0 kg a Mg na 41,16 kg. Stejně jako v nadzemní biomase tak byl limitním prvkem fosfor, což je podpořeno i srovnáním se studií z porostu SMP v Krušných horách (ULBRICHOVÁ et al. 2005).

Doporučovaná síla prvního zásahu podle současné metodiky (SLODIČÁK, NOVÁK 2008b) pro méně příznivé imisně ekologické poměry uvažuje o redukcí cca 30 % počtu stromů a maximálně 15 %

výčetní kruhové základny. Při stromové metodě těžby, např. pro zpracování na štěpku, takový zásah znamená v téměř 15 tunách čerstvé hmoty odnětí 1,2 kg kličového fosforu, 36,1 kg dusíku, 13,7 kg draslíku, 24,0 kg vápníku a 3,1 kg hořčíku na hektar. Vzhledem k celkové chudosti stanoviště jsou to hmotnosti nezanedbatelné. Nejvyšší zásoba fosforu v komponentech porostu je v jehličí, následovaná větvemi, poté kůrou. V kůře je vyšší obsah v horní části kmene. Pokud by se tedy našla technologie zpracovávající pouze hrubí kmene, byl by dopad na úbytek prvků z ekosystému minimalizován. Při uvážení 80% podílu prvků v hrubí z celkového obsahu ve kmeni (viz výše) by se ztráta pohybovala v rozmezí 8 % zásoby ve stromu u fosforu a 20 % u vápníku.

ZÁVĚR

Ze studie vyplývá, že sušina mladého porostu smrku pichlavého ve smrkovém lesním vegetačním stupni v Jizerských horách tvořila 43 až 49 % čerstvé hmotnosti stromu. Největší procentický obsah živin v ní je uložen v hmotě jednoletého jehličí (průměrně 1,24 % N, 0,1 % P, 0,44 % K, 0,36 % Ca a 0,1 % Mg) a nejmenší ve dřevě kmene (0,09 % N, méně než 0,001 % P, 0,07 % K, 0,08 % Ca a 0,01 % Mg). Z hlediska celkového objemu dvacetiletého porostu o hustotě 2 300 ks na hektar pak nejvíce živin opět obsahuje jehličí (od 45 % u Mg a Ca po 74 % u P), následované hmotou větví v kůře, kůrou kmene a nejméně živin je akumulováno ve dřevě kmene (od 1 % u P po 12 % u K). Limitním prvkem stanoviště s minimálním zastoupením jak v biomase, tak v půdě byl fosfor. Vzhledem k celkové chudosti lokality představuje případné zpracování dřevní hmoty vytěžené při výchovných zásazích výrazné ochuzení ekosystému. Využitelným kompromisem mezi odebráním prvků a alespoň částečným plněním dřevoprodukční funkce může být zpracování pouze hmoty hrubí. Negativní dopady takového hospodaření na živinovou bilanci stanoviště by byly minimalizovány.

Poděkování:

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

LITERATURA

- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. European beech planted into spruce stands exposed to climatic stresses in mountain areas. *Austrian Journal of Forest Science*, 125/1: 27-38.
- BERGMANN W. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, G. Fischer: 762 s.
- ČERNÝ M. 1990. Biomass of *Picea abies* (L.) KARST. in Midwestern Bohemia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 5: 83-95.
- GODDE D., DIVOUX S., HÖFERT M., KLEIN C., GONSIOR B. 1991. Quantitative and localized element analysis in cross-sections of spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) needles with different degrees of damage. *Trees: Structure and Function*, 5: 95-100.
- HOCHBICHLER E., BELLOS P., LICK E. 2006. Biomass functions for estimating needle and branch biomass of spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) and branch biomass of beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus robur* and *petraea*). *Austrian Journal of Forest Science*, 123: 35-46.
- KUBELKA, L. et al. 1992. Obnova lesa v imisemi poškozované oblasti severovýchodního Krušnohoří. Praha, MZe ČR: 133 s.
- MORAVČÍK P., PODRÁZSKÝ V. 1993. Akumulace biomasy v porostech břízy a smrku pichlavého a jejich vliv na půdu. *Zprávy lesn. výzk.*, 39/2: 4-9.
- NÁROVEC V. 2002. Aktuální stav výživy v nejmladších borových kulturách na LZ Týniště nad Orlicí. Zpráva pro Správu majetku HS, s. r. o., Častolovice. 5 s.
- PAVEK D. S. 1993. *Picea pungens*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available: <http://www.fs.fed.us/database/feis/> [2009, January 14].
- PODRÁZSKÝ V., SOUČEK J. 1996. Antropogenní poškození lesních půd a obnova jejich úrodnosti na lokalitách s buldozerovou přípravou půdy v Krušných horách. In: Vedecké práce Lesnického výzkumného ústavu vo Zvolene. 41. Biologické, technické a ekonomické principy obhospodarovania lesov pre ich nepretržitý rozvoj. Zvolen, Bratislava, Slovak Academic Press: 59-66.
- REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V. 2002. Ekologické nároky a funkční význam smrku pichlavého. *Lesnická práce*, 81: 306-307.
- SLODIČÁK M. 2001. Diferenciace pěstebních opatření v porostech náhradních dřevin. In: Slodičák, Novák, J. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách. Sborník z celostátní konference ... Teplice, 1. 3. 2001. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 151-162. ISBN 80-86461-06-8
- SLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. [Forestry management in the Jizerské hory Mts.] Hradec Králové, Lesy České republiky; Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 232 s. ISBN 80-86945-00-6 (LČR); ISBN 80-86461-51-3 (VÚLHM)
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008a. Nutrients in the aboveground biomass of substitute tree species stand with respect to thinning – blue spruce (*Picea pungens* ENGELM.). *Journal of Forest Science*, 54: 85-91.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008b. Výchova porostů náhradních dřevin. [Thinning of substitute tree species stands.] Recenzovaná metodika. Lesnický průvodce č. 3, 28 s. ISBN 978-80-86461-99-1
- ŠIKA A. 1976. Růst smrku pichlavého v lesních porostech. *Zprávy lesnického výzkumu*, 22/2: 8-12.
- ŠPULÁK O. 2009a. Růst a stabilita tyčkovin náhradní dřeviny smrku pichlavého v Jizerských horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54, Speciál: 51-58.
- ŠPULÁK O. 2009b. Příspěvek k poznání teplotních souvislostí prosadů jehličnatých porostů náhradních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54, Speciál: 59-66.
- ŠPULÁK O., DUŠEK D. 2009. Comparison of the impact of blue spruce and reed *Calamagrostis villosa* on forest soil chemical properties. *Journal of Forest Science*, 55: 208-214.
- ULBRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V., SLODIČÁK M. 2005. Soil forming role of birch in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 51, special issue: 54-58.

Tab. 1.

Základní parametry vzorníků
Basic parameters of the sample trees

Vzorník/ Sample tree	Výška/ Height	Tloušťka/ Diameter	h/d	Nasazení zelených větví/ Upper crown height		Objem dřeva kmene/ Stem wood volume	Objem kůry kmene/ Stem bark volume	Objem hroubí/Volume of timber to the top of 7 cm o. b
	cm	cm		cm	přeslen/whorl	dm ³	dm ³	dm ³
1	533	12,0	44,42	86	18.	34,49	5,24	30,38
2	420	9,1	46,15	56	18.	19,43	3,46	16,53
3	522	11,5	45,39	90	16.	29,58	5,20	25,96
4	444	9,6	46,25	90	16.	22,61	3,60	19,29
123	544	13,2	41,21	63	19.	45,09	5,84	42,38
199	451	8,3	54,34	75	16.	16,25	2,62	12,44
216	447	9,46	47,25	86	15.	17,29	2,48	13,58

Tab. 2.

Hmotnost čerstvé dendromasy (kg), hmotnost sušiny (kg) a podíl sušiny k čerstvé hmotnosti kmene a větví a celého vzorníku SMP (%)
Fresh weight of biomass (kg), dry matter (kg) and share of dry mass to fresh weight of stem, branches and whole blue spruce sample tree (%)

Vzorník/ Sample tree	Kmen (vč. kůry)/Stem (bark incl.)			Větvě (vč. jehličí)/Branches (needles incl.)			Celkem/Total		
	čerstvá/fresh	sušina/dry	%	čerstvá/fresh	sušina/dry	%	čerstvá/fresh	sušina/dry	%
1	34,97	14,28	40,8	35,94	18,06	50,3	70,91	32,34	45,6
2	21,32	8,15	38,2	31,47	17,61	56,0	52,79	25,76	48,8
3	30,14	11,97	39,7	28,00	14,62	52,2	58,14	26,58	45,7
4	22,37	9,34	41,7	24,81	12,04	48,5	47,18	21,38	45,3
123	47,25	16,97	35,9	46,86	23,75	50,7	94,11	40,72	43,3
199	17,12	6,68	39,0	18,88	9,66	51,2	35,99	16,35	45,4
216	19,43	7,36	37,9	21,36	11,99	56,1	40,78	19,35	47,5
Průměr/Mean	27,51	10,68	38,8	29,62	15,39	52,0	57,13	26,07	45,6

Tab. 3.

Sušina biomasy dřeva kmene, kůry kmene, větví a jehličí u vzorníků SMP
Dry matter of stem wood, stem bark, branches and needles of blue spruce sample trees

Vzorník/ Sample tree	Dřevo kmene/ Stem wood		Kůra kmene/ Stem bark		Větvě (bez jehl.)/ Branches (without needles)		Jehličí/Needles		Celkem/Total	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
1	10,42	32,2	3,86	11,9	9,45	29,2	8,62	26,6	32,34	100,0
2	6,29	24,4	1,86	7,2	9,92	38,5	7,69	29,8	25,76	100,0
3	9,62	36,2	2,35	8,9	7,42	27,9	7,19	27,1	26,58	100,0
4	7,48	35,0	1,86	8,7	6,34	29,6	5,71	26,7	21,38	100,0
123	14,14	34,7	2,83	6,9	12,89	31,7	10,86	26,7	40,72	100,0
199	5,28	32,3	1,40	8,6	5,43	33,2	4,24	25,9	16,35	100,0
216	5,81	30,0	1,56	8,0	7,13	36,8	4,86	25,1	19,35	100,0
Průměr/Mean	8,43	31,0	2,36	8,7	8,57	31,5	7,38	27,2	27,19	100,0

Tab. 4.

Obsah základních živin, síry a křemíku v jednoletém jehličí podle přeslenů (v %)
Content of basic nutrients, sulphur and silicon in one year old needles by whorls (%)

Přeslen/Whorl	N		P		K		Ca		Mg		S		Si	
	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx
Terminál/Leader shoot	1,1	0,18	0,1	0,03	0,62	0,07	0,22	0,1	0,07	0,02	0,15	0,04	0,22	0,04
2	1,28	0,06	0,11	0,01	0,43	0,1	0,23	0,12	0,09	0,03	0,13	0,03	0,22	0,01
4	1,24	0,02	0,11	0,03	0,41	0,09	0,25	0,09	0,09	0,02	0,16	0,05	0,19	0,03
6	1,26	0,03	0,09	0,01	0,39	0,07	0,31	0,13	0,1	0,02	0,13	0,03	0,18	0,03
8	1,3	0,06	0,1	0,01	0,43	0,06	0,36	0,2	0,09	0,01	0,15	0,05	0,2	0,07
10	1,29	0,1	0,09	0,01	0,42	0,06	0,53	0,32	0,12	0,03	0,15	0,04	0,21	0,09
12	1,21	0,05	0,1	0,03	0,4	0,07	0,63	0,42	0,12	0,03	0,11	0,02	0,15	0,05
Průměr/Mean	1,24	0,07	0,10	0,01	0,44	0,07	0,36	0,15	0,10	0,02	0,14	0,02	0,20	0,02

Prům. = Mean, sx = Standard deviation

Tab. 5.

Obsah živin, síry a křemíku v jehličí a dřevě větví podle skupin přeslenů (v %)
Content of basic nutrients, sulphur and silicon in needles and branches by whorl groups (%)

Materiál/ Material	Skupina přeslenů/ Whorl group	N		P		K		Ca		Mg		S		Si	
		Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx	Prům.	sx
Dřevo/ Wood	1. – 5.	0,816	0,304	0,023	0,009	0,365	0,052	0,308	0,073	0,062	0,012	0,072	0,013	0,065	0,025
	6. – 10.	0,489	0,078	0,011	0,003	0,213	0,026	0,308	0,040	0,051	0,005	0,069	0,014	0,077	0,021
	11. – 15.	0,326	0,030	0,001*	-	0,115	0,015	0,410	0,042	0,044	0,007	0,067	0,013	0,083	0,030
Průměr/Mean		0,478	0,210	0,009	0,009	0,193	0,110	0,335	0,043	0,048	0,009	0,069	0,002	0,074	0,007
Jehličí/ Needles	1 - 5	1,257	0,151	0,059	0,017	0,378	0,040	0,390	0,154	0,066	0,008	0,196	0,034	0,479	0,007
	6 - 10	1,210	0,142	0,046	0,009	0,353	0,050	0,605	0,135	0,077	0,012	0,159	0,027	0,575	0,020
	11 - 15	1,185	0,112	0,061	0,040	0,365	0,044	0,778	0,138	0,094	0,016	0,155	0,031	0,637	0,076
Průměr/Mean		1,192	0,051	0,051	0,010	0,363	0,009	0,614	0,143	0,078	0,010	0,169	0,016	0,579	0,062

*pod hranici přesnosti metody/below accuracy of the method of analysis; Prům. = Mean, sx = Standard deviation

Tab. 6.

Základní živiny, S a Si v kůře a ve dřevě kmene (v %) v jednotlivých částech kmene (v místě s tloušťkou 5 cm (5 cm), na horním čepu, ve středu kmene a na čele kmene). Rozdílná písmena vyjadřují příslušnost k rozdílné skupině statistické homogenity.

Nutrients, sulphur and silicon in stem bark and stem wood in different parts of stem (%). Note: prům. = mean, 5 cm = part with diameter 5 cm, čep = part with diameter 7 cm, střed = part in the midpoint between čep and čelo, čelo = tree foot. Heterogeneous groups are designated by letters of the alphabet.

Materiál/ Material	Část/ Part	N		P		K		Ca		Mg		S		Si	
		Prům.	s _x	Prům.	s _x	Prům.	s _x	Prům.	s _x	Prům.	s _x	Prům.	s _x	Prům.	s _x
Kůra/Bark	5 cm	0,583 a	0,078	0,029 a	0,016	0,316 a	0,042	0,609	0,178	0,082 a	0,013	0,055	0,018	0,072	0,034
	Čep	0,552 ab	0,145	0,024 a	0,015	0,303 a	0,045	0,749	0,179	0,080 a	0,013	0,051	0,012	0,087	0,022
	Střed	0,455 b	0,070	0,012 ab	0,013	0,260 ab	0,057	0,800	0,101	0,069 a	0,009	0,054	0,016	0,073	0,011
	Čelo	0,378 c	0,027	0,007 b	0,007	0,226 b	0,040	0,699	0,080	0,052 b	0,008	0,047	0,013	0,049	0,015
Průměr/Mean		0,492	0,081	0,018	0,009	0,276	0,036	0,714	0,070	0,071	0,012	0,052	0,003	0,070	0,014
Dřevo/Wood	5 cm	0,091	0,008	-	-	0,060	0,008	0,087	0,007	0,015	0,001	0,045	0,052	0,026	0,015
	Čep	0,097	0,012	-	-	0,081	0,011	0,070	0,013	0,010	0,002	0,058	0,055	0,024	0,020
	Střed	0,085	0,010	-	-	0,071	0,006	0,084	0,007	0,012	0,002	0,043	0,023	0,027	0,014
	Čelo	0,099	0,012	-	-	0,071	0,011	0,084	0,012	0,014	0,002	0,045	0,050	0,033	0,006
Průměr/Mean		0,093	0,005	-	-	0,071	0,007	0,081	0,007	0,012	0,002	0,048	0,006	0,028	0,003

Tab. 7.

Celková zásoba prvků v nadzemní biomase tyčkoviny smrku pichlavého (kg.ha⁻¹ a %) pro skutečnou hustotu porostu 2 300 jedinců na ha vypočtená na základě vztahových trendů (obr. 1), sušina a čerstvá hmotnost průměrného jedince (kg)

Total content of selected elements in aboveground biomass of young blue spruce stand (kg.ha⁻¹ and %) for real stand density 2,300 trees per ha computed on the basis of relation trends (see fig. 1), dry matter and fresh weight of the average tree (kg)

Hmotnost/ Weight	Sušina/Dry matter										Čerstvá hmotnost/ Fresh weight
	Dřevo kmene/ Stem wood	%	Kůra/ Stem bark	%	Větve/ Branches	%	Jehličí/ Needles	%	Celkem/ Total	%	Celkem/Total
	14 904	33,3	3 903	8,7	14 113	31,6	11 780	26,4	44 700	100,0	98 394
N	13,8	5,7	19,2	8,0	67,5	28,0	140,4	58,3	240,9	100,0	
P	0,1*	1,2	0,7	8,6	1,3	16,0	6	74,1	8,1	100,0	
K	10,6	11,6	10,8	11,8	27,3	29,9	42,8	46,8	91,4	100,0	
Ca	12,1	7,6	27,9	17,5	47,3	29,6	72,4	45,3	159,7	100,0	
Mg	1,9	9,2	2,8	13,6	6,8	33,0	9,2	44,7	20,6	100,0	
S	7,1	18,3	2	5,2	9,7	25,0	19,9	51,3	38,8	100,0	
Si	4,1	4,8	2,7	3,2	10,4	12,2	68,2	79,8	85,5	100,0	
Prům. jedinec porostu/Mean tree	6,48	33,3	1,7	8,7	6,14	31,6	5,12	26,3	19,44	100,0	42,78

*obsah pod hranicí přesnosti metody chemické analýzy/content below accuracy of the method of analysis

PRODUCTION POTENTIAL OF BLUE SPRUCE YOUNG STAND AND NUTRIENT ACCUMULATION IN THE ABOVEGROUND BIOMASS

SUMMARY

Blue spruce (*Picea pungens* ENGELS.) was tree species most commonly used as the substitute forest stands planted in the time of air pollution in the Czech Republic. At present questions of economical utilization vs. ecological impact of the thinned biomass removal emerged. Presented paper aims to state nutrient contents in accumulated biomass and limits of its removal.

Seven sample trees from the ca 20 years old blue spruce forest stand in the upper part of the Jizerské hory Mts. (880 m a. s. l., density 2,340 trees per ha, mean height of 4.3 m and 9 cm d.b.h.) were measured in detail and chemically analysed in sections (annual needles, all needles, branches in bark, stem bark, stem wood). Nutrient content and content of sulphur and silicon of particular tree components were compared, relations between diameter in breast height and dry mass were stated. Biomass and nutrient content of blue spruce stand was calculated on the basis of real diameter structure.

Sample tree dry matter ranged from 43.3 to 48.8% of fresh weight, relatively more dry matter was in branches with needles (48.5 to 56.1%) than in stem with bark (35.9 to 41.7%). Mean dry matter weight of annual sprouts was 782.7 g, share of needles on sprout negatively correlated with height position on the crown. Significant increase of Ca and Mg content in annual needles from top to bottom part of tree was found. Total nutrient content in needles showed amounts on the deficiency level.

Chemical analysis of the wood of branches showed decrease of N, P, K, Mg and S from top to tree bottom. Similarly to annual needles, negative correlation of height in crown of Ca, Mg and N was found in all needles. There were many times more nutrients in stem bark compared to stem wood, and relative nutrient content of N, P, K and Mg in bark correlated with height.

Total biomass of stand components was 98.4 t of fresh weight and 44.7 t of dry matter per ha. Maximum nutrient supply of BS forest stand was accumulated in needles (from 45% in Mg to 74% in P), lower content was in branches, bark and the lowest in stem wood.

According to pedological research, soil on the locality is very poor. Limit nutrient of the soil as well as of aboveground biomass is phosphorus. Therefore thinning with whole tree logging (e. g. for wood chips) would bring appreciable lowering of the ecosystem nutrient content. Considering need of economical realization, logging of timber to the top of 7 cm o. b. would be acceptable compromise, reducing nutrients accumulated in tree mass from 8% (in P) to 20% (in Ca).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Ondřej Špulák, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391-2; e-mail: spulak@vulhmop.cz

OVĚŘOVÁNÍ TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ POLOODROSTKŮ A ODROSTKŮ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

TESTING OF THE TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF LARGE-SIZED PLANTING STOCK IN FOREST NURSERIES

PAVEL BURDA¹⁾ - JARMILA NÁROVCOVÁ²⁾

¹⁾Lesní školky Sepekov; ²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

The article summarizes results from growing of the large-sized plants in the forest nurseries. It is aimed at cultivation techniques and machinery required. The design of a new innovative transplanter for large-sized planting stock is included. In the results, the saplings are assessed, which were produced using the technology in question. The above-ground parts as well as root systems of the saplings are evaluated. In the conclusions, some essential conditions for the successful cultivation of large-sized planting stock are defined.

Klíčová slova: lesní školky, poloodrostek, odrostek, kořenový systém, školkování, školkovací stroj, školkařské technologie

Key words: forest nursery, large-sized (advanced) planting stock (50+ cm, resp. 120+ cm in height), root system, transplanting, transplanting machinery, nursery technology

ÚVOD

Díky neustálému zvětšování společných trhů dochází k intenzivnímu zavádění nových technologií přímo do lesní prvovýroby. Součástí oboru, které jsou pro vlastní hospodářský provoz v lese nepostradatelné, jako např. lesní školkařství, jsou v posledních letech rovněž charakterizovány velkým množstvím změn v přístupech k vlastnímu provozu a značným technologickým rozvojem. Shrnutím poznatků z ověřování jedné z nových pěstebních technologií se zabývá následující příspěvek.

Popisovaná technologie je navržena pro pěstování velkých silných sazenic spadajících v terminologii ČSN 48 2115 do kategorie poloodrostků a odrostků (POO), viz dále. Bylo provedeno ověření technologického postupu s využitím nového konstrukčního řešení školkovacího stroje pro výše uvedený typ sazenic. Tento příspěvek informuje o základním zhodnocení morfologické kvality materiálu vyprodukovaného touto technologií a rámcově nastiňuje návrh na technologický postup při pěstování POO.

HISTORIE POUŽÍVÁNÍ POO V OBNOVĚ LESA A LIMITNÍ PODMÍNKY TECHNOLOGIÍ

První zmínky o používání velkého sadebního materiálu lesních dřevin se datují do 16. století našeho letopočtu (MAUER 1998). DUŠEK (1980) uvádí, že v 18. století bylo používání velkých prostokořenných i obalených sazenic ve střední Evropě běžné. Historické prameny hovoří o používání velkých rostlin vyzvedávaných především z náletů a jejich rozsazování do lesa pro zajištění obnovy. Tento model se do našich zemí pravděpodobně rozšířil z Německa. POO se většinou používaly jako příměs do monokultur. Tento způsob využití POO však nezískal v praxi široké uplatnění.

Obnovení zájmu o výsadbu silných sazenic nastalo u nás i v zahraničí v druhé polovině minulého století. SCHMIDT, VOGT a GURTH (1969) datují novou vlnu zájmu o vyspělé sazenice na počátek 60. let 20. století, kdy se lesní hospodářství v bývalé NSR zabývalo hledáním optimální sazenice pro obnovu lesa, která bude rychle odrůstat a v krátké době překoná kritickou hranici limitních faktorů odrůstání kultur. V zahraničí se uvedené problematice věnuje v 90. letech HUSS (1993) a EBERT (1994). V podmínkách České republiky se dlouhodobě využívaly POO v praxi na Písecku (MAUER 1998). V poslední době se odrostky testují při prosadbách jehličnatých porostů (KUNEŠ, BURDA 2007).

Všichni autoři, kteří popisují použití odrostků v historii i nedávné minulosti, se shodují na tom, že použití silného sadebního materiálu je z pěstebního hlediska výhodné, ale pouze v případě, že jsou k dispozici kvalitní jedinci, kteří se použijí na odpovídající stanoviště. Výsadba velkých silných rostlin není na některých plochách vhodná především z důvodů možných rizik po výsadbě. Vyspělý prostokořenný materiál navíc vyžaduje velmi citlivou manipulaci a kvalitní provedení výsadby. Právě z těchto důvodů se i přes nesporné výhody uvedený sadební materiál ve velké míře neuplatňoval na našem trhu v nabídce lesních školek ani v požadavcích lesních hospodářů.

Různé pohledy na problematiku obnovy lesa u různých lesních majetků a diferenciacie přístupů k hospodaření v lese s sebou v posledních letech přináší zvýšený zájem o tento druh sazenic. Potřeba zalesňování v lokalitách, na nichž je problémem konkurence buřeně, a potřeba rychlého zajištění kultur, vylepšování odrostlejších ploch a doplnění melioračních a zpevňujících dřevin do přirozeného zmlazení jsou hlavními důvody zvýšeného zájmu o POO v posledních letech.

Podle aktuálně platných technických předpisů udává standardy kvality sadebního materiálu včetně poloodrostků ČSN 48 2115 - Sadební materiál lesních dřevin:

- Poloodrostek – rostlina vypěstovaná zpravidla dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, případně kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 51 do 120 cm a případně s tvarovanou korunou
- Odrostek – rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, případně kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 121 do 250 cm a s tvarovanou korunou.

MAUER (1998) uvádí technologické postupy při pěstování POO v dnešním pojetí následovně:

- Výsev – podřezávání – podřezávání – prostokořený poloodrostek
- Výsev – podřezávání – podřezávání – přesadba do obalů - zakořenění – krytokořený poloodrostek
- Výsev - podřezávání – školkování – prostokořený poloodrostek
- Výsev – školkování – podřezávání – prostokořený poloodrostek
- Výsev – školkování – školkování – prostokořený poloodrostek
- Výsev do obalů – školkování – podřezávání – prostokořený poloodrostek
- Výsev do obalů – přesazení do obalů – krytokořený poloodrostek
- Výsev - školkování - podřezávání – přesazení do obalů – krytokořený poloodrostek

Technická a půdní limity pěstování POO popisuje MAUER (1998) následovně:

- Nasazení podřezávačů schopných podřezávat i v hloubce kolem 30 cm pod povrchem půdy a zároveň podřezávat i rostliny s výškou přes 60 cm
- Uplatnění školkovacích strojů schopných přesazovat i rostliny o výšce nad 50 cm
- U obalovaných POO používat obaly odpovídajících dimenzí, při manipulaci s balovými odrostky používat materiály pro rychlou fixaci a využívat kontejnery a palety pro manipulaci s těmito rostlinami
- Lehčí půdy s obsahem jílnatých částic do 30 %
- Hloubka ornice min. 35 cm
- Odpovídající podíl humusu – min. 3 %
- Absence skeletu v orníční vrstvě
- Spodní voda může vystupovat maximálně 80 cm pod půdní povrch.

METODICKÉ POSTUPY OVĚŘOVÁNÍ

Popis půdních podmínek a technologického vybavení při ověřování technologie

Pro založení pokusů v roce 2003 byla vybrána školka „Růžená“, ležící v lesním komplexu poblíž stejnojmenné vesnice v okrese Písek, PLO 16, v nadmořské výšce 600 m n. m., která má charakter podokapové školky umístěné v lesním porostu. Matečnou horninou je syenit, zde specificky „syenit Čertova břemene“, s vysokým obsahem živců. Struktura půdy je hrubozrnná, písčitéjší, s mocností orníční vrstvy 40 cm a obsahem humusu v půdě 3 %. Množství skeletu v orníční vrstvě je nízké, v podorníční vrstvě se vyskytuje rostlá matečná hornina. Propustnost podloží je velice dobrá, ovlivnění spodní vodou lze vyloučit. Velikost školky je 0,30 ha, orientace je směrem východ - západ v podélném směru obdělání.

V dalších fázích ověřování technologie byla produkce POO započata ještě ve školce „Staňkov“ a „Židovina“. Obě školky leží v nadmořské výšce 450 m n. m., PLO 10, poblíž města Milevska. Školka „Staňkov“ je charakteristická hlubokým půdním profilem,

písčitohlinitou až hlinitou půdou a obsahem humusu 2 %, školka Židovina má půdní strukturu lehčí, s obsahem humusu 5 %.

Absence školkovacího stroje, kterým by bylo možné školkovat rostliny o velikosti vyšší než 50 cm, byla limitním faktorem celé technologie. Proto bylo na začátku celého záměru ověření technologie věnováno značné úsilí vývoji a konstrukci speciálního školkovacího stroje pro přesazování rostlin velkých dimenzí.

Vzhledem k potřebě dodržet veškeré biologické zásady při přesazování rostlin, zejména zásady šetrného zacházení s kořenovými systémy a eliminace vzniku deformací, byl pro školkování velkých rostlin využit variabilní školkovací stroj vlastní výroby, který byl vyvinut a zkonstruován právě pro účely přesazování rostlin velkých dimenzí v lesních školkách Burda v Sepekově během let 2000 - 2001 (BURDA 2001).

Jedná se o školkovací stroj nesený na třibodovém závěsu traktoru, který je určen pro jednoho pracovníka obsluhy a jednoho pomocného pracovníka. Stroj pracuje na principu rýhy vytvořené šípovou radlicí do půdy, do které je ručně obsluhou vkládán sadební materiál určený pro další dopěstování. Šíře vlastní rýhy je variabilní v závislosti na velikosti výměnné radlice a maximální šířka je 12 cm. Pracovní hloubka stroje je závislá na nastavení výšky pojezdových kol, po kterých stroj jede při vlastním školkování. Maximální hloubka práce je 35 cm. Rostliny jsou zahrnuty a v půdě utuženy vyhrnutou zeminou pomocí jednoho páru šikmých bantamových kol, která jsou zatížena pouze vahou obsluhy, případně pomocným závažím. Konečnou úpravu terénu zajišťují dvě šikmé přihmovací radlice, které příhrnou volnou načechnou zeminu zpět k rostlině a vytvoří tak optimální rýhu pro zadržování vody i hnojiv v blízkosti rostliny. Školkovací radlice má z boku povrch zdrsňený šikmo vzhůru od špičky navařenými rozdrůzovacími výstupky, pro narušení bočních stěn vyrývané rýhy. Toto opatření zabraňuje tomu, aby docházelo k ohlazení boků rýhy a následnému neprorůstání kořenů, resp. k růstu kořenů POO ve směru rýhy. Před vlastní radlicí je instalováno kovové diskové otočné krojidlo, které má pracovní hloubku cca o 5 cm níže, než je vlastní špic rycí radlice. Krojidlo je na stroji instalováno pro rozkrojení půdy před vlastní radlicí, omezuje částečně i hnutí zeminy radlicí a především má za úkol narušit vrstvu země pod účinnou pracovní hloubkou radlice, aby školované rostliny mohly bez deformací kořenit směrem dolů do hloubky.

Vlastní špic rycí radlice má přesah cca 3 cm oproti vlastnímu pracovnímu prostoru a rovněž vzhledem ke svému šikmému uložení má za úkol narušovat podorníční vrstvu a zajistit kyprou půdní zónu pro prorůstání kořenů POO v pozdějším věku. Při absenci těchto technických opatření (krojidlo, prodloužené ostří radlice) dochází k uhlazení spodku vyryté rýhy a deformovanému růstu kořenů po tomto „dně“ ve směru rýhy.

Jednou ze zásadních konstrukčních výhod popisovaného stroje je naprostá variabilita sponu vysazovaných POO. Vlastní školkovací sekce je posunovatelná po celé šíři nosného rámu a lze si tedy při školkování v závislosti na pohonné jednotce zvolit jakýkoli, resp. optimální spon školkování vzhledem k potřebám rostlin, ale i dalšího technologického postupu při pěstování POO.

Ve sledované technologii byl k vyzvedávání využíván boční aktivní vyorávač vlastní výroby vyvinutý lesními školkami Burda v Sepekově, který je nesený na třibodovém závěsu traktoru. Strojem jsou bočně vyorávány jednotlivé řady pěstovaných odrostků. Šíře pracovní radlice je 50 cm, pracovní hloubka je podle nastavení vodícího opěrného kola možná až do 50 cm. Proti silnému bočnímu tahu při vyorávání je stroj jištěn opěrným bočním řezným krojidlem, které poskytuje stroji oporu proti přetočení do boku. Dostatečná pracovní hloubka

a aktivní rošť jsou zárukou vyzvednutí celého kořenového systému koncentrovaného pod rostlinou, který nemá známky porušení kořenové kostry a tržných ran.

Výběr rostlin pro školování a pěstební postupy ověřování jejich růstu

Nejlepší plasticitu a ujmavost vykazují nejmladší rostliny, proto i při ověřování technologie byla sledována optimální kombinace věku rostlin a různých pěstebních způsobů, aby došlo k dopěstování požadovaných dimenzí v co nejkratší době.

V ověřovacích pokusech se pracovalo se sazenicemi s podřezávaným kořenovým systémem (dále jen KS) a do procesu školování vstupovaly většinou dvouleté podřezané rostliny 1 - 1, případně jednoleté stromky podřezané během vegetace 0,5 - 0,5, výjimečně pak dvouleté krytokoenné rostliny pěstované prvním rokem ve fóliovém krytu fk1 + k1.

Před vlastním školováním byla provedena redukce kořenového systému všech školovaných sazenic. Tato operace zcela zásadně určuje kvalitu kořenového systému budoucích POO a je pro celou technologii stěžejní. Rostliny pečlivě vybrané pro následné školování měly podobné parametry v oblasti kořenové zóny a byly výškově vyrovnané.

Ze stávajícího kořenového systému sazenic byly odstraněny všechny kořeny, které by při vkládání do radlice školovacího stroje mohly jakýmkoli způsobem narazit nebo se stočit o pevné stěny radlice. Rovněž jemné dlouhé kořenové vlášení bylo redukováno do té míry, aby se při vkládání do země nedeformovalo v jakémkoli směru. Ze standardních sazenic všech listnatých druhů bylo redukcí ubíráno zpravidla okolo 50 % kořenů a to jak ve sféře kořenového vlášení, tak v zóně kořenové kostry. Síla redukovaných kosterních kořenů nepřesahovala 1 cm. Toho bylo docíleno výběrem odpovídajících dimenzí školovaných rostlin. Úprava nadzemních částí školovaných rostlin spočívala ve vyvětvení podporujícím průběžným růstem.

Vlastní školování POO bylo prováděno ve dvou termínech - na podzim a na jaře. Podzimní období vyžadovalo o něco hlubší zasazení rostlin kvůli vytažení sazenic jarními pozdními mrazy. Při vlastním školování byly rostliny do štěrbin vkládány tak, aby byly obsypány vrstvou sypké zeminy. Pod kořeny rostlin zůstala kyprá vrstva země, aby mohly bez deformací prorůstat směrem dolů.

Po vlastním školování POO následoval sled prací, které jsou stejné jako při všech ostatních pěstebních postupech při pěstování standardních sazenic. Jednalo se především o odplevelení ploch, přihnojování rostlin, chemickou ochranu proti hmyzům a houbovým škůdcům.

Správnou aplikací pravidel pro tvarování jednotlivých druhů lze u POO docílit výrazného zvýšení výškového přírůstu a podpořit tvarovou průběžnost nadzemních částí a příznivě ovlivnit poměr kořenové soustavy a nadzemní části (K/N). Tvarování nadzemní části je do té míry specifická záležitost, že vyžadovala rozdílný přístup podle jednotlivých dřevin.

Úprava nadzemních částí rostlin byla prováděna u následujících skupin dřevin takto:

- Javory, jasany, jeřáby, třešně

Růst nadzemní části u těchto druhů lze označit za výškově dominantní. Jedná se o dřeviny, jejichž jeden nebo více vrcholových prýtů má tendenci vykazovat intenzivní výškový přírůst. Tvarování nadzemní části se u těchto dřevin zaměřovalo především na vytvoření průběžného stonku, tzv. špičáku s jedním výrazným terminálním prýtem.

- Jilmy, lípy

Tyto dvě dřeviny jsou specifické svým přirozeným typem růstu, který lze označit jako stranově a výškově dominantní. Při výškovém růstu vykazuje značný přírůst terminální výhon, intenzivně přirůstají rovněž i boční prýty. Při tvarování těchto druhů byl podpořen stříhem vždy výraznější terminální letorost, odstraněny druhotné terminální letorosty a z bočních větví redukovány všechny výrazné a silné větve s dynamickým přírůstem.

- Olše, břízy

Tyto dvě dřeviny velmi rychle odrůstají a tvoří v poměrně volném sponu, který je využíván pro pěstování POO, silné rostliny s vysokou přírůstovou dynamikou a mohutnými korunami. Při tvarování těchto druhů se odstranil z rostlin veškerý oklest po celé délce kmene a ponecháno bylo pouze několik nejvýše nasazených bočních větví včetně jasně terminálního vrcholu. Oba dřevinné druhy reagovaly na zásah okamžitým nasazením výškového přírůstu a vytvářením nových bočních větví v oblasti terminální zóny.

- Duby

Jedná se o dřevinu velice hospodářsky důležitou a ve spektru poptávaných POO zaujímá dub přední místo. Dynamika růstu dubu při pěstování POO je velice proměnlivá v závislosti na půdních podmínkách, kvalitě vstupních sazenic a počasí daného vegetačního období. Charakteristickým rysem jarního růstu v prvním roce po školování je vytváření velkého množství drobného oklestu po celé délce kmene a vytvoření nejasného terminálního vrcholu. V prvním roce byl upraven tvarováním ve vegetaci pouze terminální prýt odstraněním konkurenčních vrcholů. Tvarování se soustředilo do druhého roku po školování, kdy se při jarním tvarování odstranily konkurenční vrcholy a tím se podpořil výškový růst terminálního prýtu. Zároveň byla provedena částečná redukce silných větví, které měly tendenci vykazovat dlouhivý růst z kmene a tvorbu obrostlíků. Jak při jarním, tak při letním tvarování byla ponechána na rostlině veškerá asimilační hmota na drobných větvích pro dostatečnou funkci asimilačního aparátu.

- Buky

Buk je stínomilná dřevina pomalu rostoucí v mládí, což byly při pěstování POO značně rozhodující faktory. Tvarování u buku je specifické a v prvním roce po školování v podstatě nemá smysl, pouze ke konci vegetačního období lze neintenzivním tvarováním odstranit výrazné konkurenty hlavního terminálního vrcholu. Vlastní efektivní tvarování POO buku přicházelo v úvahu až ve druhém a případně třetím roce, kdy bylo během vegetace po jarním přírůstu nutné odstranit v horní polovině kmene všechny silné přirůstavé větve a podpořit tím přírůst na terminálním vrcholu. Souběžně s tím byly ve spodní polovině kmene odstraněny silné boční větve, na kterých se tvořil letní přírůst. Maximální množství odstraněného asimilačního aparátu u POO buku bylo 50 %.

Vyzvedávání a manipulace s POO

Vlastní vyzvedávání se provádělo s ohledem na zachování kvality nadzemní části i kořenového systému. Po vyzvednutí rostlin následoval jejich transport na centrální sklad, kde byly ve třídně tříděny, upravovány a svazkovány k expedici. Veškerá manipulace i transport probíhaly tak, aby sadební materiál byl chráněn proti nepříznivým povětrnostním vlivům a osychání KS.

Časový postup výzkumu, sledované charakteristiky

V rámci ověřování technologie byly založeny v letech 2003 - 2007 pokusné výsadby lesních dřevin školkované na POO popisovanými postupy a strojním vybavením. Dopěstované rostliny byly postupně vyzvedávány a hodnocení jejich morfologických parametrů prováděla akreditovaná zkušební laboratoř VÚLHM se sídlem v Opočně celkem ve čtyřech etapách v letech 2003 - 2007. Za celou dobu trvání ověřování bylo vypěstováno a proměřeno 2 800 jedinců.

Hodnocená byla výška rostlin, jejich tloušťka v kořenovém krčku, délka hlavního kosterního kořene a poměr nadzemní a podzemní části. Změřená data byla zpracována metodou popisné statistiky v programu Statistica 7.1.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Dosažené výsledky z měření POO jednotlivých dřevin jsou uvedeny v tabulce 1.

Z růstových parametrů uvedených v tabulce 1 je zřejmé, že věková různorodost při relativní výškové vyrovnanosti hodnoceného sadebního materiálu svědčí o různé růstové dynamice dřevin v raném věku. Řešením pro zkrácení dlouhého pěstebního cyklu se stalo použití obalované sadby z intenzivní technologie pěstování na vzduchovém polštáři jako vstupního materiálu pro školkování na prostokořenné POO a díky tomuto pěstebnímu postupu lze dopěstovat výškové dimenze blízké odrostku již za 3 roky po výsevu osiva (viz vzorky 61/07 a 62/07).

Tab. 1.

Průměrné hodnoty morfologických parametrů pěstovaných POO
Morphological parameters of evaluated large-sized saplings

Rok vyhodnocování-podzim/Evaluation date - autumn	Druh dřeviny a pěstební vzorec (dle ČSN 48 2115)/Species and cultivation formula	Průměrná výška/Avg. height cm	Průměrná tloušťka krčku/Avg. diameter of root-collar mm	Průměrná délka hlavního kořene/Avg. length of the main root cm	Poměr kořenů/ nadzemní části/Root shoot ratio
2003	KL 1-1+1	148,24	16,15	33,48	0,65
2004	KL 1-1+2	147,20	20,46	23,97	0,76
	LP 0,5-0,5+2	150,04	20,90	28,17	0,69
	DB 1-1+2	178,73	16,73	24,42	0,64
2005	BK 1-1+3	152,36	20,09	30,48	0,63
	BK 1-1-1+2	161,17	17,71	27,24	0,71
	BK 1+1,5-0,5+2	154,31	20,50	30,31	0,73
	TR 0,5-0,5+1	98,34	12,26	24,56	1,02
	BR 1+1+1	159,68	15,81	27,97	0,75
	OL 1-1+1	106,75	14,09	27,96	1,05
	JR 1-1+1	186,81	19,72	26,18	0,46
	JS 1-1+1	63,62	11,51	26,80	1,33
2007	42/07 KL 1-1+2 80-120	96,21	14,15	26,59	0,81
	43/07 KL 1-1+2 120-150	137,34	21,60	32,65	0,79
	44/07 KL 1-1+2 150+	169,08	23,02	35,20	0,69
	45/07 TR 1-1+2 80-120	106,02	13,93	29,86	1,12
	46/07 TR 1-1+2 120+	144,06	14,32	29,77	0,89
	47/07 KL 0,5-0,5+1 50+	66,85	10,37	28,10	1,05
	48/07 JR 1+2+1 80-120	98,23	14,36	23,84	0,78
	49/07 JR 1+2+1 120+	148,58	15,35	24,00	0,48
	54/07 LP 1-1+2 80-120	106,63	20,06	30,39	1,14
	55/07 LP 1-1+2 120+	132,25	21,78	31,66	1,08
	56/07 DB 1-1+2 80-120	114,06	18,18	32,57	1,91
	57/07 DB 1-1+2 120+	138,01	20,70	33,06	1,03
	58/07 OL 1+1+2 120+	163,18	26,06	31,86	0,73
	59/07 OL 1+1+2 100+	116,22	20,61	30,90	1,00
	60/07 BK K1+K1+2	118,28	17,12	30,00	0,92
	61/07 BK fk0,5+0,5+2	118,56	15,63	30,28	0,85
	62/07 BK fk0,5+k0,5+2	120,03	15,85	28,19	0,77
	63/07 BK fk1+k1+2+2	156,76	20,33	27,35	0,80
	64/07 BK fk1+2+2	137,00	21,33	31,55	0,77
	65/07 BK fk1+k1+2+2	104,39	15,88	27,29	0,82

BK - beech, BR - birch, DB- oak, JR - rowan, KL - sycamore, LP - lime tree, OL - alder, TR - cherry tree

Tento pěstebně technologický postup umožňuje rychlejší reakce na požadavky odběratelů především při pěstování pomaleji rostoucích druhů. Vyšší vstupní náklady do pěstebního procesu jsou pak vykompenzovány zkrácením doby nutné pro napěstování cílové dimenze POO.

Při hodnocení tloušťky měřených POO lze jen obtížně prokázat závislost mezi touto hodnotou a některým z dalších sledovaných parametrů. Z uvedené tabulky mimo jiné vyplývá logický fakt, že čím starší a vyšší rostlina byla hodnocena, tím vyšší byla hodnota tloušťky krčku.

Pokud bychom se zaměřili na hodnocení poměru tloušťky krčků k výšce nadzemních částí, tak z tohoto pohledu rostliny, které zůstávají na místě bez zásahu do KS déle, zpravidla dvě vegetační období, vychází v hodnocení hůře, protože výškový přírůst bývá v druhém roce po posledním zásahu do kořenového systému výrazně větší. Příznivě lze tento poměr ovlivnit častějším přesazením, nebo zásahem do kořenové zóny rostlin, protože podřezávání i školkování snižuje v prvním roce po zásahu výškový přírůst a proto rostliny, které jsou v pěstebním procesu vícekrát upravovány, mají lepší poměr tloušťky k výšce.

Délka hlavního křovitého kořene pěstovaných POO je důležitou charakteristikou udávající informace o pracovních možnostech technologie, tzn. o rozsahu pracovních možností strojů, o kvalitách půd, ve kterých je rostlina pěstována a v neposlední řadě charakterizuje jednotlivé rostlinné druhy, se kterými pracujeme.

Je-li pro daný dřevinný druh délka hlavního kořene v zapěstovaném kořenovém systému odpovídající vzhledem k jeho biologickým nárokům, tzn. že hlavní křovitý kořen nenese známky poškození, potrhání a nadměrného dodatečného zkracování, lze konstatovat, že pracovní hloubka v návaznosti na kvalitu a hloubku půdy je pro danou technologii dobrá. Přiměřená délka křovitého kořene má význam při využití POO v zalesňování. Při nadměrné délce kořenů dochází při výsadbě k druhotným deformacím, příliš zkrácené kořeny včetně kořene hlavního pak nezaručují rostlině dostatečnou stabilitu a ujmavost.

V případě hodnocených POO se rozmezí délek hlavního kořene pohybuje v intervalu 23 - 33 cm délky. Uvedený rozptyl je dán druhem pěstovaných dřevin, množstvím zásahů v podobě podřezávání a školkování a kvalitou redukce kořenového systému před školkováním.

Výhodnocení parametru poměru kořenů a nadzemní části (K/N) je v celém souboru provedených měření nejpodstatnější. Bez odpovídajícího kořenového systému nelze očekávat zdařilou obnovu a vysokou ujmavost tohoto typu sadebního materiálu. Poměrem kořenů k nadzemní části rostliny je v podstatě vyjádřena schopnost rostliny ujmout se na novém stanovišti po výsadbě a je proto žádoucí, aby poměr kořenů k nadzemní části byl co možná nejvyšší.

Zcela zásadní fází v celé technologii je pro dosažení kvalitních parametrů ukazatele K/N aplikace školkování jako druhé fáze zásahu do kořenové soustavy při pěstování POO. Správně provedené školkování umožňuje dokonalou regeneraci kořenového systému, jeho větvení a postupný rozvoj. Díky redukci kořenů před vlastním školkováním dochází k regeneraci a tvorbě náhradních kořenů v celém prostoru kořenové zóny a tvorbě koncentrovaného systému pod rostlinou.

Příznivě se poměr K/N ovlivní rovněž tvarováním nadzemní části rostlin během vegetace. Obdobně jako je tomu u dalších růstových charakteristik, je i poměr K/N u jednotlivých dřevin ovlivněn růstovými vlastnostmi jednotlivých druhů, dynamikou růstu nadzemní i podzemní části a rychlostí regenerace kořenové zóny.

V rámci ověřování našeho specifického technického zařízení a pěstebního postupu lze vzhledem k dosaženým výsledkům konstatovat,

že celá technologie je vhodná k použití při pěstování POO, ovšem za předpokladu, že budou dodrženy výše popsané limitní podmínky nasazení technologie v provozu.

ZÁVĚR

Na základě získaných výsledků z ověřování technologie pěstování POO a hodnocení morfologické kvality pěstovaných rostlin lze konstatovat:

1. Podmínkou nutnou pro aplikaci dané technologie je existence využívání odpovídajícího strojního vybavení, zejména školkovacího stroje pro rostliny velkých dimenzí a aktivního vyoráváče napěstovaného sadebního materiálu.
2. Pro vypěstování kvalitních rostlin je důležité pěstební technologii zavádět pouze ve školkách s odpovídající kvalitou půdy, především strukturou půdního profilu a dostatkem humusu. Na základě poloprovozního ověřování lze říci, že limitní pro pěstování POO je právě taková půda, která svojí strukturou nezpůsobí po školkování vytvoření nepropustných stěn rýhy vytlačené školkovací radlicí a umožní tak rozrůstání kořenů rovnoměrně pod rostlinou.
3. Při dodržení zásad manipulace, třídění vstupních rostlin, redukce kořenů školkovaných rostlin a dodržování technologických postupů lze ověřovanou technologii pěstovat kvalitní sadební materiál lesních dřevin určených pro obnovu lesa a zalesňování, který vykazuje požadované růstové parametry POO. Zcela zásadní je ovšem výběr rostlin, které vstupují na začátku do procesu pěstování, resp. školkování. Pro následné školkování musí být využity jen ty nejkvalitnější rostliny, důsledně vyříděné ze standardních rostlin, které mají kvalitní a nepoškozený kořenový systém, vykazují známky dynamického vzrůstu a kvalitu následného růstu (minimum větvení, průběžný vzrůst, síla krčku, výška). Rostliny je potřeba vybírat v podobných dimenzích. Před vlastním školkováním je nutné a zcela zásadní pro zdárný vývoj koncentrovaných kořenových zón provést precizní redukci stávajícího kořenového systému a úpravu nadzemních částí rostlin. Z našich poznatků tedy vyplývá, že pro pěstování POO je nutné používat jen nejjakostnější sadební materiál, jinak je použití technologie biologicky a ekonomicky nevhodné, protože POO pěstované z méně kvalitních jedinců nevykazují dostatečnou dynamiku vzrůstu a ujmavost po výsadbě.
4. Pro úspěšnost použití POO v praxi je rovněž důležité tvarování nadzemní části během vegetace, čímž se pozitivně ovlivňuje poměr K/N a úprava kořenového systému po vyzvednutí rostlin pro zamezení vzniku kořenových deformací po výsadbě.
5. Pro zkrácení doby pěstování cílových dimenzí produkovaných rostlin lze doporučit jako vstupní rostliny do procesu školkování obalovanou sadbu. Doba potřebná pro dosažení cílové dimenze se tak zkrátí o jedno až dvě vegetační období.
6. Při případném zavádění technologie do praxe musí být zajištěno důsledné dodržování všech detailů pracovních postupů.
7. Pěstování POO ve školce a jejich uplatnění v obnově lesa musí být prováděno v úzké součinnosti mezi školkařem a lesním hospodářem.

V každé fázi pěstování sazenic je potřeba mít na paměti účel, pro který se rostliny pěstují - zdárná obnova lesa, která zajistí vznik stabilních, strukturovaných a druhově pestrých ekosystémů.

Poznámka:

Výsledky byly získány v rámci řešení výzkumného záměru „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ (MZE 0002070201), „Význam přírodě blízkých způsobů pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce“ (NAZV č. 1G58031) a „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do jehličnatých porostů v Jizerských horách“ (FLD č. QH 92087).

LITERATURA

- BEZECNÝ P. et al. 1992. Pěstování lesů. Praha, Brázda: 376 s.
- BURDA P. 2001. Nové konstrukční řešení stroje pro pěstování velkého sadebního materiálu a práci na nelesních půdách. In: Sborník z II. ročníku konference mladých vědeckých pracovníků, pořádané dne 23. 5. 2001 v Praze. Praha, LF ČZU: 3-8.
- DUŠEK V. 1963. Zakládání soustav školek a oblastních školek má své problémy. Lesnická práce, s. 531-557.
- DUŠEK V. 1980. Současný stav a perspektivy aplikace silného sadebního materiálu. Zprávy lesnického výzkumu, 25: 1-5.
- DUŠEK V. 1984. Pěstování prostokořenných poloodrostků. Lesnický průvodce, č. 1: 27 s.
- DUŠEK V. 1997. Lesní školkařství – základní údaje. Písek, Matice lesnická: 139 s.
- DUŠEK V., KOTYZA F. et al. 1970. Moderní lesní školkařství. Praha, SZN: 480 s.
- EBERT K. H. 1994. Eichenheisterpflanzung also Kompromis oder Alternative? Allgemeine Forstsztschr., s. 548-549.
- FRIČ J. 1946. Listnaté dřeviny v našich lesích. Tábor, Petr Frank: 165 s.
- HUSS J. 1993. Waldbau vor neuen Herausforderungen bei Waldverjüngung und Jungbestandspflege. Forstwiss. Centralblatt, s. 278-286.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., LOKVENC T. 1999. Krytokořenný sadební materiál a úspěšnost obnovy. Příspěvek na konferenci SLŠ ČR, Trutnov, s. 5-25.
- KANTOR P. et al. 1965. Zakládání lesů. Praha, SZN: 490 s.
- KONŠEL J. 1931. Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickém pojetí. Knihovna Matice lesnické. Písek, Fr. Podhajský a spol.: 538 s.
- KOŠULIČ M. 2006. Co by se mělo změnit v novém lesním zákoně? Lesnická práce, 85: 424-425.
- KOTEK K. et al. 1989. Výsadba bukových odrostků na ŠP Hůrka u SLŠ Písek. Lesnická práce, 68: 120-124.
- KOTYZA F. et al. 1963. Nové směry ve školkařském provozu. Praha, SZN: 166 s.
- KUNEŠ I., BURDA P. 2007. Vnášení listnaté příměsi do mladých smrkových porostů na zalesněných imisních holinách našich hor. In: Zvyšování druhové pestrosti lesů. Příspěvek do sborníku referátů k odbornému semináři, Vysoké Mýto 30. 8. 2007. ČLS: s. 35-39. ISBN 978-80-02-01943-5
- LOKVENC T. 1978. Problematika zalesňování velkými sazenicemi. Lesnická práce, 57: 153-157.
- MARTINCOVÁ J. 1987. Obaly pro dopravu prostokořenných sazenic. Zprávy lesnického výzkumu, 32/3: 1-5.
- MAUER O. 1997. ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut: 17 s.
- MAUER O. 1998. Zásady pěstování a užití poloodrostků a odrostků. Příspěvek na konferenci. Budišov, 1-17.
- MAUER O. 1999. Technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu. Příspěvek na konferenci SLŠ ČR. Trutnov, 25-44.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 2004. Deformace kořenového systému – vznik a možnost eliminace. Příspěvek na konferenci Kořenový systém - základ stromu. Křtiny, 162 s.
- MAUER O. et al. 2006. Produkce krytokořenného sadebního materiálu. Lesnická práce, 136 s.
- NÁROVEC V. 2003. O půdách v lesních školkách. Lesnická práce, 27 s.
- NERUDA J. 1998. Technické prostředky pro pěstování poloodrostků lesních dřevin. Příspěvek na konferenci, Budišov. Zlín, 48 s.
- POLANSKÝ B. 1955. Pěstění lesů I. Praha, SZN: 370 s.
- REISSINGER G. 1963. Sicherung der Forstkulturen mit wenigen Arbeitskräfte. Forstarchiv, 34: 87-88.
- SCHMIDT J., VOGT H., GURTH P. 1969. Eigenschaften von Forstpflanzen und Kulturerfolg. Forst und Jagdzeitung, 140: 132-142.
- TENDLER P. 2001. Vyhodnocení techniky a technologií pěstování poloodrostků a odrostků lesních dřevin a jejich užití při obnově lesa. Diplomová práce. Brno, MZLU: 79 s.

TESTING OF THE TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF LARGE-SIZED PLANTING STOCK IN FOREST NURSERIES

SUMMARY

This article is aimed to sapling broadleaves plants cultivating in the forest nurseries. Described experiment should validate results with technological process and application of a new construction transplanter.

Introduction of this article presents history of saplings and higher dimension plants utilization, advantages and disadvantages of this type of nursery stock, description and limits of cultivation technologies and suitability for different broadleaves species, used in forestry.

In the described experiment about 3,000 saplings were evaluated cultivated in three forest nurseries differing in soil conditions. The methodology includes detailed description of innovated transplanter and cultivation technology.

Measured characteristics were: total height, width of root-collar, main root length, roots to shoot rate. Finally, following conditions were selected for the correct and successful technology:

1. Essential condition for the samplings cultivation technology is appropriate machinery utilization, especially transplanter modified for higher dimension plants and active lifter for removing raised stock from the soil.
2. Soil conditions in the forest nursery are other important conditions for growing high-quality saplings - important is soil structure, fine particles proportion and organic matter amount.
3. In terms of proper technology (standards of plants manipulation, planted sapling selection, roots reduction at transplantation process) the validated technology can be used to cultivate high-quality nursery stock with high dimension parameters, available for afforestation and underplantings.
4. The morphology parameters adjustment, as crown forming within vegetation period - important for positive root to shoot ratio forming, as well as root system adjustment after lifting, helps to decrease root deformation after outplanting in the forest conditions and increases quality of saplings.
5. To decrease cultivation time, it is recommended utilization of containerized plants as ingoing plants in the transplantation process. Time of final cultivation period could be of one to two vegetation periods shorter.
6. When this technology is being introduced in practice, all details of described technological operations must be thoroughly kept.
7. Sapling cultivation in the forest nursery and its utilization in the forest practice and silviculture should be provided within the narrow cooperation between nurseryman and forest manager.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Pavel Burda, Lesní školky
Sepekov 363, 398 51 Sepekov
tel.: 724 200 101; e-mail: info@pavelburda.cz

VÝSLEDKY HODNOCENÍ PROVENIENČNÍHO POKUSU S JAVOREM KLENEM (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.) Č. 221 - MĚSTSKÉ LESY HAVLÍČKŮV BROD, RONOVEC VE VĚKU 24 LET

RESULTS OF PROVENANCE EXPERIMENT WITH SYCAMORE (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.)

NO. 221 - MUNICIPAL FORESTS OF HAVLÍČKŮV BROD, LOCALITY RONOVEC AT THE AGE OF 24 YEARS

Jiří Volfschütz¹⁾ - Petr Novotný²⁾ - Václav Buriánek²⁾

¹⁾Fakulta lesnická a dřevařská ČZU, Praha

²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

The paper contains evaluation results of the oldest Czech provenance plot with sycamore no. 221 – Municipal forests of Havlíčkův Brod, locality Ronovec. Heights, d.b.h. and some qualitative traits were evaluated on the plot according to their economic importance. Tested provenances were compared also both from the geographical origin and elevation of their mother stands points of view. Scientific value of this paper consists in facilitation of genetically conditioned characteristics evaluation of individual provenances in future, when it will be possible to compare also volume production data.

Klíčová slova: javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), provenienční plochy, testování potomstev, lesnický výzkum, Česká republika
Key words: sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.), provenance plots, progeny testing, forestry research, Czech Republic

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Vzhledem k tomu, že byl provenienční výzkum listnatých dřevin v České republice, stejně jako v dalších evropských zemích, ve srovnání s jehličnany zahájen později, vyskytují se práce na toto téma v literatuře sporadicky a navíc se většinou týkají hodnocení experimentálního materiálu v nižším věku. V ČR je z listnatých dřevin věnována větší pozornost zatím jen některým druhům (např. buku lesnímu, dubu zimnímu, dubu letnímu, olši lepkavé, jeřábu ptačímu, bříze bělokoré), nověji pak např. jasanu ztepilému, jasanu úzkolistému, vzácnějším druhům dubů, lípě srdčité a lípě velkolisté. K druhům, pro které u nás byla založena provenienční výzkumná plocha, patří i javor klen. Věk materiálu na donedávna jediné domácí výsadbě č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec přesáhl již 20 let a bylo tak možno vyhodnocením tohoto dlouhodobého experimentu získat nové, již poměrně spolehlivé údaje o proměnlivosti sledovaných proveniencí této dřeviny, které jsou, vzhledem ke stáří výsadby, z vědeckého hlediska cenné.

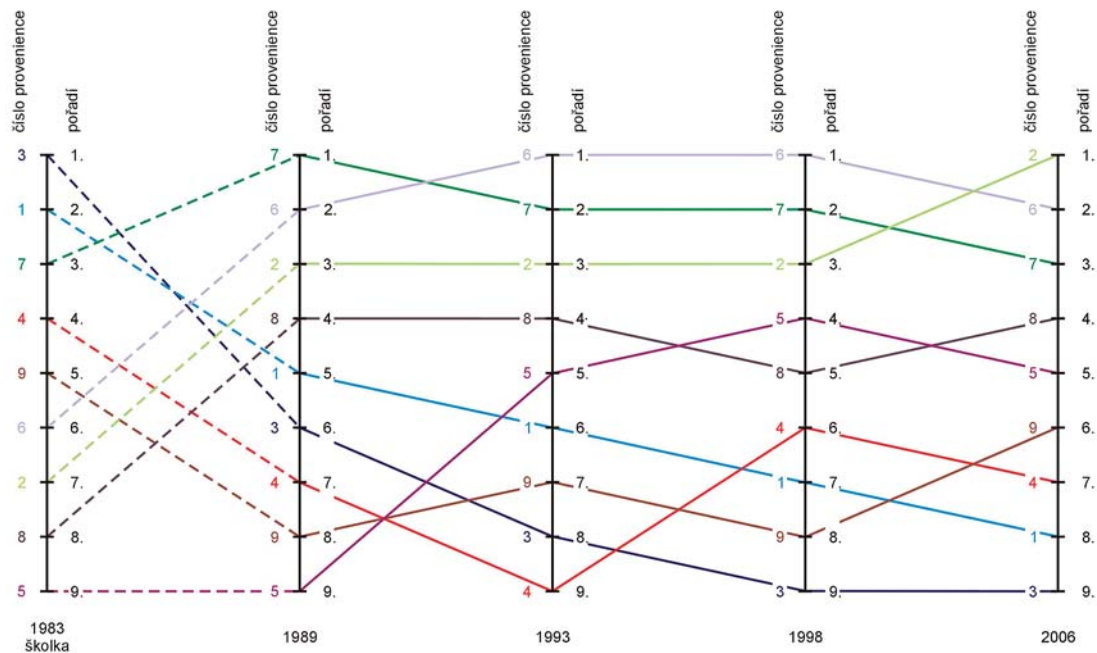
Příspěvek vychází ze zpracované diplomové práce (Volfschütz 2008), přičemž svým obsahem navazuje na dřívější šetření z let 1983, 1989, 1993 a 1998 (Buriánek 1994, 1998). Hlavním cílem je vyhodnotit růst dílčích populací javoru klen (*Acer pseudoplatanus* L.) na zmíněné ploše a přispět tak k rozšíření poznatků o růstové a fenotypové proměnlivosti tohoto druhu (měření výšek a výčetních tloušťek, stanovení stromové třídy, zařazení fenotypových znaků a zdravotního stavu do zvolených klasifikačních stupnic). Dalším cílem je rovněž vyhodnocení objemové produkce a hektarové zásoby zkoumaných proveniencí a statistické zpracování dat. Předmětem práce je i otázka posouzení proměnlivosti proveniencí javoru klen z hlediska geografického původu a nadmořské výšky jejich mateřských populací.

Získané informace budou v budoucnu využitelné např. při uznávání porostů ke sklizni semenného materiálu, při zachování a reprodukci genetických zdrojů javoru klen v souvislosti s plánovaným zvyšováním podílu listnatých dřevin v lesních porostech apod.

MATERIÁL A METODIKA

Provenienční výsadba č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec byla založena v kraji Vysočina, ca 6 km severně od Havlíčkovy Brodu (obr. 1). Výzkumná plocha je součástí LHC 515404 Městské lesy Havlíčkův Brod, revír Ronovec, porost 3C2c. Nachází se v přírodní lesní oblasti (PLO) č. 16 – Českomoravská vrchovina v nadmořské výšce 540 m n. m. na lokalitě s mírně se svažujícím terénem. Zájmové území spadá do mírně teplé klimatické oblasti, klimatického okrsku MT5 (Quitt 1970). Průměrná roční teplota z nejbližší meteorologické stanice Přibyslav (indikativ stanice 11659) za období dlouhodobého normálu v období 1961 - 1990 činí 6,6 °C, ve vegetačním období (IV - IX) pak 12,6 °C. Průměrný roční úhm srážek činí 675,3 mm, průměrné roční trvání doby svitu je 129,4 hodin, ve vegetačním období pak 189,8 hodin. Lesním typem je 4S1 (svěží bučina šřavelová), hospodářský soubor 456 (živná stanoviště středních poloh), absolutní výšková bonita má hodnotu 22 m. Geologický podklad tvoří krystalické břidlice, půdní pokryv představuje ilimerizovaná hnědozem.

Zkoumané provenience (tab. 1, obr. 1) pocházejí z pěti PLO z nadmořských výšek od 420 do 1 100 m n. m. Čtyři provenience pocházejí ze Šumavy (PLO 13), dvě z Hrubého Jeseníku (PLO 27) a po jedné provenienci ze Středočeské pahorkatiny (PLO 10), Českomoravské vrchoviny (PLO 16) a Podkrkonoší (PLO 23). Celkem bylo na ploše soustředěno 9 proveniencí.



Graf 1.

Pořadí proveniencí javoru kleny na ploše č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec podle dosažených průměrných výšek v letech 1983 (2 roky), 1989 (8 let), 1993 (12 let), 1998 (17 let) a 2006 (24 let)

Sequence of sycamore provenances on the plot no. 221 – Municipal forests of Havlíčkův Brod, locality Ronovec on the base of achieved average heights in 1983 (2 years), 1989 (8 years), 1993 (12 years), 1998 (17 years) and 2006 (24 years)

Sklizeň osiva proběhla na podzim 1981, výsadba plochy pak na jaře 1984. Sazenice byly dva roky pěstovány ve školce Mírovka. Pokus byl založen ve čtyřech opakováních na parcelách o rozměrech 10 × 10 m ve sponu 2 × 1 m, tj. 50 jedinců na jednu parcelu.

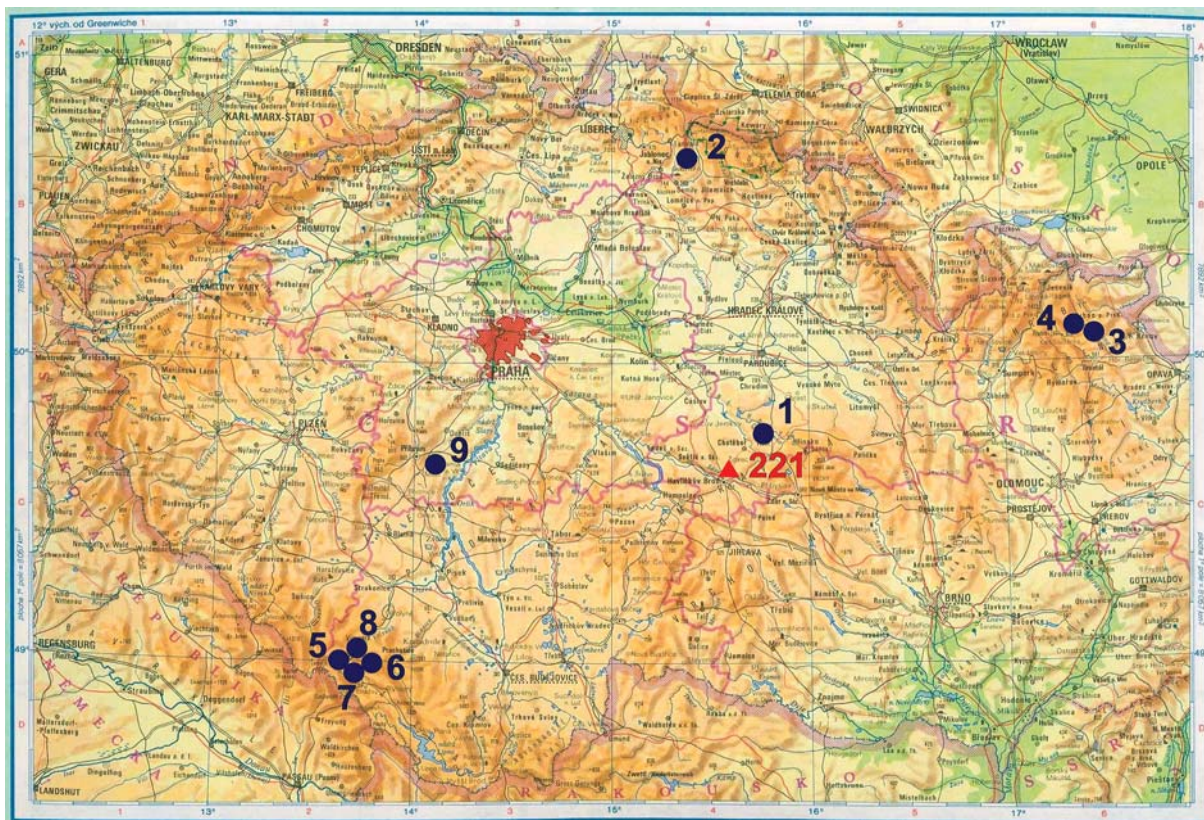
U všech jedinců byla změřena jejich celková výška a výčetní tloušťka. K měření výšek byl použit ultrazvukový výškoměr Vertex III (přesnost 0,1 m), výčetní tloušťky byly zjišťovány taxační průměrkou s přesností na 0,5 cm. Z průměrných hodnot výšek a výčetních tlouštěk jednotlivých proveniencí byl interpolací z tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1938) stanoven objem průměrného stromu. S využitím údajů o počtu rostoucích jedinců byla vypočtena průměrná hektarová stromová zásoba. Kvalitativní znaky byly hodnoceny vizuálně, kdy byly stromy zařazovány podle stanovených stupnic do příslušných tříd. Na hodnocené ploše byly kvalitativní charakteristiky zjišťovány v takovémto rozsahu poprvé.

U všech měřených 709 stromů bylo hodnoceno celkem devět kvalitativních znaků podle následujících stupnic: stromová třída (1 – strom předrůstavý, 2 – úroveňový, 3 – vrůstavý, 4 – zastíněný), tvárnost kmene (1 – zcela rovný, 2 – mírně zakřivený, 3 – silně zakřivený), větvení v koruně (1 – průběžné, hlavní výhon je nositelem výškového růstu, 2 – hlavní výhon předrůstán vedlejším výhonem, 3 – vidličnaté, dva nebo více stejně hodnotných výhonů), délka koruny (1 – krátká /menší než třetina kmene, 2 – střední, 3 – dlouhá /delší než dvě třetiny kmene), šířka koruny (1 – úzká, 2 – střední, 3 – široká), tvar koruny (1 – pyramidální, 2 – válcovitá, 3 – kulovitá, 4 – metlovitá, 5 – deštníkovitá), úhel větvení (1 – větve vystoupavé, 2 – ± horizontální, 3 – převislé), tloušťka větví (1 – jemné /do 10 % $d_{1,3}$ /, 2 – střední /10 – 25 % $d_{1,3}$ /, 3 – silné /nad 25 % $d_{1,3}$ /), zdravotní stav (1 – zcela zdravý, 2 – podprůměrný růst v důsledku poškození, 3 – chřadnoucí).

Hodnocení zdravotního stavu je pouze orientační. Terénní práce probíhaly před započítáním vegetačního období, kdy jsou stromy ještě bez plně vyvinutých listů. Stupněm 2, příp. 3 tak byly jednotlivé případy klasifikovány pouze podle sledovaného množství usychajících či již odumřelých větví. Nemohla být tedy zaznamenána mírná zhoršení zdravotního stavu.

U souboru proveniencí byla též sledována proměnlivost podle geografického původu. BURIÁNEK (1994) rozdělil potomstva do čtyř souborů. Soubor I – České provenience horské (Šumava) s původním výskytem nad 1 000 m n. m. (potomstva 6, 7, 8), soubor II – České provenience podhorské z oblastí původního výskytu 500 - 999 m n. m. (2 a 5), soubor III – České provenience pahorkatiny s výskytem do 500 m n. m. (1 a 9), soubor IV – Moravské provenience (Hrubý Jeseník) (3 a 4). Rozdělení proveniencí do stejných souborů bylo z důvodu umožnění porovnání zachováno i v tomto sdělení.

Vzájemné kvalitativní srovnání proveniencí javoru kleny na základě realizovaného sledování fenotypového projevu bylo provedeno posouzením některých morfologických znaků kmene a koruny, respektive dalších znaků (tab. 3). Byla použita stejná metodika, jakou použili ve své práci NOVOTNÁ et al. (2006) pro hodnocení provenienčního pokusu s olší lepkavou. Pro komparaci byly využity pouze vybrané kvalitativní znaky. Míra přítomnosti určité sledované vlastnosti je vyjádřena číslem třídy od 1 do 4, přičemž z lesnického hlediska nejpříznivější je vždy fenotypová třída 1. Ve třídě 1, tj. u lesnicky nejpříznivější klasifikace, je procentický podíl násoben koeficientem „0“, v každé další vyšší třídě pak koeficienty „1“ až „3“ (tab. 4). Rozdílný počet stromů hodnocených u jednotlivých proveniencí je do určité míry eliminován klasifikací procentických podílů jednotlivých tříd daných znaků. Výsledkem hodnocení je sumární součet procentických podílů všech



Obr. 1.

Lokality mateřských porostů proveniencí javoru kleny a plochy č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec (mapový podklad ŠVESTKA, KLÍMOVÁ 1989)

Localities of mother stands of sycamore provenances and research plot no. 221 – Municipal forests of Havlíčkův Brod, Ronovec (map background ŠVESTKA, KLÍMOVÁ 1989)

tříd daného znaku po vynásobení příslušnými koeficienty, ve druhé fázi pak i suma těchto součtů pro všechny použité fenotypové znaky. Provenience lze tedy vzájemně porovnávat jak na úrovni jednotlivých znaků, tak i celkově jako samostatné jednotky, přičemž čím nižší je hodnota každého součtu, tím je provenience z hospodářského (ekonomického) hlediska díky svému fenotypovému projevu hodnotnější.

Pro údaje kvantitativní i kvalitativní povahy byly vypočteny základní matematicko-statistické charakteristiky (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, střední chyba aritmetického průměru a koeficient variance). Základní kvantitativní charakteristiky objemové produkce (tj. výška a výčetní tloušťka) byly podrobeny analýze rozptylu (ANOVA) a následně Duncanovu testu (UNISTAT v. 5.6). Vzhledem k tomu, že měřením na výzkumné ploše byla získána již pátá sada dat průměrných výšek jednotlivých proveniencí, bylo možno v rámci statistického zpracování provést výpočet tzv. věkových korelací.

VÝSLEDKY

Zjištěná průměrná výška všech stromů na ploše ve věku 24 let dosáhla 10,2 m. Za období od posledního měření (tj. 8 let) činil průměrný výškový přírůst 5,6 m. Mezi provenience s největším přírůstem patřily 2 (5,7 m), 9 (5,6 m) a 6 (5,5 m). Naopak nejmenší přírůst byl zjištěn u proveniencí 5 (4,6 m), 3 (4,9 m) a 1 (5,1 m).

Největší průměrná výška byla v roce 2006 zaznamenána u proveniencí 2 a 6 (shodně 11,3 m). Nejmenší výšky (9,0 m) dosáhla provenience 3. Absolutní výškové maximum (17,6 m) bylo naměřeno u jedince proveniencí 8, absolutní výškové minimum (5,4 m) u jedince proveniencí 9. Na tomto místě je však nutno upozornit na skutečnost, že z měření byli vyřazeni jedinci z pařezových výmladků, kteří se na ploše objevili po realizovaném výchovném zásahu.

Výškový růst jednotlivých proveniencí a souboru všech sledovaných dílčích populací je patrný z tabulky 2. Variační koeficient pro veškerý zkoumaný materiál na ploše má hodnotu 0,2009. Pro jednotlivé provenience se tento údaj pohybuje v rozmezí od 0,1662 (provenience 1) po 0,2409 (9). Proměnlivost výšek je tedy v rámci jednotlivých variant i v rámci celého souboru poměrně nízká.

Analýzou variance byly prokázány statisticky vysoce významné rozdíly mezi proveniencemi na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Na faktor proveniencí připadlo 49 % variance, 38 % na opakování a 13 % zůstalo nevysvětleno. Ze statistického hlediska jsou vysoce signifikantní i rozdíly mezi opakováními, což ukazuje, že výzkumná plocha, ačkoliv se zdá z hlediska celkového vzhledu, vegetačního krytu i charakteru terénu relativně vyrovnaná, není s ohledem na kritérium výškového růstu stanovištně homogenní. Vypočtená hodnota heritability $h^2 = 0,94$ převyšuje kritickou hodnotu 0,7 a dokládá tak spolehlivost pokusu.

Tab. 1. Charakteristika proveniencí zastoupených na výzkumné ploše č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec
 Characteristics of tested provenances on the research plot no. 221 – Municipal forests of Havlíčkův Brod, locality Ronovec

Číslo/No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lesní závod (podle stavu v r. 1988)/Forest Enterprise (in 1988)	Násavřky	Harrachov	Karlovice	Karlovice	Prachatice	Prachatice	Prachatice	Prachatice	Vysoký Chlumec
Lesní správa (podle stavu v r. 1988)/Forest District (in 1988)	Maleč	Vysoké nad Jizerou	Karlovice	Karlovice	Zátoň-Lenora	Zátoň-Lenora	Zátoň-Lenora	Zátoň-Lenora	Smolotely
Přírodní lesní oblast/ Natural Forest Region	16 - Česko-moravská vrchovina	23 - Podkrkonoší	27 - Hrubý Jeseník	27 - Hrubý Jeseník	13 - Šumava	13 - Šumava	13 - Šumava	13 - Šumava	10 - Středočeská pahorkatina
Nadmořská výška [m n. m.]/ Elevation [m a. s. l.]	450	690	580	800	800	1 100	1 100	1 000	420
Průměrná roční teplota/ Average year temperature [°C]	7,2	6,5	5,8	4,8	5,6	4,0	4,0	4,5	7,4
Průměrný roční úhm srážek/ Average year precipitations [mm]	732	840	805	904	798	> 1 000	> 1 000	> 900	550
Lesní typ/Forest type	4V9 – vlhká bučina podmačena/hygric beechwood waterlogged	6A3 – klenová smrková bučina kapradinová/sycamore-spruce beechwood with fern	6D1 – obohacená smrková bučina netýkavková/enriched spruce beechwood with touch-me-not	6A1 – klenová smrková bučina bažanková/sycamore-spruce beechwood with mercury	6D2 – obohacená smrková bučina devěsílová/enriched spruce beechwood with dock	7V2 – vlhká buková smrčička devěsílová/hygric beech sprucewood with dock	7V2 – vlhká buková smrčička devěsílová/hygric beech sprucewood with dock	6A1 – klenová smrková bučina bažanková/sycamore-spruce beechwood with mercury	4V9 – vlhká bučina podmačena/hygric beechwood waterlogged
Půdní typ/Soil type	oglejená hnědozem/stagnic haplic Luvisol	humózní ranker/melanic Leptosol	eutrofní hnědozem/haplic Luvisol	humózní ranker/melanic Leptosol	eutrofní hnědozem/haplic Luvisol	oglejený humosový podzol/stagnic haplic Podzol	oglejený humosový podzol/stagnic haplic Podzol	humózní ranker/melanic Leptosol	oglejená hnědá lesní půda/stagnic Cambisol

V návaznosti na analýzu variance byl proveden Duncanův test, který rozdělil potomstva do 4 homogenních skupin. Do skupiny s nejlepším výškovým růstem byly zařazeny proveniencce 2, 6 a 7 (interval průměrné výšky skupiny 11,3 - 10,9 m). Naopak do skupiny nejhůře rostoucích proveniencí byly zařazeny 3 a 1 (interval 9,0 - 9,5 m).

Korelační koeficient pro věk 2 a 8 let $r_{2,8} = 0,1275^{NS}$ není statisticky významný. Nelze tedy říci, že by si potomstva v časovém rozmezí 6 let zachovávala obdobné pořadí (růstový trend). Korelační koeficient $r_{8,12} = 0,9304^{++}$ byl statisticky vysoce významný na $\alpha = 0,01$. Také korelace průměrných výšek javorů v 12 a 17 letech, resp. 17 a 24 letech byly statisticky vysoce významné, pořadí proveniencí bylo tedy v rámci těchto měření obdobné.

V rámci předchozích hodnocení $d_{1,3}$ na výzkumné ploše měřena nebyla, takže v této práci je předkládána první řada dat této veličiny. Porost javoru kleny za uplynulých 24 let dosáhl průměrné $d_{1,3}$ 9,6 cm (interval od 10,8 cm /potomstvo 2/ po 8,0 cm /3/), přičemž nejvyšší hodnota (17,6 cm) byla změřena u jedince proveniencce 8, a naopak nejmenší (5,4 cm) u jedince proveniencce 9.

Variační koeficient pro veškerý testovaný materiál má hodnotu 0,3752 a u jednotlivých proveniencí kolísá v intervalu od 0,3345 (6) po 0,4156 (9). Porovnáním s výškovým růstem lze říci, že variační koeficient výčetní tloušťky je téměř dvojnásobný než u výšky.

Stejně jako u výškového růstu byla pro $d_{1,3}$ vy počtena analýza variance, která prokázala statisticky vysoce signifikantní rozdíly mezi proveniencemi i mezi opakováními.

Duncanovým testem byly proveniencce rozdělěny do čtyř homogenních skupin. Skupinu s nejlepší $d_{1,3}$ tvořily proveniencce 2, 7 a 6, interval průměrné $d_{1,3}$ se pohyboval od 9,8 do 10,8 cm. Naopak proveniencce zařazené do skupiny s nejhorším výsledkem byly 3, 1, 4 a 5 (interval 8,0 - 9,0 cm).

Jedním ze základních cílů lesního hospodářství je vysoká objemová produkce. Vzhledem k tomu, že byly k dispozici hodnoty obou kvantitativních veličin, které jsou základem pro její stanovení, mohl být pro jednotlivé proveniencce z tabulek odvozen i objem průměrného stromu, který měl na ploše hodnotu 0,044 m³. Rozmezí, ve kterém se jednotlivé proveniencce pohybovaly, bylo od 0,029 m³ (3) po 0,063 m³ (2), viz tabulku 2.

Dalším zjišťovaným parametrem byly i hodnoty stromové hektarové zásoby, která je závislá kromě objemu průměrného stromu i na počtu stromů zastupujících danou provenienci. Počet stromů je na výzkumné ploše u jednotlivých výsadeb rozdílný, a to od 104 (8) po 55 stromů (9). Průměrná stromová hektarová zásoba na ploše ve věku 24 let

Tab. 2. Počty rostoucích jedinců a průměrné hodnoty výšky, $d_{1,3}$, objemu průměrného stromu a hektarové stromové zásoby ve věku 2, 8, 12, 17 a 24 let
 Numbers of growing individuals and average heights, d.b.h., average tree volume and growing stock/1 ha at the age of 2, 8, 12, 17 and 24 years

Provenience/ Provenance	Průměrná výška/Average height		Rostoucí jedinci/Growing trees		Průměrná výška/Average height		Rostoucí jedinci/Growing trees		Průměrná výška/Average height		Objem průměrného stromu/Volume of average tree		Průměrná stromová zásoba/Average tree growing stock	
	2 roky/years	8 let/years	12 let*/years	17 let/years	17 let/years	12 let/years	17 let/years	17 let/years	17 let/years	24 let/years	24 let/years	24 let/years	24 let/years	24 let/years
	[m]	[m]	[ks / psc]	[ks / psc]	[m]	[m]	[ks / psc]	[ks / psc]	[m]	[m]	[m ³]	[m ³]	[m ³ .ha ⁻¹]	[m ³ .ha ⁻¹]
1	0,3	1,8	180	136	4,3	9,5	88	88	8,1	0,031	68,2	68,2		
2	0,3	2,2	93	76	5,6	11,3	60	60	10,8	0,063	94,5	94,5		
3	0,4	1,8	156	107	4,1	9,0	82	82	8,0	0,029	59,5	59,5		
4	0,3	1,8	158	109	4,4	9,7	85	85	8,9	0,039	82,9	82,9		
5	0,2	1,7	142	99	5,2	9,8	74	74	9,0	0,040	74,0	74,0		
6	0,3	2,3	143	122	5,8	11,3	94	94	9,8	0,052	122,2	122,2		
7	0,3	2,4	109	80	5,7	10,9	67	67	10,5	0,053	88,8	88,8		
8	0,2	2,0	145	123	4,9	10,2	104	104	9,2	0,042	109,2	109,2		
9	0,3	1,7	119	82	4,2	9,8	55	55	9,5	0,043	59,1	59,1		
Průměr / Average	0,3	2,0	138	104	4,9	10,2	79	79	9,3	0,044	84,3	84,3		

* počty jedinců získány přepočtem z grafu mortality uvedeného v práci BURIÁNEK (1998)/number of individuals calculated on base of mortality graph in BURIÁNEK (1998)

byla 85,4 m³.ha⁻¹. U jednotlivých proveniencí se tento kvantitativní ukazatel pohyboval v rozmezí od 59,1 m³.ha⁻¹ (1) po 122,2 m³.ha⁻¹ (6).

Z hlediska příslušnosti k stromové třídě náležela u všech proveniencí převážná většina jedinců do kategorie úrovnových stromů (od 63,4 % /3/ do 90,4 % /6/). Další početně zastoupenou třídou byly vrůstavé stromy, jejichž zastoupení u jednotlivých proveniencí kolísalo od 25,6 % (3) do 8,5 % (6). Nejvíce předrůstavých jedinců se vyskytovalo u provenience 9 (7,3 %), nejméně u provenience 6 (1,1 %). Největší zastoupení jedinců zařazených do stromové třídy zastíněných stromů bylo zjištěno u provenience 3 (4,9 %). Bez zastoupení v této stromové třídě, čili s 0,0 %, bylo několik proveniencí, např. provenience 6. Celkový pohled na výsledné zastoupení v jednotlivých třídách podává tabulka 3. Tabulka 4 pak předkládá bodové hodnocení kvalitativního znaku stromová třída, kdy k nejlepším proveniencím patřily 6 a 7, bodově jednoznačně nejhůře hodnocenou proveniencí byla 3.

Tvárnost kmene je kvalitativní charakteristika, patří z hlediska lesního hospodářství k nejvýznamnějším, její hodnocení je však do jisté míry subjektivní a v rámci různých prací může být pojímáno různým způsobem. Ve 24 letech byla nejvíce zastoupena třída 2, tj. mírně zakřivený kmen, interval se pohyboval od 23,6 % (9) do 55,8 % (8). Na druhém místě byla třída 3 – zakřivený kmen, kdy se interval pohyboval od 14,9 % (7) do 70,9 % (9). Nejmenší zastoupení měla třída 1 – rovný kmen (interval od 5,5 % /9/ do 45,9 % /5/). V tabulce 3 jsou uvedena procentická zastoupení hodnocených proveniencí v jednotlivých třídách tohoto znaku pro věk 12 a 24 let. Mezi nejlépe bodově hodnocené provenience patřily 5, 7, 8, 3 a 6. Nejhůře bodově hodnocenou proveniencí byla 9.

Cílem lesního hospodářství je vypěstování maximálního počtu rovných průběžných kmenů. Větvením se snižuje množství hospodářsky využitelné dřevní hmoty, zejména pokud k němu dochází již ve spodní části koruny či dokonce pod ní. Zastoupení třídy 1 pro data získaná ve 24 letech kolísalo od 81,8 % (1) do 27,3 % (9). Klasifikační třída 2 byla zastoupena v rozmezí od 8,0 % (1) do 16,7 % (2). Klasifikační třída 3 byla zastoupena od 60,0 % (9) do 10,2 % (1). Z bodového hodnocení vyšla nejlépe provenience 1, následovaná proveniencemi 5 a 2. Naopak nejhůře hodnocené byly provenience 9, 8 a 6 (tab. 4).

Kritérium délky koruny je na ploše zastoupeno převážně klasifikačními třídami 2 a 3 (tab. 3). Středně dlouhá koruna převládala u provenience 3 s 62,2 %, nejméně byla zastoupena u provenience 9 s 43,6 %. Další nejvíce zastoupenou třídou byla 3 (dlouhá koruna), v níž měla nejvíce jedinců provenience 9 (54,5 %) a nejméně (23,3 %) provenience 2. Ve třídě 1 měla nejvíce jedinců provenience 2 (21,7 %), 0,0 % jedinců pak provenience 3. Nejlépe bodované provenience byly 2, 6 a 7, nejhorší 9, 4 a 3 (tab. 4).

V případě šířky koruny dominovala klasifikační třída 2, reprezentující jedince se středně širokou korunou. Interval této třídy se pohyboval od 73,2 % (3) do 44,3 % (1). Druhá početně zastoupená třída 3 kolísala v intervalu od 30,7 % (1) do 15,9 % (3). Nejmenší zastoupení měla třída 1 (úzká koruna). Nejvíce úzkých korun bylo zjištěno u provenience 6 (26,6 %), nejmenší u provenience 9 (pouhých 3,6 %). Bodově byly nejlépe hodnoceny provenience 2, 6 a 5, nejhůře pak provenience 9 a 8 (tab. 4).

Tab. 3.

Procentické zastoupení tříd zkoumaných kvalitativních kritérií v letech 1993 (podbarveno šedě) a 2006
 Percentage proportion of classes of qualitative criterias during 1993 (grey) and 2006

Č. provenience/Provenance no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Stromová třída r. 2006 [%]/ Tree class	1	5,7	3,3	6,1	3,5	5,4	1,1	4,5	4,8	7,3
	2	77,3	78,3	63,4	77,6	75,7	90,4	83,6	76,0	69,1
	3	17,0	15,0	25,6	18,8	16,2	8,5	10,4	16,3	23,6
	4	0,0	3,3	4,9	0,0	2,7	0,0	1,5	2,9	0,0
Větvení v koruně r. 1993 [%]/ Branching in crown	1	37,0	50,0	35,0	44,0	45,0	66,0	50,0	60,0	41,0
	2	14,0	18,0	11,0	16,0	14,0	14,0	12,0	10,0	14,0
	3	49,0	32,0	54,0	40,0	41,0	20,0	38,0	30,0	45,0
Větvení v koruně r. 2006 [%]/ Branching in crown	1	81,8	55,0	52,4	56,5	62,2	44,7	47,8	45,2	27,3
	2	8,0	16,7	14,6	5,9	16,2	16,0	10,4	14,4	12,7
	3	10,2	28,3	32,9	37,6	21,6	39,4	41,8	40,4	60,0
Délka koruny r. 2006 [%]/ Crown length	1	8,0	21,7	0,0	4,7	5,4	11,7	3,0	4,8	1,8
	2	47,7	55,0	62,2	45,9	56,8	55,3	59,7	55,8	43,6
	3	44,3	23,3	37,8	49,4	37,8	33,0	37,3	39,4	54,5
Šířka koruny r. 2006 [%]/ Crown width	1	25,0	26,7	11,0	16,5	24,3	26,6	19,4	12,5	3,6
	2	44,3	53,3	73,2	58,8	48,6	51,1	55,2	59,6	70,9
	3	30,7	20,0	15,9	24,7	27,0	22,3	25,4	27,9	25,5
Tvar koruny r. 2006 [%]/ Crown form	1	0,0	1,7	1,2	2,4	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0
	2	88,6	65,0	75,6	81,2	86,5	86,2	76,1	86,5	61,8
	3	10,2	28,3	17,1	11,8	9,5	9,6	13,4	11,5	20,0
	4	1,1	5,0	6,1	4,7	4,1	2,1	10,4	1,9	18,2
	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Úhel větvení r. 2006 [%]/ Crown branching angle	1	96,6	96,7	98,8	97,6	97,3	98,9	100,0	95,2	90,9
	2	3,4	3,3	1,2	2,4	2,7	1,1	0,0	4,8	7,3
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
Tloušťka větvi r. 2006 [%]/ Branch diameter	1	51,1	56,7	39,0	34,1	56,8	42,6	46,3	32,7	32,7
	2	48,9	41,7	61,0	62,4	43,2	57,4	52,2	66,3	61,8
	3	0,0	1,7	0,0	3,5	0,0	0,0	1,5	1,0	5,5
Tvárnost kmene r. 1993 [%]/ Stem form	1	34,0	37,0	34,0	43,0	49,0	53,0	50,0	58,0	34,0
	2	19,0	30,0	12,0	16,0	10,0	25,0	13,0	13,0	18,0
	3	47,0	33,0	54,0	41,0	41,0	20,0	37,0	29,0	48,0
Tvárnost kmene r. 2006 [%]/ Stem form	1	19,3	26,7	28,0	20,0	45,9	35,1	31,3	27,9	5,5
	2	48,9	38,3	53,7	45,9	33,8	37,2	53,7	55,8	23,6
	3	31,8	35,0	18,3	34,1	20,3	27,7	14,9	16,3	70,9
Zdravotní stav r. 1993 [%]/ Health status	1	57,0	68,0	51,0	55,0	55,0	74,0	73,0	64,0	47,0
	2	20,0	20,0	26,0	17,0	21,0	18,0	13,0	14,0	22,0
	3	23,0	12,0	23,0	28,0	24,0	8,0	14,0	22,0	31,0
Zdravotní stav r. 2006 [%]/ Health status	1	96,6	96,7	97,6	94,1	100,0	98,9	98,5	96,2	98,2
	2	3,4	3,3	2,4	5,9	0,0	1,1	1,5	3,8	1,8
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Hodnocení tvaru koruny je patrně nejvíce subjektivní. Největší zastoupení měla třída 2 (válcovitá koruna), jejíž podíl se pohyboval od 88,6 % (1) do 61,8 % (9). Méně zastoupenou třídou byla 3 (kulovitá koruna), ve které činil podíl od 28,3 % (2) do 9,5 % (5). Metlovitá koruna se u potomstev vyskytovala převážně

do 10,0 %, pouze u dvou proveniencí bylo její zastoupení vyšší (9 /18,2 %/ a 7 /10,4 %/). Nejméně jedinců s metlovitou korunou bylo zjištěno u provenience 1 (1,1 %). Ještě nižší zastoupení měly pyramidální koruny. Jedinců tohoto vzhledu bylo nejvíce u provenience 4 (2,4 %), naopak několik proveniencí nezahrnovalo

Tab. 4.

Výsledky srážkového bodování proveniencí na základě hodnocení vybraných kvalitativních znaků
 Results of penalty marks of provenances on the base of evaluation of selected quantitative characters

Č. provenience/ Provenance no.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stromová třída r. 2006/ Tree class	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,77	0,78	0,63	0,78	0,76	0,90	0,84	0,76	0,69
	3	0,34	0,30	0,51	0,38	0,32	0,17	0,21	0,33	0,47
	4	0,00	0,10	0,15	0,00	0,08	0,00	0,04	0,09	0,00
Σ		1,11	1,18	1,29	1,15	1,16	1,07	1,09	1,17	1,16
Větvení v koruně r. 1993/ Branching in crown	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,14	0,18	0,11	0,16	0,14	0,14	0,12	0,10	0,14
	3	0,98	0,64	1,08	0,80	0,82	0,40	0,76	0,60	0,90
Σ		1,12	0,82	1,19	0,96	0,96	0,54	0,88	0,70	1,04
Větvení v koruně r. 2006/ Branching in crown	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,08	0,17	0,15	0,06	0,16	0,16	0,10	0,14	0,13
	3	0,20	0,57	0,66	0,75	0,43	0,79	0,84	0,81	1,20
Σ		0,28	0,73	0,80	0,81	0,59	0,95	0,94	0,95	1,33
Délka koruny r. 2006/ Crown lenght	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,48	0,55	0,62	0,46	0,57	0,55	0,60	0,56	0,44
	3	0,89	0,47	0,76	0,99	0,76	0,66	0,75	0,79	1,09
Σ		1,36	1,02	1,38	1,45	1,32	1,21	1,34	1,35	1,53
Šířka koruny r. 2006/ Crown width	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,44	0,53	0,73	0,59	0,49	0,51	0,55	0,60	0,71
	3	0,61	0,40	0,32	0,49	0,54	0,45	0,51	0,56	0,51
Σ		1,06	0,93	1,05	1,08	1,03	0,96	1,06	1,15	1,22
Tvar koruny r. 2006/ Crown form	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,89	0,65	0,76	0,81	0,86	0,86	0,76	0,87	0,62
	3	0,20	0,57	0,34	0,24	0,19	0,19	0,27	0,23	0,40
	4	0,03	0,15	0,18	0,14	0,12	0,06	0,31	0,06	0,55
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ		1,13	1,37	1,28	1,19	1,18	1,12	1,34	1,15	1,56
Úhel větvení r. 2006/ Crown branching angle	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,05	0,07
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Σ		0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,05	0,11
Tloušťka větví r. 2006/ Branch diameter	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,49	0,42	0,61	0,62	0,43	0,57	0,52	0,66	0,62
	3	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,03	0,02	0,11
Σ		0,49	0,45	0,61	0,69	0,43	0,57	0,55	0,68	0,73
Tvármost kmene r. 1993/ Stem form	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,19	0,30	0,12	0,16	0,10	0,25	0,13	0,13	0,18
	3	0,94	0,66	1,08	0,82	0,82	0,40	0,74	0,58	0,96
Σ		1,13	0,96	1,20	0,98	0,92	0,65	0,87	0,71	1,14
Tvármost kmene r. 2006/ Stem form	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,49	0,38	0,54	0,46	0,34	0,37	0,54	0,56	0,24
	3	0,64	0,70	0,37	0,68	0,41	0,55	0,30	0,33	1,42
Σ		1,13	1,08	0,90	1,14	0,74	0,93	0,84	0,88	1,65
Zdravotní stav r. 1993/ Health status	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,20	0,20	0,26	0,17	0,21	0,18	0,13	0,14	0,22
	3	0,46	0,24	0,46	0,56	0,48	0,16	0,28	0,44	0,62
Σ		0,66	0,44	0,72	0,73	0,69	0,34	0,41	0,58	0,84
Zdravotní stav r. 2006/ Health status	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,03	0,03	0,02	0,06	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ		0,03	0,03	0,02	0,06	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02
ΣΣ (2006)		6,63	6,83	7,35	7,60	6,49	6,83	7,18	7,43	9,31

Tab. 5.

Průměrné hodnoty výšky, výčetní tloušťky, stromového objemu a hektarové stromové zásoby podle PLO, geografických regionů a LVS
 Average values of heights, d.b.h., tree volume and tree growing stock per 1 ha on the base of natural forest areas, geographical regions and forest vegetation zones data sets

	Průměrná výška/ Average height [m]	Průměrná $d_{1,3}$ / Average d.b.h. [cm]	Průměrný objem stromový/Average tree volume [m ³]	Průměrná stromová zásoba/Average tree growing-stock [m ³ .ha ⁻¹]
Přírodní lesní oblasti (PLO)/Natural Forest Areas				
10 - Středočeská pahorkatina/ Central Bohemian upland	9,8	9,5	0,043	59,1
13 - Šumava/Šumava Mts.	10,6	9,6	0,047	98,5
16 - Českomoravská vrchovina/ Czech-Moravian highland	9,5	8,1	0,031	68,2
23 - Podkrkonoší/Krkonoše uphill	11,3	10,8	0,063	94,5
27 - Hrubý Jeseník/ Hrubý Jeseník Mts.	9,4	8,5	0,034	71,2
Průměr/Average	10,1	9,3	0,044	78,3
Geografické regiony/Geographical regions				
I - České provenience horské (Šumava) nad 1 000 m n. m./ Czech mountain proveniences (Šumava Mts.) above 1,000 m a. s. l.	10,8	9,9	0,049	106,7
II - České provenience podhorské (500 - 999 m n. m.)/ Czech submountain proveniences (500 - 999 m a. s. l.)	10,6	9,9	0,052	84,3
III - České provenience pahorkatin (do 500 m n. m.)/ Czech upland proveniences (under 500 m a. s. l.)	9,6	8,8	0,037	63,7
IV - Moravské provenience (Hrubý Jeseník)/ Moravian proveniences (Hrubý Jeseník Mts.)	9,4	8,5	0,034	71,2
Průměr/Average	10,1	9,3	0,043	81,5
Lesní vegetační stupně (LVS)/Forest Vegetation Zones				
4 - bukový/beechn	9,7	8,8	0,037	63,7
6 - smrkobukový/spruce-beech	10,0	9,2	0,043	84,0
7 - buk-smrkový/beechn-spruce	11,1	10,2	0,053	105,5
Průměr/Average	10,3	9,4	0,044	84,4

ani jeden strom s tímto typem koruny (1, 5, 7, 8, 9). Nejlépe bodovanými proveniencemi byly 6, 1 a 8, nejhůře pak 9, 2 a 7 (tab. 4).

U úhlu větvení jednoznačně dominovala třída 1 (vystoupavé větve) s rozmezím od 90,9 % (9) do 100 % (7). Třída 2 (větvení ± horizontální) byla se 7,3 % nejvíce zastoupena u provenience 9, u které se jako u jediné vyskytovaly i převislé větve (1,8 %). Nulové zastoupení jedinců v obou nižších klasifikačních třídách měla provenience 7. Z tabulky 4 vyplývá, že nejlépe hodnoceny byly provenience 7, 6 a 3, nejhůře pak provenience 9 a 8.

Z hospodářského hlediska jsou žádoucí zejména stromy s jemným větvením. Tloušťku větví ovlivňují kromě jiného i okolní prostředí, růstové podmínky porostu a výchovné zásahy. Při hodnocení ve 24 letech bylo nejvíce jedinců zastoupeno v klasifikační třídě 2. Interval se pohyboval od 66,3 % (8) do 41,7 % (2). Další často zastoupenou byla třída 1, v níž měla nejvyšší podíl provenience 5 (56,8 %) a nejnižší potomstva 8 a 9 s 32,7 %. Nejméně byla zastoupena klasifikační třída 3, ve které se nejvíce jedinců vyskytlo u provenience 9 (5,5 %) a nejméně, resp. (0,0 %), u proveniencí 1, 3, 5 a 6. Větvení bylo z pohledu bodového hodnocení

nejlepší u proveniencí 5, 2, a 1. Bodově nejhůře byly hodnoceny provenience 9, 4 a 8.

Výsledky hodnocení zdravotního stavu je nutno považovat pouze za orientační, neboť bylo prováděno v období vegetačního klidu a nebylo tak možno postihnout projevy působení patogenů, které lze zaznamenat v době vegetace. Ve 24 letech jednoznačně převládala klasifikační třída 1. Nejvíce zcela zdravých jedinců (100 %) bylo zjištěno u provenience 5, která byla rovněž nejlépe bodovanou proveniencí (tab. 4). Nejméně zcela zdravých jedinců měla provenience 4 (94,1 %), která byla zároveň nejhorší v bodovém hodnocení, ačkoliv rozdíl mezi nejlepší a nejhorší proveniencí nebyl zvlášť velký.

Z hospodářského pohledu lze mezi nejlepší řadit provenience 5, 1, 6 a 2, jako méně vhodné lze pak označit provenience 9, 4, 8 a 3 (tab. 4). V rámci souhrnného hodnocení proveniencí z kvalitativního i kvantitativního hlediska se jako nejlepší ukázalo potomstvo 2, za nímž následovaly provenience 6, 7, 8 a 5. Hůře hodnocena byla z celkového pohledu potomstva dílčích populací 3, 4, 1 a 9.

Sledované provenience byly posuzovány rovněž z hlediska své geografické příslušnosti k PLO, geografickým regionům a LVS (tab. 5). Pokud jde o PLO, nejvyšší průměrná výška (11,3 m) byla zaznamenána u PLO 23, kterou v tomto případě reprezentuje pouze jedna provenience. S průměrnou výškou 10,6 m následovaly čtyři provenience z PLO 13 a dále jedna provenience z PLO 10 s hodnotou 9,8 m. Čtvrté pořadí (9,5 m) dosáhla jedna provenience z PLO 16. Nejnižší průměrná výška 9,4 m byla zaznamenána u potomstev pocházejících z PLO 27.

Obdobným způsobem lze hodnotit data průměrných $d_{1,3}$. Rozdíl mezi nejlepší a nejhorší průměrnou $d_{1,3}$ byl 2,3 cm. Největší hodnoty (10,8 cm) dosáhla provenience z PLO 23, kterou následovalo s průměrem 9,6 cm potomstvo z PLO 13. S malým rozdílem 0,1 cm zaostávalo potomstvo z PLO 10 (9,5 cm). Nejnižší průměrná $d_{1,3}$ byla zjištěna u PLO 27 (8,5 cm) a u proveniencí zastupujících PLO 16 (8,1 cm).

O větší proměnlivosti než u předcházejících znaků lze ve větší míře hovořit u objemu průměrného stromu, který odráží proměnlivost výšky a $d_{1,3}$. Největší objem (0,063 m³) byl zjištěn u provenience z PLO 23, která předčila téměř o jednu polovinu nejnižší hodnotu (0,037 m³) z PLO 27. Druhého nejlepšího objemu (0,047 m³) dosáhly provenience z PLO 13, třetího pak s 0,043 m³ provenience z PLO 10, kterou však zastupuje pouze jedna provenience. Nejnižší objem (0,031 m³) byl zjištěn u PLO 16.

Hektarová stromová zásoba zohledňuje i počet rostoucích jedinců (od 104 u provenience 8 po 55 u provenience 9). Nejvyšší dosažená hodnota 98,5 m³. ha⁻¹ je průměrem čtyř proveniencí reprezentujících PLO 13, u kterých se pohybovala ve velice širokém rozpětí od 122,2 m³. ha⁻¹ (6) do 74,5 m³. ha⁻¹ (5). Druhé nejlepší zásoby (94,5 m³. ha⁻¹) dosáhla PLO 23 zastoupená pouze proveniencí 9. Průměr dvou proveniencí z PLO 27 (76,3 m³. ha⁻¹) byl třetí v pořadí. Druhé nejmenší zásoby (68,2 m³. ha⁻¹) dosáhla provenience 1 z PLO 16 a vůbec nejmenší zásoba (59,1 m³. ha⁻¹) byla zjištěna u provenience 9, zastupující PLO 10.

Zastoupení třídy větvení 1 bylo jednoznačně nejvyšší u provenience 9 (81,8 %), která jediná reprezentuje PLO 16. Naopak nejméně jedinců ve třídě 1 (27,3 %) bylo zjištěno u PLO 10. Zbývající soubory z PLO 23, 27 a 13 dosáhly poměrně vyrovnaného zastoupení v rozmezí 55,0 % až 49,9 %.

V případě charakteristiky tvárnost kmene byl největší počet jedinců třídy 1 (zcela rovný kmen) zjištěn u čtyř proveniencí z PLO 13 (35,1 %). Z této PLO pochází i provenience s největším zastoupením tvárných jedinců (49,5 %). Následovaly PLO 23 (27,7 %), PLO 27 (24,0 %) a PLO 16 (19,3 %). Nejméně jedinců s tvárnými kmeny má původ v PLO 10 (5,5 %), která je zastoupena pouze proveniencí 9.

Podíl zcela zdravých jedinců se pohyboval od 98,4 % (PLO 13) do 95,8 % (PLO 27).

Pokud jde o hodnocení proměnlivosti proveniencí rozdělených na základě příslušnosti ke geograficky vymezeným souborům, byla ve věku 24 let průměrná výška nejvyšší u souboru I (10,8 m), který reprezentují tři provenience. Druhý v pořadí byl soubor II (10,6 m), zahrnující dvě provenience. Soubor III dosáhl druhé nejhorší průměrné výšky 9,6 m. Nejnižší průměrná výška (9,4 m) byla zjištěna u souboru IV, který reprezentují dvě provenience.

U $d_{1,3}$ byla situace obdobná jako u výšek s tím rozdílem, že průměry souborů proveniencí byly o něco vyrovnanější. Největší průměrné $d_{1,3}$ (9,9 cm) dosáhly shodně soubory I a II, následované souborem III (8,8 cm). Zbývající soubor IV zaostával s 8,5 cm za předchozí jednotkou o pouhých 0,3 cm.

Největšího objemu průměrného stromu (0,052 m³) dosáhl soubor II, za nímž s 0,049 m³ následoval soubor I. Soubory III a IV pak shodně dosáhly objemu 0,037 m³.

Největší stromová zásoba byla zjištěna u souboru I (106,7 m³. ha⁻¹). Další vysokou zásobu (84,3 m³. ha⁻¹) představoval průměr dvou proveniencí tvořících soubor II. Soubor IV dosáhl třetího nejlepšího výsledku (76,3 m³. ha⁻¹). Nejmenší zásoba (63,7 m³. ha⁻¹) byla zjištěna u souboru III.

Zařazení jedinců do třídy větvení 1, tj. hlavní výhon nositel výškového růstu, bylo u jednotlivých souborů poměrně vyrovnané. Nejvíce těchto jedinců (58,6 %) zahrnoval soubor II, následovaný soubory III a IV, které měly shodné zastoupení této třídy (54,5 %). Za zmínku stojí skutečnost, že dvě provenience tvořící soubor III měly jak největší (81,8 %), tak současně nejmenší (27,3 %) zastoupení nejlepších jedinců. Soubor I zahrnoval nejméně kvalitních jedinců (45,9 %).

Nejvíce jedinců se zcela tvárným kmenem měl soubor II (36,3 %). O něco menší počet kvalitních jedinců zahrnoval soubor I (31,4 %) následovaný souborem IV s 24,0 %. Jednoznačně nejhůře se projevil soubor III s 12,4 %.

Z hlediska zdravotního stavu byl nejlepší soubor II (98,3 % jedinců v třídě 1), který následovaly soubory I (97,5 %), III (97,4 %) a IV (95,8 %).

V souvislosti s rajonizací reprodukčního materiálu je důležitá i rozdělení na lesní vegetační stupně (LVS). Největších průměrných výšek (11,1 m) dosáhly dvě provenience zastupující LVS 7, naopak nejhůře hodnoceny byly dvě provenience z LVS 4 (9,7 m). Společným znakem souborů proveniencí z LVS 7 a LVS 4 je malý rozdíl průměrných výšek (0,3 m u LVS 4 a 0,5 m u LVS 7).

Ve stejném pořadí jako u výšek se umístily soubory potomstev rozdělené podle LVS i u $d_{1,3}$. S $d_{1,3}$ 10,2 cm byl nejlépe hodnocen soubor z LVS 7, následovaný LVS 6 (9,6 cm). Nejnižší $d_{1,3}$ byla zjištěna u LVS 4 (8,8 cm).

Pokud jde o stromový objem, respektive stromovou hektarovou zásobu, umístil se nejlépe soubor proveniencí z LVS 7 (0,053 m³), dále následovaly LVS 6 (0,044 m³) a LVS 4 (0,037 m³). Stromová hektarová zásoba pro jednotlivé LVS opět kopírovala umístění v kvantitativních charakteristikách. Největší hodnota byla dosažena u LVS 7 (105,5 m³. ha⁻¹), následoval LVS 6 s 86,1 m³. ha⁻¹ (interval zásob proveniencí, které oba LVS reprezentují, činil téměř 40,0 m³. ha⁻¹), nejhorší zásobu vykazoval LVS 4 (63,7 m³. ha⁻¹).

Zastoupení třídy větvení 1 v rámci LVS bylo dosti vyrovnané. Nejlépe se z hlediska tohoto znaku projevil LVS 4, který však zahrnoval provenience s největším, ale i s nejmenším počtem jedinců s touto klasifikací. Následující LVS 6 pak zaostával pouze s nepatrným rozdílem (0,2 %). Nejméně jedinců klasifikovaných třídou 1 bylo zjištěno u LVS 7 (46,2 %).

Nejvíce tvárných kmenů bylo zaznamenáno u LVS 7 (33,7 %), následovaného LVS 6 (29,7 %) a LVS 4 (12,4 %).

Nejvyrovnanější výsledky byly zjištěny u charakteristiky zdravotní stav, kde se interval zcela zdravých jedinců pohyboval od 98,7 % (LVS 7) po 96,9 % (LVS 6).

DISKUSE

Provenienční výsadba byla v minulosti hodnocena již čtyřikrát. Nově získané výsledky tak bylo možno konfrontovat s předchozími měřeními. Poprvé byl pokusný materiál hodnocen již ve školce ve věku 2 let. Další hodnocení proběhla ve věku 8 let, kdy byly

měřeny výšky, resp. 12 let, kdy se hodnotily výšky a kvalitativní znaky větvení v koruně, tvárnost kmene a zdravotní stav (BURIÁNEK 1994). Ve 12 letech byla zjišťována i vazba výškového růstu a zmíněných kvalitativních znaků proveniencí na geografické charakteristiky jejich mateřských porostů. Výzkumná plocha byla vyhodnocena ještě v roce 1998 ve věku 17 let (BURIÁNEK 1998), kdy byly zjišťovány mortalita a průměrné výšky jednotlivých proveniencí. Průměrné hodnoty výšek ze všech měření ve 2, 8, 12, 17 a 24 letech jsou uvedeny v tabulce 2, průběh výškového růstu je patrný z grafu 1.

Ve 2 letech byl výškový růst dílčích populací poměrně vyrovnaný. Hodnoty průměrných výšek se pohybovaly v intervalu od 0,2 do 0,4 m. Nejrychleji rostla provenience 3, naopak nejpomalejší růst vykazovaly provenience 5 a 8. Uvedené údaje lze však uvažovat pouze jako orientační, protože výška byla zjišťována u jedinců v juvenilním stadiu (lesní školka Mírovka).

Větší význam má měření výšek v 8 letech. Z tabulky 2 a grafu 1 vyplývá, že se jejich hodnoty pohybovaly v rozmezí od 2,4 do 1,7 m. Sestupné pořadí čtyř nejlepších potomstev bylo následující: 7 (2,4 m), 6 (2,3 m), 2 (2,2 m) a 8 (2,0 m). Nejmenší výška byla opět zjištěna u provenience 5 (1,7 m).

Při hodnocení ve věku 12 let rostly nejlépe provenience 6 (3,3 m), 7 (3,2 m) a 2 (2,9 m). Nejpomaleji rostla potomstva 4 (2,1 m), 3 (2,2 m) a 9 (2,3 m). Analýza variance výšek prokázala statisticky významné rozdíly ($\alpha = 0,05$) mezi proveniencemi i opakováními. Z grafu 1 a tabulky 2 jsou patrné výrazné rozdíly mezi proveniencemi (3,3 až 2,1 m). Korelace mezi hodnoceními v 8 a 12 letech byla statisticky významná. Zatímco změny v pořadí prvních čtyř proveniencí nebyly výrazné, u nejpomaleji rostoucích potomstev nastal zásadnější posun, kdy se provenience 5 z posledního místa přemístila na 5. pořadí. U potomstva 9 byl rovněž zaznamenán posun, ale již pouze z 8. na 7. pozici. U zbývajících proveniencí byl sledován sestup, a to u provenience 1 o jednu příčku a u proveniencí 3 a 4 na poslední dvě pozice (graf 1).

Při měření v 17 letech se výšky jedinců pohybovaly mezi 5,8 a 4,1 m (graf 1, tab. 2). Analýza variance neprokázala rozdíly mezi proveniencemi ani opakováními. Na prvních třech místech se umístily provenience ve stejném pořadí jako při předchozím měření, tj. 6 (5,8 m), 7 (5,7 m) a 2 (5,6 m). Nejhůře rostly provenience 3 (4,1 m), 9 (4,2 m) a 1 (4,3 m). Nejvýraznější změna byla zjištěna u provenience 4, která se z posledního místa nově posunula na 6. pozici. Ve střední části spektra si vyměnily pozice provenience 5 a 8.

Ve 24 letech se pořadí proveniencí opět změnilo. Největší výšky dosáhla potomstva 2 (11,3 m), 6 (11,3 m) a 7 (10,9 m), nejmenší růst byl stejně jako v roce 1998 zaznamenán u provenience 3 (9,0 m). Výraznějšího posunu dosáhlo potomstvo 9, které se umístilo na 6. místě, čímž v růstu předstihlo provenience 1 a 4. Další změnou byla vzájemná záměna proveniencí 8 a 5 na 4. a 5. pozici. Všechny změny jsou patrné z grafu 1. Věková korelace mezi měřeními v 17 a 24 letech byla statisticky vysoce významná.

Hodnotu průměrné výšky plochy lze porovnat např. s údaji růstových tabulek, které jsou součástí vyhlášky MZe č. 84/1996 Sb. Podle tabulek pro buk, které platí i pro javor, má střední porostní výška pro 1. relativní bonitu ve věku 24 let přibližnou hodnotu 14,0 m. Tomu odpovídá absolutní výšková bonita (AVB) 34, tj. výška porostu v metrech ve 100 letech. Ze srovnání průměrné výšky všech hodnocených potomstev (10,2 m) s tabulkovými údaji vyplývá, že růst potomstev odpovídá přibližně 3. bonitě, resp. AVB 30. V platném LHP (1999 - 2008) je uveden pro porost javoru kleny 5. bonitní stupeň.

Procentické zastoupení jednotlivých klasifikačních tříd kvalitativních znaků ve 12 a 24 letech je uvedeno v tabulce 3. Nejvíce jedinců třídy 1 znaku větvení v koruně bylo v 12 letech zjištěno u proveniencí 6 (66,0 %), 8 (60,0 %) a shodně s 50,0 % u 7 a 2. Nejméně jedinců s průběžným kmenem bylo zaznamenáno u proveniencí 3 (35,0 %), 1 (37,0 %) a 9 (41,0 %). Další početně zastoupenou byla třída 3 (vidličnaté, dva nebo více stejně hodnotných výhonů), kde se zastoupení pohybovalo v intervalu od 20,0 do 54,0 %. Nejvíce těchto nekvalitních jedinců bylo zastoupeno u proveniencí 3 (54,0 %), 1 (49,0 %) a 9 (45,0 %). Nejnižší zastoupení (10,0 až 18,0 %) měla u všech proveniencí klasifikační třída 2, v níž měly nejvíce jedinců provenience 2 (18,0 %), 4 (16,0 %), 1, 5, 6 a 9 (shodně 14,0 %). Ve 24 letech bylo zastoupení obdobné. Nejvíce jedinců třídy 1 bylo zjištěno u proveniencí 1 (81,8 %), 5 (62,2 %) a 4 (56,5 %), naopak nejméně těchto stromů rostlo u proveniencí 9 (27,3 %), 6 (44,7 %) a 8 (45,2 %). V nejhorší třídě 3 bylo zastoupení největší u proveniencí 9 (60,0 %), 7 (41,8 %), 8 (40,4 %), nejméně pak u 1 (10,2 %), 5 (21,6 %) a 2 (28,3 %). Třída 2 byla zastoupena opět nejméně (5,9 až 16,7 %), nejvíce u proveniencí 2 (16,7 %), 5 (16,2 %) a 6 (16,0 %), nejméně u proveniencí 4 (5,9 %), 1 (8,0 %) a 7 (10,4 %).

Podíl zcela rovných kmenů se ve 12 letech pohyboval od 34,0 do 58,0 %. K nejlepším patřily provenience 8, 6 a 7, nejméně tvárná byla naopak potomstva 9 a 1. Zastoupení třídy mírně zakřivených stromů dosahovalo 10,0 až 30,0 %, z toho nejvíce u proveniencí 2 a 6, nejméně u 7 a 8. Ve 3. třídě bylo zastoupení od 20,0 do 54,0 %, přičemž nejvíce jedinců bylo zaznamenáno u provenience 3, nejméně u provenience 6. Ve 24 letech bylo více jedinců zastoupeno ve třídě mírně zakřivených kmenů, nejvíce u provenience 8 (55,8 %), nejméně u provenience 5 (10,0 %). V nejhorší třídě dominovala provenience 9 se 70,9 %, naopak nejméně netvárných jedinců měla provenience 7.

Při hodnocení zdravotního stavu v 12 letech byla nejvíce zastoupena třída 1 (zcela zdraví jedinci), a to v rozmezí 74,0 až 47,0 %. Nejvíce těchto jedinců měly provenience 6 (74,0 %), 7 (73,0 %) a 2 (68,0 %), nejméně potomstva 9 (47,0 %), 4 a 5 (shodně 55,0 %). Ostatní třídy nebyly výrazněji zastoupeny. Ve třídě 2 činil tento podíl 13,0 až 26,0 %, přičemž nejmenší byl u proveniencí 7 (13,0 %), 8 (14,0 %) a 4 (17,0 %), naopak největší u proveniencí 3 (26,0 %) a 9 (22,0 %). Poslední třída měla zastoupení od 8,0 % (6) do 31,0 % (9). Ve 24 letech bylo opět nejvíce zcela zdravých jedinců. Interval, který charakterizuje tuto třídu, se pohyboval od 94,1 % u provenience 4 po 100% zastoupení u provenience 5. Ve věku 24 let nebyl u žádné provenience zaznamenán jedinec klasifikační třídy 3.

Hodnocení souborů potomstev vytvořených na základě geografických charakteristik lokalit jejich mateřských porostů (PLO, regionální soubory, LVS) bylo uskutečněno ve 12 letech (BURIÁNEK 1994) a podruhé v rámci této práce ve 24 letech. Ve 12 letech byly poprvé sledovány i větvení v koruně, tvárnost kmene a zdravotní stav ve vztahu k příslušnosti mateřských porostů k PLO, regionálním souborům a LVS.

Největší podíl třídy větvení 1 (55,3 %) měly ve 12 letech čtyři provenience z PLO 13. Dále následovaly PLO 23 (50,0 %) a PLO 10 (41,0 %). Nejmenší zastoupení této třídy měly soubory z PLO 16 (37,0 %) a PLO 27 (39,5 %). Ve 12 letech nejhůře klasifikovaná PLO 16 se s 81,8 % ve 24 letech objevila na prvním místě. Následující soubory z PLO 23 a PLO 27 byly velice vyrovnané (55,0 a 54,5 %). Jednoznačně nejhorší v zastoupení třídy větvení 1 byl soubor původem z PLO 10 (27,3 %). Čtyři provenience z PLO 13 (49,9 %) představovaly druhý nejhorší soubor.

Převaha nejtvrnějších jedinců ve 12 letech byla zjištěna u potomstev z PLO 13, kde průměrné zastoupení jedinců ve třídě I dosahovalo 52,5 %. Následovaly soubory z PLO 27 (38,5 %), PLO 23 (37,0 %) a shodně hodnocené PLO 10 a PLO 16 (34,0 %). Ve 24 letech měl největší podíl jedinců ve třídě I (i když nižší /35,1 %/ než při předchozím hodnocení) opět soubor z PLO 13. Dále následovaly soubory původem z PLO 23 (26,7 %), PLO 24 (24,0 %), PLO 16 (19,3 %) a PLO 10 (5,5 %).

Nejvíce zcela zdravých jedinců měl ve 12 letech soubor původem z PLO 23 (68,0 %), za kterým následovaly soubory z PLO 13 (66,5 %), PLO 16 (57,0 %) a PLO 27 (53,0 %). Nejméně zdravých jedinců (47,0 %) bylo zastoupeno v souboru z PLO 10. Ve 24 letech byla situace vyrovnanější. Největší podíl jedinců ve třídě I měla PLO 13 (98,4 %), dále následovaly PLO 10 (98,2 %), PLO 23 (96,7 %), PLO 16 (96,6 %) a PLO 27 (95,8 %).

Výsledky konfrontace kvalitativních charakteristik zjišťovaných ve věku 12 a 24 let u souborů proveniencí, do kterých rozdělil potomstva BURIÁNEK (1994), jsou následující. V charakteristice větvení v koruně dosáhla v 12 letech nejlepších výsledků potomstva řazená do souboru I (58,7 % třídy 1), který následoval soubor II s 47,5% podílem kvalitních jedinců. U zbývajících dvou souborů IV a III byl výsledek vyrovnaný, tj. 39,5 %, resp. 39,0 %. Ve 24 letech byla situace zcela odlišná. Nejlepšího výsledku 58,6 % dosáhl soubor II, následovaný soubory IV a III (shodně 54,5 %). Nejhůře byl hodnocen soubor I, u kterého bylo zaznamenáno pouze 45,9 % jedinců třídy větvení 1.

Nejvíce stromů se zcela rovným kmenem (53,7 %) měl v 12 letech soubor I. Dále následovaly soubory II (43,0 %), IV (38,5 %) a III (34,0 %). Ve 24 letech došlo k výměně na první pozici mezi soubory II (36,3 %) a I (32,4 %). Soubor IV měl zastoupení tvárných jedinců 24,0 %, soubor III 12,4 %.

Nejvyšší podíl zcela zdravých jedinců ve 12 letech (70,3 %) byl zjištěn u souboru I, za nímž následovaly soubory II (61,5 %), IV (53,0 %) a III (52,0 %). Ve 24 letech byl nejlépe hodnocen soubor II (98,3 %), následovaný soubory I (97,5 %), III (97,4 %) a IV (95,8 %).

Srovnání kvalitativních charakteristik ve 12 a 24 letech podle příslušnosti mateřských porostů proveniencí k LVS je následující. Třída I znaku větvení v koruně byla ve 12 letech nejvíce zastoupena v souboru původem z LVS 7 (58,0 %). Dále následovaly soubory z LVS 6 (46,8 %) a LVS 4 (39,0 %). Ve 24 letech bylo pro LVS 4 a LVS 6 dosaženo obdobného zastoupení (54,5 a 54,3 %), přičemž u LVS 4 byla hodnota výsledkem průměru dvou proveniencí s nejvyšším a zároveň nejnižším podílem nejlepších jedinců. Podíl jedinců I. třídy v LVS 7 činil 46,2 %.

Největší podíl tvárných kmenů ve 12 letech (51,5 %) byl zjištěn u souboru z LVS 7. Druhého nejlepšího výsledku (44,2 %) dosáhly provenience původem z LVS 6, nejmenší podíl těchto jedinců (34,0 %) byl zaznamenán u LVS 4. Ve 24 letech bylo pořadí shodné. Nejlepší soubor z LVS 7 s podílem tvárných jedinců 33,7 % následovaly soubory původem z LVS 6 (29,7 %) a LVS 4 (12,4 %).

Z hlediska zdravotního stavu ve 12 letech byl nejlépe hodnocen soubor z LVS 7, u kterého bylo zaznamenáno 73,5 % zcela zdravých jedinců. Dále následovaly LVS 6 (58,6 %) a LVS 4 (52,0 %). Ve věku 24 let byl nejlépe hodnocen rovněž soubor z LVS 7 (98,7 %), za kterým následovaly soubory z LVS 4 (97,4 %) a LVS 6 (96,9 %).

V souvislosti s platnou legislativou je potřeba sledovat i skutečnost, zda testované provenience na výzkumné ploše splňují dnešní podmínky pro přenos reprodukčního materiálu z místa jeho původu

do lokality použití. Do PLO 16 – Českomoravská vrchovina, v níž se nachází plocha č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec, je podle přílohy č. 4 vyhlášky MZe č. 139/2004 Sb. v případech, kdy není k dispozici materiál z téže PLO, možno vnášet reprodukční materiál javoru kleny z PLO 1 až 34. Všechny provenience zastoupené na výzkumné ploše tuto podmínku horizontálního přenosu splňují.

Výzkumná plocha s nadmořskou výškou 540 m n. m. je řazena do LVS 4 - bukového. Z hlediska vertikálního přenosu lze podle § 1 zmíněné vyhlášky na této lokalitě používat reprodukční materiál javoru kleny z prvního až čtvrtého LVS bez omezení, od pátého LVS výše pak pouze s rozdílem ± 1 LVS. Testovaná potomstva z LVS 6 a 7 tedy legislativní podmínku vertikálního přenosu nespĺňují. Provenience z LVS 6 a 7, jejichž reprodukční materiál není možné podle platné legislativy v podmínkách výzkumné plochy využívat, však zatím dosahují lepších výsledků jak u kvantitativních charakteristik, tak i v hodnocení některých kvalitativních znaků.

Tyto zjištěné skutečnosti korespondují s poznatky získanými BURIÁNKEM (1994), tj. že nejlepších výsledků v kvalitativních i kvantitativních znacích dosáhly provenience z Podkrkonoší a Šumavy, zvláště z poloh nad 1 000 m n. m., a naopak podprůměrné hodnoty byly zjištěny u obou moravských proveniencí z Hrubého Jeseníku a u proveniencí z nadmořských výšek do 500 m n. m.

Uvedené výsledky rovněž odpovídají zjištěním obdobného pokusu na Slovensku, ve kterém nejlépe prospívaly provenience z vyšších nadmořských výšek a ze západních částí přirozeného areálu (BURIÁNEK 1994).

ZÁVĚR

Javor klen patří k dřevinám, které mají v lesnictví nejen hospodářský význam, ale které jsou využívány i pro svou schopnost plnit celou řadu dalších funkcí. To je také důvodem, proč se kleny začal věnovat i domácí provenienční výzkum. Patříčné pozornosti se mu však dostává i na mezinárodním poli v rámci sekce „Scattered broadleaves“ (vtroušené listnáče) evropského programu na záchranu genetických zdrojů lesních dřevin (EUFORGEN), který si klade za cíl účinnou ochranu lesních dřevin a jejich udržitelné využívání.

Při syntetickém zhodnocení kvantitativních a kvalitativních charakteristik na provenienční ploše č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec dosáhlo nejlepších výsledků potomstvo 2 – Harrachov, Výsoké nad Jizerou původem z Podkrkonoší následované čtyřmi potomstvy ze Šumavy v pořadí 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora a 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora, kdy první tři pocházejí z poloh nad 1 000 m n. m. a čtvrté z 800 m n. m. Celkově nejhůře se projevil provenience 3 – Karlovice, Karlovice a 4 – Karlovice, Karlovice původem z Hrubého Jeseníku, dále pak potomstva 1 – Nasavrky, Maleč a 9 – Vysoký Chlumec, Smolotely.

Zjištěné skutečnosti se dobře shodují s poznatky získanými v rámci předchozích hodnocení, kdy se nejvíce osvědčily provenience z Podkrkonoší a Šumavy, zvláště z poloh nad 1 000 m n. m. Podprůměrné hodnoty byly naopak zjištěny u moravských proveniencí z Hrubého Jeseníku a u proveniencí z nadmořských výšek do 500 m n. m.

Lze říci, že věk 24 let má již poměrně dobrou vypovídací hodnotu o výsledcích pokusu. Protože však ještě docházelo k změnám v pořadí potomstev při porovnání datových řad průměrných výšek v 17 a 24 letech, je nutno v souladu s metodikou pokusu doporučit další měření za ca 5 - 10 let. Pokud existují mateřské porosty potomstev, která se na výsadbě č. 221 nejvíce osvědčila,

bylo by vhodné s nimi ve větším rozsahu počítat při sklizni semeného materiálu, resp. při obnově lesních porostů. Za tímto účelem i pro potřeby případných dalších výzkumných prací je možno v omezené míře využívat i materiál rostoucí na výzkumné ploše.

Podle vyhlášky č. 139/2004 Sb. lze k obnově lesa či zalesňování použít pouze reprodukční materiál lesních dřevin, který splňuje podmínky přenosu pro konkrétní místo výsadby a u něhož je doložen původ. Přes malý počet potomstev, relativně krátkou dobu trvání experimentu a jeho omezení na jedinou lokalitu lze vysledovat lepší růst i kvalitu se stoupající nadmořskou výškou lokalit původu potomstev. Provenience z LVS 6 a 7 většinou vykazují na ploše založené v LVS 4 lepší hodnoty kvantitativních i kvalitativních charakteristik než provenience z LVS 4. Absolutně nejlepších výsledků dosáhlo potomstvo z Podkrkonoší z LVS 6 a dále potomstva z horských poloh Šumavy. Ustanovení vyhlášky o omezení vertikálního přenosu reprodukčního materiálu se proto vzhledem k dosaženým výsledkům jeví z tohoto úhlu pohledu jako sporná.

Poznámka:

Příspěvek vznikl s podporou výzkumného záměru č. MZE 002070203.

LITERATURA

- BURIÁNEK V. 1994. Výsledky provenienčního výzkumu s javorem klenem. Zprávy lesnického výzkumu, 39/4: 1-4.
- BURIÁNEK V. 1998. Etapa č. III – Ušlechtilé listnáče – Noble Hardwoods. In: Hynek, V., Benedíková, M., Buriánek, V., Čížková, L.: Šlechtění lesních dřevin listnatých. Výroční zpráva. Jiloviště-Strnady, VÚLHM, nestr.
- GRUNDNER F., SCHWAPPACH A. 1938. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Berlin, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen: 126 s.
- NOVOTNÁ M., NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V., FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2006. Výsledky hodnocení provenienční výsadby s olší lepkavou (*Alnus glutinosa* /L./ GAERTN.) č. 43 – Lužná, Senec ve věku 36 let. Zprávy lesnického výzkumu, 51/3: 172-183.
- QUITT E. 1970. Mapa klimatických oblastí ČSSR. Brno, Kartografické nakladatelství.
- VOLFSCHÜTZ J. 2008. Vyhodnocení provenienčního pokusné plochy VÚLHM Jiloviště-Strnady s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.) č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 24 let. Diplomová práce. Praha, FLD ČZU: 107 s.
- Vyhláška MZe ČR č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 77-136.
- Vyhláška MZe ČR č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 46, s. 1955-1963.

RESULTS OF PROVENANCE EXPERIMENT WITH SYCAMORE (*ACER PSEUDOPLATANUS* L.) NO. 221 - MUNICIPAL FORESTS OF HAVLÍČKŮV BROD, LOCALITY RONOVEC AT THE AGE OF 24 YEARS

SUMMARY

Considering the fact that sycamore belongs to hardwoods which have not only the economic importance in the forestry but also play many other roles there, the provenance research of this species has started to be interesting also in the Czech Republic. On the international basis special attention is paid to sycamore within the European program for preservation of genetic sources of forest tree species (EUFORGEN) which is aimed at its efficient protection and sustainable exploitation.

This paper deals with evaluation of provenance plot with sycamore in the Czech Republic at the age of 24 years. Heights, d.b.h. and some qualitative traits were evaluated on the plot according to their economic importance. Tested characteristics were compared not only on the basis of provenances but also for belongings to their maternal stands with respect to the natural forest areas, forest vegetation zones and geographical regions. Evaluation at the age of 24 years was compared with the previous measurements at the age of 2, 8, 12 and 17 years.

The presented results from the age of 24 years can be already considered as sufficiently representative. However, there is still a change in the sequence of progenies when comparing data series of average heights in 17 and 24 years, so further measurements are necessary to recommend after next 5 - 10 years. As far as mother stands of the most successful tested progenies exist, it would be appropriate to take them into account for forest regeneration in large scale. The material growing on the research plot can be used in limited extent for this purpose and for some further possible experiments.

Based on the Ministry of Agriculture Decree no. 139/2004 Coll. only reproductive material of forest tree species, which answers the transfer conditions for concrete locality of planting and which origin is documented, is possible to use for regeneration or forestation. Despite small number of progenies, relatively short duration of experiment and its restriction to only one locality better growth and quality can be observed in relationship to increasing altitude of mother stands origin. Provenances on the research plot originated from forest vegetation zone (FVZ) 6 and 7 based in FVZ 4 show mostly better both quantitative and qualitative characteristics than the provenance from FVZ 4. The progenies from the Krkonoše foothills (FVZ 6) as well from the mountain location of the Šumava Mts. achieved the best results. The Decree regulation limiting vertical transfer of reproductive material could be questionable regarding the achieved results.

Obtained data are in good accordance with the previous evaluations. Provenances from the Krkonoše foothills and Šumava Mts. achieved the best results mainly from altitudes above 1,000 m a. s. l. On the contrary, values below standard were obtained from the Moravian provenances of the Hrubý Jeseník Mts. and from the provenances up to altitude of 500 m a. s. l.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Petr Novotný, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jiloviště, Česká republika
tel.: 257 892 228; e-mail: pnovotny@vulhm.cz

VÝZKUM POPULACE TISU ČERVENÉHO (*TAXUS BACCATA* L.) V CHKO LUŽICKÉ HORY SE ZAMĚŘENÍM NA ZACHOVÁNÍ A REPRODUKCI JEJÍHO GENOFONDU

RESEARCH OF COMMON YEW (*TAXUS BACCATA* L.) POPULATION IN THE PROTECTED LANDSCAPE AREA LUŽICKÉ MTS. WITH THE AIM TO ITS GENETIC RESOURCES CONSERVATION AND REPRODUCTION

PETR NOVOTNÝ¹⁾ - ALEXANDR HROZEK^{2), 3)} - ONDŘEJ IVÁNEK¹⁾ - JAN HLAVÁČEK³⁾ - JOSEF FRÝDL¹⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady; ²⁾AOPK ČR - SCHKO Lužické hory, Jablonné v Podještědí;

³⁾Český svaz ochránců přírody - ZO 32/10 Meles, Nový Bor

ABSTRACT

There are presented some research results of common yew population in the PLA Lužické Mts. The stocktaking of common yew presence was realized in the area of interest. Especially, the population of 102 individuals of common yew on the locality Horní Sedlo was mapped (staging into map, mark in ground, describing of growing, morphological and physiological characteristics). The above mentioned characteristics were recognized also on all remaining 40 more or less individually growing yews. Orientation isozyme analyses were realized on 27 individuals.

Klíčová slova: tis červený (*Taxus baccata* L.), CHKO Lužické hory, inventarizace, zachování a reprodukce genetických zdrojů, lesnický výzkum, analýzy isoenzymů

Key words: common yew (*Taxus baccata* L.), PLA Lužické Mts., stocktaking, genetic resources conservation and reproduction, forestry research, isozyme analyses

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Ačkoli tis červený patří k našim nejdéle chráněným rostlinám (chráněn již vyhláškou č. 54/1958 Ú. l.), nedoznalo jeho rozšíření na území dnešní ČR po celou dobu ochrany podstatných pozitivních změn, naopak se jeho početnost dále snižovala. Jde o dřevinu atraktivní, kterou u nás nelze v lese zaměnit s žádným jiným přirozeně se vyskytujícím druhem. Veřejnost ji na rozdíl od některých jiných vzácnějších dřevin poměrně dobře zná, což je možné využít při volbě managementu ochrany (tzv. vlajkový druh). Zdánlivá „běžnost“ tisů díky jeho oblibě v okrasném zahradnictví však může být i jednou z příčin, proč je mu v přírodě věnována menší pozornost, než by si stav jeho domácích populací zaslouhal.

V poslední době se však přece jen objevily práce výzkumného charakteru, které dokládají, že se u nás tímto druhem zainteresované instituce zabývají. Inventarizacemi lokálních populací a otázkami zachrany, zachování a reprodukce genetických zdrojů tisů se zabývali HOLÁ (1995), ŽEBRA (1995), ŠVEHLOVÁ (1997), BEZEK (1998), ZATLOUKAL (1999), JELÍNKOVÁ, ZATLOUKAL (2001), MÁNEK (2001), ZATLOUKAL et al. (2001), NAVRÁTILOVÁ (2003), MERKLOVÁ (2004), ZATLOUKAL, VANČURA (2004), BIS (2005), MERKLOVÁ, TICHÁ (2005), KASTNEROVÁ, ZEIDLER, BANAŠ (2006), NOVOTNÝ et al. (2007, 2008) aj.

Podobná problematika je rovněž obsahem předkládaného příspěvku, jehož cílem je prezentovat některé výsledky výzkumu tisů v Lužických horách, které byly získány v posledních letech. Jde zejména o poskytnutí přehledné informace o provedené inventarizaci výskytu tisů, jejich růstových, morfologických a fyziologických charakteristikách a o provedení mapování populace na lokalitě č. 3 – Horní Sedlo.

MATERIÁL A METODIKA

Předmětem výzkumu je populace tisů červeného na území CHKO Lužické hory a v jejím okolí, která je reprezentována 10 potenciálně autochtonními navzájem ± izolovanými subpopulacemi (tab. 1).

Odběr rostlinného materiálu za účelem provedení analýz isoenzymů podle požadavků isoenzymové laboratoře Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., se uskutečnil dne 31. 3. 2005 za společné účasti pracovníků zmíněného ústavu a Správy CHKO Lužické hory. Z vybraných jedinců byly v suchém stavu náhodně odebrány letorosty délky ca 15 cm, disponující 5 až 10 středně velkými dormantními pupeny, a to takové, které nebyly ani příliš osluněné ani naopak příliš zastíněné. Označené vzorky byly uchovávány v přenosném tepelně izolačním boxu s volně loženými chladicími segmenty. Teplota v boxu se po celou dobu odběru pohybovala v požadovaných mezích 0 až 5 °C. Přes noc byly vzorky uloženy v chladničce na správě CHKO Lužické hory, odkud byly druhý den převezeny opět v chladícím boxu do isoenzymové laboratoře ve Strnadlech, kde byly zamrazeny a v tomto stavu skladovány až do doby realizace příslušných biochemických analýz.

Ze vzorků, uskladněných po odběru při teplotě -20 °C, byly odebrány dormantní pupeny, které byly homogenizovány s extrakčním pufrem v množství 5 - 10 mg rostlinného pletiva s 40 - 60 µl pufru. Isoenzymy byly děleny jednorozměrnou elektroforézou na škrobovém gelu při 3 °C s použitím horizontálního Tris-citrátového pufráčnického systému. Byla analyzována variabilita lokusů enzymů glukózo-6-fosfátdehydrogenázy (G-6-PDH), malátdehydrogenázy (MDH), fosfoglukomutázy (PGM) a leucinaminopeptidázy (LAP) pomocí modifikovaných postupů isoenzymové extrakce, elektroforézy a barvicích postupů podle PASTEURA et al. (1988).

Jednotlivé alely jsou označovány číslicemi 1, 2, 3 atd. podle pořadí relativní rychlosti migrace během jejich elektroforetické separace; jejich různé kombinace (alelické páry) pak představují jednotlivé genotypy, které (vzhledem k diploidnímu charakteru měřeného biologického materiálu) představují vlastní objekt isoenzymových analýz (tab. 2).

Isoenzymová analýza tisů ze všech zjištěných lokalit s potenciálním výskytem zbytků autochtonních populací považovala za referenční vzorek stromu tisů červeného, který roste spolu s dvěma mladšími tisů na katastrálním území obce Krompach. HRUŠKOVÁ et TUREK (2003) udávají, že podle studie dřívějšího Botanického ústavu ČSAV spadá odhad věku tohoto jedince do období kolem roku 1580, tj. stáří ca 425 let. Ve třetím díle aktuálně vydávané ediční řady publikací státní ochrany přírody a krajiny (MACKOVČIN, SEDLÁČEK, KUNCOVÁ 2002) jsou uvedeny údaje o odhadovaném stáří tří stromů z Krompachu 450, 300 a 200 let. Lze tak předpokládat, že v 16. století v malé obci v Lužických horách nebyl k výsadbě použit materiál alochtonního původu, ale že šlo s největší pravděpodobností o autochtonní tis z místních lesů.

Pro jednotlivé lokality s výskytem tisů červeného v Lužických horách byly u PUPFL zjištěny PLO, LHC, číslo porostu, zastoupení dřevin, lesní typ, HS, hospodářský podsoubor (ZATLOUKAL 1997), nadmořská výška, expozice; u nelesních půd pak obec, KÚ, parcela, nadmořská výška a expozice (tab. 1). U všech jedinců byly sledovány výška, $d_{1,3}$, d_b , počet kmenů, pohlaví, růstový tvar, počet ročníků jehlic a poškození. Výška byla měřena ultrazvukovým výškoměrem VERTEX III; $d_{1,3}$, a d_b taxační průměrkou, případně přepočtem z obvodu zjištěného pomocí pásma (tab. 3 a 4). Pro alespoň částečné podchycení rozdílného fenotypového projevu byly na základě podnětu Ing. Jiřího Šindeláře, CSc., pro tis vylišeny „růstové tvary“ (obr. 1) a sledování jedinců k nim byli přiřazeni.

U populace Horní Sedlo bylo kromě stanovení uvedených charakteristik provedeno i podrobné zaměření všech tisů. Středem lokality byla vytyčena měřická přímka o délce 80,5 m představovaná geodetickým pásmem, která byla stabilizována pomocí kovových hřebů. Pro každý tis byla změřena kolmá vzdálenost na měřickou přímku (pásmo), na které bylo odečteno staničení. Pravý úhel byl určen pomocí pentagonu. Na základě naměřených hodnot byl vytvořen mapový obraz populace v měřítku 1 : 200. Každý jedinec byl následně označen štítkem s evidenčním číslem. Měření konkrétních jedinců bude díky fixaci měřické přímky možno v budoucnu opakovat i v případě zničení, případně odcizení jejich evidenčních štítků.

VÝSLEDKY

Podrobné výsledky šetření tisů na jednotlivých lokalitách výskytu jsou uvedeny v tabulkách 2 - 5, následující text obsahuje popis lokalit a stručný komentář zjištěného stavu.

Lokalita č. 1 – Krompach

Tři památné stromy tisů červeného s odhadovaným věkem 300, 200 a 450 let na známé lokalitě v katastrálním území obce Krompach. Tis č. 1, který roste samostatně na louce, je z nich nejvyšší (12,5 m) a má dutý kmen. Tis č. 2 (10,7 m) roste v příkrém svahu mezi zbořenými bývalými zemědělskými usedlostmi a z trojice památných stromů je patrně nejmladší. Z přirozené obnovy zde bylo ponecháno sedm dalších jedinců pro případ úhynu dospělých tisů. Tis č. 3 (11,2 m)

je patrně nejstarší jedinec v Lužických horách (a možná i v ČR), má též dutý kmen. Dutiny u stromů byly ošetřeny a zastřešeny, jejich koruny jsou zpevněny vazbou.

Lokalita č. 2 – Jezevíc tis

Jde o samičího jedince, jehož bazální tloušťka činí 52 cm. Výčetní tloušťka dosahuje 44 cm. Hlavní kmen přechází ve výšce 3,75 m v čtyři nové kmeny, z nichž jeden lze považovat dále za kmen hlavní. Výška terminálu tohoto kmene (a tedy celého stromu) činí 12,4 m. Tento jedinec byl zařazen k růstovému tvaru č. 4.

Lokalita č. 3 – Horní Sedlo

V současnosti je zde evidováno 102 tisů (tab. 3). Výšku 1 m překročilo celkem 69 jedinců, z nichž nejvyšší č. 100 (samičí) dosáhl výšky 9,1 m a výčetní tloušťky 11,7 cm. Jedinec č. 13 (samičí) s největší výčetní tloušťkou (13,2 cm) dosáhl výšky 8,4 m.

Lokalita č. 4 – Dolní Sedlo

Na lokalitě se nalézá nejvyšší evidovaný tis (samičí), který měří 15,4 m a dosahuje výčetní tloušťky 42 cm ($d_b = 49,5$ cm). Hlavní i vedlejší kmen jsou přímé. Vzhledem k výšce rozdělení kmene a ke skutečnosti, že kmeny jsou v tomto místě ještě víceméně srostlé, je $d_{1,3}$ udávána jako jeden rozměr. Jedinec byl zařazen k růstovému tvaru č. 4. Na horní hraně dobývacího prostoru bývalého lomu se nachází jedinec, který byl v minulosti pokácen. Z pařezu ($d_b = 59$ cm) dnes vyrůstá výmladek, který má na bázi tloušťku 10 cm. Tento výmladek se dále větví ve dva kmínky o tloušťkách 3,9 a 9,9 cm. Kolem pařezu původního jedince je uvázáno ocelové lano, jehož volný konec spadá po stěně lomu. Z hlediska fenotypového projevu byl tento jedinec zařazen do růstového tvaru č. 18. Dále se zde vyskytují 3 tisů s výškami 6,9 m, 6,1 m a 3,2 m a dva menší tisů (1,9 m a 0,3 m). Na lokalitě dochází ke zmlazování.

Lokalita č. 5 – Hvozd

Izolovaný výskyt jedince (2,98 m) v rozsáhlém lesním komplexu poblíž státní hranice se Spolkovou republikou Německo (ca 2 km od lokality č. 1).

Lokalita č. 6 – Naděje

Mohutný jedinec rostoucí u obytného stavení na kraji osady Naděje. Dosahuje výšky 10,8 m a výčetní tloušťky 74,2 cm. Koruna mírně prosychá.

Lokalita č. 7 – Dymník

Sedm jedinců s výškou od 2,9 m do 6,6 m na úpatí vrchu Dymník. Čtyři jedinci jsou samičího pohlaví, dva samčího, pohlaví zbývajících jedinců nebylo zatím určeno.

Lokalita č. 8 – Krásná Lípa

Lokalita byla do evidence zahrnuta z důvodu odběru komparačního vzorku pro isoenzymové analýzy. Tis o výšce 9,8 m a $d_{1,3} = 14,5$, resp. 19,7 cm roste v zámeckém parku v Krásné Lípě.

Lokalita č. 9 – Svojkov-Vinný vrch

Tis se nalézá v příkrém svahu s jz expozicí. Vytváří tři kmeny (6,1 m, 6,0 m a 1,6 m). Samičí jedinec růstového tvaru č. 8.

Lokalita č. 10 – Jelení louky

Tři vzrostlé exempláře (dva samci, jedna samice) s výškami od 10,2 m do 7,1 m, pod kterými proběhlo zmlazení (2 juvenilní exempláře). S největší pravděpodobností vysazeny u pomníku z roku 1908 nad hlavní silnicí 1/13 Liberec – Děčín. Do evidence zařazeni ze stejného důvodu jako tis z Krásné Lípy.

Lokalita č. 11 – Lemberk

Samčí jedinec panašovaného zbarvení menšího vzrůstu u státního zámku Lemberk. Původ a zařazení do evidence dtto lokality č. 8 a 10.

Lokalita č. 12 – Juliovka

Čtyři juvenilní exempláře v lesním porostu poblíž lokality č. 1.

Lokalita č. 13 – Zaječí vrch

Juvenilní exemplář v kontrolní oplocence vytvářející dva kmeny (0,50 m a 0,65 m).

V tabulce 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty výšek a tloušťek tisu na jednotlivých lokalitách výskytu a také údaje o pohlaví, tvaru a počtu ročníků jehlic. Je nutno zdůraznit, že uvedené průměrné hodnoty jsou pouze orientační, neboť různí jedinci se často liší svým tvarem a věkem.

U sledovaných enzymů byla zjištěna dostatečná biologická aktivita u G-6-PDH, MDH a PGM. Tyto enzymatické systémy byly dále vyhodnoceny (tab. 2). Na základě analýz byl zjištěn polymorfismus u MDH a PGM. Analýzy PGM ukázaly výrazné zastoupení alely 3 na lokalitě Dolní Sedlo a shodu genotypu 13 u většiny jedinců této lokality s jedincem z Krásné Lípy-zámečku. Dále bylo zjištěno vysoké zastoupení alely 3 tohoto enzymu u všech jedinců z lokality Jelení louky-pomník (tab. 2). Analýza isoenzymů nepotvrdila shodu nejstaršího jedince z Krompachu s tisy z jiných lokalit. Získání dalších výsledků je podmíněno rozšířením sledovaných enzymatických systémů a počtu vzorků, zejména pokud se týká populace Horní Sedlo.

DISKUSE

Z prací, které mají souvislost s řešenou problematikou, je možno zmínit např. inventarizaci tisu na území CHKO Křivoklátsko, kterou provedl ŽEBRA (1995). Autor měřil obvod hlavního, případně nejsilnějšího kmene 1,3 m nad zemí. Na celém území CHKO zjistil a proměřil celkem 2 301 tisu v různých vývojových fázích, tedy o 301 ks více, než před ním udával SVOBODA (1941) ex ŽEBRA (1995). Pokud jde o zjištěné obvody, kolísaly přibližně od 20 do 160 cm, přičemž zkonstruovaný graf jejich rozdělení je charakteristický levostranným posunem (nepřítomnost nejmladších vývojových stadií).

MERKLOVÁ (2004) zjistila v přírodní rezervaci V Horách na západní hranici s CHKO Křivoklátsko s výměrou 51,6 ha populaci celkem 3 378 tisu (1 421 jednokmenných, 1 941 víckmenných, 16 keřovitých) s narušenou věkovou strukturou vyznačující se deficitem jedinců v juvenilních ontogenetických fázích. U každého jedince byly zjišťovány obvod u báze kmene, obvod ve výšce 1,3 m (kde nebylo možno určit hlavní kmen, byl měřen obvod nejsilnějšího kmene), tvar (zařazením do stupnice podle počtu a umístění terminálů), dále výška, tvar koruny, pohlaví a zdravotní stav. U nalezeného ilegálně pokáceného kmene byla provedena letokruhová analýza. Celkově je zdravotní stav studované populace popisován jako velmi dobrý, avšak vzhledem

ke skoumání zvěří pouze u starších stromů. Samčí, resp. samičí jedinci jsou v rezervaci zastoupeni v poměru 1 : 1,1, přičemž VESELÝ (1942) ex MERKLOVÁ (2004) udával v téže populaci o 60 let dřívější poměr pohlaví 1 : 1,9 (v obou případech ve prospěch samičích jedinců). Průměrná výška dosahovala 8 m (max. 17 m), průměrná $d_{1,3}$ 19 cm (max. 77 cm). Zastoupení tisu ve výškových třídách odpovídá stabilní populaci. U studovaných jedinců shodným podílem (43 %) převažovaly kulovité a kuželovité koruny, netvárnou korunu mělo 13,6 % tisu. Byly zjištěny rozdíly mezi tvarem koruny samčích (zpravidla kulovitá, hustší větvení) a samičích (kuželovitá, řídkší větvení) jedinců. Tisy se převážně větvyly ve střední části kmene, v koruně se větвило 178 jedinců rostoucích většinou v hustých porostech na rovině. Letokruhovou analýzou zmiňovaného kmene byl potvrzen věk 62 let, přičemž přírůst po celou dobu vývoje tisu klesal. Ve srovnání s dřívějšími údaji ze 40. let 20. století byl v letech 2002 - 2003 zaznamenán výrazný úbytek nejmladších věkových stadií za současného nárůstu vyšších tloušťkových (věkových) tříd (ve 40. letech však byly větší tloušťkové třídy vytěženy – nalezené pařezy). Autorka se v práci okrajově zabývala i otázkou původnosti tisu na lokalitě, avšak k jednoznačnému závěru nedošlo.

Inventarizaci tisu na území PR Netřeb (Domažlicko) uskutečnila v roce 1994 v rámci svého fytoecologického průzkumu HOLÁ (1995). Využila zachované číslování z dřívější inventarizace (1981), které obnovila. V roce 1994 zaznamenala celkem 162 jedinců tisu, z nichž u 144 zjistila pohlaví (78 ♂, 66 ♀), změřila obvod kmene (7 jedinců < 50 cm, 73 tisu od 50 do 150 cm, 53 od 150 do 200 cm, 11 > 200 cm) a provedla zákres do mapy. Největší změřený obvod dosáhl 305 cm. Obvod kmene byl měřen v různé výšce, podle dispozic kmene. V poznámkách jsou zachyceny i některé další údaje, jako např. zdravotní stav, počet kmenů apod. V práci jsou u evidovaných jedinců uvedeny i obvody kmene z předchozí inventarizace.

V CHKO Beskydy a přilehlém okolí prováděla šetření NAVRATILOVÁ (2003). Na zájmovém území o rozloze 2 300 km² sledovala celkem 59 předchozí inventarizaci (SPAČILOVÁ 1998) zjištěných i jí nově doplněných exemplářů tisu červeného. V rámci svého šetření u každého jedince měřila obvod kmene a výšku, posuzovala pohlaví, počet kmenů, zastínění, zdravotní stav, dále charakterizovala stanovištní poměry (vegetační stupeň, STG, fytoecologický snímek) a provedla fotografickou dokumentaci. Všechny zaevidované tisy se na lokalitách vyskytovaly jednotlivě či v malých skupinkách, z nichž největší byla tvořena osmi jedinci. Celkový počet tisu rostoucích na lesní půdě byl 19. Poměr pohlaví tisu byl vyrovnaný. 44 jedinců mělo stromovitý růst (29 jednokmenných, 15 víckmenných), 15 jedinců bylo keřovitých. Průměrná výška jednokmenných jedinců dosahovala 10 m (max. 13,8 m), průměrná $d_{1,3}$ 59,8 cm (max. 127,3 cm). Zdravotní stav byl hodnocen jako převážně velmi dobrý (46 %) až dobrý (42 %).

Další autorkou, která se zabývala obdobnou tematikou v CHKO Moravský kras, byla ŠVEHLOVÁ (1997), i když její práce byla zaměřena především na sledování populační dynamiky druhu. Celkem zjistila 3 153 tisu převyšujících 0,2 m (2 182 dospělých, schopných reprodukce) s vyrovnaným poměrem pohlaví. V populaci zřetelně chyběly starší věkové kategorie. Zdravotní stav populace byl dobrý, bylo však pozorováno časté poškozování zvěří, zejména okus větví. Většina tisu v Moravském krasu měla stromovitý růst.

Obdobnou problematikou se na LS LČR Svitavy zabývali také BIS (2005), resp. BAČOVSKÝ (2007). První z autorů provedl inventarizaci tisu červeného v PP Pod skalou a ve zbývající části revíru Mladějov. V PP zjistil 215 a mimo ni dalších 55 jedinců této dře-

viny s výškou přesahující 1 m. Většinu tisů (s výjimkou těch, které se nalézaly na nedostupných místech) proměřil a zhodnotil jejich aktuální stav. Byly zjišťovány celková výška, $d_{1,3}$, vícekmennost, počet ročníků jehlic, pohlaví, věk, přítomnost hniloby kmene a míra zastínění. Z celkového počtu nalezených tisů jich bylo 99 samčích, 60 samičích, 3 jedinci měli samčí i samičí květy a u 108 nebylo pohlaví zjištěno. Průměrná výška tisů byla 7,5 m, průměrná výčetní tloušťka 22,3 cm. Celkem 18 % jedinců bylo vícekmenných, počet ročníků jehlic se pohyboval od 3 do 8. Orientační letokruhovou analýzou odebraných vývrtů bylo stanoveno stáří 102 let s průměrným přírůstem 0,723 mm. Sledováním přírůstu bylo potvrzeno výrazné ovlivnění mírou zastínění, počtem ročníků jehlic (zdravotním stavem) a půdním podkladem. Grafy výškových a tloušťkových tříd, které jsou v práci obsaženy, ukazují na stabilní populaci (zvonovitý charakter histogramu s jen velmi mírným levostranným posunem /PP Pod skalou/, resp. výraznějším ve zbývající části revíru). Přece jen je však podle autora zřejmý slabý výskyt jedinců nejmladších stadií. BAČOVSKÝ (2007) uvádí ze stejné lokality inventarizaci 333 jedinců tisů s výškou nad 50 cm, kterou provedli v roce 2003 pracovníci LS LČR Svitavy.

Na celkem 27 lokalitách ve Východních Sudetech (KASTNEROVÁ, ZEIDLER, BANAŠ 2006) bylo zjištěno celkem 550 jedinců převyšujících 0,5 m (na základě inventarizace z let 2002 - 2003, zaměřené na tisy na lesní půdě). U jedinců prokazatelně původních nebo vysazených, avšak s předpokladem původnosti použitého reprodukčního materiálu, byly sledovány následující charakteristiky – výškové kategorie: 1 (0 - 0,2 m), 2 (0,2 - 0,5 m), 3 (0,5 - 2 m), 4 (2 - 4 m), 5 (4 - 6 m), 6 (nad 6 m); počet kmenů; obvod kmene (v 1,3 m, u keřovitých u země); pohlaví; zdravotní stav: 1 (zdravý, nepoškozený), 2 (nepatrně poškozený s částečně žloutnoucími jehlicemi), 3 (jedinec z velké části poškozený se žloutnoucími jehlicemi), 4 (odumírající, velmi poškozený), 5 (odumřelý); původnost. Pouze ve čtyřech případech je počet jedinců na lokalitě vyšší než 10 ks (nejvíce Velký Špičák s 439 jedinci převyšujícími 0,5 m). Na lokalitách byla zaznamenána převaha vyšších výškových kategorií, pouze na nejbohatší lokalitě Velký Špičák je zastoupení výškových kategorií vyrovnané. Nejvyšší jedinec dosáhl výšky 14 m. Na mnohých lokalitách nebylo pozorováno zmlazování. Poměr pohlaví na místech s větším výskytem tisů byl obvykle vyrovnaný, na lokalitě Vápenná-Pec převažovalo samičí pohlaví. Obvod u památného tisů v Kyžlířově činil 370 cm, na původních lokalitách s vyšším počtem jedinců se průměrný obvod pohybuje 25 - 73 cm u země, v $d_{1,3}$ pak 22 - 46 cm. Zdravotní stav je obecně dobrý a nepřesahuje v průměru kategorii 2, výjimkou jsou některé památné stromy, jejichž stav je vážný. U všech lokalit s vyšším počtem jedinců převažovaly stromovité exempláře s 1 až 3 kmeny.

Dendrometrická měření tisů pro oblast Šumavy a jejího předhůří zpracoval ZATLOUKAL (1999). Celkově bylo proměřeno 197 tisů (z toho 190 stromovitých a 7 keřovitých), jejichž průměrná výška dosáhla 6,2 m, průměrná $d_{1,3}$ pak 15,4 cm, průměrný počet kmenů činil 2,1. Nejvyšší tis měl výšku 12 m, největší registrovaná $d_{1,3}$ dosáhla hodnoty 60 cm, celkovou výšku 10 m přesáhlo 9 stromů, $d_{1,3}$ 30 cm přesáhlo 16 jedinců. Nejvyšší stáří bylo odhadnuto na 250 let. Štíhlostní koeficient dosáhl průměrné hodnoty 40,2. U 10 tisů s $d_{1,3} > 20$ cm rostoucích na volném prostranství byl výrazně nižší štíhlostní koeficient ve srovnání s 26 tisy rostoucími dlouhodobě pod porostem.

Nejkomplexněji se otázkou záchrany tisů v ČR zabývali ZATLOUKAL et al. (2001). Autoři s přispěním dalších spolupracovníků zjišťovali na území naší republiky přítomnost více než 11 800 jedinců tisů přesahujících výšku 1 m, jejichž populace vykazovaly rozdílný stav (relativně stabilizované /řádkové tisíce jedinců/ - podmíněně životaschopné - zanikající). Práce se zabývá i posouzením zdravotního stavu domácích populací, rizik jejich poškození, orientačním dendrometrickým šetřením (nedestruktivní odhad věku, prognózování dynamiky odrůstání výsadby) a sledováním přirozené obnovy. U 563 tisů z 18 lokalit v ČR a 1 lokality v Polsku (Ustroň) byla prováděna šetření charakteristik. Z hlediska pohlaví bylo v ČR zjištěno 55,6 % ♂, 36 % ♀, 0,5 % oboupohlavních jedinců, u 7,3 % tisů nebyl tento znak určen. Průměrná výška činila 8,0 m, obvod 64,9 cm, $d_{1,3}$ 20,7 cm, štíhlostní koeficient 38,6. Jeden kmen mělo 67,5 % jedinců, dva kmeny 20,2 %, tři a více kmenů 12,3 %, průměrný počet ročníků jehlic dosáhl hodnoty 6,6. Největší měřené exempláře měly výšku téměř 20 m (CHKO Křivoklátsko, lokalita Dubensko) a $d_{1,3}$ 146 cm (Pernštejn). Výsledky isoenzymových analýz, kterým bylo podroběno 532 jedinců tisů z 21 populací, nepotvrdily přítomnost areálů geneticky spojených populací v ČR. Autoři na základě této studie vyslovili hypotézu, že domácí genofond tisů pochází pravděpodobně z jediného glaciálního refugia, z kterého po ústupu zalednění vznikla jedna velká původní superpopulace a rozdíly v genetické struktuře dnešních populací jsou tak pravděpodobně pouze výsledkem jejich dlouhodobého izolovaného vývoje. Celkem u 563 jedinců, včetně všech donorů vzorků pro analýzy, byly zjišťovány dendrometrické a další charakteristiky (křovitost, vícekmennost, pohlaví, expozice, sklon a morfologie terénu, nadmořská výška, charakter porostu aj.).

Přestože tis zaujímá rozlehlý areál, uvádí se, že přirozeně rostoucí jedinci na rozdíl od jedinců rostoucích v kultuře nejsou příliš proměnliví v morfologických, resp. ekologických vlastnostech (KLIKA 1953, SKALICKÁ 1988). Rozdíly mezi tisy se však samozřejmě vyskytují, např. ZATLOUKAL et al. (2001) zmiňují značné diference ve tvaru a velikosti samičích šištic. Ve srovnání s jinými domácími jehličnany vyniká tis v rozmanitosti tvarů kmene.

Aktivity realizované na území CHKO Lužické hory jsou tedy v souladu s obdobně zaměřenými činnostmi v jiných oblastech České republiky, ale i v jiných zemích (např. DHAR et al. 1996, LUKÁČIK, NIČ 1997, BORATYŇSKI, DIDUKH, LUCAK 2001, ISKULO 2001, ISKULO, JASIŇSKA 2004, PIRCHALA, NIČ 2007, VAŠKO 2007). Populace tisů červeného v Lužických horách vykazovala podle studie ZATLOUKALA et al. (2001) největší příbuznost s populacemi Hřebečský hřbet (Svitavsko), Tiský dvůr u Pikárce, Znojemska (kromě NP Podyjí), CisoVNica (Ustroň, Polsko), Dubensko (CHKO Křivoklátsko) a CHKO Beskydy. I když se zdá, že by bylo možné slučování genetického materiálu tisů červeného v rámci určitých, v současnosti vzájemně izolovaných oblastí, bylo by nutné takový krok pečlivě zvážit a zejména podepřít dalšími argumenty, tj. přesvědčivými výsledky specificky za tímto cílem vedeného výzkumu. Obdobný výzkum zaměřený na celý areál přirozeného rozšíření tisů v současnosti skutečně probíhá (PAULE 2006 in verb, ROMŠÁKOVÁ 2007).

ZÁVĚR

V Lužických horách bylo v roce 2005 na 13 lokalitách proměřeno celkem 142 jedinců tisů červeného, z nichž největší výšky 15,4 m dosáhl jedinec na lokalitě Dolní Sedlo a největší $d_{1,3}$ 146,8 cm jedinec na lokalitě Krompach. Vzájemný poměr samčích a samičích jedinců byl přibližně 1 : 2 (u 73 tisů však dosud nebylo pohlaví identifikováno). Žádný růstový tvar nijak výrazně nepřevládá, nejčastěji se vyskytovali jedinci s jedním jedenkrát zakřiveným kmenem. Zjištěné údaje by měly sloužit jako výchozí zdroj informací umožňující srovnání v rámci dalších opakovaných šetření v budoucích letech, tj. realizaci předpokládaného monitoringu genetických zdrojů tisů.

Inventarizace a zjištění základních údajů o populaci tisů červeného v CHKO Lužické hory bylo nezbytným prvním krokem pro stanovení adekvátního managementu jejího dalšího zachování a reprodukce. Úkolem tohoto příspěvku bylo pouze přinést informaci o početnosti a dalších kvantitativních a kvalitativních růstových charakteristikách zdejší tisové populace. V připravovaném navazujícím sdělení již bude pozornost zaměřena na konkrétní otázky související se stanovištními poměry a způsobem reprodukce na lokalitách, analýzu současných ochranných opatření a návrh dlouhodobého komplexního systému těchto opatření do budoucna.

Tab. 1.
Základní údaje lokalit (kurzívou vyznačen předpokládaný kulturní původ)
Basic data of localities (supposed cultural origin in italic letters/)

1. Krompach	
Obec/Municipality	Krompach
Katastrální území/Cadastral territory	Krompach
Parcelní číslo/Lot number	80, 369/2, 274/1
Nadmožská výška/Elevation	500 - 520 m n. m.
Expozice/Exposition	mírný severovýchodní svah/mild NE slope
Poznámka/Notice	památné stromy/memorial trees
2. Jezeví tis	
Obec/Municipality	Jiřetín pod Jedlovou
Katastrální území/Cadastral territory	Jedlová
Parcelní číslo/Lot number	58/1
Nadmožská výška/Elevation	505 m n. m.
Expozice/Exposition	mírný západní svah/mild western slope
Poznámka/Notice	
3. Horní Sedlo	
PLO/Natural forest area	21 - Jizerské hory a Ještěd
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Ještěd, 1. 1. 2003 - 31. 12. 2012
Porost/Stand	15 A10a/1p
Zastoupení dřevin v %/ Tree species representation	etáž 10a - SM 65, JD +, TS +, DB 30, BK +, KL 5 etáž 1p - SM 5, JD +, TS +, DB 10, BK 40, KL 20, JS 25
Lesní typ/Forest type	3H1 - hlinitá dubová bučina šřávelová s mařinkou
Hospodářský soubor/Management set	423
Hospodářský podsoubor/Man. subset	45
Nadmožská výška/Elevation	410 - 420 m n. m.
Expozice, sklon/Exposition, inclination	rovina - až mírný severovýchodní svah/plain to mildly NE slope
4. Dolní Sedlo	
PLO/Natural forest area	21 - Jizerské hory a Ještěd
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Ještěd, 1. 1. 2003 - 31. 12. 2012
Porost/Stand	12 C12
Zastoupení dřevin v %/ Tree species representation	SM 10, TS +, DB 40, HB 5, BR 30, TR 5, LP 10
Lesní typ/Forest type	3S8 - svěží dubová bučina ochuzená
Hospodářský soubor/Management set	423
Hospodářský podsoubor/Man. subset	45
Nadmožská výška/Elevation	365 - 405 m n. m.
Expozice, sklon/Exposition, inclination	mírný severovýchodní svah/mild NE slope

Novotný, Hrozek, Ivanek, Hlaváček, Frýdl: Výzkum populace tisů červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory se zaměřením na zachování a reprodukci jejího genofondu

5. Hvozď	
PLO/Natural forest area	19 - Lužická pískovcová vrchovina
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Česká Lípa, 1. 1. 2004 - 31. 12. 2013
Porost/Stand	161 B08
Zastoupení dřevin v %/Tree species representation	SM 85, BK 15, KL +, JS +, BR +
Lesní typ/Forest type	5K1 - kyselá jedlová bučina metličková
Hospodářský soubor/Management set	511
Hospodářský podsoubor/Man. subset	53 a
Nadmožská výška/Elevation	580 m n. m.
Expozice/Exposition	mírný severovýchodní svah/mild NE slope
6. Naděje	
Obec/Municipality	Cvikov
Katastrální území/Cadastral territory	Naděje
Parcelní číslo/Lot number	947/1
Nadmožská výška/Elevation	405 m n. m.
Expozice/Exposition	rovina/plain
Poznámka/Notice	mírně prosychá/slightly desiccating
7. Dymník	
PLO/Natural forest area	20a - Lužická pahorkatina - Šluknovská pahorkatina
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Rumburk, 1. 1. 2006 - 31. 12. 2015
Porost/Stand	127 E13/7
Zastoupení dřevin v %/Tree species representation	SM 10, DB 25, BK 5, KL 15, JS 30, BR 15
Lesní typ/Forest type	3A5 - lipodubová bučina kapradinová
Hospodářský soubor/Management set	7406
Hospodářský podsoubor/Man. subset	41 b
Nadmožská výška/Elevation	490 m n. m.
Expozice/Exposition	mírný severozápadní svah/mild NW slope
8. Krásná Lípa	
Obec/Municipality	Krásná Lípa
Katastrální území/Cadastral territory	Krásná Lípa
Parcelní číslo/Lot number	403
Nadmožská výška/Elevation	440 m n. m.
Expozice/Exposition	rovina/plain
Poznámka/Notice	park u bývalého zámku/park at former castle
9. Svojkov - Vinný vrch	
PLO/Natural forest area	18 a - Severočeská pískovcová plošina
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Česká Lípa, 1. 1. 2004 - 31. 12. 2013
Porost/Stand	328 H08a
Zastoupení dřevin v %/Tree species representation	BO 5, DB 70, KL 20, JS 5
Lesní typ/Forest type	0K3 - kyselý (dubokukový) bor borůvkový s metličkou
Hospodářský soubor/Management set	135
Hospodářský podsoubor/Man. subset	13 c
Nadmožská výška/Elevation	400 m n. m.
Expozice/Exposition	strmý jihozápadní svah/steep SW slope
10. Jelení louky	
PLO/Natural forest area	21 - Jizerské hory a Ještěd
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Ještěd, 1. 1. 2003 - 31. 12. 2012
Porost (bezlesí)/Stand (without forest)	117 D 901
Nadmožská výška/Elevation	420 m n. m.
Expozice, sklon/Exposition, inclination	mírný severovýchodní svah/mild NE slope
Poznámka/Notice	výsadba u pomníku z roku 1908/planting at 1908 memorial

11. Lemberk	
Obec/Municipality	Jablonné v Podještědí
Katastrální území/Cadastral territory	Lvová
Parcelní číslo/Lot number	3
Nadmořská výška/Elevation	330 m n. m.
Expozice/Exposition	strmý severovýchodní svah/steep NE slope
Poznámka/Notice	na svahu u státního zámku Lemberk/on slope at state castle
12. Juliovka	
PLO/Natural forest area	19 - Lužická pískovcová vrchovina
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Česká Lípa, 1. 1. 2004 - 31. 12. 2013
Porost/Stand	153 A06
Zastoupení dřevin v %/Tree species representation	SM 80, BO +, MD 5, BR 15
Lesní typ/Forest type	5K1 - kyselá jedlová bučina metličková
Hospodářský soubor/Management set	531
Hospodářský podsoubor/Man. subset	53 a
Nadmořská výška/Elevation	450 m n. m.
Expozice, sklon/Exposition, inclination	mírný severní svah/mild northern slope
13. Zaječí vrch	
PLO/Natural forest area	19 - Lužická pískovcová vrchovina
LHC, platnost LHP/Forest Man. Unit	Česká Lípa, 1. 1. 2004 - 31. 12. 2013
Porost/Stand	11 C14
Zastoupení dřevin v %/Tree species representation	BK 100
Lesní typ/Forest type	5B6 - bohatá jedlová bučina javorová
Hospodářský soubor/Management set	556
Hospodářský podsoubor/Man. Subset	55 a
Nadmořská výška/Elevation	600 m n. m.
Expozice, sklon/Exposition, inclination	rovina/plain
Poznámka/Notice	tis roste v kontrolní oplotence/common yew grows in control fence

Explanation: BK - beech, BO - pine, BR - birch, DB - oak, HB - hornbeam, JD - fir, JS - ash, KL - sycamore, LP - lime, MD - larch, SM - spruce, TS - yew, TR - wild cherry

Tab. 2.

Výsledky isoenzymových analýz G-6-PDH, MDH a PGM (zvýrazněny alelické páry enzymu PGM s výskytem alely 3)

Results of isozyme analyses of G-6-PDH, MDH and PGM (allelic pairs of PGM enzyme with allele 3 occurrence are pointed up)

Lokalita/Locality	Vzorek/ Sample	G-6-PDH	MDH	PGM	LAP
Dymník	1	22	22	11	x
Dymník	2	12	22	11	x
Dymník	3	22	22	12	x
Dymník	4	22	22	11	x
Dymník	5	22	22	12	x
Dymník	6	22	22	22	x
Dymník	7	22	22	12	x
Krásná Lípa - zámeček	1	22	22	13	x
Jezevčí tis	1	22	22	11	x
Svojkov - Vinný vrch	1	22	22	11	x
Naděje	1	22	22	11	x
Mařeničky - lesoškolka	XXX	22	22	11	x
Kropach v louce (č. 1)	1	22	22	11	x
Kropach v ohradce (č. 3)	3	22	12	11	x
Kropach v hrzení (č. 2)	2	22	22	11	x
Hvozd	1	22	22	12	x
Dolní Sedlo - Bestův	1	22	22	11	x
Dolní Sedlo	1	22	22	13	x
Dolní Sedlo	2	22	22	13	x
Dolní Sedlo	3	22	22	13	x
Dolní Sedlo - pařez	1	22	23	13	x
Horní Sedlo	98	22	22	11	x
Horní Sedlo	99	22	22	11	x
Horní Sedlo	100	22	22	33	x
Jelení louky - pomník	1	22	23	23	x
Jelení louky - pomník	2	22	23	13	x
Jelení louky - pomník	3	22	22	23	x

Tab. 3.

Lokalita Horní Sedlo
Locality Horní Sedlo

Č. stromu/ Tree no.	Staničení/ Stationing [m]	Kolmice/ Perpendicular [m]	Výška/ Height [m]	$d_{1,3}$ / d.b.h. [cm]	d_b / Basal diameter [cm]	Počet kmenů/ Number of stems	Pohlaví/ Sex	Růstový tvar/ Growing form	Počet ročníků jehlic/ Number of needle- year classes	Poznámka/Notice
sv část od přímky/NE part above straight line										
1	2,35	2,93	0,20	x	0,5	5	?	8	5	
2	6,33	0,28	3,50	3,1	6,9	1	?	2	6	staré vytloukání/old fraying
3	6,63	0,47	2,70	2,0	4,9	1	f	2	6	staré vytloukání/old fraying
4	7,92	20,31	0,40	x	0,7	3	?	8	4	
5	9,49	20,66	0,15	x	0,3	1	?	5	6	
6	12,16	17,96	0,25	x	0,5	1	?	14	7	
7	12,85	15,46	3,40	3,2	3,8	1	f	2	7	staré vytloukání/old fraying
8	17,81	30,08	3,00	3,2	5,5	2	?	8	7	
			2,30	1,8						
9	17,70	3,71	6,40	5,5	14,7	2	f	7	8	
			4,30	3,2						
10	18,61	1,20	6,50	8,6	20,5	1	m	2	9	
11	21,84	6,00	7,40	7,5	10,5	2	f	23	7	staré vytloukání/old fraying
			3,10	2,3						
12	22,31	4,26	5,60	4,7	9,3	4	?	11	10	
			5,90	4,3						
13	23,49	7,39	8,40	13,2	16,9	1	f	6	8	
14	22,75	0,91	6,30	6,3	8,2	1	f	2	6	staré vytloukání/old fraying
15	23,54	14,61	0,15	x	0,2	1	?	4	x	
16	22,36	19,29	0,20	x	0,5	1	?	8	5	
17	24,12	1,80	5,30	3,9	6,3	2	f	9	7	
			4,40	4,0						
18	24,32	6,35	4,70	5,4	11,8	2	m	5	6	
			3,10	4,0						
19	26,20	1,00	7,50	10,3	16,7	2	f	8	6	
			3,90	3,9						
20	26,85	2,86	6,30	5,4	13,5	3	?	12	7	staré vytloukání/old fraying
			5,90	5,0						
			4,70	3,4						
21	27,75	6,82	3,40	3,7	6,7	1	f	2	6	staré vytloukání/old fraying
22	28,61	21,76	0,50	x	0,7	2	?	12	4	
			0,39	x						
23	29,36	21,04	1,22	x	1,7	2	?	9	5	
			0,92	x						
24	28,60	9,73	5,20	6,3	11,0	1	m	3	9	staré vytloukání/old fraying
25	29,31	2,28	5,80	10,3	21,5	3	m	12	8	
			5,70	5,4						
			4,60	6,0						
26	29,54	7,26	7,30	6,6	12,3	1	m	2	9	staré vytloukání/old fraying
27	29,57	10,14	4,40	5,0	11,9	2	f	6	6	
			2,70	4,0						
28	30,00	12,05	4,70	6,7	10,3	1	f	2	11	
29	30,49	10,89	5,00	5,1	10,3	2	f	8	8	
			3,60	4,9						
30	30,72	5,72	5,20	6,8	17,0	4	?	12	11	staré vytloukání na vedlejší větvi/old fraying on secondary branch
			5,00	6,4						
			4,10	3,5						
			3,20	2,4						

Novotný, Hrozek, Ivanek, Hlaváček, Frýdl: Výzkum populace tisů červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory se zaměřením na zachování a reprodukci jejího genofondu

31	32,29	3,73	1,80	1,8	2,5	1	f	3	10	
32	31,87	6,59	2,60	2,1	8,5	2	m	9	8	
			1,70	1,3						
33	32,43	11,40	6,40	9,0	12,0	2	f	9	9	odběr vzorku na isoenzymové analýzy (č. 98)/sampling for isozyme analyses
			2,70	2,5						
34	33,31	10,38	7,00	13,0	16,1	1	f	5	5	
35	33,38	7,44	4,90	3,6	8,5	2	?	8	6	
			4,80	3,4						
36	34,20	5,80	7,10	9,4	15,8	1	f	6	4	
37	34,71	7,66	3,70	3,2	13,6	1	?	20	6	roste z hnijících pařezů/ grows from rotting snags
38	35,58	6,36	8,30	8,6	12,6	1	f	2	5	
39	36,48	8,28	5,80	6,9	10,1	1	m	2	7	
40	36,82	10,10	8,00	12,3	20,2	1	m	8	9	staré vytloukání/old fraying
41	37,99	10,80	7,80	10,2	23,3	1	f	8	7	
42	37,80	8,79	3,90	4,5	8,1	1	f	3	7	vytloukání/fraying
43	38,00	2,65	7,30	11,3	22,0	1	m	1	8	vytloukání/fraying
44	39,24	9,30	2,40	1,7	11,5	3	?	21	6	jeden kmen leží/one stem lays
			2,00	1,0						
45	39,74	11,06	7,50	10,0	17,2	1	f	1	6	odběr vzorku na isoenzymové analýzy (č. 99), v minulosti uříznuta větev - vzorek dřeva/sampling for isozyme analyses, in past cut branch - sample of wood
46	40,70	10,09	5,50	7,6	14,1	1	m	2	5	
47	41,44	11,84	1,40	0,2	7,1	2	?	10	6	
			1,10	x						
48	41,65	16,88	0,10	x	0,1	1	?	1	x	
49	44,25	17,86	0,11	x	0,1	1	?	4	x	
50	42,66	20,50	0,06	x	0,1	1	?	1	x	
51	46,96	20,08	0,14	x	0,1	1	?	1	x	
52	47,11	15,63	0,36	x	0,3	1	?	1	x	
53	46,36	12,88	0,10	x	0,1	1	?	1	x	
54	45,88	7,30	2,20	1,6	4,4	1	?	5	5	
55	46,47	5,95	2,80	3,0	6,4	2	f	21	6	
			1,20	x						
jz část od přímky/ SW part above straight line										
56	4,11	0,16	2,30	2,1	3,1	1	f	1	7	
57	8,49	0,61	2,50	2,3	3,4	1	m	2	6	poškozený vytloukáním/damaged by fraying
58	9,87	2,50	2,80	2,9	4,4	2	f	8	7	
			2,10	2,9	4,6					
59	13,31	3,08	2,90	2,7	5,4	2	?	8	6	
			2,40	1,8						
60	13,35	1,04	4,00	4,2	7,6	2	m	3	8	poškozený vytloukáním/damaged by fraying
			0,60	x						
61	14,93	5,60	3,10	2,9	4,1	1	?	2	6	poškozený vytloukáním/damaged by fraying
62	22,96	2,60	5,40	6,1	12,5	3	?	22	8	
			2,10	1,9	4,0					
			0,85	x	1,2					
63	24,19	3,14	0,27	x	0,2	1	?	1	x	
64	25,06	4,32	0,13	x	0,1	1	?	6	x	
65	26,60	5,46	0,21	x	0,2	1	?	1	x	
66	27,63	2,25	0,34	x	0,5	1	?	5	x	
67	28,48	2,77	0,15	x	0,2	1	?	1	x	
68	30,33	3,49	0,16	x	0,2	1	?	2	x	

Novotný, Hrozek, Ivanek, Hlaváček, Frýdl: Výzkum populace tisů červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory se zaměřením na zachování a reprodukci jejího genofondu

69	32,12	4,44	0,40	x	2,6	1	?	2	x	výmladek ze suché větve/shoot from dry branch
70	32,35	2,90	0,17	x	0,1	1	?	1	x	
71	32,85	0,56	0,15	x	0,1	1	?	1	x	
72	35,84	15,05	2,40	1,2	6,5	1	f	2	7	
73	36,27	16,84	5,30	6,0	11,0	1	m	8	6	
74	35,39	12,16	0,16	x	0,2	1	?	4	x	
75	35,19	8,03	0,18	x	0,2	1	?	1	x	
76	37,69	13,16	6,40	9,0	12,2	1	m	1	6	poškozený - dutina/damaged - cavity
77	38,71	17,20	1,40	0,3	2,7	1	?	3	7	poléhavý, poškozený vytloukáním/procumbent, damaged by fraying
78	39,39	11,19	3,40	4,2	8,0	1	f	2	6	poškozený vytloukáním/damaged by fraying
79	40,92	12,16	0,26	x	0,3	1	?	2	x	
80	41,74	10,09	0,15	x	0,2	1	?	2	x	
81	41,26	7,35	0,17	x	0,2	1	?	1	x	
82	42,72	4,64	0,10	x	0,1	1	?	1	x	
83	41,59	16,18	3,40	4,5	9,0	1	m	2	8	
84	42,97	21,34	0,40	x	1,0	1	?	4	x	
sv část od přímky/NE part above straight line										
85	53,68	17,55	0,25	x	0,3	1	?	2	x	
86	64,93	6,43	2,10	1,3	3,6	1	?	2	5	
87	64,77	0,40	0,32	x	2,8	1	?	19	x	poškozený výmladek/damaged shoot
88	68,79	2,35	3,50	3,2	4,0	1	f	2	8	poškozený vytloukáním/damaged by fraying
89	72,77	4,47	3,90	5,9	8,6	1	f	2	7	
90	74,00	12,85	3,60	4,0	8,2	1	m	2	8	poškozený vytloukáním, nejsou kolmice, nýbrž vzdálenosti/damaged by fraying, no perpendiculars, but distances
	80,50	8,11								
jz část od přímky/SW part above straight line										
91	60,64	15,10	3,20	3,0	4,3	1	?	6	6	
92	57,89	0,25	0,15	x	0,2	1	?	1	x	
93	61,27	12,63	1,40	0,4	3,0	1	?	3	6	poléhavý kmen/procumbent stem
94	63,39	11,21	6,30	7,4	12,2	1	m	10	8	
95	65,19	11,48	5,80	8,9	12,4	1	f	4	5	
96	68,05	6,30	0,10	x	0,1	1	?	7	x	
97	70,82	2,24	4,80	6,2	11,4	1	f	6	8	
98	73,17	8,19	4,30	4,8	10,7	2	f	11	6	staré vytloukání/old fraying
			3,90	4,0						
99	75,48	8,24	2,80	3,0	3,7	1	?	6	5	
100	75,20	4,27	9,10	11,7	20,5	2	f	11	8	odběr vzorku na isoenzymové analýzy č. 100/sampling for isozyme analyses
			6,20	6,3						
101	76,28	7,42	6,20	9,1	13,2	1	m	3	6	staré vytloukání/old fraying
102	77,00	14,82	2,90	2,4	4,2	2	?	8	6	nejsou kolmice, nýbrž vzdálenosti/no perpendiculars but distances
	80,50	13,16	1,20							

Tab. 4.

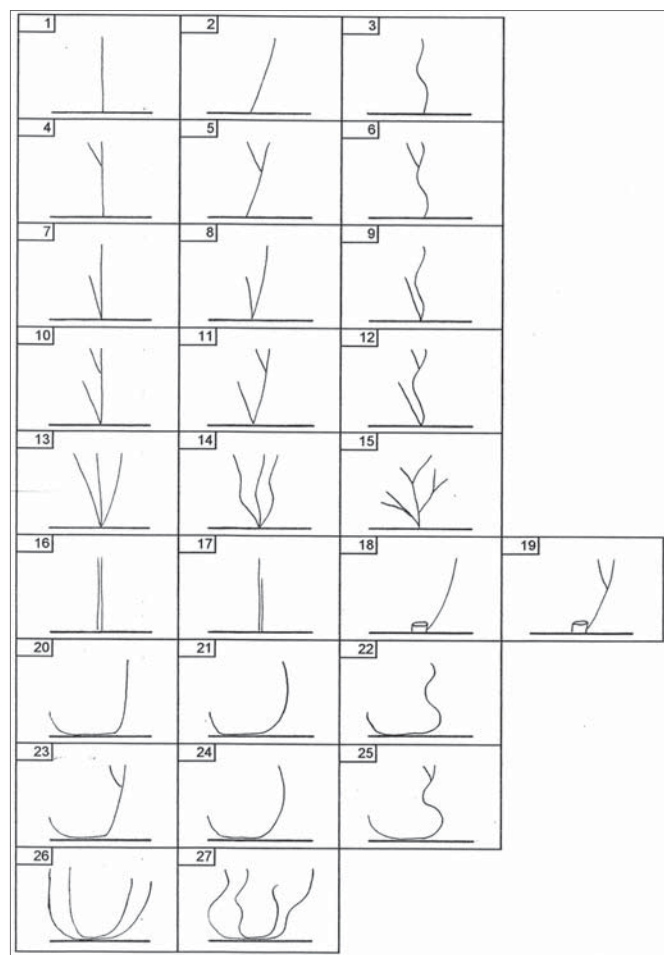
Výsledky šetření na evidovaných lokalitách
Results of research on registered localities

Číslo stromu/ Tree no.	Výška/ Height [m]	$d_{1,3}$ / d.b.h. [cm]	d_b / Basal diameter [cm]	Počet kmenů/ Number of stems	Pohlaví/ Sex	Růstový tvar/ Growing form	Počet ročníků jehlic/ Number of needle- year classes	Poznámka/Notice
Lokalita: 1 - Krompach								
1 v louce	12,50	97,8	103,8	1	f	4	5	památný strom, dutý kmen/memorable tree, hollow stem
2 v hrazení	10,70	79,6*	78,0	1	f	4	5	památný strom, mírně prosychá, *měřeno v 0,8 m, v 1,3 m značně rozvětven/memorable tree, slightly drying, measured in 0.8 m, in 1.3 m rather widened
3 v ohrádce	11,20	146,8	134,7	1	f	4	4	památný strom, dutý kmen/memorable tree, hollow stem
4	0,96	x	2,5	1	?	2	4	semenáč pod tisem č. 2 v hrazení/ seedling under common yew controlled
5	0,89	x	1,7	1	?	2	4	semenáč pod tisem č. 2 v hrazení/ seedling under common yew controlled
6	0,61	x	1,1	1	?	2	6	semenáč pod tisem č. 2 v hrazení/ seedling under common yew controlled
7	0,56	x	1,2	1	?	7	x	semenáč pod tisem č. 2 v hrazení/ seedling under common yew controlled
8	0,84	x	1,0	1	?	5	x	semenáč pod tisem č. 2 v hrazení/ seedling under common yew controlled
9	1,25	x	1,7	1	?	2	5	semenáč pod tisem č. 2 v hrazení/ seedling under common yew controlled
10	0,53	x	0,5	1	?	4	5	semenáč pod tisem č.2 v hrazení, v kořenech u pařezu javoru klenu/seedling under common yew controlled, in roots at sycamore maple snag
Lokalita: 2 - Jezevčí tis								
1	12,40	44,0	52,0	1	f	4	5	
Lokalita: 4 - Dolní Sedlo								
1	15,40	42,0	49,5	1	f	4	7	
2	3,20	3,5	5,9	1	?	2	4	silně poškozen zvěří/heavy damaged by game
3	6,90	10,2	15,8	1	f	7	5	
4	6,10	7,5	16,5	2	?	7	8	poškozen zvěří/damaged by game
	3,20	3,1						
5	0,33	x	1,0	2	?	7	x	značně poškozen okusem/quite damaged by browsing
	0,18		0,5					
6	1,90	1,5	4,2	1	?	2	7	poškozen zvěří/damaged by game
7	3,10	3,9	10,0	3	f	19	5	pařez na okraji lomu, d_b pařezu 59 cm/ snag at quarry edge snag d_b 59 cm
	3,20	9,9						
	3,10							
Lokalita: 5 - Hvozd								
1	2,98	5,7	9,2	2	?	10	9	
	2,35	2,7	5,0					
Lokalita: 6 - Naděje								
1	10,80	74,2	74,5	1	f	4	4	prosychá/desiccates
Lokalita: 7 - Dymník								
1	6,60	10,2	18,0	1	f	5	8	
2	5,60	8,5	15,1	1	m	5	7	druhý kmen vyhnílý/second stem rotted
3	5,80	9,0	16,7	1	f	5	5	
4	5,00	5,0	12,5	1	?	6	6	vytlučený/frayed
5	2,90	3,6	12,2	2	m	10	7	dvoják/forked tree
	2,70	3,8						
6	6,80	14,1	25,0	1	f	2	7	druhý kmen uloměný, obráží/second stem broken, growing
7	3,70	5,2	9,0	2	f	14	5	
	3,30	4,0	9,3					

Lokalita: 8 - Krásná Lípa								
1	9,80	14,5/19,7	26,0	1	f	4	6	poškozený kmen, chybí vodivá pletiva na 40 % obvodu kmene, park u bývalého zámečku ppč. 403 v k.ú. Krásná Lípa/damaged stem, conducting tissues are missing on 40% of stem girth, park in former castle
Lokalita: 9 - Svojkov - Tisový vrch								
1	6,00	9,0	20,2	3	m	8	6	3. kmen zlomený, obráží/ 3rd stem broken, grows
	6,10	8,7						
	1,60	0,5						
Lokalita: 10 - Jelení louky								
1	10,20	22,0	25,5	3	m	12	4	u pomníku z roku 1908 nad hlavní silnicí/ at memorial from 1908 above main road
2	7,30	13,5	29,0	3	m	8	4	
		8,3						
		8,0						
3	7,10	13,3	22,3	2	f	10	6	
		3,5						
4	0,20	x	0,4	1	?	1	x	
5	0,28	x	0,3	2	?	7	x	
	0,18	x	0,1					
Lokalita: 11 - Lemberk								
1	4,10	8,5	18,0	3	m	14	5	panašovaný/leaf variegation
	2,90	3,2						
	3,60	7,5						
Lokalita: 12 - Juliovka								
1	0,15	x	0,3	1	?	1	x	
2	0,18	x	0,4	1	?	1	x	
3	0,18	x	0,3	1	?	2	x	
4	0,11	x	0,3	2	?	5	x	
	0,10	x						
Lokalita: 13 - Zaječí vrch								
1	0,65	x	1,0	2	?	4	x	v kontrolní oplocence/in control fence
	0,50	x						

Tab. 5.
Průměrné hodnoty (součty) zjišťovaných charakteristik
Average values (sums) of investigated characteristics

Lokalita/ Locality	Počet/ Number	Průměrná výška/ Average height	Průměrná $d_{1,3}$ / Average d.b.h.	Průměrná d_b / Average basal diameter	Průměrný počet kmenů/Average number of stems	Nejčastější růstový tvar/ Most frequent growing form	Počet ♂/ Number of ♂	Počet ♀/ Number of ♀	Neznámé pohlaví/ Unknown sex	Průměrný počet ročníků jehlic/ Average number of needle year-classes
1	10	4,0	108,1	32,6	1,0	2, 4	0	3	7	4,8
2	1	12,4	44,0	52,0	1,0	4	0	1	0	5,0
3	102	3,2	5,6	7,0	1,4	2	18	31	53	6,8
4	7	5,3	13,1	14,7	1,6	7	0	3	4	6,0
5	1	3,0	5,7	9,2	2,0	10	0	0	1	9,0
6	1	10,8	74,2	74,5	1,0	4	0	1	0	4,0
7	7	5,2	7,9	15,5	1,3	5	2	4	1	6,0
8	1	9,8	17,1	26,0	1,0	4	0	1	0	6,0
9	1	6,1	8,7	20,2	3,0	8	1	0	0	6,0
10	5	5,0	16,3	15,4	2,2	x	2	1	2	5,0
11	1	4,1	8,5	18,0	3,0	14	1	0	0	5,0
12	4	0,2	x	0,3	1,3	1	0	0	4	x
13	1	0,7	x	1,0	2,0	x	0	0	1	x
Průměr/suma - Average/sum	142	5,4	28,1	22,0	1,7	2	24	45	73	5,8



Obr. 1.

Růstové tvary (originál L. HROZKOVÁ)

Growing forms (draft copy of L. HROZKOVÁ)

Legenda:

Popis růstových tvarů/Description of growing forms

1 jeden přímý kmen/one direct stem; 2 jeden prohnutý kmen (1x zakřivený)/one curved stem (1x curved); 3 jeden zprohýbaný kmen (2x a více zakřivený)/one warped stem (2x and more curved); 4 jeden přímý kmen, v horní části se větví/one direct stem, in upper part is branched; 5 jeden prohnutý kmen, v horní části se větví/one curved stem, in upper part is branched; 6 jeden zprohýbaný kmen, v horní části se větví/one warped stem, in upper part is branched; 7 hlavní kmen přímý s postranním kmenem (kmeny)/main stem direct with side stem (stems); 8 hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem (kmeny)/main stem curved with side stem (stems); 9 hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem (kmeny)/main warped stem with side stem (stems); 10 hlavní kmen přímý s postranním kmenem (kmeny), v horní části se větví/main stem direct with side stem (stems), in upper part is branched; 11 hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem (kmeny), v horní části se větví/main stem curved with side stem (stems), in upper part is branched; 12 hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem (kmeny), v horní části se větví/main stem warped with side stem (stems), in upper part is branched; 13 keř (nemá hlavní kmen) prohnuté kmeny/shrub (without direct stem) warped stems; 14 keř (nemá hlavní kmen) zprohýbané kmeny/shrub (without direct stem) warped stems; 15 keř (nemá kmen)/shrub (without stem); 16 srůst dvou stejných kmenů/ingrowth of two same stems; 17 srůst hlavního a postranního kmene/ingrowth of main and side stem; 18 kmen vyrůstající z pařezu/stem growing from snag; 19 kmen vyrůstající z pařezu, v horní části se větví/stem growing from snag, in upper part is branched; 20 poléhavý kmen, hlavní kmen přímý/procumbent stem, main stem direct; 21 poléhavý kmen, hlavní kmen prohnutý/procumbent stem, main stem curved; 22 poléhavý kmen, hlavní kmen zprohýbaný/procumbent stem, main stem warped; 23 poléhavý kmen, hlavní kmen přímý, v horní části se větví/procumbent stem, main stem direct, in upper part is branched; 24 poléhavý kmen, hlavní kmen prohnutý, v horní části se větví/procumbent stem, main stem direct, in upper part is branched; 25 poléhavý kmen, hlavní kmen zprohýbaný, v horní části se větví/procumbent stem, main stem warped, in upper part is branched; 26 poléhavé kmeny (není hlavní kmen), keřovitý/procumbent stems (without main stem), brushy; 27 poléhavé kmeny (není hlavní kmen), keřovitý, zprohýbané kmeny/procumbent stems (without main stem), shrubby, warped stems

Poznámka:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru č. MZE0002070203. Autoři děkují paní V. Laštovičkové za pomoc při získávání literárních zdrojů.

LITERATURA

- BEZEK J. 1998. Inventarizační průzkum PP Jílovské tisů a výskyt dalších jedinců *Taxus baccata* – tis červený na Děčínsku. Diplomová práce. Ústí nad Labem, FŽP UJEP.
- BIS A. 2005. Vyhodnocení stavu populace tisů červeného na revíru Mladějov, LS Svitavy. Diplomová práce. Brno, FLD MZLU: 55 s., přílohy.
- BORATYŇSKI A., DIDUKH Y., LUCAK M. 2001. The yew (*Taxus baccata* L.) population in Knyazhdvir Nature Reserve in the Carpathians (Ukraine). *Dendrobiology*, 46: 3-8.
- DHAR A., RUPRECHT H., KLUMPP R., VACIK H. 2006. Stand structure and natural regeneration of *Taxus baccata* at "Stiwollgraben" in Austria. *Dendrobiology*, 56: 19-26.
- HOLÁ J. 1995. Příspěvek k inventarizačnímu průzkumu PR Netřeb. Práce SOČ. Domažlice, Gymnázium J. Š. Baara: 39 s., přílohy.
- HRUŠKOVÁ M., TUREK J. 2003. Památné stromy. 1. Praha. 197 s.
- ISKUŁO G. 2001. The yew (*Taxus baccata* L.) of the Cisoway Jar reserve near Olecko. *Dendrobiology*, 46: 33-37.
- ISKUŁO G., JASIŃSKA A. K. 2004. Variation in sex expression in Polish and Ukrainian populations of *Taxus baccata* L. *Dendrobiology*, 52: 29-32.
- JELÍNKOVÁ K., ZATLOUKAL V. 2001. Praktická příručka o tisů. Blansko, CORTUSA: 80 s.
- KASTNEROVÁ L., ZEIDLER M., BANAŠ M. 2006. Stav, rozšíření a doporučený management tisů červeného (*Taxus baccata* L.) ve Východních Sudetech. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 55: 39-58.
- LUKÁČIK I., NIČ J. 1997. Ekologická charakteristika spoločenstiev prirodzeného výskytu tisů obyčejného (*Taxus baccata* L.), jeho rastové pomery a zdravotný stav. *Acta Facultatis Forestalis*, 39: 9-20.
- MACKOVČIN P., SEDLÁČEK M., KUNCOVÁ J. (eds.) 2002. Liberecko. In: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek III. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 331 s.
- MÁNEK J. (ed.) 2001. Isoenzymová variabilita populace tisů červeného (*Taxus baccata*) ze šumavského Ktišska v kontextu populací v ČR. s. 134-137. In: Aktuality šumavského výzkumu. Sborník z konference, Srní 2. - 4. 4. 2001.
- MERKLOVÁ L. 2004. Vyhodnocení stavu populace tisů (*Taxus baccata* L.) v území navazujícím na západní hranice CHKO Křivoklátsko. Diplomová práce. Brno, FLD MZLU: 68 s., přílohy, CD-ROM.
- MERKLOVÁ L., TICHÁ S. 2005. Současný stav a vývoj populace tisů červeného v PR „V Horách“. *Ochrana přírody*, 60: 179-182.
- NAVRÁTILOVÁ M. 2003. Zhodnocení populace tisů (*Taxus baccata* L.) na území CHKO Beskydy a v jejím nejbližším okolí. Diplomová práce. Brno, FLD MZLU: 69 s., přílohy, CD-ROM.
- NOVOTNÝ P., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., MALÁ J. 2008. Množení tisů červeného (*Taxus baccata* L.) in vitro jako možný příspěvek k záchraně a reprodukci genetických zdrojů této dřeviny v ČR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53: 110-115.
- NOVOTNÝ P., HROZEK A., IVANEK O., HLAVÁČEK J., FRÝDL J. 2007. Opatření k záchraně a reprodukci genetických zdrojů tisů červeného (*Taxus baccata* L.) na území CHKO Lužické hory. Dílčí závěrečná zpráva výzkumného záměru MZE0002070202. Střada, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 96 s., přílohy.
- PASTEUR N., PASTEUR G., BONHOMME F., CATALAN J., BRITTON-DAVIDIAN J. 1988. *Practical Isozyme Genetics – Ellis Horwood series in gene technology*. New York, Wiley & Sons.
- PIRCHALA M., NIČ J. 2007. Zhodnotenie stanovištných podmienok a zdravotného stavu lesných spoločenstiev s prirodzeným výskytom tisů obyčejného (*Taxus baccata* L.) vo vybraných lokalitách Slovenska. s. 116-123. In: Dreslerová, J., Packová, P. (eds.): Ohrožené dřeviny ČR. Sborník z konference. Brno 8. - 9. 2. 2007. *Geobiocenologické spisy*, 12: 200 s.
- ROMŠÁKOVÁ I. 2007. Genetic variability of populations of English yew (*Taxus baccata* L.). In: Dreslerová, J., Packová, P. (eds.): Ohrožené dřeviny ČR. s. 124-133. Sborník z konference. Brno 8. - 9. 2. 2007. *Geobiocenologické spisy*, 12: 200 s.
- ŠVEHLOVÁ K. 1997. Populační ekologie tisů červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Moravský kras. Diplomová práce. Olomouc, PřF UP: 122 s., přílohy.
- VÁŠKO E. 2007. Súčasný stav, štruktúra a ohrozenie tisů obyčejného (*Taxus baccata* L.) na Slovensku. s. 134-145. In: Dreslerová, J., Packová, P. (eds.): Ohrožené dřeviny ČR. Sborník z konference. Brno 8. - 9. 2. 2007. *Geobiocenologické spisy*, 12: 200 s.
- Vyhláška č. 54 Ministerstva školství a kultury ze dne 18. dubna 1958, kterou se určují chráněné druhy rostlin a podmínky jejich ochrany. s. 334-337. In: Strejček, J., Kubíková, J., Kříž, J.: Chráníme naši přírodu. Praha, SPN 1983. 428 s.
- ZATLOUKAL V. 1997. Hospodářská doporučení podle hospodářských souborů a podsouborů. Praha, MZe ČR: 48 s., 1 s. přílohy.
- ZATLOUKAL V. 1999. Výskyt tisů červeného *Taxus baccata* L. na Šumavě z hlediska možností záchrany jeho genofondu. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník, Kostelec nad Černými lesy 1. - 2. 12. 1999, 102 s. LF ČZU: 70-73.
- ZATLOUKAL V., MÁNEK J., ČURN V., KADERA J. 2001. Inventarizace a genetická diverzita tisů červeného ve ZCHÚ ČR jako podklad pro záchraná opatření a pro jeho reintrodukci. Závěrečná zpráva grantu VaV/610/1/99 - 3.2. za léta řešení 2000 - 2001. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava: 119 s., přílohy.
- ZATLOUKAL V., VANČURA K. 2004. Common yew (*Taxus baccata*) and its genetic diversity in the Czech Republic. In: Vančura, K., Fady, B., Koskela, J., Mátyás, C. (eds.): Conifers Network, Report of the second (20 - 22 September 2001, Valsain, Spain) and third (17 - 19 October 2002, Kostrzyca, Poland) meetings. Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute: 25-30.
- ŽEBRA V. 1995. Inventarizace tisů červeného – *Taxus baccata* L. v CHKO Křivoklátsko. Diplomová práce. Brno, FLD MZLU: 68 s., přílohy.

RESEARCH OF COMMON YEW (*TAXUS BACCATA* L.) POPULATION IN THE PROTECTED LANDSCAPE AREA LUŽICKÉ MTS. WITH THE AIM TO ITS GENETIC RESOURCES CONSERVATION AND REPRODUCTION

SUMMARY

In this paper, some of results from common yew research in the Lužické hory Mts. are presented, having been acquired during last years. Especially, this is comprehensive information from realized common yew occurrence inventory, including information about this species growth, morphological and physiological characteristics. Analogous activities used to also be realized in other parts of the Czech Republic and abroad, too.

In the Lužické hory Mts., 142 common yew individuals in total on 13 localities have been scaled. From this number of measured individuals, the highest individual (15.4 m) has been found out on locality Dolní Sedlo and the highest value of the diameter at breast height (D. B. H.) has been found on locality Krompach. As for reciprocal proportion of male and female individuals, it was approximately 1 : 2 ratios (but in case of 73 trees, there still were not male and female individuals identified, yet). In frame of stem form evaluation, any form considerably did not prevail, most often individuals with one stem once curved have been found. Also, location of all individuals growing on locality no. 3 – Horní Sedlo has been drawn in the map.

On the base of isozymes analyses, polymorphism was identified in case of MDH and PGM markers. The PGM analyses have proved considerable representation of genotype 13 on the locality Dolní Sedlo, including this genotype concordance in the major part of individuals on the locality Dolní Sedlo with one individual from the locality Krásná Lípa-zámeček, and representation of allele 3 for all individuals on the locality Jelení louka-pomník. The analysis did not prove concordance of the oldest individual from the locality Krompach with common yews from other localities. Acquirement of other results is contingent on extension of researched enzymatic systems and number of samples, especially as for population of locality Horní Sedlo. Acquired results should be considered as initial source of information, which could make as possible the comparison in frame of following repeated investigation in the future, i. e. in frame of common yew genetic resources monitoring, as it is assumed.

Inventory and basic information of/about common yew population in the Lužické hory Mts. are the first necessary activities aimed to determinate adequate management treatments for further preservation and reproduction of this species in this area. With this knowledge, it will be possible to propose and realize appropriate treatments aimed to preservation, conservation and reproduction of this protected species genetic resources, in the protected landscape area management mode (regime). In the following and fastening up report, the attention will already be paid and aimed from this reason to particular questions connected with site conditions and reproduction methods, together with analysis of current forest protection treatments, including formulation of long-term complex system application of mentioned treatments in the future.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Petr Novotný, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.,
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 228; e-mail: pnovotny@vulhm.cz

OVĚŘENÍ METOD PŘEDOSEVNÍ PŘÍPRAVY SEMEN SVÍDY KRVAVÉ (*SWIDA SANGUINEA*)PRE-TREATING THE SEEDS OF RED DOGWOOD (*SWIDA SANGUINEA*) TO IMPROVE ITS GERMINATION

LENA BEZDĚČKOVÁ

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

ABSTRACT

The aim of our work was to determine the best stratification conditions for overcoming dormancy in the seeds of red dogwood (*Swida sanguinea*). The temperature effect on germination of extracted *Swida sanguinea* seeds was studied for two years. Three seed lots were exposed to cold (five months) and/or warm (one or two months) – cold (two, three or four months) stratification. Cold stratification for *Swida* seeds at 4 °C should last minimally for five months; the germination achieved 59 - 85% and was significantly higher in comparison with the shortest three-month long warm-cold stratification. The seed germination after warm-cold stratification running three months, with the first month at 20 °C, was significantly lower (35 - 39%) in comparison with all other treatments. The significantly highest germination (83 - 98%) was found after warm-cold stratification running five months with the first month at 20 °C in comparison with three or four months long warm-cold stratification. The optimal temperature for the warm period of stratification is 20 °C. A decrease in temperature from 20 to 15 °C caused a non-significant decrease in total germination (77 - 92%) as well as premature germination during the subsequent cold period. Germination did not even increase after five months lasting warm-cold stratification with two first months at 20 °C. Sowing of untreated seeds in the autumn resulted in significantly higher seedling stands (76 - 83%) than sowing of seeds running warm-cold stratification treatment for three or four months with the first month at 20 °C.

Klíčová slova: svída, semena, klíční klid, stratifikace, klíčivost, vzházivost

Key words: *Swida*, seeds, dormancy, stratification, germination, field germination

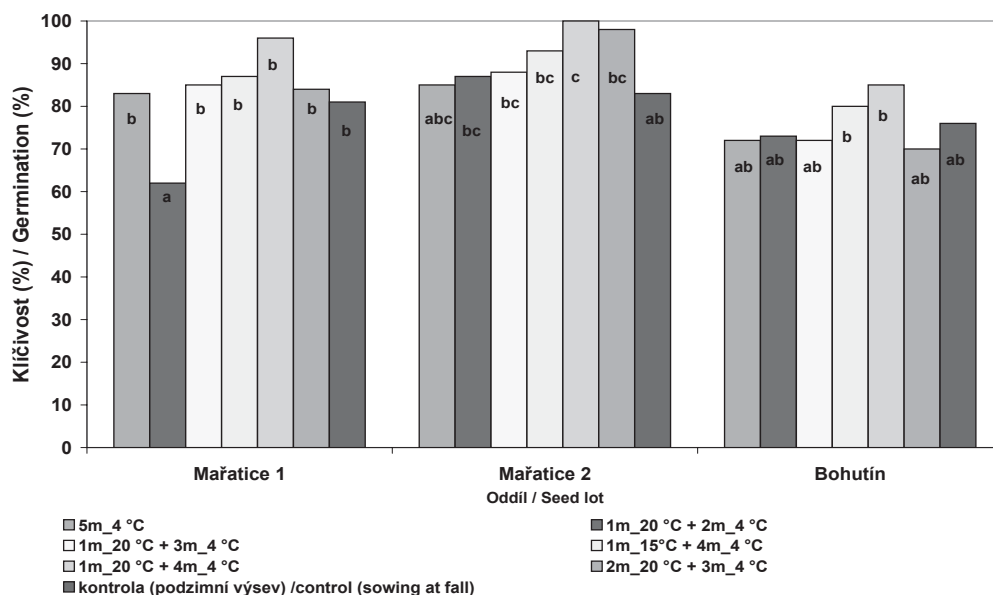
ÚVOD

Svída [*Swida sanguinea* (L.) OPIZ, syn.: *Cornus sanguinea* L.] se vyskytuje na velmi rozmanitých podložích, od kyselých hornin až po vápence. Geograficky zasahuje do větší části Evropy, u nás je zastoupena po celém území, zvláště v teplejších krajích. Svída má rozmanité využití, např. je vhodná do živých plotů, jako krycí dřevina, ve včelařství platí za medonosnou dřevinu, její štáva se dříve používala k barvení (ÚRADNÍČEK 2001). Ačkoli se tato dřevina šíří pomocí kořenových výmladků, ve školkařství se využívá taktéž její osivo.

Plody svídy dozrávají v září, ale můžeme je trhat již v srpnu, kdy začínají černat (WALTER 1978). Semena svídy (pozn. autora: dostupné informace v literatuře jsou uváděny pod názvem rodu *Cornus* a nikoli *Swida*) se vyznačují jak fyziologickou, tak i mechanickou dormancí. Fyziologická dormance je způsobena přítomností nativních inhibitorů v embryu či endospermu, blokujícími aktivitu enzymů, jenž podmiňují klíčení semen. Také struktury, které kryjí embryo (endosperm, osemení, oplodí), mohou hrát roli v oddálení klíčivosti. Dormance mechanická je způsobena přítomností tvrdé, zdřevnatělé stěny plodu (NIKOLAEVA 1969 ex BASKIN, BASKIN 2001). Dřevnatým obalem je obvykle endokarp, ale někdy dřevnatí také mezokarp (HILL 1993 ex BASKIN, BASKIN 2001). U rodu *Cornus* dochází k propojení mechanické a fyziologické dormance. Po překonání fyziologické dormance má již rostoucí embryo dostatečnou sílu proniknout tvrdým endokarpem (NIKOLAEVA 1969, 1977 ex BASKIN, BASKIN 2001). Přítomnost tvrdého osemení nemusí naznačovat potřebu mechanického před-

sevního ošetření (skarifikace), neboť ve skutečnosti mnoho tvrdých semen má v osemení vodní kanálky (DENO 1993). V některých případech tvrdé obalové struktury představují splynutí dvou či více plodů, každé se samostatným semenem, a mohou mít tedy více než jeden otvor (u rodu *Cornus* jsou to otvory dva), které se otevírají v čase klíčení (HILL 1933, 1937 ex BASKIN, BASKIN 2001).

Pro překonání klíčního klidu u semen svídy se doporučuje buď samotná studená stratifikace při 1 - 10 °C trvající dva až osm měsíců (DIRR, HEUSER 1987 ex YOUNG, YOUNG 1992, BURKART 2000, TYLKOWSKI 2002, AGATE 2003, FALLERI 2004) nebo kombinovaná teplo-studená stratifikace s počáteční teplou fází při 15 - 30 °C po dobu dvou až devíti měsíců následovanou stejně dlouhým obdobím při 3 - 4 °C (HEES-BOUKEMA 1993, LARSON 1998, TYLKOWSKI 2002, PIOTTO, DI NOI 2003, FALLERI 2004). Semena některých rodů, mezi něž patří i svída, se vyznačují multicyklickou klíčivostí, což znamená, že vyžadují pro překonání klíčního klidu několik teplých a studených fází za sebou (DENO 1993). Semena lze rovněž vyset na podzim ihned po vylučení. Při vyšších podzimních teplotách však mohou semena vyklíčit a následně být poškozena nízkými zimními teplotami (HARTMANN et al. 1997 ex TAKOS, EFTHIMIOU 2002) nebo může dojít k poškození již vzešlých semenáčků jarními mrazíky (TAKOS, EFTHIMIOU 2002). Semena v plné zralosti získaná při pozdějším sběru, která nelze na podzim vyset, je vhodné skladovat do příští sezony. Stratifikovaná semena se vysévají až následující podzim (YOUNG, YOUNG 1992).


Graf 1.

Svída krvavá: Celková klíčivost za období květen 2006 - červen 2007

Swida sanguinea: Overall germination from May 2006 to June 2007

Hodnoty ve sloupcích s rozdílnými písmeny jsou signifikantně rozdílné ($p < 0,05$) podle Tukey HSD test (STATISTICA 7.0)

Values in the columns with different letter(s) are significantly different at $p < 0.05$ according to Tukey HSD test (STATISTICA 7.0)

Tab. 1.

Svída krvavá: Charakteristika použitého osiva

Swida sanguinea: Characteristics of the seed used

Oddíl/Seedlot	Nadmořská výška (m)/ Altitude above sea level (m)	Sběr/ Collection	Obsah vody (%) / Moisture content (%) a	Životnost (%) / Viability (%) a	Absolutní hmotnost (g) / 1,000 seeds weight (g) ^a
Mařatice 1	250	1. 9. 2005	10,3	86	62,5
Mařatice 2	260	6. 9. 2005	8,4	82	52,5
Bohutín	380	14. 9. 2005	11,2	77	50,6

^a Určeno podle ČSN 48 1211 (1997)

^a Determined according to ČSN 48 1211 (1997)

Cílem příspěvku je porovnání různorodých a literaturou doporučených postupů předosevní přípravy a výběr nejjvhodnější metody pro využití v našich podmínkách.

MATERIÁL A METODIKA

Semena

Semena dvou oddílů (Mařatice 1 a 2) byla získána sběrem plodů ze dvou různých keřů, přičemž keř z lokality Mařatice 1 se nacházel v menší nadmořské výšce než druhý keř z lokality Mařatice 2 (tab. 1). Třetí oddíl (Bohutín) obsahující již vyluštěné semeno byl získán od dodavatele. Všechna semena byla sbírána v první polovině září 2005. Semena z vlastního sběru byla ihned po sběru luštěna macerováním plodů ve vodě, drhnutím přes síto a poté byla sušena při pokojové teplotě (cca 21 °C) přibližně 24 hodin. Až do zahájení pokusů

byla semena skladována v uzavřených PVC obalech ve 4 ± 2 °C. Počáteční kvalita osiva (obsah vody, životnost a absolutní hmotnost) byla určena podle ČSN 48 1211 (1997). Charakteristika použitého osiva je uvedena v tabulce 1.

Předosevní příprava

Bylo ověřeno šest variant stratifikace, které se lišily dobou trvání jednotlivých (studených a teplých) fází a teplotou teplé fáze u teplo-studené stratifikace (tab. 3). Pro každou variantu byla použita semena všech tří oddílů ve čtyřech opakováních po 100 semenech. Před stratifikací byla semena máčena ve vodě přibližně 24 hodin při pokojové teplotě, poté byla smíchána s vlhkým rašelino-písčítým (1 : 1) substrátem s vlhkostí 30 - 35 % a uložena do PVC sáčků. Semena byla inkubována ve tmě při 4 ± 2 °C (studená stratifikace) a při 15 nebo 20 (± 2) °C (teplá stratifikace). Během stratifikace bylo osivo v sáčcích každý týden provzdušňováno (cca pět minut),

Tab. 2.

 Svída krvavá: Celkový počet embryí¹
Swida sanguinea: Total number of embryos¹

Oddíl/Seedlot	Počet embryí (%) / Number of embryos (%)			Suma embryí / Sum of embryos
	1 embryo / 1 embryo	2 embryo / 2 embryos	Prázdna semena / Empty seeds	
Mařatice 1	64	34	2	132
Mařatice 2	50	46	4	142
Bohutín	46	52	2	150

¹ Data jsou průměrem čtyř opakování po 50 semenech

¹ Data are the average of four replicates of 50 seeds

Tab. 3.

 Svída krvava: Přehled testovaných variant stratifikace
Swida sanguinea: Summary of treatments

Varianta / Treatments	Teplá stratifikace / Warm stratification		Studená stratifikace / Cold stratification	
	délka / duration (m)	teplota / temperature (°C)	délka / duration (m)	teplota / temperature (°C)
5 m_4 °C	-	-	5	4
1 m_20 °C + 2 m_4 °C	1	20	2	4
1 m_20 °C + 3 m_4 °C	1	20	3	4
1 m_20 °C + 4 m_4 °C	1	20	4	4
1 m_15 °C + 4 m_4 °C	1	15	4	4
2 m_20 °C + 3 m_4 °C	2	20	3	4

m = měsíc / month

přítom byla počítána a odstraňována semena s klíčkem větším než 5 mm, která (předčasně) vyklíčila. Testované varianty stratifikace tři až pět měsíců byly postupně zahajovány od prosince 2005 do dubna 2006. V květnu 2006 byla všechna semena, která nevyklíčila během předosevní přípravy, vyseta do plastových nádob 10 x 8 x 5 cm se stratifikačním substrátem (uvedeno viz výše) a umístěna na venkovní plochu, kde byla zavlažována podle potřeby. Každý týden od května do září 2006 byla počítána a odstraňována klíčící semena (viz výše). Semena, která do září nevyklíčila, byla ponechána v nádobách ve venkovních podmínkách až do června 2007. V červnu 2007 byl zjištěn počet vyklíčených semen a pokusy byly ukončeny. Celková klíčivost zahrnuje počet vyklíčených semen během předosevní přípravy a semena, která vyklíčila po sji v období od května 2006 do června 2007.

Kontrolní variantu představují nestratifikovaná semena, která byla ihned po vylúštění vyseta v říjnu 2005 do plastových nádob s komerčním substrátem AGRO CZ (pH 5 - 7) a umístěna venku. U kontroly nebyla hodnocena klíčivost, ale vzcháživost (semenáčky s prvními pravými lístky) za období od května do července 2006.

Protože se u svídy mohou vyskytovat dvě embryo v jednom semeni, byl u jednotlivých oddílů řezem 4 x 50 semen zjištěn průměrný počet embryí na 100 semen. Tato hodnota byla použita k přepočtu získaných výsledků klíčivosti nebo vzcháživosti na procenta.

Statistická analýza

Pro určení vlivu jednotlivých faktorů (oddílů a varianty stratifikace) a jejich vzájemné interakce byla data vyhodnocena vícefaktorovou analýzou variance (ANOVA). Průměry byly porovnány za použití Tukey HSD testu (StatSoft 2005).

VÝSLEDKY

Životnost semen zjištěná zkouškou životnosti vitálním barvením v trifenylnitrazolium chloridu se pohybovala mezi 77 (oddíl Mařatice 1) až 86 % (oddíl Bohutín). U vylúštěných semen z vlastního sběru (oddíl Mařatice 1 a 2) byl zjištěn nižší obsah vody (8,4 - 10,3 %) než u osiva z lokality Bohutín, které mělo vlhkost 11,2 % (tab. 1). Při zkoušce řezem byl nejnižší počet embryí na 100 semen zjištěn u oddílu Mařatice 1 (132 embryí), následoval oddíl Mařatice 2 (142 embryí) a nejvyšší počet byl u oddílu Bohutín (150 embryí) (tab. 2).

Výsledky klíčivosti jednotlivých variant stratifikace a vzcháživost kontrolní podzimní sje jsou uvedeny v tabulce 4. Po studené stratifikaci (4 °C), trvající pět měsíců, se klíčivost semen všech tří oddílů pohybovala mezi 59 - 85 % a byla signifikantně ($P < 0,05$) vyšší ve srovnání s nejkratší tříměsíční teplo-studenou stratifikací. U této varianty po stratifikaci jeden měsíc při 20 °C následovaném dvěma měsíci při 4 °C vyklíčila u všech tří oddílů pouze asi jedna třetina semen (35 - 39 %). Podobně jako semena vystavená pět měsí-

Tab. 4.

Svída krvavá: Klíčivost semen po různých variantách stratifikace¹
Swida sanguinea: Summary of germination after stratification treatments¹

Stratifikace/Stratification	Klíčivost (%) / Germination (%)		
	Mařatice 1	Mařatice 2	Bohutín
5 m ² _4 °C ³	76 cd	85 cd	59 b
1 m_20 °C + 2 m_4 °C	35 a	36 a	39 a
1 m_20 °C + 3 m_4 °C	64 bc	74 bc	50 ab
1 m_20 °C + 4 m_4 °C	96 e	98 d	83 d
1 m_15 °C + 4 m_4 °C	85 de	92 d	77 cd
2 m_20 °C + 3 m_4 °C	73 cd	98 d	66 bc
Kontrola/Control ⁴	81 de	83 cd	76 cd

¹ Data jsou průměrem čtyř opakování po 100 semenech. Pro určení signifikantních rozdílů ($p < 0,05$) mezi stratifikacemi byla použita ANOVA a Tukey HSD test (STATISTICA 7.0)/ Data are the average of four replicates of 100 seeds. The ANOVA was used to determine significant differences ($p < 0.05$) among treatments and the means were compared using Tukey HSD test (STATISTICA 7.0)

² m = měsíc (doba stratifikace)/month (duration of stratification)

³ teplota stratifikace/temperature of stratification

⁴ Vyluštěná semena byla vyseta na podzim./Extracted seeds were sown outdoors in the fall.

ců pouze studené stratifikaci při 4 °C klíčila také semena po jednom měsíci teplé (20 °C) a následujících třech měsících studené stratifikace. Nejlépe ale klíčila semena, která byla nejdříve stratifikována jeden měsíc při 20 °C a poté čtyři měsíce při 4 °C (tab. 4).

Prodloužení studené fáze stratifikace u teplo-studených variant ze dvou na čtyři měsíce znamenalo signifikantně nejvyšší klíčivost u všech tří oddílů (83 - 98 %). Semena, stratifikovaná jeden měsíc při 20 °C a potom pouze dva měsíce při 4 °C, klíčila prokazatelně méně než semena v ostatních variantách.

Snížení teploty během prvního měsíce teplo-studené stratifikace z 20 °C na 15 °C se projevilo slabým nesignifikantním poklesem celkové klíčivosti u všech tří oddílů. Negativním projevem této varianty s 15 °C ale bylo předčasné klíčení semen u teplo-studené stratifikace během studené fáze, které dosáhlo 15 - 39 %. K ještě vyšší předčasné klíčivosti ale došlo i u pětíměsíční studené stratifikaci, kdy semena začala již od poloviny čtvrtého měsíce předčasně klíčit a po pěti měsících tak vyklíčilo celkem 32 - 44 % semen (tab. 5).

Pokud teplá fáze (20 °C) byla prodloužena na dva měsíce a studená zkrácena (při dodržení celkové délky stratifikace pět měsíců) na tři měsíce, bylo u dvou oddílů (Mařatice 1 a Bohutín) pozorováno signifikantní snížení klíčivosti proti variantě s pouze jedním měsícem při 20 °C a čtyřech měsících při 4 °C. Třetí oddíl nevykazoval žádný rozdíl v klíčivosti u obou variant (tab. 4).

Vzcházivost nestratifikovaných semen vysetých na podzim se pohybovala mezi 76 až 83 % (tab. 4) a byla signifikantně vyšší než klíčivost semen všech tří oddílů stratifikovaných jeden měsíc při 20 °C a potom dva měsíce při 4 °C (nejkratší tříměsíční teplo-studené stratifikace) a klíčivost semen dvou oddílů (Mařatice 1 a Bohutín) po teplo-studené stratifikaci trvající celkem čtyři měsíce (jeden měsíc při 20 °C a tři měsíce při 4 °C). Proti variantám s celkovou délkou stratifikace pět měsíců však nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly.

Stratifikovaná semena, která nevyklíčila během prvního roku po sítí, byla ponechána ve venkovních podmínkách až do června následujícího roku. Celková klíčivost za toto období (od května 2006

do června 2007), včetně semen předčasně klíčících během stratifikace, je zobrazena v grafu 1. Statisticky významně nižší klíčivost semen tak byla zaznamenána pouze u oddílu Mařatice 1 u nejkratší tříměsíční teplo-studené stratifikace (jeden měsíc při 20 °C a dva měsíce při 4 °C) proti všem ostatním variantám stratifikace. U zbyvajících dvou oddílů byla klíčivost všech variant vyrovnaná.

DISKUSE

Někteří autoři (TYLKOWSKI 2002, FALLERI 2004) testovali u předosevního ošetření semen svídy pouze studenou stratifikaci. Zatímco po krátké jeden až tři měsíce dlouhé stratifikaci ve 3 °C vyklíčilo pouze 1 % semen, prodloužením na 17 týdnů (cca čtyři měsíce) se klíčivost zvedla na 94 % (FALLERI 2004). Čtyři měsíce dlouhá studená stratifikace se tedy jeví jako minimální doba pro překonání dormance semen svídy, což potvrzují i naše pokusy. Dá se tedy předpokládat, že po prodloužení studené stratifikace nad pět měsíců by vyklíčilo větší množství semen. Potvrzují to i výsledky TYLKOWSKÉHO (2002), který dosáhl po šesti měsících stratifikace při 3 °C klíčivosti semen svídy mezi 73 - 82 %. V naší studii byly výsledky studené stratifikace srovnatelné jak s podzimní sítí u oddílu Mařatice 1 a 2, tak s teplo-studenou stratifikací trvající čtyři měsíce u všech oddílů. Klíčivost semen po pouze studené stratifikaci byla ale signifikantně vyšší než u teplo-studené stratifikace probíhající pouze tři měsíce. Semena ze studené stratifikace ale začala od poloviny čtvrtého měsíce předosevní přípravy předčasně klíčit a po pěti měsících jich vyklíčilo celkem 32 - 44 %. Omezení předčasného klíčení semen lze dosáhnout především aplikací předosevní přípravy bez média při kontrolovaném a sníženém obsahu vody. Další možností je snížení teploty pod 4 °C ve studené fázi teplo-studené stratifikace.

Mnozí autoři doporučují pro překonání dormance semen svídy nejdříve působení vyšších teplot kolem 15 - 20 °C, následovaných studenou fází při 3 - 5 °C. Nízké teploty napomáhají k překonání

Tab. 5.

 Svída krvavá: Klíčivost během stratifikace¹
Swida sanguinea: Germination during stratification¹

Stratifikace/Stratification	Klíčivost (%)/Germination (%)		
	Mařatice 1	Mařatice 2	Bohutín
5 m_4 °C ²	32	44	41
1 m_15 °C + 4 m_4 °C ³	15	25	39

¹Data jsou průměrem čtyř opakování po 100 semenech./Data are the average of four replicates of 100 seeds.

²Semena byla stratifikována ve 4 °C po dobu pěti měsíců./Seeds were incubated at 4°C for five months.

³Semena byla stratifikována v 15 °C po dobu jednoho měsíce následována čtyřmi měsíci ve 4 °C./Seeds were incubated at 15 °C for one month followed by four months at 4 °C

fyziologické dormance a následnému vyklíčení semen. Doposud se však nepodařilo objasnit přesné důsledky působení vyšších teplot během stratifikace. Semena rodu *Cornus* mají v plné zralosti plně vyvinutá embrya, tudíž nejsou morfologicky dormantní (MARTIN 1946 ex FALLERI 2004). Teplá stratifikace tedy nemá vliv na další růst embrya, ale pravděpodobně může napomáhat narušení tvrdého endokarpu (FALLERI 2004), možná působením mikroorganismů. Jako účinná teplota se uvádí 20 °C (GORDON, ROWE 1982, PIOTTO, DI NOI 2003) či cyklické střídání teplot 15 ~ 20 °C (TYLKOWSKI 2002) nebo 20 ~ 30 °C (FALLERI 2004). V naší studii bylo dosaženo nejlepší klíčivosti u pětíměsíční teplo-studené stratifikace s teplou fází jeden měsíc při konstantních 20 °C (83 - 98 %), snížení teploty na 15 °C se projevilo slabým nesignifikantním poklesem klíčivosti (77 - 92 %). Mezi těmito variantami stratifikace nebyly průkazné rozdíly v celkové klíčivosti, avšak snížení teploty z 20 °C na 15 °C mělo za následek předčasnou klíčení semen (15 - 39 %) v následné chladné fázi. Naše výsledky se nejvíce blíží zjištění TYLKOWSKÉHO (2002), který dosáhl vysoké klíčivosti semen (95 - 96 %) použitím teplo-studené stratifikace, trvající celkem devět až deset měsíců, přičemž během teplé fáze (tři až čtyři měsíce) se cyklicky po 24 hodinách střídaly teploty 15 °C a 20 °C. V našich pokusech se ukazuje jako významný faktor pro zvýšení klíčivosti nízká teplota během studené stratifikace. To potvrzuje i skutečnost, že nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo při teplo-studené stratifikaci se čtyřměsíční studenou fází, naproti tomu zkrácení studené fáze na dva měsíce vedlo k prokazatelně nejnižší klíčivosti.

Velmi dobrá klíčivost (66 - 98 %) po pětíměsíční teplo-studené stratifikaci (dva měsíce při 20 °C a tři měsíce při 4 °C) ukazuje jednoznačně vyšší účinnost této předosevní přípravy proti pouze tříměsíční teplo-studené stratifikaci (klíčivost 35 - 39 %). Ve srovnání s ostatními variantami stratifikace statistická analýza nepotvrdila významný vliv prodloužení teplé fáze na dosažení vyšší klíčivosti. Snížení klíčivosti s prodloužováním teplé fáze při konstantní délce fáze studené zjistil také TYLKOWSKI (2002), naopak zvýšení klíčivosti s prodloužováním jak teplé, tak studené fáze stratifikace dosáhla FALLERI (2004). Autorka však pro teplou fází uvádí cyklické střídání teplot 20 ~ 30 °C.

Podzimní výsev zralých semen svídy krvavé provedený ihned po sběru koncem října dává dobré výsledky. Po sedmi měsících od sje (květen 2006) vyklíčilo 76 - 83 % semen (tab. 4). Tato přirozená stratifikace vedla k prokazatelně vyššímu množství vyklíčených semen, než tomu bylo po jarní siji semen po tři nebo čtyři měsíce dlouhé teplo-studené stratifikaci. U ostatních pět měsíců trvajících variant předosevní přípravy se významné rozdíly v klíčivosti proti

podzimní siji už neprojevily. Přesto pětíměsíční teplo-studená stratifikace dala lepší, i když nesignifikantní, výsledky než výsev semen na podzim bez jakékoli předosevní přípravy.

ZÁVĚR

Z výsledků našich pokusů vyplývají následující doporučení:

1. Optimální doporučená délka předosevní přípravy semen svídy krvavé je pět měsíců jak u pouze studené (4 °C), tak i teplo-studené stratifikace (jeden měsíc při 20 °C a čtyři měsíce při 4 °C).
2. Teplo-studená stratifikace v celkové délce tři měsíce je pro překonání klíčního klidu semen svídy nedostačující.
3. Snížení teploty z 20 na 15 °C v teplé fázi při teplo-studené stratifikaci vede k předčasnému klíčení semen během následné fáze studené. Doporučená teplota pro teplou fází je 20 °C.
4. Podzimní výsev zralých semen lze provést, avšak nedosahuje tak vysoké klíčivosti jak po teplo-studené (jeden měsíc při 20 °C a čtyři měsíce při 4 °C) stratifikaci trvající celkem pět měsíců.

Poděkování:

Práce je finančně podporována Ministerstvem zemědělství a vznikla jako součást výzkumného záměru MZe č. 0002070202 „Šlechtění lesních dřevin a záchrana genových zdrojů cenných a ohrožených populací, včetně využití biotechnologických postupů, metod molekulární biologie a poznatků lesního semenářství v lesním hospodářství (část DZ 06.03.: Studium metod skladování, předosevní přípravy a hodnocení jakosti semen keřů a dřevin)“. Poděkování patří i Dr. Zdeňce Procházkové, Mgr. Janě Řezníčkové a recenzentům za cenné připomínky a zaměstnancům laboratoře Semenářská kontrola za technickou výpomoc.

LITERATURA

- AGATE E. (ed.): Tree planting and aftercare [online]. 2003 [cit. 9. července 2004]. <<http://handbooks.btcv.org.uk/handbooks/content/section/3576>>.
- BASKIN C. C., BASKIN J. M. 2001. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press: 666 s. ISBN 0-12-080263-5.
- BURKART A. 2000. Kulturblätter. Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Samenausbeute und zur Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL: 98 s.
- ČSN 48 1211 1997. Lesní semenářství - Sběr, jakost a zkoušky jakosti plodů a semen lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut: 58 s.
- DENO N. C. 1993. Seed germination theory and practice. Pennsylvania, Self-published.
- FALLERI E. 2004. Dormancy breaking in *Cornus sanguinea* seeds. Seed Science and Technology, 32: 1-4.
- GORDON A. G., ROWE D. C. F. 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. Forestry Commission Bulletin, 59: 120-128.
- HEES-BOUKEMA E. M. 1993. Het zaaien van houtige boomkwekerijgewassen. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw, Afdeling Boomteelt, Boskoop: 207 s.
- LARSON R. A. 1998. Propagation woody plants by seed. American Nurseryman, 188: 39-43.
- PIOTTO B., DI NOI A. (eds.) 2003. Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs. Roma, APAT: 108 s.
- SLAVÍK B. (ed.) 1997. Květena České republiky. 1. vyd. Praha, Academia: Svazek 5, 568 s. ISBN 80-200-0590-0.
- StatSoft, Inc. Statistica Cz (Softwarový systém na analýzu dat), 2005, verze 7.1. <[Www.StatSoft.cz](http://www.StatSoft.cz)>.
- TAKOS I. A., EFTHIMIOU G. 2003. Sp. Germination results on dormant seeds of fifteen tree species autumn sown in a Northern Greek Nursery. Silvae Genetica, 52: 67-70.
- TYLKOWSKI T. 2002. Thermal conditions for dormancy release of *Cornus sanguinea* L. seeds. Poster. In: Tree seeds, 2002. Annual meeting of IUFRO 2.09.00, Chania, Crete, 11-12. 9. 2002.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P. et al. 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická, spol. s r. o.: 333 s.
- WALTER, V. 1978. Rozmnožování okrasných stromů a keřů. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 367 s.
- YOUNG J. A., YOUNG CH. G. 1992. Seeds of woody plants in North America. Portland, Dioscorides Press: 407 s. ISBN 0-931146-21-6.

PRE-TREATING THE SEEDS OF RED DOGWOOD (*SWIDA SANGUINEA*) TO IMPROVE ITS GERMINATION

SUMMARY

Shrubs are cultivated for use as firewood and fence posts, but they are especially important as non-wood-producing components of forests such as fruits and berries that are consumed by humans and wildlife. The aim of this work was to determine the best stratification conditions for overcoming dormancy in the seeds of red dogwood (*Swida sanguinea*). The effect of the temperature on germination of extracted seeds of *Swida sanguinea* was studied for two years. Three seed lots were exposed to cold (five months) and/or warm (one or two months) – cold (two, three or four months) stratification. The length of cold stratification at 4 °C for *Swida* seeds should last minimally for five months; the germination achieved 59 - 85 % and was significantly higher in comparison with the shortest three months long warm-cold stratification. This cold stratification negatively manifested by premature germination during cold period. Warm-cold stratification running three months, with the first month at 20 °C, appeared to be inadequate to overcome dormancy, the seed germination was significantly lower (35 - 39%) in comparison with all other treatments. On the contrary, germination was significantly higher (83 - 98%) in the warm-cold stratification treatment running five months with the first month at 20 °C in comparison with three or four months long warm-cold stratification. The optimal temperature for the warm period of stratification is 20 °C. A decrease in temperature from 20 to 15 °C caused a non-significant decrease in total germination (77 - 92%) as well as premature germination during the subsequent cold period. Germination did not even increase after five months lasting warm-cold stratification with two first months at 20 °C. Sowing of untreated seeds in the autumn resulted in significantly higher seedling stands (76 - 83%) than sowing of seeds running warm-cold stratification treatment for three or four months with the first month at 20 °C.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Lena Bezděčková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice
Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice, Česká republika
tel.: 575 420 919; e-mail: bezdeckova@vulhmuh.cz

LETOROSTY A KŮRA LESNÍCH DŘEVIN JAKO ALTERNATIVNÍ ZDROJ POTRAVY PRO SPÁRKATOU ZVĚŘ

ANNUAL SHOOTS AND TREE BARK AS ALTERNATIVE SOURCE OF FEEDING FOR CLOVEN HOOFED GAME

VÁCLAV MALÍK - PAVEL KARNET

ČZU ŠLP Kostelec nad Černými lesy

ABSTRACT

Tree species composition in forest stands has been changed both intentionally by introducing new tree species and unilateral usage of timber for limited possibilities of fabrication and as the consequence of unsystematic range management. Hoofed game was forced to look for alternative source of food. Chemical analysis of pine and spruce bark has shown that bark has the same composition of certain chemical substances and elements as other selected natural food and feedstuff. This article focuses on comparison of spruce and pine bark chemical composition in relation to other sorts of feeding and natural food (corn, sugar beet, potatoes, hay, grass). Spruce and pine bark and annual shoots are equal to some superior feedstuff with regard to volume of sugars, pulp and calcium.

Klíčová slova: živiny, prvky, kůra, krmivo, spárkatá zvěř
Key words: nutrients, elements, bark, feeding, hoofed game

ÚVOD

Většina autorů se shoduje v tom, že dnešní krajina neposkytuje zvěři dostatek potravních možností a že pravidelně dochází ke stavům, kdy zvěř kvalitativně, ale mnohdy i kvantitativně hladoví. VODŇANSKÝ et al. (1998) uvádějí, že nabídka vysoce hodnotné potravy je rozhodujícím faktorem pro dosažení dobré kondice zvěře a poukazují na skutečnost, že na tento fakt není v myslivecké praxi vždy brán dostatečný zřetel. SEDLÁŘ (1997) tvrdí, že dnešní krajina je zničená a smččí zvěř nemá ve všech ročních obdobích dostatek potravy, klidu a krytu. ZÁMEK (1998) dokonce považuje příkrmování za rozhodující faktor pro záchranu smččí zvěře. Porovnáním výživné hodnoty přežvýkavou zvěří nejvíce konzumovaných rostlin se zemědělskými plodinami se zabýval např. KATRENIÁK (1990). SVATOŠ (1995) navrhuje pro zlepšení úživnosti lesních honitěb s jelení zvěří využití vršky úzkolisté.

Zvěř volně žijící v přírodě se na rozdíl od zvěře chované v zajetí sama rozhoduje, jaký druh potravy, v jakém množství a na jakém místě bude konzumovat. Zvěř často konzumuje určitý druh potravy a jiný, nutričně adekvátní, nechává bez povšimnutí, přičemž tato potrava je často konzumována druhy příbuznými, případně jinými populacemi stejného druhu, což může být způsobeno kompetičními vztahy v přírodě (MOSS 1975). Složení potravy jelena evropského (*Cervus elaphus* L.) zkoumal např. LATHAM (1999), který zjistil, že jelen evropský není při příjmu potravy tak selektivní jako srnec obecný (*Capreolus capreolus* L.), neboť charakteristika množství konzumované potravy je u prvně jmenovaného shodná s četností výskytu potravy v terénu. Existuje určitý vztah mezi příjmem potravy, způsobem jejího zpracování a kvalitou zubního aparátu zvěře (PÉREZ-BARBERÍA, GORDON 1998). Fyziologické mechanismy a chování mohou zachovat asimilační účinnost i při snížené kvalitě chrupu (delší intervaly přežvykávání, větší počet skousnutí na gram přijaté potravy apod.).

METODIKA

Pro vyhodnocení zadaného tématu byly vybrány porosty spadající pod LS Jindřichův Hradec a LS Český Rudolec. Výběr těchto ploch byl proveden i z toho důvodu, že se v těchto lokalitách celoročně zdržuje spárkatá zvěř, která na Jindřichohradecku žije. Zvěř není v těchto místech extrémně vyrušovaná nadměrnou civilizací, nejsou zde hojně navštěvované turistické trasy, chatové oblasti, frekventované silnice ani větší obce. V porostech jsou zastoupeny všechny věkové stupně.

Pro vyhodnocení obsahu prvků a chemických látek v kůře lesních dřevin byly vybrány čtyři porosty v každé sledované honitbě. Kůra byla odebírána pomocí speciálního upraveného loupáku, přičemž výška odběru byla stanovena na 1,4 - 1,6 m nad zemí. Vzorky (do hmotnosti 300 g) se následně předávaly do laboratoře AGRO - LA v Jindřichově Hradci, kde bylo odbornými pracovníky provedeno vlastní zjištění sledovaných veličin.

Při odběru vzorků kůry ve vybraných porostech byly zároveň ve stejné době odebrány vzorky sena, které bylo zvěři v těchto porostech v době nouze předkládáno. Stejně tak pro rozbor byla použita tráva z luk a pastvin přiléhajících k těmto lokalitám. Dále byly odebrány letorosty smrku a borovice před zdřevnatěním v měsíci červenci. Jako poslední byly sebrány lupeny maliny a ostružiny. Chemický rozbor těchto vzorků byl proveden ve stejném rozsahu vybraných látek a prvků jako u rozboru kůry. Popis metodiky odvození jednotlivých látek a prvků je uveden ve vyhlášce č. 124/2001 Sb., ve které jsou zapracované směrnice Komise evropských společenství, vydávané od roku 1971. Celkový přehled je poté uveden ve Věstníku Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského.

Hodnoty vybraných látek a prvků u vybraných krmiv byly převzaty z publikovaného katalogu krmiv (ZEMAN 1991). Složením smrkové kůry poškozované jelení zvěří se zabýval i VODŇANSKÝ et al. (2006).

Tab. 1.
Porovnání obsahu živin a prvků ve vybraných druzích přirozené potravy a krmiv (g.kg⁻¹)
Comparison of nutrient content in selected natural food and artificial feeding (g.kg⁻¹)

Přirozená potrava a krmiva (g.kg ⁻¹)/ Natural food and feeding (g.kg ⁻¹)	Dus. látky/ Nitrogen subst.	Tuky/ Lipids	Popel/Ash matter	Vláknina/ Pulp	BNLV/N-free subst.	Vápník/ Calcium	Fosfor/ Phosphorus	Hořčík/ Magnesium	Draslík/ Potassium	Sodík/ Sodium	Kobalt Cobalt	Cukry/ Sugars
borovice kůra/pine bark	35,72	59,05	38,25	209,15	655,43	5,19	0,64	0,68	2,47	0,08	0,07	146,57
smrk kůra/spruce bark	36,35	47,01	43,14	246,99	630,69	9,07	0,60	0,72	2,82	0,09	0,10	140,85
borovice letorosty/pine annual shoots	75,60	45,70	51,30	272,20	555,2	1,11	1,60	0,92	5,76	0,04	0,07	117,70
smrk letorosty/spruce annual shoots	63,00	45,00	59,00	245,50	587,5	3,20	2,00	0,94	8,12	0,05	0,12	126,31
tráva/grass	111,80	13,90	14,90	232,70	492,6	6,89	2,68	1,20	7,49	0,26	0,21	21,18
luční seno/hay	102,96	23,40	74,88	315,19	477,36	6,32	2,81	1,98	17,32	0,35	0,08	23,40
brambory/potatoes	95,48	4,34	47,74	26,04	824,6	0,87	2,17	1,30	21,27	1,30	0,06	26,04
řepa krmná/sugar beet	116,62	8,33	91,63	74,97	708,05	2,49	3,33	1,66	29,98	7,49	0,08	566,44
kukuřice jádro/corn core	104,65	43,70	17,25	29,90	806,15	0,35	3,22	1,38	3,91	0,35	0,02	20,70
ostružina lupen/ blackberry leaf	119,00	26,40	55,80	133,90	664,9	10,29	1,29	3,11	13,66	0,03	0,05	63,61
malina lupen/ raspberry leaf	113,50	20,70	51,20	203,40	611,2	10,65	1,74	3,40	11,20	0,10	0,07	109,07

Složení odebraných vzorků v našem výzkumu bylo sledováno co do obsahu dusíkatých látek, tuků, cukrů, vlákniny, popele, bezdusíkatých látek, vápníku, fosforu, hořčíku, draslíku, sodíku a kobaltu.

Podle KLEINA a SCHONHEYDERA (1970) je dusík všeobecně považován za indikátor kvality potravy. Vzájemný vztah mezi množstvím přijatých dusíkatých látek v potravě a obsahem v živočišném organismu byl prokázán v závislosti na sezonnosti, např. v severní části Evropy (HYVÄRINEN et al. 1975, MCEWAN 1968b). Do dusíkatých látek v krmivech zařazujeme bílkoviny a dusíkaté látky nebičkovinné povahy. Funkce bílkovin v potravě zvěře je nezastupitelná. Bílkoviny jsou hlavní součástí všech orgánů, tkání, enzymů, hormonů, pigmentů i ochranných látek v živočišném těle a nelze je nahradit jinou živinou, v živočišném těle jsou nepostradatelné pro vývoj embrya, růst mláďat a tvorbu svalů. Bílkoviny obsažené v zelené hmotě se liší od bílkovin obsažených v semenech. V zelené hmotě se rovněž vyskytují dusíkaté látky nebičkovinné povahy. V zelených rostlinách se pohybuje podíl nebičkovinného dusíku v závislosti na vegetačním stadiu do 50 % z celkového obsahu dusíkatých látek (KOVÁČ 1989).

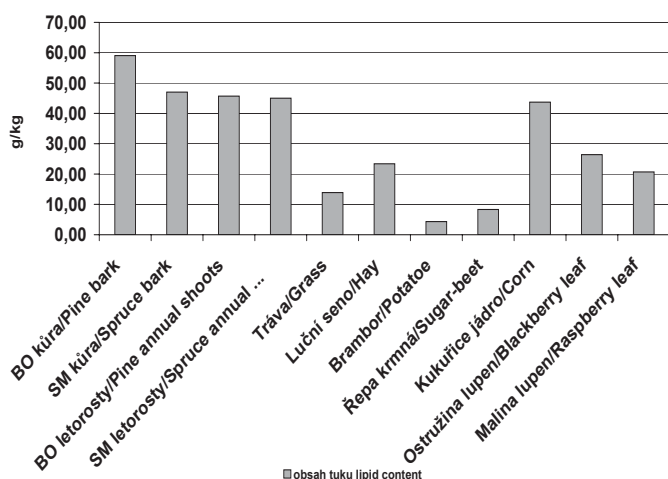
Lipidy jsou přítomny jak v rostlinných, tak i živočišných organismech. Jejich význam je jednak ve vysoké energetické hodnotě, jednak v nezastupitelných funkcích v metabolismu živočišných organismů. V letním období tvoří zvěř energetické zásoby pro překonání zimního nedostatku potravy, rozdílů rostou v závislosti na zeměpisné šířce a kontinentálnosti klimatu (MCEWAN 1968a). V živočišném organismu se lipidy nacházejí ve všech orgánech a tkáních. Tuk patří k nejkoncentrovanějším zdrojům energie pro zvěř. Tuk plní samozřejmě funkci termoizolační, chrání zvěř před zimou. Je složkou tělních substancí, např. nervů, míchy a kostí. V tuku jsou rozpustné vitamíny A, D, E, K.

Cukry tvoří většinou část podílu v hmotnosti sušiny rostlinných objemných krmiv. V živočišných organismech jejich výskyt naproti tomu nepřesahuje 2 % hmotnosti sušiny. Slouží především jako zdroj energie pro živé organismy. V živočišných organismech se přes Krebsův cyklus ukládají jako tuky, nebo mohou být zdrojem pro tvorbu složitějších metabolitů (např. aminokyselin).

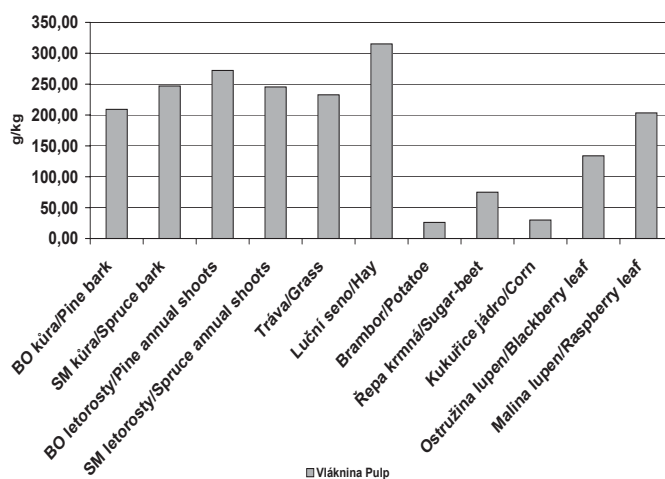
Vláknina představuje soubor těžko hydrolyzovatelných látek typu celulózy, hemicelulózy, ligninu, pentozanů a látek pektinových včetně suberinu a kutinu. Vláknina není tedy chemicky jednoznačně definovatelnou sloučeninou, nýbrž souborem řady látek. Vláknina i bezdusíkaté látky výtažkové představují krmivářské termíny.

Vápník je jedním z nejrozšířenějších prvků ve zvířecím organismu. V přírodě se vyskytuje nejčastěji ve formě nerozpustných uhličitánů, málorozpustných síranů a rozpustných hydrogenuhlíčitánů. Rozpustnost jednotlivých forem podmiňuje i jejich stravitelnost. V těle zvířete tvoří 1,4 - 2,4 % z celkové hmotnosti (LABUDA 1975). Nejvíce vápníku je uloženo v kostech, kde je uložen převážně ve formě uhličitánových a fosforečných solí a to v množství 97 - 99 % z celkového obsahu vápníku v těle. Dále je vápník součástí krve a mízy, protoplazmy všech buněk a mezibuněčné hmoty. Vápník se spolu s fosforem uplatňuje při mineralizaci kostí a zubů, je nezbytný pro svalovou kontrakci a správnou funkci bílkovin. Bohatě na vápník jsou játra, buňky bílých krvinek, nervové buňky mozku a buňky žláz. Deficit vápníku se projevuje především poruchami tvorby kostí.

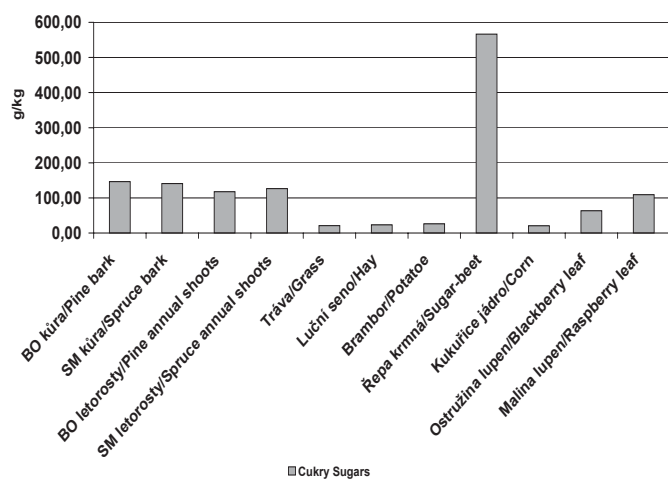
Fosfor nebo alespoň jeho převážná část je obsažena v kostech, zubech a paroží a to z 90 %, zbývajících 10 % je obsaženo v měkkých tělních tkáních. Menší množství je obsaženo i v tělních tekutinách. V krevním séru je podle ZÝKY (1972) obsaženo 1,6 mmol/l. V organismu zvířat je fosfor nezbytný pro stavbu kostry a pro látkový metabolismus. Stejně tak je nezbytný pro svalovou činnost. Správný



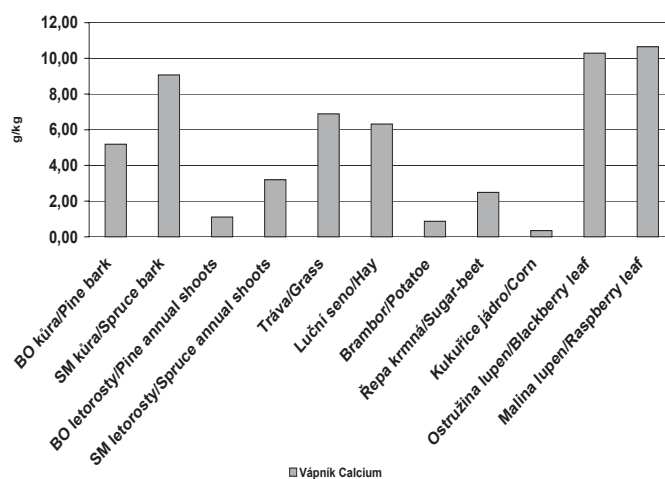
Obr. 1. Porovnání smrkové a borové kůry s vybranými druhy krmiv – obsah tuku
Comparison of spruce and pine bark with selected feeding – lipid content



Obr. 2. Porovnání smrkové a borové kůry s vybranými druhy krmiv – obsah vlákniny
Comparison of spruce and pine bark with selected feeding – pulp content



Obr. 3. Porovnání smrkové a borové kůry s vybranými druhy krmiv – obsah cukrů
Comparison of spruce and pine bark with selected feeding – sugar content



Obr. 4. Porovnání smrkové a borové kůry s vybranými druhy krmiv – obsah vápníku
Comparison of spruce and pine bark with selected feeding – calcium content

poměr vápníku a fosforu má významnou úlohu při využití fosforu. Při nedostatku nebo nadbytku vápníku se znemožňuje optimální využití fosforu (LABUDA 1975). Fosfor má důležitou úlohu při metabolismu bílkovin, tuků a cukrů. Vyšší je potřeba fosforu pro zvířata v období růstu. Rovněž vyšší obsah fosforu potřebuje samiči zvěř v době březosti. Deficit vede k opoždování pohlavního dospívání, poruchám ovariálního cyklu, zvýšení embryonální mortality, hubnutí.

Sodík je obsažen ve zvířecím organismu především v mezibuněčných tekutinách a pouze malý podíl je vázán v buňkách. Sodík je nejdůležitějším kationtem tělních tekutin. Ve zvířecím těle je obsaženo 0,2 % sodíku. Sodík se velmi snadno vstřebává a je krevním oběhem

přiváděn do všech orgánů těla. Asi 40 % sodíku je uloženo v kostech, ale sodík odtud není lehce mobilizovatelný. Draslík v potravě zvyšuje potřebu sodíku. Potřebu sodíku zvyšují rovněž ztráty chloridu sodného potem při vysokých teplotách a fyzické námaze. Hlavní význam sodíku tkví především v regulaci osmotického tlaku krve a udržování acidobazické rovnováhy v organismu. Nedostatek sodíku vyvolává poruchu plodnosti, třes ve svalech a pokles krevního tlaku. Dále snižuje využití bílkovin i energetických látek a retardaci růstu. Nadměrný příjem sodíku vyvolává poškození ledvin a jater, otoky a anemie.

Draslík je obsažen především v buňkách živočišného těla. Se stářím zvířat stoupá obsah draslíku v jednotlivých tkáních. Jeho podíl z těles-

né hmotnosti se pohybuje v rozmezí 0,20 - 0,25 %. Většina draslíku je uložena ve svalech, dále pak v játrech a dalších tkáních. Draslík je nutný pro normální metabolismus sacharidů a bílkovin i pro funkci některých enzymů. Hlavním zdrojem draslíku je potrava rostlinného původu.

Hořčíku je v organismu zvířat ve srovnání s vápníkem a fosforem podstatně méně a to 0,04 - 0,05 % živé hmotnosti. Z tohoto většina (60 - 70 %) je uložena v kostech a zubech. Hořčík je nezbytný pro tvorbu kostí, snižuje srážlivost krve a brání vzniku trombózy.

Z mikroprvků je v tomto příspěvku věnována pozornost kobaltu. Kobalt se vyskytuje ve všech živočišných tkáních a orgánech. Větší množství je obsaženo v nadledvinkách, štítné žláze, játrech, brzlíku, lymfatických žlázách v oblasti zažívacího traktu a pankreatu. Méně kobaltu je ve slezině, červené kostní dřeni a minimální množství ve svalech. U přežvýkavců je v předžaludcích využíván přítomnou mikroflórou. Zasahuje do metabolismu bílkovin, cukrů a minerálních látek.

VÝSLEDKY

Dusíkaté látky

Při srovnání vybraných druhů krmiv a smrkové a borové kůry je zastoupení dusíkatých látek od 119,00 g.kg⁻¹ u lupenu ostružiny až k nejnižší hodnotě 35,72 g.kg⁻¹ u borové kůry, smrková kůra obsahuje 36,35 g.kg⁻¹ dusíkatých látek.

Tuky

Množství tuku je v jednotlivých částech rostlin značně rozdílné. Nejvíce tuku je obsaženo v semenech olejnatých rostlin, nejméně tuku obsahují kořeny, hlízy apod. Nejmenší zastoupení tuku v námi zkoumané rostlinné potravě má brambor 4,34 g.kg⁻¹, největší zastoupení má kůra borovice 59,05 g.kg⁻¹ (viz obr. 1). Protože množství tuku se stanoví jako hmotnostní úbytek vzorku po extrakci petroleterem a v kůře se předpokládá i obsah pryskyřice, byly provedeny testy s čistou pryskyřicí smrku a borovice. Došlo se k tomuto výsledku: petroleter rozpustil 16 % borové pryskyřice a 92 % smrkové pryskyřice. Nebylo však k dispozici takové rozpouštědlo, které by odvodilo přesné zastoupení pryskyřice a tuku v kůře a proto nelze tyto výsledky použít jako směrodatné. Protože tuky jsou pro výživu zvěře velice důležitý faktor, vidíme nutnost v další práci pokračovat.

Popel

Nejmenší zastoupení popele má tráva - 14,90 g.kg⁻¹, největší krmná řepa - 91,63 g.kg⁻¹. Smrková kůra obsahuje - 43,14 g.kg⁻¹ a borová kůra - 38,25 g.kg⁻¹.

Cukry

Nejmenší zastoupení cukrů je v jádře kukuřice - 20,70 g.kg⁻¹, nejvíce cukrů má krmná řepa - 566,44 g.kg⁻¹. Druhé největší zastoupení má kůra borovice - 146,57 g.kg⁻¹, následuje kůra smrku - 140,85 g.kg⁻¹. Velmi vysoký obsah mají i letorosty smrku a borovice - 126,31 a 117,70 g.kg⁻¹ (viz obr. 3).

Vláknina

Množství vlákniny obsažené ve vybraných druzích přirozené potravy a krmiv je značně proměnlivé. Zatímco nejmenší zastoupení vlákniny má brambor - 26,04 g.kg⁻¹, největší zastoupení má luční seno - 315,19 g.kg⁻¹, což je více jak dvanásťnásobek hodnoty bramboru. Smrková kůra obsahuje - 246,99 g.kg⁻¹ a borová kůra - 209,15 g.kg⁻¹; obě tyto hodnoty patří k nejvyšším a jsou srovnatelné se senem,

či trávou (viz obr. 2). U starších rostlin se snižuje výživná hodnota hrubé vlákniny v důsledku prostoupení buněčných stěn. Z dlouhodobého výzkumu se potvrdilo, že obsah vlákniny stoupal se stářím stromu.

BNLV – bezdusíkaté látky

Zastoupení těchto látek je u všech sledovaných druhů značně vyrovnané. Nejmenší zastoupení má luční seno - 477,36 g.kg⁻¹, největší zastoupení má brambor - 824,60 g.kg⁻¹. Borová kůra obsahuje - 655,43 g.kg⁻¹, smrková kůra - 630,69 g.kg⁻¹.

Vápník

Nejmenší zastoupení vápníku je u kukuřice (jádro) - 0,35 g.kg⁻¹, největší obsah má lupen maliniku - 10,65 g.kg⁻¹. Smrková kůra má třetí největší zastoupení a to - 9,07 g.kg⁻¹, borová kůra obsahuje - 5,19 g.kg⁻¹. Výsledky jsou graficky prezentovány na obrázku 4.

Fosfor

Nejmenší zastoupení fosforu je ve smrkové kůře - 0,60 g.kg⁻¹, největší zastoupení má krmná řepa - 3,33 g.kg⁻¹. Borová kůra obsahuje - 0,64 g.kg⁻¹.

Hořčík

Ze sledovaných druhů má nejmenší obsah hořčíku borová kůra - 0,68 g.kg⁻¹, největší obsah má lupen maliniku - 3,40 g.kg⁻¹. Smrková kůra obsahuje - 0,72 g.kg⁻¹.

Draslík

Nejmenší zastoupení draslíku má borová kůra - 2,47 g.kg⁻¹, největší zastoupení bylo dosaženo v krmné řepě - 29,98 g.kg⁻¹. Smrková kůra obsahuje - 2,82 g.kg⁻¹.

Sodík

Nejnižší zastoupení sodíku má lupen ostružiny - 0,03 g.kg⁻¹, nejvyšší obsah má krmná řepa - 7,49 g.kg⁻¹. Smrková kůra obsahuje 0,09 g.kg⁻¹, borová kůra 0,08 g.kg⁻¹.

Kobalt

Nejmenší zastoupení kobaltu je v jádře kukuřice - 0,02 g.kg⁻¹, největší obsah má tráva - 0,21 g.kg⁻¹. Obsah kobaltu v kůře smrku je - 0,10 g.kg⁻¹, a v kůře borovice - 0,07 g.kg⁻¹. V těle zvěře jsou obsaženy i další mikroprvky jako železo, zinek, jód, měď, mangan, bór, molybden a další, na ty tento výzkum zaměřen nebyl.

Sumarizace všech výsledků je zobrazena v tabulce 1.

DISKUSE A ZÁVĚR

Volně žijící zvěř si musí za svého života zajistit všechny potřebné živiny v dostatečném množství a optimálním poměru, tedy nejen dostatek živin kalorických - bílkovin, tuků a sacharidů, ale i dostatek nekalorických živin - vody, vitaminů a minerálních látek. Výsledky měření chemických látek, makro a mikroprvků v kůře smrku ztepilého a borovice lesní přinesly zajímavá srovnání s jinými druhy přirozené potravy a krmiv. Porovnání bylo provedeno s cílem určit, jaké složení obsahují části dřevin poškozované v důsledku ohryzu kůry a jaké látky tedy zvěř získává příjmem takové potravy. V této souvislosti je třeba zmínit, že zvěř často přijímá kůru při dispeptických potížích. Konzumace této potravy, obsahující tanin, jí značně ulevuje, zejména v jarním období při nadbytku mladé píce bohaté na bílkoviny může dojít k překyselení obsahu bachoru.

Po zhodnocení všech vybraných látek a prvků z borové a smrkové kůry a porovnání těchto hodnot s vybranými druhy krmiv dostáváme následující výsledek:

- Zastoupení prvků - fosfor, hořčík, draslík a sodík mají menší obsah v borové a smrkové kůře než vybrané druhy přirozené potravy a vybrané druhy krmiv.
- Skupina látek a prvků - popel, vláknina, BNLV - bezdusíkaté látky, vápník a kobalt mají srovnatelné zastoupení v borové a smrkové kůře jako vybrané druhy přirozené potravy a vybraných krmiv.
- Cukry - zdroj energie je několikrát větší v borové a smrkové kůře než u kvalitních krmiv, zastoupení cukrů v smrkových a borových letorostech má podobné hodnoty jako obsah cukrů v kůře. V porovnání s krmnou řepou byly však vcelku logicky naměřeny hodnoty asi pětkrát menší.

Složení dalších druhů přirozené potravy se bude lišit s ohledem na zkoumanou lokalitu. Další jehličnaté dřeviny, např. jedle bělokorá, se vyznačují vysokou mírou okusu a proto by bylo vhodné získané výsledky doplnit dalšími chemickými rozborů v jiných lokalitách a případně i na jiných dřevinách.

LITERATURA

- HYVÄRINEN H., HELLE T., VÄYRYNEN R. 1975. Seasonal and nutritional effects on serum proteins and urea concentration in the reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.). Br. J. Nutr., 33: 63-72.
- KATRENIÁK J. 1990. Porovnanie výživnej hodnoty prežúvavcami najviac konzumovaných rastlín v srnčích chovných oblastiach s poľnohospodárskymi krmovinami. Folia venatoria, 20: 17-25.
- KLEIN D. R., SCHONHEYDER F. 1970. Variation in ruminal nitrogen level among some cervidae. Can. J. Zool., 48: 1437-1442.
- KOVÁČ M. et al. 1989. Výživa a krmenie hospodárskych zvierat. Bratislava, Príroda: 522 s.
- LABUDA J. et al. 1975. Výživa a krmenie hospodárskych zvierat. Bratislava, Príroda: 529 s.
- LATHAM J., STAINES B. W., GORMAN M. L. 1999. Comparative feeding ecology of red (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) in Scottish plantation forests. Journal of Zoology, 247: 409-418.
- MCEWAN E. H. 1968a. Growth and development of the barren-ground caribou. II: Postnatal growth rates. Can. J. Zool., 46: 1023-1029.
- MCEWAN E. H. 1968b. Hematological studies of barren-ground caribou. Can. J. Zool., 46: 1031-1036.
- MOSS R. 1975. Different roles of nutrition in domestic and wild game birds and other animals. Proceedings of the Nutrition Society, 34: 95-100.
- PÉREZ-BARBERÍA F. J., GORDON I. J. 1998. The influence of molar occlusal surface area on the voluntary intake, digestion, chewing behaviour and diet selection of red deer (*Cervus elaphus*). Journal of Zoology, 245: 307-316.
- SEDLÁŘ O. 1997. Ještě jednou o srnčí zvěři. Myslivost, 45/8: 12-15.
- SVATOŠ I. 1995. Možnosti využití vršky úzkolisté pro výživu jelení zvěře. In: Jelení zvěř. Žďár nad Sázavou: 38-42.
- VODŇANSKÝ M., SZAKÁCS J., CHOVANEC J. 1998. Fyziologie výživy a problematika zimního krmení srnčí zvěře. In: Chov srnčej zveri na Slovensku. Levice: 53-59.
- VODŇANSKÝ M., RAJSKÝ M., HELL P., SLAMEČKA J. 2006. Einfluss der zeitbegrenzten Futteraufnahme auf die Intensität der Sommerschäle des Rotwildes (*Cervus elaphus*) in experimentellen Bedingungen. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, 31: 159-165.
- Vyhlaška Ministerstva zemědělství č. 124/2001 Sb. In: Věstník ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského – Metody laboratorního zkoušení krmiv, Ročník IV., 2005
- ZÁMEK L. 1998. Krmiva pro srnčí zvěř. Myslivost, 46/9: 8-9.
- ZEMAN L. 1991. Katalog krmiv. Lysice, Michel: 532 s.
- ZÝKA J. 1972. Analytická příručka. Praha, SNTL: 1037 s.

ANNUAL SHOOTS AND TREE BARK AS ALTERNATIVE SOURCE OF FEEDING FOR CLOVEN HOOFED GAME

SUMMARY

The chemical analysis of spruce and pine bark and annual shoots as well as of other sorts of natural feeding was carried out. In order to describe the similarities or differences in the content of selected chemical substances and nutrients, measured values were related to maize cores, sugar beet, potatoes, hay, grass and raspberry and blackberry leaves. The research was situated in forest stands in the southern part of Bohemian and Moravian Upland in the Czech Republic. For this area high densities of cloven-hoofed game are typical. Elevation ranges from 420 to 700 meters above sea level, average annual temperature is 7 °C. The red deer, mouflon, roe deer and wild boar are active here during the whole year. This locality gives convenient conditions for wild animals due to low tourism, no large cities and no busy roads in the surroundings. Hoofed game is able to find enough quiet sites; during ingestion wild game is not disturbed.

Free-ranging game has to ingest sufficient amount of all necessary nutrients during its life. Annual spruce and pine shoots are very rich in nutrients and elements; they are important energy source for hoofed game. We tried to estimate the content of selected nutrients and elements in the bark browsed by the hoofed game. Hereby we are able to estimate the amount of nutrients and elements received by the game in the bark and its importance for the feeding capacity of the whole area. Through comparison we came to following results: phosphorus, potassium, magnesium and sodium contents in pine and spruce bark were lower than in natural food and feeding. Ash matter, nitrogen free substances, pulp, calcium and cobalt show the same content in spruce and pine bark in comparison with investigated feeding and natural food. Pine and spruce bark is much richer in sugar content than artificial feeding. Comparative values were also recorded for annual tree shoots.

We came to conclusion that spruce and pine bark is similar to some superior feedstuff with regard to volume of some substances and elements. Chemical analysis of pine and spruce bark has shown that this bark is of the same composition having certain chemical substances and nutrients like selected natural food and feeding.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Doc. Ing. V. Malík, Ph.D., Školní lesní podnik
Nám. Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy, Česká republika
tel.: 321 697 140; e-mail: malik@slp.cz

ROZDÍL V OBSAHU CHEMICKÝCH LÁTEK A PRVKŮ V KŮŘE POŠKOZENÉ OHRYZEM A LOUPÁNÍM SPÁRKATOU ZVĚŘÍ U SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* /L./ KARST.) A BOROVICE LESNÍ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

DIFFERENCIES IN THE CONTENT OF CHEMICAL SUBSTANCES AND ELEMENTS IN NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* /L./ KARST.) AND SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) BARK DAMAGED BY HOOFED GAME

VÁCLAV MALÍK - PAVEL KARNET

ČZU ŠLP Kostelec nad Černými lesy

ABSTRACT

This article deals with the content of selected micro- and macronutrients in spruce and pine bark. We also investigated the difference in chemical content between intact bark and bark damaged by hoofed game. Two localities in South Bohemia were chosen for the research – shooting area Lužánky and Červený jelen, situated close to Jindřichův Hradec, where cloven-hoofed game injures trees by bark stripping and browsing. The objective of presented contribution is to publish results of chemical bark analysis with respect to investigated nitrogen substances, lipids, nitrogen free substances, nitrates, ash matter, pulp, sugars, calcium, phosphorus, magnesium, potassium, sodium and cobalt. Trees damaged by browsing of big game labour with diverse kind of decay. The penetration of infection is often lethal - many kinds of fungi cause the wood to become discoloured or to rot. Differences in content of substances and elements between healthy and damaged trees were recorded.

Klíčová slova: ohryz, kůra, živiny, škody zvěří

Key words: browsing, bark, nutrient, hoofed game-damage

ÚVOD

Cílem předkládané práce je kvantifikace rozdílu v obsahu chemických látek a prvků mezi zdravou kůrou smrku ztepilého a borovice lesní a mezi kůrou, která byla poškozena ohryzem spárkatou zvěří. Škody způsobené ohryzem a loupáním zvěře na lesních dřevinách patří mezi nejzávažnější problémy, se kterými se v lesnickém sektoru musíme potýkat. Problematice ochrany před škodami působenými zvěří se věnují speciální monografie, např. ŠVARC et al. (1981) či PRIEN (1997). Rozsah škod zvěří zkoumal v souvislosti s dostupností potravy během dne např. VODŇANSKÝ (2001), rozsahem poškození způsobeného jelení zvěří se zabýval WELCH et al. (1988), ROEDER (1971). Vztahy mezi rozvojem porostů a pohybem jelení a srnčí zvěře popsal ve svém modelu FORGRA JORRITSMAN et al. (1999). Možnosti snížení škod způsobených zvěří z pohledu naší myslivosti uvádějí HROMAS (1989, 1995), HUSÁK (1995), MLČOUŠEK (1995) a PLAŇANSKÝ (1995). Převážná většina prací různých autorů, jež se zabývají důsledky okusu dřevin zvěří, vychází většinou z poznatků švýcarského profesora Eiberleho, který se věnoval problému škod působených zvěří, odvozoval únosné zatížení lesních ekosystémů zvěří zejména v 70. a 80. letech minulého století a vytvořil metodu sledování vývoje porostu zatíženého okusem dřevin, o jejíž modifikaci se pokoušejí zejména švýcařští lesníci ODERMATT (1996) a RÜGG (1995). V Rakousku se škodami zvěří zabývali např. REIMOSER a SUCHANT (1992). Poškození kůry ohryzem nebo loupáním je potenciálním místem pro vnik houbové infekce a ve svém důsledku snižuje kvalitu dřeva a tím i finanční zhodnocení. Kvantifikací objemových a finančních

ztrát na produkci dřeva v souvislosti s napadením hnilobou se zabýval např. ČERMÁK et al. (2004). Zjistil, že průměrné hektarové objemové ztráty způsobené hnilobou s rostoucím věkem stouply od 12,2 m³ ha⁻¹ ve druhé věkové třídě ke 48 m³ ha⁻¹ v páté věkové třídě.

METODIKA

Pro účely sledování a evidování vzniklých škod byly vybrány dvě lokality: honitba Lužánky na LS Český Rudolec a honitba Červený jelen na LS Jindřichův Hradec. Honitba Lužánky se nachází v jižním cípu Českomoravské vrchoviny. Novobystřická vrchovina tvoří jádro celého území honitby. Nadmožská výška se pohybuje od 600 do 730 m n. m., průměrná roční teplota je 6,0 °C. Hlavní část honitby je tvořena vegetačním stupněm 6 smrko-bukovým. Z lesních typů jsou nejvíce zastoupeny 6P2 - kyselá smrková jedlina metlicová na oglejených plochých úžlabinách a plošinách, 6K1 - kyselá smrková bučina metlicová na náhorních plošinách a mírných svazích a 6O1 - svěží smrková jedlina šřavelová na oglejených úžlabinách. Převládající dřevinou je smrk, který pokrývá 75 % plochy, z listnáčů má největší zastoupení buk - 2 %. V honitbě se celoročně vyskytuje zvěř jelení, mufloní, srnčí a zvěř černá. Skutečné stavy jelení zvěře se v oblasti Novobystřicka pohybovaly okolo 40 kusů a vykazovaný odstřel byl v průměru 20 kusů ročně. Honitba Červený jelen se nachází v nadmožské výšce od 420 do 460 m n. m. a průměrná roční teplota vzduchu je 7,8 °C. Z lesních typů jsou nejvíce zastoupeny 0G1 - podmačený smrkový bor bezkolencový na mokřích pís-

cích, OP2 - kyselý jedlodubový bor třetinový na písčích s jílovitými spodinami a OK7 - kyselý bor borůvkový na písčích. Převládající dřevinou je borovice lesní 70 %, smrk zaujímá 20 %, z listnáčů má největší zastoupení dub 3%.

S cílem co nej přesněji porovnat pohyb živin v kůře dřevin (smrk ztepilý a borovice lesní) poškozených ohryzem během celé sezony byly vzorky odebírány průběžně 12krát za rok po dobu dvou let a kontrolní měření proběhlo ještě po 8 letech od započetí pokusu. Vlastní pokus započal odběrem prvních vzorků v měsíci březnu 1997 a byl ukončen v únoru 2007.

Při výběru vlastních porostů bylo určujícím kritériem zastoupení dřevin, stáří porostu, předešlé a současné škody zvěří, velikost porostu (> 0,5 ha) a trvalý výskyt všech druhů zvěře žijících v zadané oblasti. Výběr se omezil na lokality, které jsou co nejméně rušeny (turistické oblasti, frekventované cesty, blízkost trvale obydlených zón apod.). Tímto způsobem bylo vybráno pro vlastní pokus po čtyřech porostech v každé honitbě.

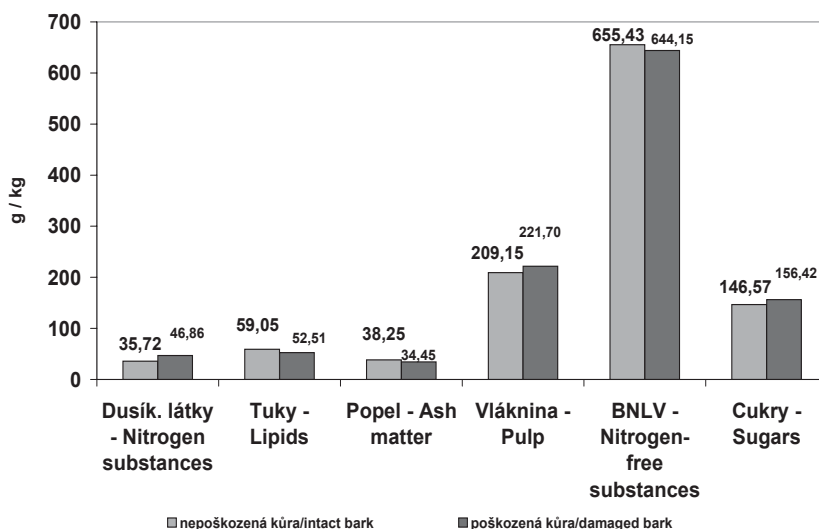
Vlastnímu odběru vzorku předcházelo zjištění, v jaké výšce jsou stromy zvěří poškozovány. Toto zjištění bylo velmi důležité, protože s výškou stromu se mění chemické složení vzorku. Po provedeném měření poškozených stromů byla určena výška pro odběr vzorků 1,4 - 1,6 m od paty kmene. Vlastní odebírání kůry bylo prováděno speciálně upraveným loupákem tak, aby se odběr kůry co nejvíce podobal skutečnému ohryzu a ve vlastním vzorku bylo obsaženo vše, co ohryzem odebírá zvěř. Vzorky do celkové váhy 300 g byly odebírány ze stromů poškozených a pro možné porovnání také ze stromů nepoškozených. Všechny poškozené stromy v daném měsíci byly označeny, aby při další kontrole a odběru nemohlo dojít k odběru kůry ze stejných stromů. Při odběru vzorků ze zdravých stromů bylo přihlédnuto k tomu, aby se zdraví jedinci v taxačních charakteristikách co nejvíce blížili poškozeným a zároveň aby odběrem vzorku nevzniklo následné trvalé poškození porostu při jeho dalším vývoji.

K rozborům a dalšímu popisu byly vybrány jako hlavní tyto látky: dusíkaté látky, tuky, bezdusíkaté látky - BNLV, dusičnany, popel, vláknina a cukry. Z makroelementů - základní minerální látky: vápník, fosfor, hořčík, draslík, sodík a jako mikroelementy - stopové prvky: kobalt. Popel se stanovil váž-

kově jako zbytek po dokonalém spálení organických látek při 550 °C do konstantní hmotnosti, tuk se stanovil jako hmotnostní úbytek vzorku po extrakci petroléterem, cukry se vyextrahovaly z rostlinného materiálu etanolem, po převedení do vodného roztoku se stanovily manganometricky, vláknina byla odvozena oxidační hydrolyzou. Z fosfomolybdenanového komplexu se fotometricky stanovoval fosfor, další prvky se stanovily atomovou absorbní spektrofotometrií. Dusičnany se stanovily ve výluhu potenciometrií, iontově selektivní elektrodou.

VÝSLEDKY

Výsledky rozboru ukázaly, že jsou významné rozdíly v obsahu látek a prvků mezi kůrou smrku ztepilého a borovice lesní. Smrková kůra obsahovala v mladším věku v průměru o 37,84 g kg⁻¹ více vlákniny a o 4,89 g kg⁻¹ více popela. Smrková kůra významně převyšovala borovou i s ohledem na množství obsaženého vápníku (o 3,88 g kg⁻¹).



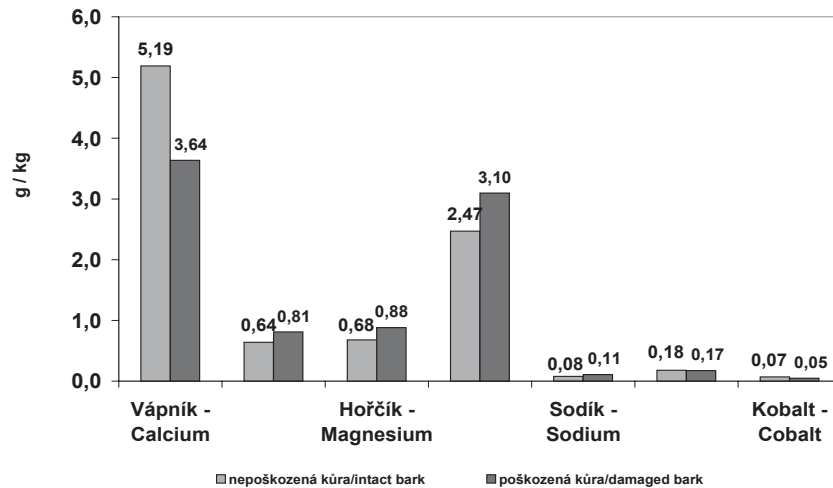
Obr. 1.

Porovnání obsahu vybraných živin v kůře borovice lesní poškozené a nepoškozené ohryzem daňčí zvěří
Differences in nutrient content between healthy pine bark and bark browsed by fallow deer

Tab. 1.

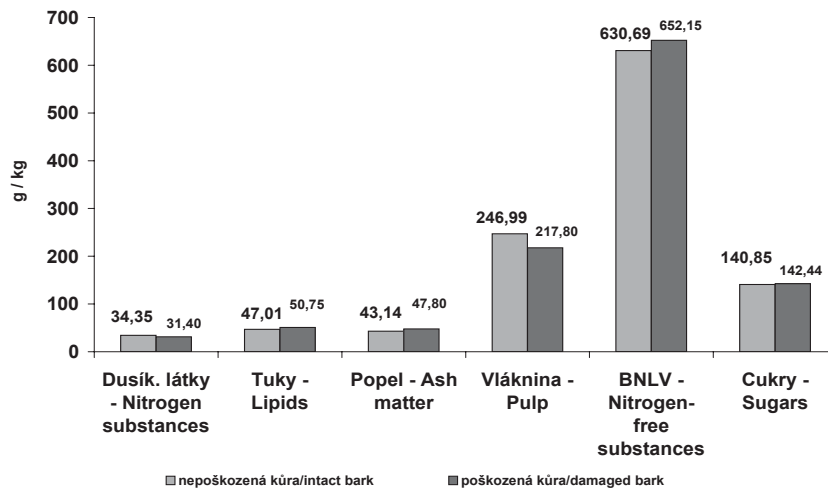
Porovnání hodnot obsahu chemických látek a prvků v kůře smrku a borovice po 8 letech od započetí pokusu
Comparison of nutrient content in spruce and pine bark after 8 years since the research beginning

Zdroj/Source	Rok/Year	Dus. látky/ Nitrogen substances	Tuky/ Lipids	Popel/ Ash matter	Vláknina/ Pulp	BNLV/ Nitrogen free s.	Ca	P	Mg	K	Na	Co	Cukry/ Sugars
borovice kůra/ pine bark	1998	35,72	59,05	38,25	209,15	655,40	5,19	0,64	0,68	2,47	0,08	0,07	146,57
borovice kůra/ pine bark	2006	36,71	27,46	26,22	352,33	557,27	5,44	0,91	1,33	2,76	0,07	0,00	111,17
smrk kůra/ spruce bark	1998	36,35	47,01	43,14	246,99	630,70	9,07	0,60	0,72	2,82	0,09	0,10	140,85
smrk kůra/ spruce bark	2006	33,37	50,45	39,13	282,03	595,02	9,70	0,76	1,05	2,75	0,06	0,00	116,21



Obr. 2.

Porovnání obsahu vybraných látek a prvků v kůře borovice poškozené a nepoškozené ohryzem daňčí zvěří
Differences in nutrient content between healthy pine bark and bark browsed by fallow deer



Obr. 3.

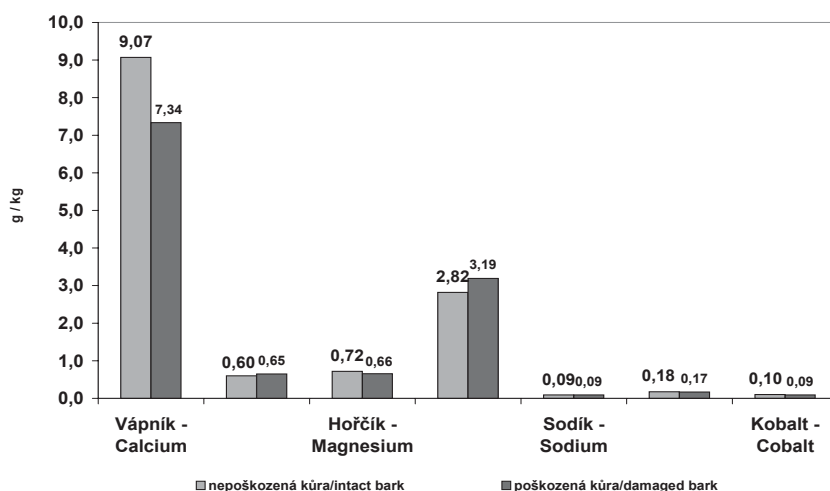
Porovnání obsahu vybraných živin v kůře smrku poškozené a nepoškozené ohryzem jelení zvěří
Differences in nutrient content between healthy spruce bark and bark browsed by red deer

Rozdíly v obsahu vybraných látek a prvků v kůře jsou patrné i mezi poškozenou a nepoškozenou kůrou stromů. Ze zjištěných údajů vyplývá, že poškozené borové porosty jsou bohatší na některé látky než nepoškozené. Jedná se o dusíkaté látky, kde je vyšší zastoupení o 11,14 g kg⁻¹, o vlákninu, která má větší hodnotu o 12,55 g kg⁻¹, cukry mají větší hodnotu o 9,85 g kg⁻¹, fosfor o 0,17 g kg⁻¹, hořčíku je více u poškozených porostů o 0,20 g kg⁻¹, draslíku více o 0,63 g kg⁻¹, sodíku více o 0,03 g kg⁻¹. Opačný poměr je u tuku, kterého je v kůře poškozených porostů méně o 6,54 g kg⁻¹, popel má nižší zastoupení o 3,8 g kg⁻¹, BNLV nižší zastoupení o 11,28 g kg⁻¹, vápníku je méně o 1,55 g kg⁻¹, NO₃ je méně o 0,01 g kg⁻¹ a kobaltu je méně o 0,02 g kg⁻¹. U smrku mají větší zastoupení v poškozené kůře následující látky. Tuku je více o 3,74 g kg⁻¹, popelu je více o 4,66 g kg⁻¹, BNLV je více o 21,46 g kg⁻¹, cukru více o 1,59 g kg⁻¹, fosforu více o 0,05 g kg⁻¹, draslíku je více o 0,37 g kg⁻¹ a sodík má stejné zastoupení jak u poškozených i nepoškozených vzorků 0,09 g kg⁻¹.

Nižší zastoupení má naopak vláknina, kde je o 29,19 g kg⁻¹ méně, dusíkatých látek je méně o 2,95 g kg⁻¹, vápníku méně o 1,73 g kg⁻¹, hořčíku je méně o 0,06 g kg⁻¹, NO₃ má menší zastoupení o 0,01 g kg⁻¹, stejný rozdíl je i u kobaltu 0,01 g kg⁻¹.

DISKUSE A ZÁVĚR

Různé druhy dřevin, i když rostou na stejných půdách v rámci stejných stanovištních podmínek, vykazují rozdíly v obsahu prvků. Touto problematikou se zabýval např. HAGEN-THORN a STJERNQUIST (2005). Naše výsledky ukázaly, že smrková a borová kůra se od sebe v obsahu látek a prvků liší. Smrková kůra obsahovala více vlákniny, popela, draslíku, přičemž významně převyšovala borovou kůru i s ohledem na množství obsaženého vápníku.



Obr. 4.

Porovnání obsahu vybraných látek a prvků v kůře smrku poškozené a nepoškozené ohryzem jelení zvěří
Differences in nutrient content between healthy spruce bark and bark browsed by red deer

Co se týče porovnání obsahu chemických látek a prvků mezi poškozenými a nepoškozenými dřevinami, lze shrnout, že pouze draslík, fosfor a cukry jsou v kůře obou poškozovaných dřevin více zastoupené než u dřevin nepoškozených. Při opačném porovnání pouze vápník a kobalt jsou méně zastoupené v kůře v rámci obou poškozovaných porostů.

Po osmi letech od započetí pokusu byly v porostech opět odebrány vzorky pro chemický rozbor. Výsledky jsou sumarizovány v tabulce 1. V průběhu stárnutí došlo ke zvýšení obsahu vlákniny, vápníku, fosforu, hořčíku a k poklesu obsahu cukrů.

V tabulce 2 jsou pro srovnání uvedeny hodnoty obsahů látek v kůře od více autorů. Předložené údaje nutno brát pouze jako orientační a mít na zřeteli, že se jejich obsah silně mění nejen se stářím stromu, ale i během vegetačního období. Stejně tak je třeba mít na paměti, že obsah látek v kůře stromu je do jisté míry závislý i na zdravotním stavu jedince, stanovišti a dalších biotických a abiotických vlivech. A samozřejmě i metodika zjišťování obsahu chemických látek může ovlivnit konečný výsledek zkoušky.

Tab. 2.

Vybrané hodnoty obsahu chemických látek v kůře borovice a smrku, porovnání s jinými autory
Selected values of the content of chemical substances in pine and spruce bark, comparison with other authors

Kůra/Bark	Sušina/ Dry matter	Voda/ Water	Dusíkaté látky/ N-subst.	Vláknina/ Pulp	Tuk/ Lipid	Popel/Ash matter	Cukry/ Sugars	Ca	P	Mg	Na	K	Autor/ Author
smrk/ spruce	-	-	36,35	246,99	47,01	43,14	-	9,07	0,60	0,72	0,09	2,82	
smrk/ spruce 07. 06.	426,02	573,98	14,75	97,95	14,00	10,21	39,33	2,86	0,26	0,32	0,02	1,11	VODŇANSKÝ et al. 2006
Smrk/ Spruce 14. 07.	385,38	614,62	15,21	98,64	14,16	10,87	46,69	2,67	0,28	0,24	0,02	1,03	VODŇANSKÝ et al. 2006
smrk/spruce	-	-	-	-	-	-	-	6,1–7,4	0,41–0,62	0,44–0,68	-	2,5–2,9	RADEMA- CHER 2005
borovice/pine	-	-	35,72	209,15	59,05	38,25	-	5,19	0,64	0,68	0,08	2,47	
borovice/pine	-	-	-	-	-	-	-	6,6	0,31	0,44	-	1,3	RADEMACHER 2005

LITERATURA

- ČERMÁK P., GLOGAR J., JANKOVSKÝ L. 2004. Damage by deer barking and browsing and subsequent rots in Norway spruce stands of Forest Range Mořkov, Forest District Frenštát p. R. (the Beskids Protected Landscape Area). *Journal of Forest Science*, 50: 24-30.
- HAGEN-THORN A., STJERNQUIST, I. 2005. Micronutrient levels in some temperate European tree species: comparative field study. *Trees*, 19: 572-579.
- HROMAS J. 1989. Úprava rozptýlené krajinné zeleně pro chov zvěře. Závěrečná zpráva. Brno, VŠZ.
- HROMAS J. 1995. Myslivecké možnosti ovlivnění škod zvěří na lese. In: Škody zvěří a jejich řešení. Brno, MZLU: 45-48.
- HUSÁK F. 1995. Škody zvěří z pohledu dnešní myslivosti. In: Škody zvěří a jejich řešení. Brno, MZLU: 89-92.
- JORRITSMA I. T. M., VAN HEES A. F. M., MOHREN G. M. J. 1999. Forest development in relation to ungulate grazing: a modeling approach. *Forest Ecol. Manage.*, 120: 23-34.
- MLČOŠEK J. 1995. Příčiny škod zvěří na lese a možnosti je ovlivňovat. In: Škody zvěří, jejich příčiny a prevence. Zlaté Hory: 201-223.
- ODERMATT O. 1996. Zur Bewertung von Wildverbiss - Die „Methode Eiberle“. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 147: 177-201.
- PLAŇANSKÝ K. 1995. Řešení škod zvěří z pohledu mysliveckého hospodáře. In: Škody zvěří a jejich řešení. Brno, MZLU: 63-66.
- PRIEN S. 1997. Wildschäden im Wald: Ökologische Grundlagen und integrierte Schutzmaßnahmen. Berlin, Parey Buchverlag: 257 s.
- RADEMACHER P. 2005. Náhrelementgehalte in den Kompartimenten wichtiger Wirtschaftsbaumarten und deren Bedeutung für die Reststoffverwertung. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 63: 285-296.
- REIMOSER F., SUCHANT R. 1992. Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. *Allg. Forst- und Jagdzeitschr.*, 163: 27-31.
- ROEDER A. 1971. The effect of deer barking on spruce: surprising results. *Allg. Forstz.*, 26: 907-909.
- RÜGG D. 1995. Wildschadenverhütungskonzept des Kanton Glarus, Direktion für Landwirtschaft, Wald und Umwelt, Kt. Glarus, s. 58.
- ŠVARC J. et al. 1981. Ochrana proti škodám působeným zvěří. Praha, SZN: 146 s.
- VODŇANSKÝ M. 2001. Vliv narušení potravního cyklu zvěře na vznik a rozsah škod loupáním a ohryzem. *Myslivost*, 10: 22-23.
- VODŇANSKÝ M., RAJSKÝ M., HELL P., SLAMEČKA J. 2006. Einfluss der zeitbegrenzten Futteraufnahme auf die Intensität der Sommerhäutung des Rotwildes (*Cervus elaphus*) in experimentellen Bedingungen. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 31: 159-165.
- WELCH D., STAINES B. W., SCOTT D., CATT D. C. 1988. Bark stripping damage by red deer in a sitka spruce forest in Western Scotland. *Forestry*, 61: 245-254.

DIFFERENCIES IN THE CONTENT OF CHEMICAL SUBSTANCES AND ELEMENTS IN NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* /L./ KARST.) AND SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) BARK DAMAGED BY HOOFED GAME

SUMMARY

The derivation of differences in nutrient content between intact and damaged pine and spruce bark is the main objective of this article. For such an investigation two localities in South Bohemia were chosen. Both hunting districts show high game stock and trees are significantly damaged by browsing and bark stripping. The shooting area „Červený Jelen“ was used for the appraisal of trees damaged by fallow deer and the hunting ground „Lužánky“ for an investigation of trees damaged by red deer browsing. Damages caused to standing trees by hoofed game play an important role in timber production. Trees damaged by browsing or bark stripping are open to fungal attack, what significantly decreases timber value due to enlarging rot.

The research is focused on determination of following substances and elements - nitrogen substances, lipids, ash matter, sugars, calcium, phosphorus, magnesium, potassium, nitrates, sodium and cobalt. Samples of spruce and pine bark from damaged trees had been collected in selected stands since 1997. For making a comparison, samples from undamaged trees were also taken within the same stands. Bark samples were taken in the same way in which game animals injure tree bark to get specimens of similar quality. The content of nutrient is floating depending on height, in which samples are peeled off. For this reason bark was stripped at the height of 1.4 - 1.6 m above ground. In total, 62 samples of spruce and pine bark were collected. After chemical analysis 767 values were evaluated.

Results show that the bark from the trees damaged by browsing contains more phosphorus, potassium and sugar than the intact one. The presence of certain chemical substances and elements in the bark can be considered as a factor influencing the probability of future damage on the tree.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Doc. Ing. V. Malík, Ph.D., Školní lesní podnik
Nám. Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy, Česká republika
tel.: 321 697 140; e-mail: malik@slp.cz

INTERAKTIVNÍ STATISTICKÁ ANALÝZA V OBORU PĚSTOVÁNÍ LESA - I. VYHODNOCENÍ JEDNOROZMĚRNÝCH DAT

COMPUTER-ASSISTED STATISTICAL ANALYSIS IN SILVICULTURE - I. UNIVARIATE DATA TREATMENT

DAVID DUŠEK¹⁾ - MILAN MELOUN²⁾ - JIŘÍ NOVÁK¹⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

²⁾Univerzita Pardubice, Katedra analytické chemie, Pardubice

ABSTRACT

Forest research should be based on the computer-assisted statistical data analysis. At present, a progress of both new methods and software provides full service for researcher. This paper is focused on a detailed description of the computerized interactive statistical analysis of an one-dimensional data. Application of these methods is demonstrated on two examples (large and small sample) from a silvicultural discipline. A special attention is paid to the exploratory data analysis. From the results it can be concluded, that Box-Cox transformation and following calculation of re-transformed mean was suitable procedure for asymmetrically distributed data in a case of large sample. Concerning small sample, the Horn procedure leads to correct results in comparison with classical methods. Therefore, we suppose wide scope of activity of both techniques in a silvicultural discipline.

Klíčová slova: průzkumová analýza dat, analýza jednorozměrných dat, Hornův postup, pěstování lesa
Key words: exploratory data analysis, analysis of one-dimensional data, Horn procedure, silviculture

ÚVOD

S rozvojem výpočetní techniky a dostupného softwaru pro osobní počítače vzrůstá uplatnění matematicko-statistických metod v lesnickém výzkumu i lesnické praxi. Statistické metody v lesnictví začal ve 20. letech minulého století jako první ve střední Evropě systematicky používat prof. Alexandr Leporský (LEPORSKÝ 1953). V dalším období vznikla řada učebních textů pro tento obor jak tuzemských (např. STONE 1963, ŠMELKO, WOLF 1977, DRÁPELA, ZACH 1996, 1999, DRÁPELA 2000), tak i zahraničních (např. PRODAN 1961, KOZAK et al. 2008). V dobách před masovým uplatněním počítačů byl výzkumník zpravidla odkázán na jednoduché aproximativní postupy, často bez ověřování základních předpokladů použitých metod. Dnes umožňuje moderní výpočetní technika interaktivní statistickou analýzu dat za pomoci rigorózních matematických postupů.

Článek je zaměřen na popis a příkladně použití moderních metod počítačově orientované interaktivní statistické analýzy jednorozměrných dat, použitelné především v lesnickém výzkumu, konkrétně v oboru pěstování lesa. Zvláštní pozornost je zde věnována průzkumové analýze dat a nutnému ověření základních předpokladů o výběru dat.

MATERIÁL A METODIKA

Popis a použití statistických metod jsou demonstrovány na dvou příkladech dat získaných z experimentů Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., s porostní výchovou. Pro příklad analýzy velkého výběru byl analyzován soubor 232 výčetních tloušťek naměřených kalibrovanou milimetrovou průměrkou na nevychováva-

né kontrolní ploše experimentu s výchovou smrku ztepilého (DUŠEK, SLODIČÁK 2009, tab. 1). Pro příklad analýzy malého výběru (Hornův postup) byla použita data laboratorního stanovení (při 80 °C) hmotnosti sušiny holorganických horizontů (L + F + H) odebraných ze sedmi půdních sond v porostech smrku pichlavého (ŠPULÁK, DUŠEK 2009, tab. 4). Analýzy byly provedeny podle následujících postupů:

Analýza velkých výběrů

Obecný postup statistické analýzy jednorozměrných dat

1. V průzkumové analýze dat (EDA) se vyšetřují statistické zvláštnosti dat. Jedná se především o detekci lokální koncentrace dat, určení parametrů tvaru rozdělení výběru (šikmost, špičatost), identifikace odlehých hodnot a odhalení odchylek od předpokládaného normálního rozdělení (MELOUN, MILITKÝ 2004). Tato fáze analýzy umožňuje odhalit nečekané a na první pohled obtížně zjištělé vlastnosti dat, čímž se získá hlubší vhled do zkoumané problematiky (HENDL 2004).
2. Ověření základních předpokladů kladených na výběr se provádí vždy i v případě rutinních měření. Jedná se především o rozdělení výběru a jeho homogenitu, nezávislost prvků a dostatečný rozsah výběru. Pouze při splnění základních předpokladů je možné užít klasických odhadů polohy a rozptýlení a jejich intervalových odhadů.
3. V případě porušení některého z předpokladů o výběru je nutné použít transformaci dat, a to mocninnou, exponenciální nebo Boxovu-Coxovu.

Při vyčíslení nejlepších odhadů parametrů polohy, rozptýlení a tvaru se vedle klasických odhadů, jako je aritmetický průměr, rozptyl a směrodatná odchylka, nabízí také robustní odhady (medián, uřezaný průměr, winsorizovaný rozptyl) a adaptivní M-odhady.

Techniky EDA

Při průzkumové analýze dat se vychází z pořádkových statistik $x_{(i)}$, tj. ze vzestupně uspořádaných prvků výběru. Symbol $P_i = i/(n+1)$ označuje pořadovou pravděpodobnost. Hodnoty P_i jsou závislé na předpokládaném rozdělení výběru. Pro normální rozdělení se doporučuje $P_i = (i - 3/8)/(n + 1/4)$ a pro účely průzkumové analýzy se často volí $P_i = (i - 1/3)/(n + 1/3)$. Vynesením hodnot $x_{(i)}$ proti P_i se získá hrubý odhad kvantilové funkce $Q(P)$, jenž jednoznačně charakterizuje rozdělení výběru. Pro grafická znázornění exploratorní analýzy je možno použít následující diagnostické grafy:

- Diagram rozptýlení představuje jednorozměrnou projekci kvantilového grafu na osu x . V rozmitnutém diagramu rozptýlení jsou body pro lepší přehlednost náhodně rozmitnuté na ose y . Oba diagramy odhalí lokální koncentraci dat a také odlehlá či podezřelá měření.
- Kvantilový graf umožňuje rozlišit tvar rozdělení a jeho případné zešikmení k vyšším nebo nižším hodnotám. Na osu x se vynášejí pořadová pravděpodobnost $P_i = i/(n+1)$, na osu y pořadková statistika $x_{(i)}$. Pro snadnější porovnání s normálním rozdělením se do grafu obvykle zakresluje i kvantilová funkce normálního rozdělení, založená na klasických a robustních odhadech. Podle toho, která z křivek lépe vystihuje data, lze jako odhad střední hodnoty volit aritmetický průměr nebo medián.
- V grafu rozptýlení s kvantily se na osu x vynášejí $P_i = (i - 1/3)/(n + 1/3)$ a na osu y pořadková statistika $x_{(i)}$. Navíc se zde zakreslují tři pomocné kvantilové obdélníky: kvantilový obdélník F, oktilový obdélník E a sedecilový obdélník D. Vzájemná poloha obdélníků indikuje symetrii rozdělení. V případě symetrického unimodálního rozdělení leží obdélníky symetricky uvnitř sebe. Odlehlá pozorování se projeví náhlým vzrůstem kvantilové funkce mimo sedecilový obdélník. Vícemodální rozdělení se projeví úseky s téměř nulovou směrnici uvnitř obdélníku F.
- Diagram percentilů slouží k posouzení symetrie a tvaru rozdělení. Hodnoty percentilů jsou na osu x vynášeny ve vhodném intervalu. Obvykle se volí intervaly 0 - 2, 2 - 5, 5 - 10, 10 - 15, 15 - 25, 25 - 35, 35 - 45, 45 - 55, 55 - 65, 65 - 75, 75 - 85, 85 - 90, 90 - 95, 95 - 99, 99 - 100.
- Graf jádrového odhadu hustoty pravděpodobnosti pomáhá porovnat empirický jádrový odhad rozdělení s aproximační křivkou zpravidla normálního rozdělení. Slouží k posouzení rozložení dat, jejich případné asymetrie nebo k identifikaci nehomogenity v datech. Pro tvar jádra se obvykle volí normální rozdělení. Podobu grafu zásadně ovlivní zvolená šířka jádra. Podrobnosti ke konstrukci grafu jádrového odhadu hustoty pravděpodobnosti lze nalézt např. v MELOUN, MILITKÝ (2004) nebo VENABLES, RIPLEY (1999).
- Histogram četností dat v jednotlivých třídách s konstantní šířkou patří k nejstarším technikám. Kvalita histogramu je ovlivněna počtem tříd L . V širokém rozmezí velikostí výběrů n lze použít vztah $L = \text{int}(2.46(n - 1)^{0.4})$.
- Graf pohoří vzniká modifikací grafu empirické distribuční funkce. Vynášejí se hodnoty $y_i = 100 P_i$ pro $P_i \leq 0,5$ a $y_i = 100 - 100 P_i$ pro $P_i > 0,5$ v závislosti na $x_i = x_{(i)}$. Tento graf má vrchol při hodnotě mediánu a umožňuje identifikovat asymetrii, odlehlá měření nebo směs více rozdělení.
- Graf polosum slouží jako citlivý indikátor asymetrie rozdělení. Na osu x se vynášejí pořadkové statistiky $x_{(i)}$, na osu y hodnoty polosum $Z_i = 0,5(x_{(n+1-i)} + x_{(i)})$. V případě symetrického rozdělení body oscilují kolem horizontální přímky představující medián

a měřítka osy y je detailní. Pro snadnější posouzení náhodnosti či nenáhodnosti trendu lze do grafu vykreslit i pomocný intervalový odhad mediánu.

- Graf symetrie má podobný význam jako graf polosum. Na osu x se vynášejí $0,5 \times u^2 P_i$ pro $P_i = i/(n+1)$, na osu y hodnoty polosum $Z_i = 0,5(x_{(n+1-i)} + x_{(i)})$, kde u_{P_i} jsou kvantily normalizovaného normálního rozdělení. V případě asymetrického rozdělení vykazují body výrazný trend. Směrnice odhaleného trendu je úměrná šikmosti rozdělení.
- Diferenční kvantilový graf je pomůckou, která slouží k posouzení rozdělení se špičatostí odpovídající normálnímu rozdělení. V případě normální špičatosti leží data na horizontální přímce. Na osu x se vynášejí kvantily normalizovaného normálního rozdělení u_{P_i} , na osu y : $d_{(i)} = x_{(i)} - s u_{P_i}$, kde $s = 0,74128R_F$ je robustní odhad směrodatné odchylky a R_F je interkvartilové rozpětí.
- Krabicový graf je tvořen krabičkou představující na začátku 25% dolní kvantil F_D a na konci krabice 75% percentil čili horní kvantil F_H . Čarou uvnitř krabičky se zobrazuje medián jako robustní odhad parametru polohy. V případě vrubového krabicového grafu je navíc vykreslen zářez v krabici představující robustní interval spolehlivosti mediánu. Pro meze tohoto intervalu platí

$$I_D = M - \frac{1,57R_F}{\sqrt{n}} \quad \text{a} \quad I_H = M + \frac{1,57R_F}{\sqrt{n}}$$

kde R_F je interkvartilové rozpětí $\tilde{x}_{0,75} - \tilde{x}_{0,25}$. Dvě úsečky vně krabice, označované jako „vousy“, představují nejbližší data uvnitř tzv. vnitřních hradeb. Data vně vnitřních hradeb jsou považována za odlehle hodnoty.

- Rankitový Q-Q graf poslouží k odhalení diagnostik normality a odlehých hodnot. Na osu x se vynášejí $P_i = (i - 0,5)/n$ pro $n \geq 11$ nebo $P_i = (i - 3/8)/(n + 1/4)$ pro $n \leq 10$ (VENABLES, RIPLEY 1999) a na osu y pořadkové hodnoty $x_{(i)}$. Pro data s normálním rozdělením má přibližně tvar přímky. V případě odlehklých měření leží koncové body mimo přímku. Graf umožňuje určit, je-li odchylka od normality způsobena jen několika měřeními nebo všemi daty.
- Pravděpodobnostní P-P graf je alternativou ke Q-Q grafům. V případě shody výběrového rozdělení se zvoleným teoretickým (nejčastěji normálním) rozdělením leží body na přímce s jednotkovou směrnici a nulovým úsekem. Odchylky od teoretického rozdělení výběru se projeví především ve střední části grafu.

Ověření základních předpokladů o výběru

Na předpokladu normality výběrového rozdělení je založena celá klasická analýza dat. Z mnoha testů normality uvedeme test podle Jarque-Bera (JARQUE, BERA 1987)

$$LM = n \left(\frac{(b_1^{1/2})^2}{6} + \frac{(b_2 - 3)^2}{24} \right),$$

kde $b_1^{1/2} = m_3 / m_2^{3/2}$, $b_2 = m_4 / m_2^2$, m_i je i -tý centrální moment

$$m_i = \sum (x_j - \bar{x})^i / n$$

a n je velikost výběru.

Často je používána modifikace (URZUA 1996)

$$ALM = \left(\frac{(b_1^{1/2})^2}{c_1} + \frac{(b_2 - c_2)^2}{c_3} \right),$$

$$\text{kde } c_1 = \frac{6(N-2)}{(N+1)(N+3)}, c_2 = \frac{3(N-1)}{(N+1)}, c_3 = \frac{24N(N-2)(N-3)}{(N+1)^2(N+3)(N+5)}$$

Za předpokladu normality má statistika asymptoticky $\chi^2_{1-\alpha}(2)$ rozdělení. Přesněji lze kritické kvantily určit např. z Monte Carlo simulací, což je vhodné především pro menší výběry.

Testy normality bývají však méně citlivé v porovnání s diagnostickými grafy a jejich závěry jsou obvykle vágní. U malých výběrů často zcela selhávají. Je proto výhodné využít výše uvedených diagnostických grafů průzkumové analýzy, které navíc dokáží podat informaci, jedná-li se o systematické odchýlení, či zdali je odchylka od normality způsobena jen několika odlehilými body.

K nehomogenitě výběru dochází tam, kde se vyskytuje nerovnoměrnost ve vlastnostech vzorku nebo tam, kde se výrazně mění podmínky v průběhu experimentu. Je možné se pokusit rozdělit daný výběr do podskupin a poté analyzovat každou podskupinu zvlášť. V případě vybočujících měření, která silně ovlivňují odhady parametrů polohy a rozptýlení, je možné tato odlehlá měření identifikovat a případně je vyloučit z další analýzy. Jednoduchou technikou identifikace vybočujících bodů za předpokladu normálního rozdělení je například modifikace vnitřních hradeb B_D a B_H podle vztahů

$$B_D = \tilde{x}_{0,25} - K(\tilde{x}_{0,75} - \tilde{x}_{0,25}) \text{ a } B_H = \tilde{x}_{0,75} + K(\tilde{x}_{0,75} - \tilde{x}_{0,25})$$

kde $\tilde{x}_{0,25}$ a $\tilde{x}_{0,75}$ je dolní a horní kvartil.

Hodnotu parametru K pro pravděpodobnost 95 %, že žádný prvek z normálního rozdělení o rozsahu n nebude mimo vnitřní hradby, lze určit v rozmezí $8 \leq n \leq 100$ podle aproximace

$$K \approx 2,25 - \frac{3,6}{n}.$$

Body ležící mimo tyto hradby se považují za vybočující.

Při nekonstantních podmínkách měření, změnách stavu měřicího zařízení nebo při nesprávném, nenáhodném výběru vzorků dochází k porušení předpokladu nezávislosti prvků výběru. To se projeví zvýšeným rozptylem oproti rozptylu homogenního výběru a rozptyl výběrového průměru pro závislá data nemusí klesat s růstem velikosti výběru. K identifikaci časové závislosti měření nebo k identifikaci závislosti, jenž souvisí s pořadím jednotlivých, měření se testuje významnost autokorelačního koeficientu prvního řádu ρ_1 podle von Neumannova kritéria

$$t_n = \frac{T_1 \sqrt{n+1}}{\sqrt{1-T_1}}, \text{ kde } T_1 = 1 - \frac{T}{2} \sqrt{\frac{n^2-1}{n^2-4}}$$

a T je von Neumannův poměr

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Pokud platí, že $|t_n| > t_{1-\alpha/2}(n+1)$, zamítáme hypotézu o nezávislosti prvků výběru na zvolené hladině významnosti α . Mnoho testů hypotéz (např. t -test, ANOVA aj.) je založeno na předpokladu nezávislosti dat. Není-li podmínka nezávislosti splněna, je nutno prověřit celý experimentální design. V některých případech není možné zajistit nezávislý výběr. Takové závislé výběry se označují jako selekční výběry a modely, které zahrnují omezení, za nichž byly výsledky získány, se nazývají selekční modely.

Dostatečný rozsah výběru pozitivně ovlivní přesnost odhadů parametru polohy a rozptýlení. S rostoucím rozsahem výběru dochází ke zúžení intervalů spolehlivosti odhadů, klesá riziko chyby II. druhu a roste tak síla testů. Pro výběry pocházející z normálního rozdělení lze jejich minimální velikost určit např. ze vztahu

$$n_{\min} = \left[\frac{t_{1-\alpha/2}(n_1-1)}{d} \right]^2 s_0^2(x),$$

kde d je zvolené číslo představující maximální přípustnou chybu, $t_{1-\alpha/2}(n_1-1)$ je kvantil Studentova rozdělení s (n_1-1) stupni volnosti, n_1 je počet předběžných hodnot, z nichž se určí odhad výběrového rozptylu a $s_0^2(x)$ je odhad výběrového rozptylu pokusně zvoleného výběru. Minimální velikost výběru může být volena také s ohledem na relativní chybu směrodatné odchylky $\delta(s)$ podle vztahu

$$n_{\min} = \frac{g_2(x)-1}{4\delta^2(s)} + 1,$$

kde $g_2(x)$ je špičatost rozdělení výběru.

Transformace dat

K nelineární transformaci dat je vhodné přistoupit v případech, kdy je na základě předchozí analýzy identifikováno rozdělení zásadně odlišné od normálního rozdělení. Uvedené transformace jsou vhodné pro asymetrická unimodální rozdělení a vedou ke stabilizaci rozptylu, zesymetričtění rozdělení a někdy i k normalitě rozdělení.

Mocninová transformace vede k zesymetričtění rozdělení výběru, ale nezachovává měřítka a je vhodná pouze pro kladná data. Mocninová transformace má tvar

$$y = g(x) = \begin{cases} x^\lambda & (\lambda > 0) \\ \ln x & \text{pro } (\lambda = 0) \\ -x^{-\lambda} & (\lambda < 0) \end{cases}$$

Optimální hodnota parametru λ se volí taková, která vede k minimální šikmosti a k hodnotě špičatosti nejbližší normálnímu rozdělení.

Exponenciální transformace je použitelná i pro záporné hodnoty a má tvar

$$y = g(x) = \begin{cases} \frac{e^{\lambda x} - 1}{\lambda} & (\lambda \neq 0) \\ x & \text{pro } (\lambda = 0) \end{cases}$$

Boxova-Coxova transformace má tvar

$$y = g(x) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & (\lambda \neq 0) \\ \ln x & (\lambda = 0) \end{cases} \text{ pro}$$

Pro odhad parametru λ v Boxově-Coxově transformaci lze užít metodu maximální věrohodnosti. Logaritmus věrohodnostní funkce má tvar

$$\ln L(\lambda) = -\frac{n}{2} \ln s^2(y) + (\lambda - 1) \sum_{i=1}^n \ln x_i,$$

kde $s^2(y)$ je rozptyl transformovaných dat. Do grafu logaritmu věrohodnostní funkce lze také zakreslit 95% intervaly spolehlivosti. Transformace je tím výhodnější, čím jsou intervaly spolehlivosti užší. Pokud ovšem tento interval obsahuje hodnotu +1, není transformace ze statistického hlediska přínosná a lze užít aritmetický průměr výběru.

Jednoduchý postup zpětné transformace v Boxově-Coxově transformaci pro $\lambda \neq 0$ vede na retransformovaný průměr definovaný vztahem

$$\begin{aligned} \bar{x}_R &= g^{-1}(\bar{y}) = \exp(\bar{y}) && \text{pro } \lambda = 0 \\ \bar{x}_R &= g^{-1}(\bar{y}) = (1 + \bar{y}\lambda)^{\frac{1}{\lambda}} && \text{pro } \lambda \neq 0, \end{aligned}$$

kde \bar{y} je aritmetický průměr transformovaných dat. Tyto odhady jsou však poněkud vychýlené.

Korektnějším postupem zpětné transformace je vyčíslení střední hodnoty a rozptylu transformovaných dat a následná retransformace s využitím Taylorova rozvoje v okolí transformovaného průměru, jenž vede k odhadům nových retransformovaných parametrů polohy a rozptýlení. Pro Boxovu-Coxovu transformaci, kde $\lambda \neq 0$, bude \bar{x}_R jedním z kořenů kvadratické rovnice, pro které platí

$$\bar{x}_{R,1,2} = \left[0,5(1 + \bar{y}\lambda) \pm 0,5\sqrt{1 + 2\lambda(\bar{y} + s^2(y)) + \lambda^2(\bar{y}^2 - 2s^2(y))} \right]^{\frac{1}{\lambda}},$$

kde \bar{y} je aritmetický průměr transformovaných dat a $s^2(y)$ je rozptyl těchto dat. Odhadem \bar{x}_R bude kořen \bar{x}_{Ri} , který je blíže mediánu $\tilde{x}_{0,5} = g^{-1}(\tilde{y}_{0,5})$. Pro případ, kdy $\lambda = 0$, bude odhadem retransformovaného průměru

$$\bar{x}_R = \exp(\bar{y} + 0,5s^2(y)).$$

Analýza malých výběrů

Malých výběrů užíváme pouze tam, kde z nějakých důvodů experimentu (biologických, technických, ekonomických) není možné dosáhnout vyššího počtu měření, neboť závěry učiněné na základě analýzy malých výběrů jsou vždy zatíženy větší mírou nejistoty. Pro stanovení odhadů polohy a rozptýlení výběrů o velikosti od 4 do 20 měření lze využít Hornův postup pivotů. Výpočet vychází z hloubky pivotů, která je definována vztahy $h = \text{int}((n+1)/2)/2$ nebo $h = \text{int}(((n+1)/2) + 1)/2$ podle toho, které h vyjde jako celé číslo. Dolní pivot je $x_D = x_{(h)}$ a horní pivot $x_H = x_{(n+1-h)}$. Odhadem parametru polohy je pivotové polosuma $P_L = (x_D + x_H)/2$ a odhadem parametru rozptýlení pivotové rozpětí $R_L = x_H - x_D$. Náhodná veličina $T_L = P_L/R_L$ má přibližně symetrické rozdělení, jejíž kvantily jsou tabelovány v např. MELOUN, MILITKÝ (2004). Pro 95% intervaly spolehlivosti střední hodnoty potom platí nerovnost $P_L - R_L \cdot T_{L,0,975}(n) \leq \mu \leq P_L + R_L \cdot T_{L,0,975}(n)$.

Zpracování dat bylo provedeno v softwarech ADSTAT 2.0, QC-Expert 2.5 a R 2.8.1. Grafy v článku byly vytvořeny v programu R 2.8.1, což je nekomerční obdoba programu S-Plus. Skripty jazyka R pro jednorozměrnou analýzu dat včetně grafických výstupů použitých v tomto článku jsou k dispozici u autorů.

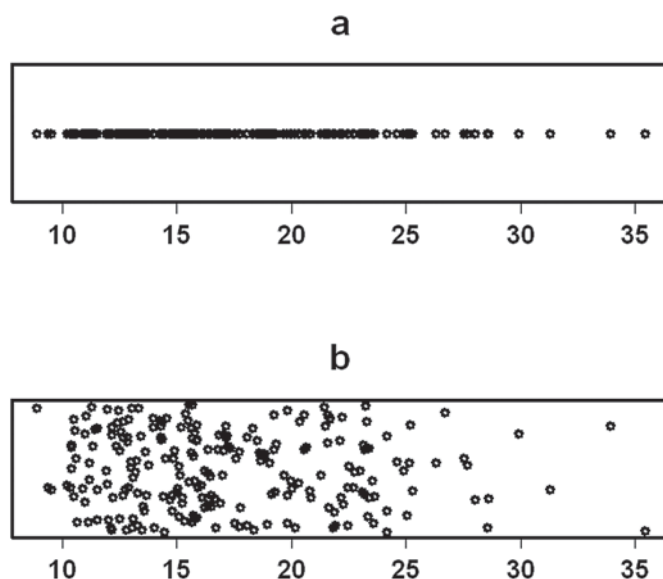
VÝSLEDKY A DISKUSE

Analýza velkého výběru

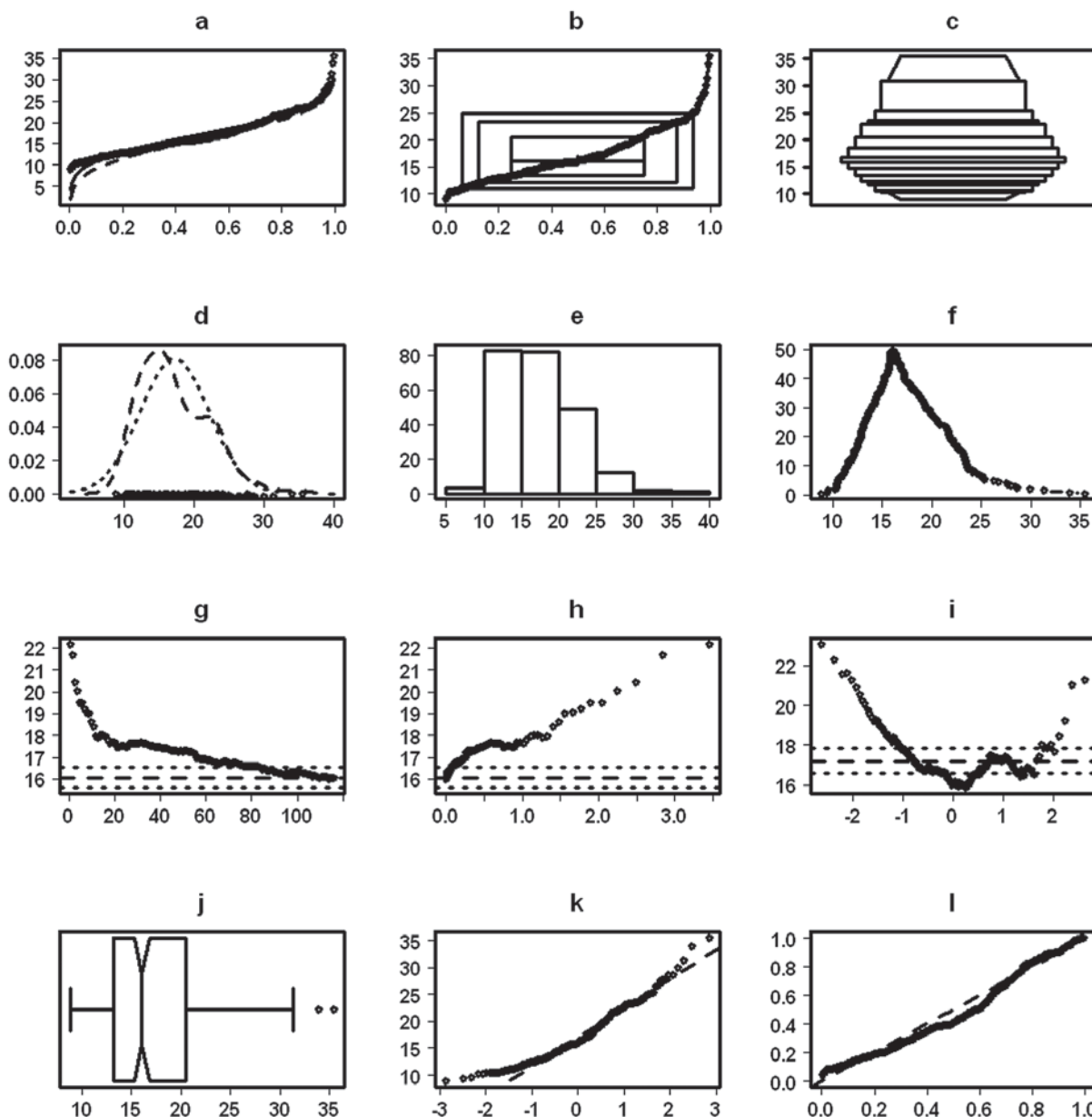
Exploratorní analýza jednoznačně ukázala na levostranně asymetrické rozdělení. Již z diagramu rozptýlení (obr. 1) je patrná větší koncentrace bodů v jeho levé části. Lepší pohled na data poskytují grafy na obrázku 2 a i zde je na všech grafech identifikována zřejmá asymetrie. Jako zvláště citlivý na porušení symetrie se jeví graf polosum nebo graf symetrie. Diferenční kvantilový graf indikuje špičatost výrazně odlišnou od normální. Dva body za vnitřními hradbami krabicového grafu jsou zřejmě důsledkem levostranného rozdělení a neměly by být zde považovány za odlehlá měření. Také výrazná nelinearita v rankitovém Q-Q grafu jasně ukazuje na neshodu s normálním rozdělením a stejně lze interpretovat i P-P graf. Empirické rozdělení bylo kromě normálního porovnáno také s rozděleními Weibullovým, gamma a logaritmicke-normálním. Parametry Weibullova a gamma rozdělení byly vypočítány metodou maximální věrohodnosti. Z P-P grafu se jako nejhodnější jeví aproximace logaritmicke-normálním rozdělením (obr. 3).

Závěry učiněné z diagnostických grafů jsou také v souladu s výsledky provedených statistických testů. Testem normality podle Jarque-Bera byla zamítnuta nulová hypotéza o shodě s normálním rozdělením ($p < 0,001$). Test homogenity založený na modifikovaných vnitřních hradbách neidentifikoval žádná odlehlá měření a výběr je možno považovat za homogenní. Tento test je nicméně založen na předpokladu normality, která byla zamítnuta, a proto není v tomto případě jeho použití zcela korektní. Ani test nezávislosti neprokázal závislost v datech ($p = 0,46$) a vzhledem k charakteru dat byl tento výsledek rovněž vysoce pravděpodobný. Rozsah výběru je dostatečný k tomu, aby relativní chyba směrodatné odchylky nebyla větší než 5,2 % (tab. 2).

Byly také vyčísleny klasické i robustní parametry polohy, parametry rozptýlení a tvaru (tab. 3). Vzhledem ke zjištěné asymetrii výběrového rozdělení lze předpokládat, že klasický odhad střední hodnoty bude zkreslený. Proto byl vyčíslen retransformovaný průměr po Boxově-Coxově transformaci. Maximalizací logaritmu věro-



Obr. 1. Diagram rozptýlení (a) a rozmitnutý diagram rozptýlení (b) Dot plot (a) and jittered dot plot (b)

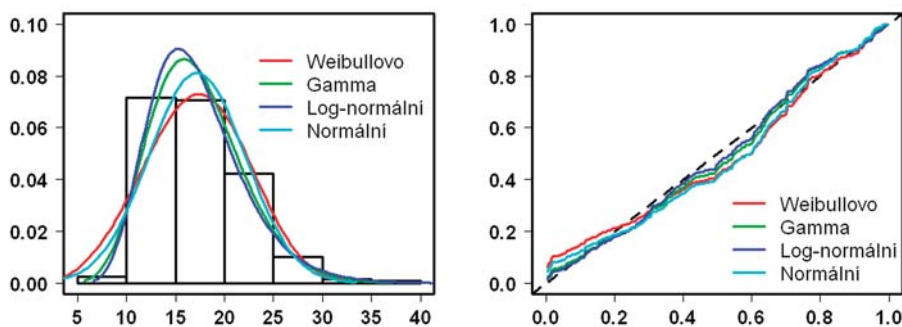


Obr. 2.

Kvantilový graf (a), graf rozptýlení s kvantily (b), diagram percentilů (c), graf jádrového odhadu hustoty pravděpodobnosti (d), histogram (e), graf pohoří (f), graf polosum (g), graf symetrie (h), diferenční kvantilový graf (i), vrubový krabicový graf (j), Q-Q graf (k) a P-P graf (l)
 Quantile plot (a), quantile-box plot (b), percentile plot (c), kernel estimation of probability density plot (d), histogram (e), mountain plot (f), half-sum plot (g), symmetry plot (h), differential quantile plot (i), notched box-and-whisker plot (j), Q-Q plot (k), P-P plot (l)

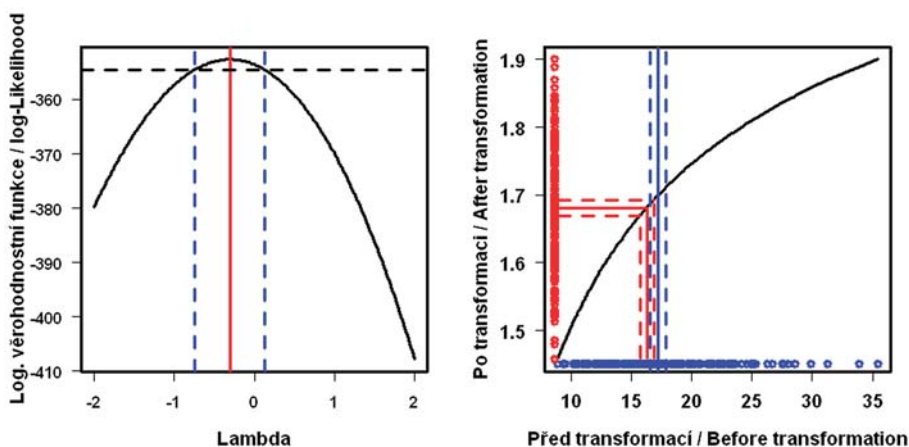
hodnostní funkce (obr. 4) rezultoval odhad exponentu $\lambda = -0,3052$, program ADSTAT použil optimalizovaný odhad exponentu z pěti rozličných numerických přístupů, který vedl k hodnotě $\lambda = -0,40$, směřující především k minimální šikmosti. Intervalový odhad parametru λ neobsahuje hodnotu +1 a transformaci lze proto považovat za oprávněnou. To, že konfidenční interval pokrývá hodnotu 0, by opravňovalo k provedení výpočetně podstatně jednodušší logaritmické transformace. Správnější hodnota odhadu polohy čili retransformovaného průměru 16,29 cm (dolní interval spolehlivosti 15,72 cm a horní interval 16,88 cm) je zde nižší než hodnota klasického odhadu čili aritmetického průměru 17,19 cm s konfidenčním intervalem 16,56 cm a 17,83 cm. Interval spolehlivosti retrans-

formovaného průměru je asymetrický, což by bylo zřetelnější při analýze menšího výběru, při velikosti našeho výběru ($n = 232$) leží bodový odhad téměř ve středu konfidenčního intervalu (obr. 4). Z obrázku 5 je patrné, že provedená transformace vedla ke zlepšení symetrie rozdělení. Odchylky od linearitu na obou koncích Q-Q grafu po transformaci dat nejsou způsobeny asymetrií, ale tzv. krátkými konci.



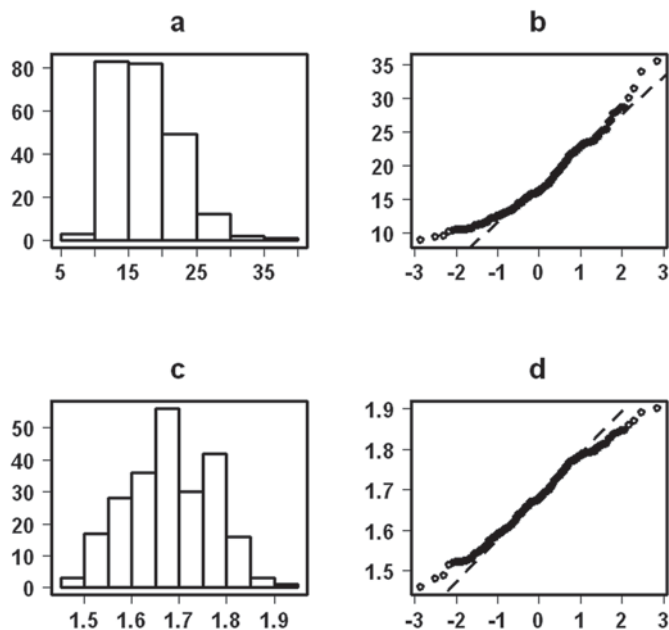
Obr. 3.

Histogram a P-P graf pro porovnání empirického rozdělení s rozdělením Weibullovým, gamma, logaritmickeo-normálním a normálním
Histogram and P-P plot where the empirical distribution is compared to Weibull, gamma, log-normal and normal distribution



Obr. 4.

Graf logaritmu maximální věrohodnosti v Boxově-Coxově transformaci (vlevo) a graf transformace (vpravo) s původními (modré) a transformovanými daty (červené). Jsou zobrazeny bodové odhady původního a retransformovaného průměru (plné čáry) a 95% konfidenční intervaly (přerušované čáry)
The plot of logarithm of likelihood function for Box-Cox transformation (left) and plot with original (blue) and transformed data (red, right) Mean of original data and mean of transformed data (solid lines) and 95% confidence intervals (dashed lines) are showed.



Obr. 5.

Histogram (a) a Q-Q graf (b) před transformací a histogram (c) a Q-Q graf (d) po Boxově-Coxově transformaci
Histogram (a) and Q-Q plot (b) before transformation and histogram (c) and Q-Q plot (d) after transformation

Analýza malého výběru

Klasický odhad střední hodnoty dat malého výběru z tabulky 4 vedl k hodnotě 771 gramů se spodní mezí 653 g a horní mezí 888 g a směrodatná odchylka byla 127,05. Medián rezultoval v hodnotu 760 g se spodní mezí 505 g a horní mezí 1 015 g a mediánová směrodatná odchylka byla 104,08. Hornovým postupem byl však nalezen rigoróznější odhad střední hodnoty 797 g se spodní mezí 709 g a horní mezí 885 g a s pivotovým rozpětím 122. Pro srovnání byla provedena i exponenciální transformace, která vedla k hodnotě retransformovaného průměru 788 g se spodní mezí 660 g a horní mezí 882 g.

ZÁVĚR

Počítačově orientovaná průzkumová analýza dat představuje užitečný nástroj k vyšetření statistických zvláštností v datech. Výsledky průzkumové analýzy jsou klíčové pro volbu další strategie vyhodnocení dat. Jak bylo demonstrováno na příkladu analýzy velkého výběru, je hodnota průměru i jeho intervalových odhadů pro nesymetrická rozdělení neko-rektní. Vhodným řešením byla Boxova-Coxova transformace, vedoucí ke zesymetričtění rozdělení výběru a následné vyčíslení hodnoty retransformovaného průměru.

Na příkladu analýzy malého výběru bylo ukázáno, že aplikace Hornova postupu poskytuje korektnější odhady parametrů polohy a rozptýlení než klasické postupy požadující větší výběry. Pivotová polosuma a pivotové rozpětí byly poměrně robustní i vůči odlehlým hodnotám ve výběru.

Tab. 1.

Hodnoty výčetních tlouštěk (v cm) naměřených kalibrovanou milimetrovou průměrkou na nevychované kontrolní ploše experimentu s výchovou smrku ztepilého (DUŠEK, SLODIČÁK 2009)

Values of diameter at breast height (in cm) which were measured by the calibrated calliper on the unthinned control plot of thinning experiment in Norway spruce stand (DUŠEK, SLODIČÁK 2009)

14,85	12,65	23,20	15,25	23,65	15,40	16,70	15,05
11,15	18,05	15,80	19,80	15,20	19,95	12,80	14,25
18,35	23,15	13,55	18,80	15,85	26,70	24,15	14,45
16,90	17,15	18,75	15,75	14,30	18,65	22,45	11,45
11,55	10,40	21,70	14,35	23,35	13,80	18,60	13,00
22,45	21,60	16,10	15,75	18,50	16,90	35,45	15,70
16,05	10,50	14,90	11,30	23,60	20,80	19,80	25,05
11,35	18,05	10,55	21,65	10,90	11,90	19,15	13,00
23,40	15,80	24,90	13,45	15,25	23,35	12,85	15,90
24,15	13,35	26,30	15,75	15,80	10,40	9,40	21,85
28,55	15,65	19,35	12,40	13,10	14,50	8,90	11,95
17,15	16,50	18,30	19,05	10,20	11,55	11,05	12,45
14,80	25,15	16,20	12,75	9,55	27,70	12,65	19,70
20,30	22,70	12,90	12,55	10,65	13,95	31,30	22,50
23,10	12,15	13,05	12,90	13,20	21,90	21,70	16,50
11,55	20,35	16,80	15,85	20,55	10,60	11,95	11,20
20,55	23,55	23,40	15,65	13,60	15,10	33,90	10,35
15,10	27,55	10,50	17,75	23,00	12,85	15,55	16,35
28,00	16,85	11,00	21,80	17,55	21,60	16,45	17,05
13,05	24,60	14,00	12,50	12,15	11,20	15,15	19,80
13,65	12,10	17,20	20,15	15,70	14,30	16,35	15,35
22,75	13,30	14,80	18,85	17,75	20,85	20,00	21,30
11,00	17,00	19,25	14,70	23,55	21,50	16,35	23,20
25,20	14,40	15,70	13,30	23,25	10,40	14,55	23,30
22,10	17,35	13,25	13,95	15,00	13,50	21,45	22,20
25,30	15,55	16,35	12,65	14,35	12,00	14,30	22,25
16,20	29,90	18,95	22,15	17,60	15,85	16,65	17,80
17,25	24,15	12,20	12,15	17,15	20,65	15,85	28,60
12,35	15,50	19,30	19,25	12,50	13,10	17,05	13,70

Tab. 2.

Testy základních předpokladů o výběru
Tests of basic assumptions about sample

Jarque Beraův test normality/Jarque-Bera test for normality	
ALM statistika/ALM statistics	28,51
Tabulkový kvantil pro $\alpha = 0,05$ /Critical value $\alpha = 0,05$	5,99
Pravděpodobnost/P-value	6,44E-7
Test homogeneity/Test for homogeneity	
Dolní mez/Lower bound	-3,09
Horní mez/Upper bound	36,97
Počet vybočujících dat/Number of outliers	0
von Neumannův test nezávislosti/Von Neumann test for randomness	
von Neumannova statistika/Von Neumann statistics	0,74
Tabulkový kvantil pro $\alpha = 0,05$ /Critical value $\alpha = 0,05$	1,97
Pravděpodobnost/P-value	0,46
Minimální velikost výběru/Minimal size of sample	
Pro 25% relativní chybu směrodatné odchylky/For 25% relative error of standard deviation	11
Pro 10% relativní chybu směrodatné odchylky/For 10% relative error of standard deviation	63
Pro 5% relativní chybu směrodatné odchylky/For 5% relative error of standard deviation	248
Pro 1% relativní chybu směrodatné odchylky/For 1% relative error of standard deviation	6187

Tab. 3.

Klasické a robustní odhady parametrů (vše v cm) pro příklad analýzy velkého výběru
Classical and robust estimation of parameters (all values in cm) for example of large sample

Klasické odhady parametrů/Classical parameters	
Průměr/Mean	17,19
95% LCL průměru/95% CI lower bound	16,56
95% UCL průměru/95% CI upper bound	17,83
Směrodatná odchylka/Standard deviation	4,93
Rozptyl/Variance	24,29
Šikmost/Skewness	0,81
Špičatost/Kurtosis	3,47
Robustní odhady parametrů/Robust parameters	
Medián/Median	16,08
95% LCL mediánu/95% CI lower bound	15,45
95% UCL mediánu/95% CI upper bound	16,70
Retransformovaný průměr/Retransformed mean	16,29
95% LCL/95% CI lower bound	15,72
95% UCL/95% CI upper bound	16,88

Tab. 4.

Hodnoty laboratorně stanovené (při 80 °C) hmotnosti sušiny (v gramech) holorganických horizontů (L + F + H) odebraných ze sedmi půdních sond v porostech smrku pichlavého (ŠPULÁK, DUŠEK 2009)

Values of dry mass weight (in grams, analyzed in laboratory at 80 °C) of holorganic horizons (L + F + H) which were sampled from seven soil pits in blue spruce stands (ŠPULÁK, DUŠEK 2009)

530	736	760	760	814	858	938
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Poděkování:

Publikace vznikla v rámci řešení výzkumného záměru Mze 000-2070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a MSM 0021627502.

LITERATURA

- DRÁPELA K., ZACH J. 1996. Biometrika, biostatistika – vybrané části. Skriptum MZLU Brno, 150 s.
- DRÁPELA K., ZACH J. 1999. Statistické metody I. Skriptum MZLU Brno, 135 s.
- DRÁPELA K. 2000. Statistické metody II. Skriptum MZLU Brno, 144 s.
- DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2009. Struktura a statická stabilita porostů pod různým režimem výchovy na bývalé zemědělské půdě. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 12-16.
- HENDL J. 2004. Přehled statistických metod zpracování dat. Praha, Portál: 583 s.
- JARQUE C. M., BERA A. K. 1987. A test for normality of observation and regression residuals. International Statistical Review, 55: 163-167.
- KOZAK A., KOZAK R., STAUDHAMMER CH., WATTS S. 2008. Introductory Probability and Statistics - Application for Forestry and Natural Sciences. Cambridge, Cambridge University Press: 408 s.
- LEPORSKÝ A. 1953. Statistické metody. Praha, SPN.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2004. Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia: 953 s.
- PRODAN M. 1961. Forstliche Biometrie. München, BVL: 432 s.
- STONE B. 1963. Statistické metody v lesnictví. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 251 s.
- ŠMELKO Š., WOLF J. 1977. Štatistické metody v lesníctve. Bratislava, Príroda: 330 s.
- ŠPULÁK O., DUŠEK D. 2009. Comparison of the impact of blue spruce and reed *Calamagrostis villosa* on forest soil chemical properties. Journal of Forest Science, 2009, 54 - v tisku
- VENABLES W., RIPLEY B. 1999. Modern Applied Statistics with S-PLUS. New York, Springer-Verlag: 501 s.
- URZUA M. 1996. On the correct use of omnibus tests for normality. Economics Letters, 53, s. 247-251.

COMPUTER-ASSISTED STATISTICAL ANALYSIS IN SILVICULTURE - I. UNIVARIATE DATA TREATMENT**SUMMARY**

Statistical data processing is a traditional discipline of forest research. Contemporary modern statistical data analyses undergo a rapid development due to the new potential of computer technology. Presented paper is focused on a detailed description of the modern interactive statistical analysis on PC in the frame of silvicultural data processing. Firstly, we paid attention to analysis of one-dimensional data. Application of these methods is demonstrated on two examples. One example is presented by a large sample ($n = 232$, values of diameter at breast height in cm) from the unthinned control plot of a thinning experiment in Norway spruce stand, tab. 1. As an example of small sample, data from a blue spruce experiment were used ($n = 7$, values of dry mass weight of holorganic horizons - surface layers - from seven soil pits, tab. 4).

Exploratory data analysis indicated an asymmetrical left-sided distribution of the large sample data. It was supported by a collection of plots and diagrams (figs. 1 – 3). Therefore, we expected incorrect values of a classical and robust estimation of parameters (tab. 3). Consequently, the Box-Cox transformation method was used (fig. 4). Transformation of the data from the large sample resulted to better parameters of distribution (fig. 5).

In case of small sample, we found, that results from the Horn procedure are correct in comparison with classical methods. Both, the pivot half-sum and pivot range were robust against outliers in a small sample.

In conclusion, we recommend both presented techniques to be applied in a silvicultural research.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. David Dušek, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Opočno
Na Olivě 550, 571 73, Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391 - 2; e-mail: dusek@vulhmop.cz

MRAZUVZDORNOST JEDLE STŘÍBRNÉ A JINÝCH JEHLIČNANŮ PŘI RŮZNÝCH TEPLOTNÍCH REŽIMECH A VÝCHOVĚ

Jedle stříbrná (*Abies procera* REHDER) pochází z Kaskádového pohoří, z oblasti, která leží v severovýchodní části USA, ale tato dřevina je pěstována také v Irsku, Anglii a Dánsku. Mimo svůj původní areál je často poškozována zimními i časnými jarními mrazy.

Vzhledem k předpovídanému zvyšování teplot lze očekávat, že i poškozování jedle stříbrné mrazem bude nižší, nicméně předpokládané klimatické změny budou provázány značnými výkyvy počasí. Proto byly ve školce univerzitního arboreta v dánském Hørstholmu prováděny v zimních sezónách 2000/2001, 2001/2002 a 2002/2003 pokusy, při kterých byly dvouleté prostokofenné semenáčky jedle stříbrné vystavovány různým kombinacím teplot. Pokus byl rozšířen i o pozorování dalších semenáčků téhož věku, a to *A. nordmanniana*, *Picea abies* a *P. sitchensis*.

Poškození a mortalita stromů byla hodnocena na apikálních a subapikálních pupenech, jehličí a kambiu. Semenáčky byly podrobeny třem teplotním režimům: normální teplotě, teplotě o 5 °C vyšší a 5 °C nižší, než je normální teplota. Poškození subapikálních pupenů bylo hodnoceno procentuálně na základě výskytu pupenů, poškození jehličí vizuálně v procentech stejně jako poškození kambia podle hnědnutí pletiva. Ve třetím roce byla hodnocena mortalita stromů ze všech teplotních režimů.

Při normálním průběhu teplot se odolnost vůči mrazu zvyšovala během podzimu a vrcholila od ledna do března, vzorky podrobené nižší teplotě prokazovaly vyšší odolnost během podzimu, ale byly méně odolné mrazu na jaře. Vzorky vystavené vyšším teplotám byly všeobecně méně odolné k mrazu.

Při porovnání s ostatními druhy jedlí do pokusu zahrnutých byla v prvním roce mrazuvzdornost stejná také u *A. nordmanniana*, ale již v druhém roce prokazovala jedle vznešená menší odolnost vůči mrazu. *P. sitchensis* byla po celou dobu pokusu mírně nad průměrem.

Vzorky byly též vystaveny určitým časovým úsekům s vyšší teplotou. Desetidenní vyšší teplota v předjaří byla příčinou okamžitě ztráty odolnosti vůči mrazu, která byla zjevná ještě na počátku dubna. Na konci dubna došlo k úplné regeneraci. Devítidenní zvýšení teploty v únoru a březnu vedlo ke snížení mrazuvzdornosti u apikálních pupenů a jehličí, které však již během příštích týdnů regenerovaly. Šestidenní oteplení během února znamenalo zvýšení mrazuvzdornosti, zatímco v březnu snížení odolnosti vůči mrazu. Třídenní vystavení vyšším teplotám nemělo žádný vliv.

Pokusy prokázaly, že teplotní výkyvy včetně náhlého výskytu teplejších období mohou mít negativní účinek na mrazuvzdornost stromů, přičemž tento problém bude s předpokládaným oteplováním stále aktuálnější. Doporučuje se proto zajistit jedli vznešené, pokud je pěstována mimo svůj přírodní areál, růst v zastíněném prostoru, aby se zabránilo zvyšování teplot hlavně na podzim a na jaře. Vhodná místa pro výsadbu jedle jsou svahy orientované na sever nebo výsadba do porostů starších stromů.

Forestry, 2009, 82, č. 1, s. 43-59.

Kp

PRODUKCE BIOMASY V ZÁVISLOSTI NA NADZEMNÍCH A PODZEMNÍCH VLASTNOSTECH OLŠE ŠEDÉ NA BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ

Biopalivo se celosvětově stává středem pozornosti vzhledem k postupnému vyčerpávání fosilních paliv a potřebě redukovat emise CO₂. Dřevo, resp. lesy určené pro výrobu biopaliv jsou zakládány na bývalých zemědělských půdách v mnoha státech Evropy.

Studie, která se zabývala hodnocením produkce biomasy, probíhala v jihovýchodním Estonsku, kde bylo během posledního desetiletí opuštěno přes 400 000 ha orné půdy. Teploty v této oblasti jsou v průměru 6 °C, průměrné srážky 653 mm a vegetační období trvá 191 dní. Výzkumná plocha zahrnovala 0,08 ha, ležela ladem již 2 roky a před vysazením olše šedé (*Alnus incana* (L.) MOENCH) nebyla kultivována. Počáteční hustota stromů na výzkumné ploše byla 15 750 stromů na hektar, na ploše nebyl odstraňován plevel, plocha nebyla hnojena ani jinak ošetřena. V rámci pokusu byla sledována produkce nadzemní biomasy na bývalé zemědělské půdě a optimální věk pro těžbu, distribuce nadzemní i podzemní biomasy v porostu, včetně hodnocení nadzemních i podzemních vlastností jedle šedé ve vztahu k její produktivitě biomasy.

Nadzemní biomasa a porostní produkce byly hodnoceny na konci srpna, pro hodnocení byly použity výsledky z let 2000 - 2005. Byly měřeny výčetní tloušťky, každý rok bylo pokáceno 7 stromů, které byly rozřezány na 5 částí a jednotlivé sekce analyzovány.

Objem podzemní biomasy byl hodnocen v říjnu 1998 a v říjnu 2003, tj. v 5letém a 10letém porostu. Pro hodnocení podzemní biomasy byly použity dvě metody: analýza kořenového systému vykopaného pařezu, a analýza hrubých kořenů a půdních výřezů.

Stromové koruny, tzn. jejich olistění, byly hodnoceny v období 1997 - 2005 na základě náhodně othraných a vylišovaných listů (20 - 25 listů) z korun 7 modelových stromů.

Na základě statistického hodnocení získaných výsledků lze konstatovat, že krátká obmýtní doba olše šedé na bývalé zemědělské půdě se zdá být slibným zdrojem bioenergie díky vysoké produktivitě biomasy, která je zajištěna jak korunovou strukturou, tak i kořenovým systémem. Tato pilotní studie bude pokračovat dalším výzkumem s porosty na odlišných půdách a jiné hustoty.

Forestry, 2009, 82, č. 1, s. 61-74.

Kp

SUKCESNÍ ZMĚNY V PŮVODNÍCH POROSTECH SMRKU ZTEPILÉHO ZPŮSOBENÉ VĚTREM: ZPRACOVÁNÍ POZOROVÁNÍ NA DLOUHODOBÝCH TRVALÝCH PLOCHÁCH

V Evropě způsobuje velké změny ve skladbě lesních porostů kromě požárů také vítr. V Petrohradské oblasti byl v letech 1983 a 1985/86 lesní porost velmi silně poškozen větrnou kalamitou. Jeho následky na vývoj lesního porostu byly studovány po 20 letech, tj. v letech 1971 - 2006. Zasažená oblast, Vepsský les, leží v nadmořské výšce 220 až 260 m v klimaticky chladnějším pásmu (průměrná roční teplota +2,6 °C) s vyšším srážkovým úhrnem (> 750 mm). V lesích této oblasti nebylo nikdy těženo dřevo, je to obora zabírající 69,5 ha lesa a 30,5 ha rašeliniště. Na ploše převládá porost

smrku ztepilého (*P. abies* KARST., *P. fennica* - 56,4 %), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L. - 10,8 %), břízy (*Betula pubescens* EHRH. a *Betula pendula* ROTH. - 1,7 %) a osiky (*Populus tremula* L. - 0,6 %). Plocha je pokryta různými druhy keřů a mečů.

Porost byl poničen větrnou kalamitou v listopadu 1983 a ještě vážnější polomy byly způsobeny větrem v letech 1985 - 1986. Následkem převládajícího severozápadního větru vznikly světliny na 28,8 ha zalesněné plochy (2,3 %); průměrná rozloha světliny byla 0,46 ha.

Výzkum prováděný v letech 1971 - 2006 se zaměřil na vyhodnocení následků poškození struktury původních lesních porostů s převahou smrku ztepilého na základě získaných údajů - počtu stromů, výčetní základny, výčetní tloušťky. Dynamika zápoje byla charakterizována počtem stromů, porostní skladbou, výčetní tloušťkou, dřevní zásobou, průměrnou tloušťkou a výškou před a po větrné kalamitě. Byl také sledován efekt větru na dynamiku tloušťky stromu a věkové rozložení stromů, byl analyzován přírůst stromů a jejich mortalita a vliv větru o různé síle na stromový zápoj.

Ve všech porostech byly klasifikovány stanovištní podmínky, věková struktura a dynamika porostu a poté byly vybrány plochy určené pro výzkum, které zahrnovaly 200 - 250 stromů. Na těchto vybraných výzkumných plochách byly stromy spočítány, byla zaevidována skladba porostu, zdravotní stav stromů, ohodnoceny zápoj, věková skupina, výčetní tloušťka a druh mortality (pařezy, vyvrácené stromy, zlomené stromy).

Výzkum potvrdil předpoklad, že škody větrem jsou vyšší ve stejnověkém porostu, taktéž v monokulturním smrkovém porostu a v porostu s větší produkční kapacitou. Porosty tvořené stromy různého věku jsou sice méně produktivní, ale odolávají lépe vnějším nepříznivým vlivům. Nejčastějším typem mortality bylo zlomení kmene často způsobené předcházejícím poškozením stromu houbou *Phellinus chrysoloma*, která je příčinou hniloby. Nebylo potvrzeno, že smrk je více náchylný ke zlomům než borovice, bříza a osika. Spíše záleží na vzrůstu stromu a postavení v porostu, větší stromy se snadněji lámou než menší. Dvacet let po větrné kalamitě se snížila dřevní zásoba, zvýšila kmenová hustota porostu a jeho schopnost regenerace. Sukcesní dynamika však závisela na věkové struktuře, skladbě porostu a produktivitě stanoviště.

Potencionální poškození porostu větrem může být při plánovaném obhospodařování lesů nahlíženo jednak jako výnosová ztráta, jednak jako podnět pro přírodě blízké hospodaření v lesích a zajištění biodiverzity.

Forestry, 2009, 82, č. 3, s. 334-359.

Kp

ZMĚNY V POROSTU (DIVERZITA MIKROSTANOVIŠTĚ, POČETNOST DRUHŮ) PO KALAMITNÍ TĚŽBĚ SE NETÝKAJÍ VEGETACE

V posledních letech narůstá objem poškození lesních porostů jak požáry, tak větrem. Následující kalamitní těžba je spojena s finanční ztrátou, která vyúsťuje ve snahu, co nejrychleji obnovit zasažený lesní porost.

Jedním z dopadů kalamitní těžby je změna charakteru mikrostanoviště, jeho druhové rozmanitosti a početnosti. Výzkum vlivu kalamitní těžby a porovnání s vývojem v netěženém porostu byl uskutečněn v americkém národním parku (Natchez Trace State Park and Forest)

nacházejícím se v centrální západní části státu Tennessee. Park leží v nadmořské výšce 137 až 182 m, podnebí je zde kontinentální vyznačující se krátkou mírnou vlhkou zimou a dlouhým suchým létem. Původně zemědělská půda byla opuštěna v roce 1935 a v roce 1955 věnována státu Tennessee. Na ploše se daří především dubovému porostu, rostou zde různé druhy ořechovce a další mezofilní druhy. Podrost tvoří *Cornus florida* L., *Nyssa sylvatica* MARSH. a *Sassafras albidum* (NUTT.) NEES. V květnu 1999 bylo přibližně 3 000 ha porostu zničeno 1,5 hod. trvající boufkou, při které vítr dosáhl rychlosti před 90 km/hod. Škody v porosty byly nerovnoměrné, ztráty výčetní základny se pohybovaly mezi 26,6 % až 49,5 %. Všechny poražené stromy byly vytěženy kromě 2 ploch o rozměrech 6 ha, které byly ponechány bez zásahu a určeny k výzkumným účelům.

V průběhu měsíců červen - srpen 2001 byl na vytyčených experimentálních plochách (jak na lesních plochách vytěžených, tak na plochách ponechaných bez těžby) detailně zkoumán vegetační porost a stanovištní podmínky ve vztahu k poškození větrem. Na pěti mikrostanovištích byly vyznačeny čtverce, z kterých byla získávána data o druhu a výšce stromu a rostlinném patru, které bylo hodnoceno vizuálně. Stupeň zápoje byl určen na základě hemisférické fotografie snímané 1,25 m nad každým čtvercem. Půdní teplota a vlhkost byly měřeny dvakrát v červnu 2002.

Výsledkem výzkumu bylo zjištění, že na vytěžených plochách v porovnání s nevytěženými se tvoří mnohem více různých druhů mikrostanovišť, výskyt druhů je rozmanitější, je zde vyšší půdní teplota, zápoj je otevřenější. Teprve po dvou letech od poškození větrem se vyrovnávají oba typy ploch v oblasti bylinného i stromového pokryvu, hustotě stromů. Půdní vlhkost ovlivněna nebyla, bylinný pokryv se lišil na jednotlivých stanovištích, nikoliv však mezi zkoumanými typy obhospodařování.

Kalamitní těžba nepoškozuje vývoj vegetace, škody mohou být způsobeny v případě, že příliš silné vnější přírodní zásahy jsou zkombinovány s příliš intenzivní kalamitní těžbou.

Forestry, 2009, 82, č. 3, s. 361-376.

Kp

MODELOVÁNÍ NEBEZPEČÍ VZNIKU VĚTRNÝCH POLOMŮ V LESE

V posledních 20 letech jsou větrné kalamity, které způsobují velké škody na lesích, předmětem intenzivního studia, na jehož základě se vytvářejí mechanisticko-empirické modely pro předpověď vzniku polomů. Podklady pro zpracování těchto modelů se získávají dvoufázově. Nejdříve je nutno zjistit kritickou rychlost větru v zápoji, při které se stromy lámou nebo vyvrací. To závisí na rychlosti lokálních větrů, postavení stromu v zápoji, tvaru a charakteru koruny i kmene, zakořenění stromu, typu půdy a její vlhkosti. Během druhé fáze se zpracovávají místní klimatologické údaje, z kterých lze určit pravděpodobnost výskytu polomu v oblasti zájmu, která se hodnotí na základě údajů o charakteru krajiny, frekvenci výskytu větrného počasí, převládajícím směru větru.

Pro zpracování získaných dat se používají mechanistické modely GALES a HWIND. Pomocí modelu GALES se vypočítává prahová rychlost větru, při které dochází k zlomům a vývratům, jako funkce výšky stromu, jeho tloušťky, sponu porostu, typu půdy, kultivace lesního porostu, jeho meliorace a typu dřeviny. Mechanistický model

HWIND je určen pro hodnocení stupně ohrožení monokulturálních porostů borovice lesní, smrku ztepilého a břízy, ale lze jej též použít pro předpověď vzniku světlin v porostu.

Oba modely byly mezi sebou porovnány a jejich spolehlivost byla s dobrými výsledky ověřena na omezeném souboru lesních dřevin a půdních typech. Model HWIND byl prakticky vyzkoušen při předpovědi větrného polomu v jižním Švédsku, model GALES byl použit v lesích Velké Británie. Oba modely lze použít pro předpověď výskytu škod, nikoliv pro výpočet vzniku polomů pro průměrný strom v porostu a jejich objem.

Oba modely jsou prvním stupněm pro vývoj dalších spolehlivějších modelů (WINDFIRM aj.), které by měly zahrnout do zpracování údaje o porostní struktuře, vlastnostech stromů, taktéž vlastnosti terénu a brát v úvahu polohu lesních porostů. Vzhledem k tomu, že modely mají sloužit praxi, tj. lesním podnikům a lesníkům, je třeba, aby byly jednoduché a srozumitelné. Pokud by byl model příliš složitý, byl by využitelný pouze odborníky, nesloužil by praxi, ale pouze výzkumu.

Forestry, 2009, 82, č. 3, s. 447-463.

Kp