

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

REPORTS OF FORESTRY RESEARCH



VĚDECKÝ RECENZOVANÝ ČASOPIS
SCIENTIFIC REVIEWED JOURNAL

1/2010

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

SWAZEK 55

ČÍSLO 1/2010

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

PETR NOVOTNÝ - JOSEF FRÝDL - JIŘÍ ČÁP

Výsledky hodnocení provenienční plochy s bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.) na lokalitě č. 50 - Pelhřimov, Křemešník ve věku 36 let
Results of evaluation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenance plot on the locality no. 50 - Pelhřimov, Křemešník at the age of 36 years

1

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ REMEŠ - PAVEL TAUCHMAN - VLASTIMIL HART

Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách
Douglas fir and its function effects on afforested agricultural lands

12

DUŠAN KACÁLEK - JIŘÍ NOVÁK - JAN BARTOŠ - MARIAN SLODIČÁK - VRATISLAV BALCAR - VLADIMÍR ČERNOHOUS

Vlastnosti nadložního humusu a svrchní vrstvy půdy ve vztahu k druhům dřevin
Forest-floor humus and topsoil properties related to forest-tree species

19

JAN LEUGNER - ANTONÍN JURÁSEK - JARMILA MARTINCOVÁ

Hodnocení variability růstu směsi klonů smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) v horských podmínkách
Growth variability assessment in clone mixtures of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) in mountain conditions

26

JAN BARTOŠ - JIŘÍ SOUČEK

Vliv hektarového počtu na kvalitu tyčkovin buku lesního
Quality of small-pole-stage beech related to stand density

33

JAN LEUGNER - JARMILA MARTINCOVÁ - ANTONÍN JURÁSEK

Sledování stavu asimilačního aparátu jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) v růstové komoře měřením fluorescence chlorofylu
Physiological state assessment of fir (*Abies alba* MILL.) plants in growth chamber by means of chlorophyll fluorescence measurement

38

JOLANA KYSELÁKOVÁ - MARIE BENEDIKOVÁ

Phytophthora spp. v dubových mlazínách
Phytophthora spp. in oak thickets

43

HANA UHLÍKOVÁ - OTO NAKLÁDAL

Historické gradace bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) na území vojenského újezdu Brdy
Historical outbreaks of *Lymantria monacha* L. in the territory of the Brdy Mountains

54

ODBORNÉ SDĚLENÍ

JOSEF LENOCH

Ekonomika obhospodařování lesních majetků
Economics of forest properties management

59

LESNICKÉ AKTUALITY - CURRENT CONTENTS

- Jsou marginální bukové porosty ekotypem tolerantním k suchu?

Are marginal beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances a source for drought tolerant ecotypes?

68

- Koncentrace prvků a jejich akumulování v nadzemní biomase vápněného a nevápněného porostu smrku ztepilého

Element concentrations and storage in the aboveground biomass of limed and unlimed Norway spruce trees

68

- Vliv zápoje na růst a mortalitu ve smíšené tyčkovině během přirozeného prořezávání

The effect of canopy position on growth and mortality in mixed sapling communities during self-thinning

69

- Zásoba a oběh fosforu na dlouhodobě monitorovaných lesních plochách v Německu

Phosphorus supply and cycling at long-term forest monitoring sites in Germany

69

- Sekvestrace uhlíku v lesním porostu ve Finsku ve vztahu k rozdílným způsobům těžby a klimatickým scénářům

Carbon sequestration in the growing stock of trees in Finland under different cutting and climate scenarios

70

VÝSLEDKY HODNOCENÍ PROVENIENČNÍ PLOCHY S BUKEM LESNÍM (*FAGUS SYLVATICA* L.) NA LOKALITĚ Č. 50 - PELHŘIMOV, KŘEMEŠNÍK VE VĚKU 36 LET

RESULTS OF EVALUATION OF EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) PROVENANCE PLOT ON THE LOCALITY NO. 50 - PELHŘIMOV, KŘEMEŠNÍK AT THE AGE OF 36 YEARS

PETR NOVOTNÝ¹⁾ - JOSEF FRÝDL¹⁾ - JIŘÍ ČÁP^{1,2)}

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

²⁾FLD ČZU, Praha

ABSTRACT

Presented research results represent European beech (*Fagus sylvatica* L.) experimental provenance plot no. 50 - Pelhřimov, Křemešník evaluation at the age of 36 years. This experimental plot was planted in conditions of Czech-Moravian Highland (CZ) in 1972/73. As for as the quantitative characteristics, both total heights and d.b.h. were measured, tree volume was taken from the yield tables, tree stock per 1 ha was accounted. In addition, some qualitative characteristics of trees (stem form, crown type, branching angle) were visually observed too. Obtained data were statistically assessed. Special attention was paid onto problems of geographic variability, local provenances and provenances from Slovakia (SK). Results are briefly commented and discussed.

Klíčová slova: buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), provenienční výzkum, ověřování potomstev, hodnocení, geografická proměnlivost, Česká republika
Key words: European beech (*Fagus sylvatica* L.), provenance research, progeny verifying, evaluation, geographic variability, Czech Republic

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Zastoupení buku lesního v České republice se v důsledku hospodaření v lesích snížilo z původních 40,2 % na dnešních 7,0 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008). Od poloviny minulého století jeho podíl v druhové skladbě našich lesů mírně stoupá. Vzhledem k snahám zvýšit do budoucna zastoupení této dřeviny až na ca 18 % bude za situace, kdy se zbytky dospělých bukových porostů nacházejí pouze v omezené oblasti původního přirozeného výskytu, i nadále nutná převážně umělá obnova buku. Původ reprodukčního materiálu, který bude pro tento způsob obnovy využíván, bude muset splňovat požadavky platných národních i mezinárodních předpisů. V současné době je přenos reprodukčního materiálu lesních dřevin upraven vyhláškou MZe č. 139/2004 Sb.

Jako podklad pro změny rajonizace reprodukčního materiálu lesních dřevin slouží jednak teoretické úvahy, avšak rozhodující pro vymezování a zpřesňování oblastí rajonizace jsou především biometrická měření a další šetření realizovaná na experimentálních plochách, která poskytují vědecky podložené údaje o chování pokusného materiálu původem z různého růstového prostředí v ekologických podmínkách ověřovací výsadby. Výsledky domácího výzkumu mají pro toto konkrétní využití vždy větší význam než obdobné výsledky ze zahraničí či jen čistě teoretické úvahy.

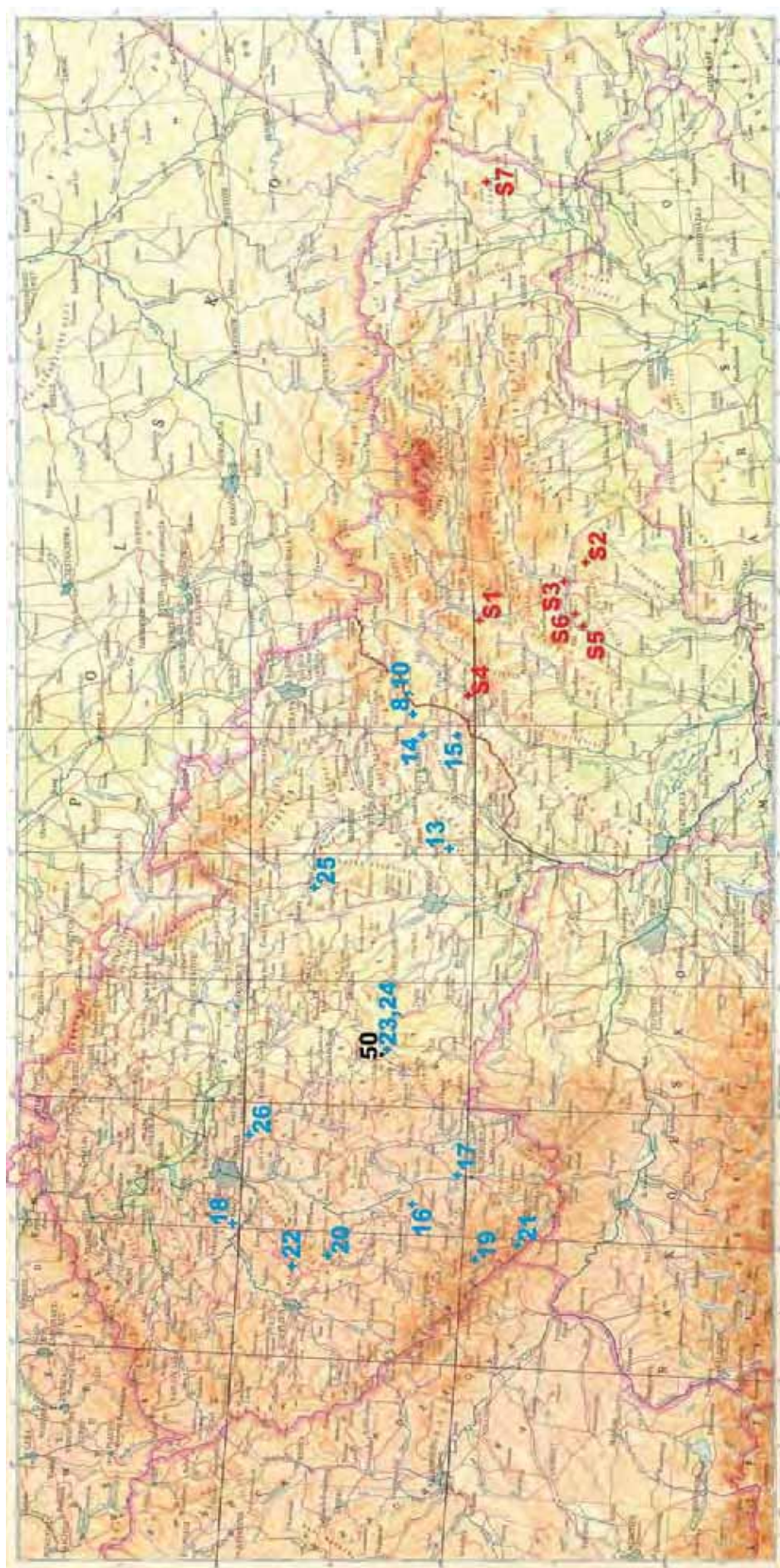
Provenienční výzkum buku lesního na území ČR byl zahájen prostřednictvím vzájemné spolupráce dřívějších VÚLHM Jíloviště-Strnady a LF VŠLD ve Zvolenu. Slovenská strana shromáždila v roce 1968 vzorky osiva, jejichž přebytek poskytla českému partnerskému pracovišti. Po doplnění sedmi obdržovaných oddílů semen o domácí provenience a po vypěstování sazenic byla na počátku 70.

let minulého století založena na lokalitě Pelhřimov, Křemešník první provenienční výzkumná plocha s bukem lesním v ČR. Na Slovensku byla z původních vzorků ve stejné době založena analogická výzkumná plocha na lokalitě Kováčová, Bien (ŠINDELÁŘ 1985a, c, BOTTO 1997).

Cílem tohoto příspěvku je vyhodnocení některých kvantitativních a kvalitativních charakteristik růstu potomstev dílčích populací buku lesního, zjištěných na české výzkumné ploše šetřením pokusného materiálu ve věku 36 let.

MATERIÁL A METODIKA

Výzkumná provenienční plocha č. 50 - Pelhřimov, Křemešník byla založena v letech 1972/73 v oblasti dnešní LS LČR Pelhřimov (PLO 16 - Českomoravská vrchovina), na stanovišti mezofilní jedlové bučiny v 660 m n. m. Klimatické poměry jsou charakterizovány průměrnou roční teplotou 5,8 °C, průměrným ročním úhrnem srážek 760 mm a délkou vegetační doby 130 - 140 dnů. Plocha o výměře 0,24 ha byla založena na rovinatém terénu ve dvou těsně sousedících částech metodou kompletního blokového uspořádání se třemi opakováními. K výsadbě bylo použito 24 proveniencí buku lesního, z toho 11 z hercynsko-sudetské a 5 z karpatské části ČR, 7 ze Slovenska a 1 z Rumunska (obr. 1, tab. 1). Celkem bylo vysazeno 72 parcel (3 × 24) o rozměrech 7,5 × 7,5 m. Základní spon výsadby byl zvolen 1,5 × 1,5 m, na každou parcelu tak připadlo 25 ks sazenic, tj. 75 ks pro každou provenienci. Bukvice původem z ČR byly sklizeny v porostech, které v době sběru nebyly uznány ke sklizni semenného materiálu, což však neznamená, že by byly tyto zdrojové porosty málo hodnotné, neboť v tehdejší době nebyla praxe uzná-



Obr. 1.

Lokalizace výzkumné plochy č. 50 – Pelhřimov, Křemešník a testovaných proveniencí (mapový podklad Školní zeměpisný atlas světa 1961)

Location of research plot no. 50 – Pelhřimov, Křemešník and tested provenances (map background by School geographic world atlas 1961)

Tab. 1.

Charakteristika proveniencí buku lesního zastoupených na výzkumné ploše č. 50 – Pelhřimov, Křemešník
Characteristics of European beech provenances tested on research plot no. 50 – Pelhřimov, Křemešník

Číslo provenience - lesní závod/ Provenance no. - Forest Enterprise	Polesí/ Forest district	Nadm. výška [m n. m.]/ Altitude above sea level [m]	Přírodní lesní oblast/ Natural forest regions	SO/ Seed zones
S1 - Kláštor pod Znievom	Slovany	1000	34 - Malá Fatra a Žiar/Malá Fatra and Žiar	3
S2 - Vigľaš	Kalinka	850	27 - Štiavnické vrchy, Pliesovská kotlina, Pohronský Inovec, Vtáčnik a Kremnické vrchy/Štiavnice Upland, Plieso Fold, Pohronský Inovec, Vtáčnik and Kremnica Upland	3
S3 - Zvolen	Kováčová	500	27 - Štiavnické vrchy, Pliesovská kotlina, Pohronský Inovec, Vtáčnik a Kremnické vrchy/Štiavnice Upland, Plieso Fold, Pohronský Inovec, Vtáčnik and Kremnica Upland	3
S4 - Pruské	Ilava	420	16 - Povážské podolie/Povážske valley	3
S5 - Žarnovica	Hrabičov	800	27 - Štiavnické vrchy, Pliesovská kotlina, Pohronský Inovec, Vtáčnik a Kremnické vrchy/Štiavnice Upland, Plieso Fold, Pohronský Inovec, Vtáčnik and Kremnica Upland	3
S6 - Banská Štiavnica	Sklenné Teplice	700	27 - Štiavnické vrchy, Pliesovská kotlina, Pohronský Inovec, Vtáčnik a Kremnické vrchy/Štiavnice Upland, Plieso Fold, Pohronský Inovec, Vtáčnik and Kremnica Upland	3
S7 - Sobrance	Remetské Hámre	450	30 - Vihorlatské vrchy/Vihorlat Upland	2
8 - Vsetín	Kychová	680	41 - Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky/ Hostýn and Vsetín Upland and Javorníky Mountains	-
9 - Rumunsko	Rumunské Karpaty	-	-	-
10 - Velké Karlovice	Halenkov	700	41 - Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky/ Hostýn and Vsetín Upland and Javorníky Mountains	-
13 - Bučovice	Haluzice	400	36 - Středomoravské Karpaty/Central Moravian Carpathians	-
14 - Vizovice	Bratřejov	450	38 - Bílé Karpaty/White Carpathians	-
15 - Brumov nad Vlárou	-	400	38 - Bílé Karpaty/White Carpathians	-
16 - Protivín	Rabínka	460	10 - Středočeská pahorkatina/Central Bohemian Upland	-
17 - Hluboká nad Vltavou	Nová Obora	400	10 - Středočeská pahorkatina/Central Bohemian Upland	-
18 - Nižbor	Dřevíč	420	8a - Křivoklátsko/Křivoklát Region	-
19 - Prachatice	Zátoň-Boubín	1000	13 - Šumava/Šumava Mountains	-
20 - Rožmitál pod Třemšínem	Hutě	720	7 - Brdská vrchovina/Brdy Upland	-
21 - Horní Planá	Nová Pec	900	13 - Šumava/Šumava Mountains	-
22 - VLS Hořovice	Strašice	650	7 - Brdská vrchovina/Brdy Upland	-
23 - Kamenice nad Lipou	Nový Rychnov 1	700	16 - Českomoravská vrchovina/Czech-Moravian Upland	-
24 - Kamenice nad Lipou	Nový Rychnov 2	700	16 - Českomoravská vrchovina/Czech-Moravian Upland	-
25 - Moravská Třebová	Hartinkov	500	31 - Českomoravské mezihoří (Czech-Moravian Intermountains)	-
26 - Kostelec nad Černými lesy	Jevany - Voděradské bučiny	480	10 - Středočeská pahorkatina/Central Bohemian Upland	-

vání listnatých porostů ještě běžná (ŠINDELÁŘ 1985c, 2005). Místní provenience 23 a 24 - Kamenice nad Lipou byly vysazeny v nižším počtu, což je uváděno již v dřívějších pracích. Dokumentace není v tomto směru jasná. Mohlo jít o nedostatek místního reprodukčního materiálu v době výsadby. Výsledky těchto dvou potomstev je tedy nutno uvažovat pouze orientačně, ale jejich naměřené výšky a $d_{1,3}$ jsou samozřejmě objektivní.

Pro výsadbu na jaře 1972 byly dodány tříleté, resp. dvouleté sazenice celkem 9 proveniencí, o rok později pak dalších 6 proveniencí (dvouleté a jednoleté sazenice). Vývoj pokusného materiálu byl od počátku uspokojivý a péstební péče spočívala v běžných úkonech (především redukce náletových dřevin a vyžínání), v roce 1976

byly stromky přihnojeny (ŠINDELÁŘ 1985c). Do současné doby již byly na ploše realizovány výchovné těžební zásahy, takže u jednotlivých potomstev není možné hodnotit míru přežívání. Ve věku 36 let lze maximálně 3letý věkový rozdíl sazenic již částečně zanedbat a vysazená potomstva navzájem porovnávat, což bylo při minulých hodnoceních problematictější.

Veškerá biometrická měření a vizuální posuzování se uskutečnila na jaře roku 2006. Výška stromů byla měřena s přesností 0,1 m ultrazvukovým výškoměrem VERTEX III, výčetní tloušťky byly měřeny taxační průměrkou s přesností 0,5 cm. Kvalitativní znaky byly zařazovány do klasifikačních stupnic následovně: tvrmost kmene (1 - zcela přímý, 2 - mírně zakřivený, 3 - silně zakřivený),

Tab. 2.

Geograficky vymezené jednotky, ze kterých pocházejí potomstva zastoupená na ploše č. 50
Geographically determined units from which progenies of plot no. 50 originate

Geografické regiony:

HS - hercynsko-sudetský, ZK - západokarpatský, SS - středoslovenský, VS - východoslovenský, (R - Rumunsko)

Geographic regions:

HS - Hercynian-Sudeten, ZK - West Carpathian, SS - Central Slovak, VS - East Slovak, (R - Romania)

Přírodní lesní oblasti:

7 - Brdská vrchovina, 8a - Křivoklátsko, 10 - Středočeská pahorkatina, 13 - Šumava, 16 - Českomoravská vrchovina, 31 - Českomoravské mezihoří, 36 - Středomoravské Karpaty, 38 - Bílé Karpaty a Vizovické vrchy, 41 - Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky

Natural forest regions:

7 - Brdy Upland, 8a - Křivoklát Region, 10 - Central Bohemian Upland, 13 - Šumava Mountains, 16 - Czech-Moravian Upland, 31 - Czech-Moravian Intermountains, 36 - Czech-Moravian Carpathians, 38 - White Carpathians and Vizovice Upland, 41 - Hostýn and Vsetín Upland and Javorníky Mountains

Návrhové semenářské oblasti:

4 - západočeská, 6 - Šumava a Český les, 7 - středočeská, 9 - českomoravská, 11 - karpatská

Proposed seed zones:

4 - Western Bohemian, 6 - Šumava Mountains and Bohemian Forest, 7 - Central Bohemian, 9 - Czech-Moravian, 11 - Carpathian

Lesní vegetační stupně:

2 - bukodubový, 3 - dubobukový, 4 - bukový, 5 - jedlobukový, 6 - smrkobukový, 7 - bukosmrkový

Forest vegetation zones:

2 - beech-oak, 3 - oak-beech, 4 - beech, 5 - fir-beech, 6 - spruce-beech, 7 - beech-spruce

charakteristika koruny (1 - průběžná, 2 - vidlicovitá, 3 - metlovitá), postavení větví 1. řádu (1 - ± horizontální, 2 - mírně vystoupavé, 3 - silně vystoupavé). Na základě znalosti průměrných hodnot výšek a výčetních tloušťek byla z tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942) získána hodnota objemu průměrného stromu. S využitím údaje o počtu rostoucích jedinců byly vypočteny průměrné hektarové zásoby.

Veškerá numerická data byla analyzována běžnými matematicko-statistickými postupy (variační koeficienty, věkové korelace, analýza variance, Duncanův test). K posouzení míry přesnosti hodnocení pokusů byly vypočteny hodnoty opakovatelnosti h^2 . Variabilita fenotypových charakteristik byla vyhodnocena χ^2 testem s využitím spektra (četnosti) klasifikovaných veličin.

Jednotlivé provenience byly posuzovány také podle své příslušnosti ke geografickým regionům (POSPÍŠIL 1964), přírodním lesním oblastem (PLÍVA, ŽLÁBEK 1986), návrhovým semenářským oblastem (HYNEK 2000) a lesním vegetačním stupňům (tab. 2). Zvláštní pozornost byla věnována místním proveniencím a proveniencím ze Slovenska.

VÝSLEDKY

Na výzkumné ploše rostlo ve věku 36 let celkem 849 jedinců (tab. 3). Na jedno potomstvo připadalo průměrně 35 stromů. U konkrétních potomstev se počty pohybovaly od pouhých 5 (24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 2) do 71 (S_1 - Kláštor pod Znievom, Slovany).

Průměrná výška potomstev na celé ploše měla hodnotu 14,2 m (tab. 3). Analýza variance prokázala mezi potomstvy statisticky vysoce významné rozdíly ($\alpha = 0,01$), vysoce významné rozdíly byly zjištěny i mezi bloky (opakováními), což znamená, že výzkumná plocha není jako celek růstově homogenní. Faktor provenience se na celkové varianci podílel z 87 %, faktor opakování 1 %, zbytková variance pak představovala 12 %. Duncanův test rozdělil potomstva do čtyř růstově homogenních podskupin. Vypočtená hodnota opakovatelnosti (heritability) pokusu $h^2 = 0,62$ je již pod kritickou hodnotou (0,70). Variační koeficienty se pohybovaly od 11,2 do 30,1 %. Nejvyšší průměrné výšky dosáhlo potomstvo 14 - Vizovice, Bratřejov (15,6 m), následované proveniencí 8 - Vsetín, Kychová. Obě tato potomstva reprezentují region moravských karpatských oblastí. Jako třetí v pořadí se umístila provenience S_4 - Pruské, Ilava (15,3 m) ze Slovenska. Průměrnou výšku 15 m ještě přesáhly hercynsko-sudetská provenience 10 - Velké Karlovice, Halenkov (15,2 m) a potomstvo 9 z Rumunska (15,1 m). Nejhuře naopak rostlo potomstvo 24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 2 (11,2 m), dále 19 - Prachatice, Zátoň-Boubín (11,8 m) a 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 (12,0 m), viz graf 1. Na ploše byla zjištěna statisticky významná ($\alpha = 0,05$) negativní závislost průměrných výšek proveniencí na nadmořské výšce stanovišť jejich mateřských porostů.

Průměrná výčetní tloušťka buků na celé ploše dosáhla hodnoty 11,1 cm (tab. 3). Analýza variance neprokázala mezi potomstvy statisticky významné rozdíly, mezi opakováními statisticky významné difference na $\alpha = 0,05$ zjištěny byly. Variační koeficienty

Tab. 3.

Hodnoty zjišťovaných charakteristik na výzkumné ploše č. 50 ve věku 36 let
Values of tested characteristics on research plot no. 50 at the age of 36 years

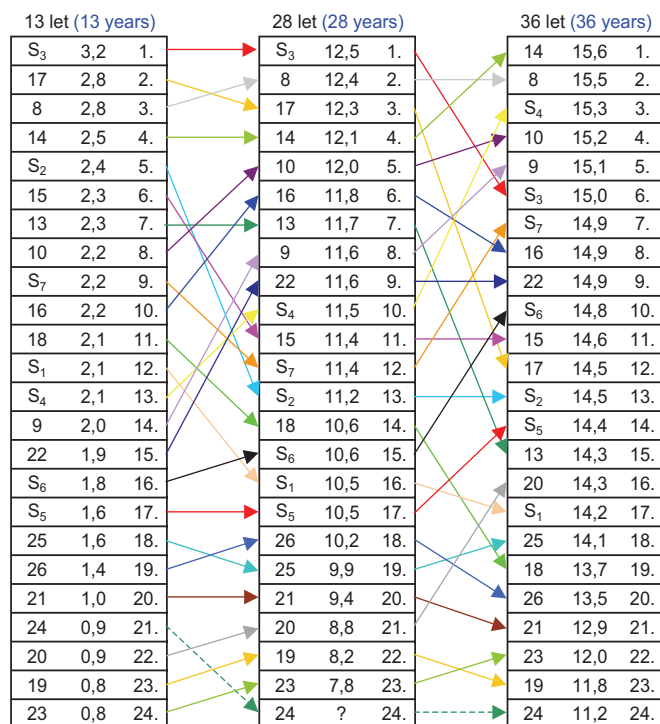
Kód provenience/ Provenance no.	Počet rostoucích jedinců/ Number of growing individuals	Průměrná výška/ Average height [m]	Variační koeficient výšek/ Heights coefficient of variation	Průměrná $d_{1,3}$ /Average d.b.h. [cm]	Variační koeficient $d_{1,3}$ / d.b.h. coefficient of variation	Objem průměrného stromu/ Average tree volume production [m ³]	Průměrná stromová zásoba/ Average growing-stock [m ³ .ha ⁻¹]	Tvárnost kmene/ Stem form	Charakter koruny/ Crown character	Postavení větví 1. řádu/ Branches of the 1st order angle
S ₁	49	14,2	0,2081	10,8	0,3870	0,077	223,6	2,163	1,592	2,653
S ₂	47	14,5	0,2378	11,4	0,4402	0,087	242,3	2,085	1,681	2,575
S ₃	53	15,0	0,2406	12,5	0,4144	0,108	339,2	2,094	1,623	2,604
S ₄	37	15,3	0,1399	12,2	0,3870	0,105	230,2	2,432	1,676	2,757
S ₅	26	14,4	0,1727	10,1	0,3099	0,068	104,8	1,923	1,577	2,692
S ₆	28	14,8	0,1119	11,1	0,2935	0,084	139,4	2,250	1,714	2,821
S ₇	41	14,9	0,2108	11,9	0,4137	0,097	235,7	2,122	1,683	2,610
8	71	15,5	0,1696	11,1	0,3626	0,087	366,0	1,944	1,718	2,690
9	36	15,1	0,1825	13,1	0,3754	0,120	256,0	1,972	1,861	2,694
10	54	15,2	0,1825	11,7	0,3247	0,095	304,0	2,148	1,796	2,759
13	45	14,3	0,1821	11,9	0,3511	0,094	250,7	2,600	1,778	2,667
14	41	15,6	0,1657	12,2	0,3558	0,106	257,5	2,293	1,659	2,683
15	50	14,6	0,2011	11,3	0,3984	0,086	254,8	2,060	1,720	2,620
16	47	14,9	0,1390	11,8	0,3212	0,096	267,4	2,192	1,809	2,766
17	36	14,5	0,1582	11,5	0,3579	0,089	189,9	2,111	1,750	2,667
18	23	13,7	0,1882	11,3	0,4153	0,083	113,1	2,522	1,826	2,565
19	14	11,8	0,1800	8,6	0,2647	0,043	35,7	1,786	1,643	2,714
20	16	14,3	0,1509	11,3	0,3698	0,085	80,6	1,750	1,875	2,688
21	24	12,9	0,1368	9,8	0,3122	0,060	85,3	2,250	1,625	2,708
22	52	14,9	0,1830	11,4	0,4111	0,089	274,3	1,846	1,846	2,654
23	6	12,0	0,1285	9,1	0,4663	0,048	17,1	2,333	1,667	3,000
24	5	11,2	0,3007	9,8	0,4413	0,055	16,3	2,200	1,400	2,800
25	29	14,1	0,1803	10,6	0,3387	0,075	128,9	2,207	1,793	2,759
26	19	13,5	0,1779	9,1	0,3663	0,053	59,7	2,579	1,526	2,684
Průměr/ Average	35,4	14,2	0,1804	11,1	0,3699	0,083	186,4	2,146	1,719	2,682

kolísaly mezi 26,5 a 46,7 %. Největší výčetní tloušťky dosáhla provenience 9 z Rumunska (13,1 cm). Jako druhé v pořadí následovalo slovenské potomstvo S₃ - Zvolen, Kováčová (12,5 cm), dále pak provenience 14 - Vizovice, Bratřejov (12,2 cm). Nejhorším tloušťkovým růstem se vyznačovala potomstva 19 - Prachovice, Zátoň-Boubín (8,6 cm), 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 (9,1 cm) a 26 - Kostelec nad Černými lesy, Jevany-Voděradské bučiny (9,1 cm).

Z průměrných hodnot výšky a $d_{1,3}$ byly odvozeny objem nadzemní biomasy průměrného stromu a stromová zásoba na 1 ha. Průměrný stromový objem výsadby dosáhl hodnoty 0,083 m³ (tab. 3). Nejvyššího objemu dosáhlo rumunské potomstvo 9 (0,120 m³). Jako další v pořadí se umístily provenience S₃ - Zvolen, Kováčová (0,108 m³), 14 - Vizovice, Bratřejov (0,106 m³) a S₄ - Pruské, Ilava (0,105 m³). Nejnižší objemy byly zjištěny u potomstev 19 - Prachovice, Zátoň-Boubín (0,043 m³), 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 (0,048 m³), 26 - Kostelec nad Černými lesy, Jevany-Voděradské bučiny (0,053 m³) a 24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 2 (0,055 m³).

Nejvyšší hektarová stromová zásoba byla zjištěna u potomstev 8 - Vsetín, Kychová (366,0 m³. ha⁻¹), S₃ - Zvolen, Kováčová (339,2 m³. ha⁻¹) a 10 - Velké Karlovice, Halenkov (304,0 m³. ha⁻¹), viz tabulku 3. Velmi nízké zásoby byly naopak zjištěny u proveniencí 24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 (16,3 m³. ha⁻¹), 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 2 (17,1 m³. ha⁻¹) a 19 - Prachovice, Zátoň-Boubín (35,7 m³. ha⁻¹).

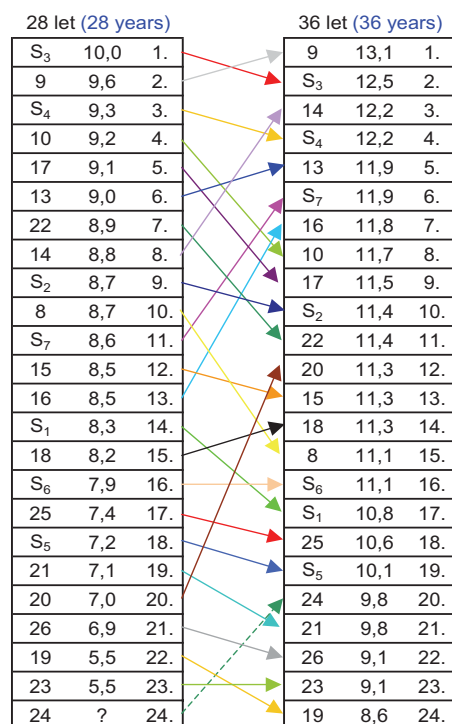
Posouzení tvárnosti kmene χ^2 testem ($v = 46$) prokázalo mezi potomstvy statisticky vysoce významné rozdíly ($\chi^2_{46} / 0,01 = 88,0551^{**}$). Průměrný index tvárnosti kmene dosáhl hodnoty 2,146. Nejnižší indexy byly zaznamenány u potomstev 20 - Rožmitál pod Třemšínem, Hutě (1,750), 19 - Prachovice, Zátoň-Boubín (1,786) a 22 - VLS Hořovice, Strašice (1,846). Nejhorší tvárností se naopak vyznačovala potomstva 13 - Bučovice, Haluzice (2,600), 26 - Kostelec nad Černými lesy, Jevany-Voděradské bučiny (2,579) a 18 - Nižbor, Dřevíč (2,522).



Graf 1.

Vývoj výškového růstu proveniencí buku na výzkumné ploše č. 50 – Pelhřimov, Křemešník

Development of European beech provenances' height growth on research plot no. 50 – Pelhřimov, Křemešník



Graf 2.

Vývoj tloušťkového růstu proveniencí buku na výzkumné ploše č. 50 – Pelhřimov, Křemešník

Development of European beech provenances' d.b.h. growth on research plot no. 50 – Pelhřimov, Křemešník

U charakteru koruny prokázalo posouzení χ^2 testem mezi potomstvy statisticky významné rozdíly ($\chi^2_{46} / 0,05 = 64,9347^+$). Průměrný index charakteru koruny činil 1,718. V tomto ukazateli vynikala potomstva 24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 (1,400) a 26 - Kostelec nad Černými lesy, Jevany-Voděradské bučiny (1,526). Naopak nejvyšší hodnoty indexů byly zjištěny u proveniencí 20 - Rožmitál pod Třemšínem, Hutě (1,875), 9 - Rumunsko (1,861) a 22 - VLS Hořovice, Strašice (1,846).

Při posouzení postavení větvi 1. řádu χ^2 testem nebyly mezi potomstvy zjištěny statisticky významné rozdíly ($\chi^2_{46} / 0,05 = 47,1219^{NS}$). Průměrný index větvení dosáhl hodnoty 2,682. Nejnížší hodnoty indexu měly provenience 18 - Nižbor, Dřevíč (2,565) a S₂ - Víglaš, Kalinka (2,574), 100 % vystoupavých větví bylo zaznamenáno u provenience 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 (3,000).

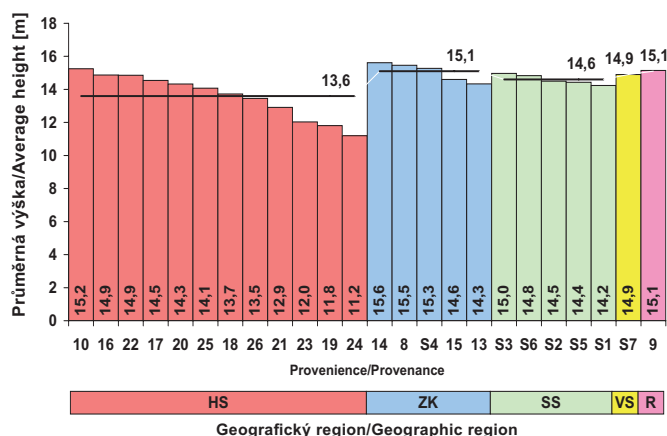
Při rozdělení potomstev podle geografických regionů (graf 3a) rostly nejlépe soubory ze západních Karpat a také rumunské potomstvo. U souboru z hercynsko-sudetského regionu byl zjištěn nejpomalejší výškový růst. U přírodních lesních oblastí, které jsou na této ploše zastoupeny 9 soubory, byla proměnlivost výraznější (graf 3b). Největší výškový růst byl zaznamenán u souborů z PLO 38 - Bílé Karpaty a Vizovické vrchy a také 41 - Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky. Nejpomaleji rostla potomstva z Českomoravské vrchoviny (PLO 16) a Šumavy (PLO 13). Sloučením 9 PLO do návrhových semenářských oblastí (NSO) se počet souborů snížil na 5 (graf 3c). Nejlépe v podmínkách výzkumné plochy odrůstala potomstva z NSO 11 - karpatské, pomalejším růstem se vyznačovaly NSO 6 - Šumava a Český les a NSO 9 - českomoravská. Provenience

z nižších poloh (LVS 2 - 4) měly na ploše větší výškový růst než potomstva původem z vyšších poloh (LVS 5 - 7), viz graf 3d.

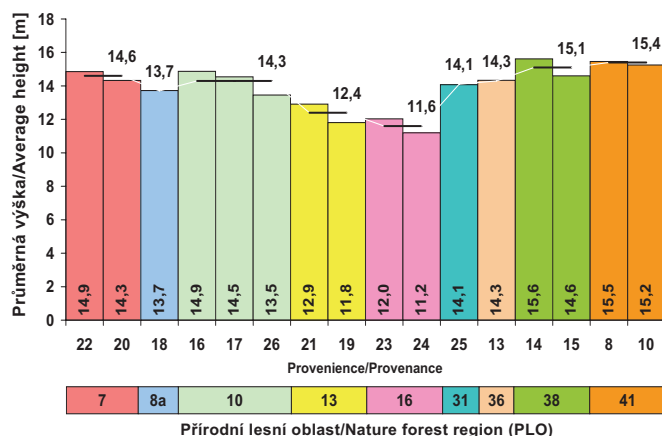
Pokud jde o místní populace, které se na výzkumné ploše testují, lze hovořit pouze o místních populacích v širším smyslu, tj. z téže PLO. Konkrétně se jedná o potomstva 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1 a 24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 2. Obě se zde vyznačují jedním z nejslabších výškových růstů, což se odráží také v objemové produkci. Tvárnost kmene obou proveniencí byla podprůměrná. Potomstvo 24 bylo nejlepší ze všech z hlediska charakteru koruny a rovněž provenience 23 byla v tomto ukazateli nadprůměrná. V ukazateli úhlu nasazení hlavních větví se obě potomstva projevila podprůměrně a zaujala dvě z posledních tří pořadí.

Na výzkumné ploše č. 50 - Pelhřimov, Křemešník z roku 1972 bylo hodnoceno celkem 7 slovenských proveniencí. Průměrná výška všech 24 testovaných proveniencí na této ploše měla ve 36 letech hodnotu 14,2 m, průměrná výška českých proveniencí 13,9 m (tab. 4). Průměrnou výšku celé výsadby a tím i českých potomstev předstihly slovenské provenience S₄ - Pruské, Ilava (15,3 m), S₃ - Zvolen, Kováčová (15,0 m), S₇ - Sobrance, Remetské Hámre (14,9 m), S₆ - Banská Štiavnica, Sklenné Teplice (14,8 m), S₂ - Víglaš, Kalinka (14,5 m), S₅ - Žarnovica, Hrabčiv (14,4 m) a i zbývající slovenská provenience S₁ - Kláštor pod Znievom, Slovany (14,2 m) vyrovnala průměr výsadby.

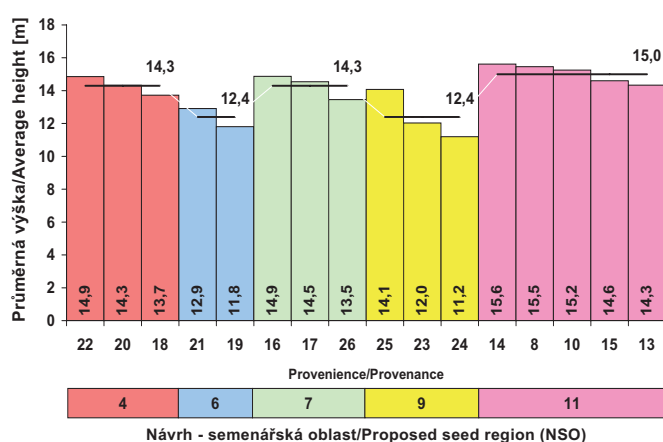
Pokud jde o kvalitativní znaky, v tvárnosti kmene se potomstva ze Slovenska umístila v širší středové části celého souboru. Nejlepší potomstvo S₅ - Žarnovica, Hrabčiv bylo čtvrté, avšak naopak provenience S₄ - Pruské, Ilava byla čtvrtá nejhorší. Z hlediska



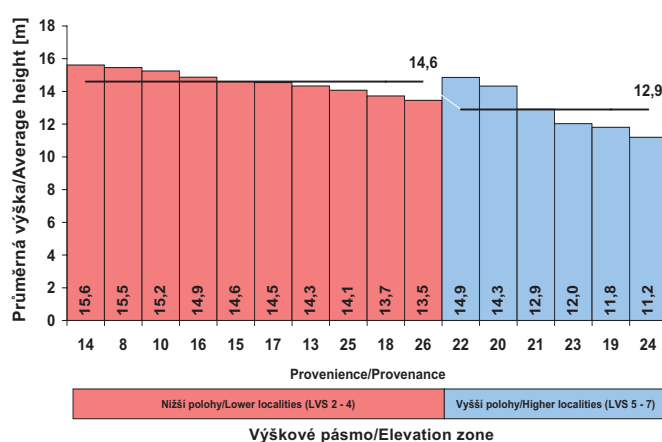
Graf 3a



Graf 3b



Graf 3c



Graf 3d

Graf 3a, b, c, d.

Průměrná výška proveniencí na ploše č. 50 – Pelhřimov, Křemešník, seřazených podle geografických regionů, PLO, návrhových SO a LVS
Average height of provenances on research plot no. 50 – Pelhřimov, Křemešník, lined up according to geographic regions, natural forest regions, proposed seed regions and forest vegetation zones

znaku charakter koruny se všechna slovenská potomstva umístila nadprůměrně, tj. vyznačovala se obecně nižšími indexy. V charakteru větvení vynikalo slovenské potomstvo S_6 - Banská Štiavnica, Sklenné Teplice, které bylo s indexem 2,821 druhé, naopak např. potomstva S_2 - Viglaš, Kalinka (2,574) a S_3 - Zvolen, KOVÁČOVÁ (2,604) se umístila v tomto znaku jako předposlední, resp. třetí od konce.

DISKUSE

Výzkumná plocha byla v minulosti hodnocena již dvakrát, poprvé v roce 1981 ve věku 13 let (ŠINDELÁŘ 1985b, c, e, 1995, HYNEK 1996), podruhé v roce 1997 ve věku 28 let (HYNEK 1997, ŠINDELÁŘ 2001, 2004, 2005). Vzhledem k této skutečnosti bylo možno provést analýzu vývoje jednotlivých potomstev v časovém horizontu (grafy 1 a 2).

Ve věku 13 let byla z kvantitativních znaků měřena pouze výška, z kvalitativních znaků pak jakost (příměst) kmene, vidličnatost, tloušťka větví a úhel větví prvního řádu. Kvalitativní znaky byly posuzovány zařazením do zvolených klasifikačních stupnic (viz ŠINDELÁŘ 1985c). Zamýšlené hodnocení zdravotního stavu a příčin poškození uskutečněno nebylo, neboť poškození jedinci se vyskytovali jen zcela ojediněle (ŠINDELÁŘ 1985b).

Z grafu 1 je zřejmé, že se mezi 13 a 28 lety pořadí výšek proveniencí měnilo především ve střední pole. Koeficient věkové korelace pro tato dvě měření je statisticky vysoce významný ($r_{13,28} = 0,8930^{++}$), tj. pořadí potomstev si jako celek zachovává určitý trend (ŠINDELÁŘ 2001, 2004, 2005).

Výsledky ve 13 letech naznačily výraznou geografickou proměnlivost růstových projevů potomstev dílčích populací z území dnešních ČR a SR. Zjištěné rozdíly v hodnotách sledovaných veličin byly s výjimkou vidličnatosti statisticky významné. Pokud jde o vzájemné porovnání geografických oblastí (POSPÍŠIL 1964), zastupovaly her-

Tab. 4.

Průměrné výšky, výčetní tloušťky a objemy průměrného stromu slovenských proveniencí buku ve srovnání s průměrem všech potomstev a potomstev z ČR

Average values of height, d.b.h. and volume production of Slovak European beech provenances in comparison with average values of all provenances and progenies from the Czech Republic

Výzkumná plocha/ Research plot	Kód provenience/ Provenance no.	Označení provenience (LS, lokalita)/ Identification of provenance (forest enterprise, locality)	Průměrná výška/Average height [m]	Průměrná $d_{1,3}$ / Average d.b.h. [cm]	Objem průměrného stromu/Average tree volume production [m ³]	Průměrná výška všech proveniencí na ploše/ Average height of all tested provenances on research plot [m]	Průměrná výška proveniencí z ČR na ploše/Average height of Czech provenances on research plot [m]	Věk hodno- cení/Age of evaluation [rok/year]
50	S ₁	Kláštorec pod Znievom, Slovany	14,2	10,8	0,077	14,2	13,9	36
	S ₂	Víglaš, Kalinka	14,5	11,4	0,087			
	S ₃	Zvolen, Kovačová	15,0	12,5	0,108			
	S ₄	Pruské, Ilava	15,3	12,2	0,105			
	S ₅	Žarnovica, Hrabčiov	14,4	10,1	0,068			
	S ₆	Banská Štiavnica, Sklenné Teplice	14,8	11,1	0,084			
	S ₇	Sobrance, Remetské Hámre	14,9	11,9	0,097			

cynsko-sudetský i karpatský region populace s rychlým i pomalým růstem, resp. lepší i horší kvalitou. Nebylo tedy možno říci, že by některý z těchto regionů v posuzovaných znacích druhý výrazně převyšoval (ŠINDELÁŘ 1985b, e), bylo však upozorněno na dobrý růst a pozitivní kvalitativní vlastnosti západokarpatských proveniencí (HYNEK 1996).

Ve věku 28 let se zjišťovaly výška, výčetní tloušťka a tvárnost kmene. Nekomentované tabelární, grafické a statistické výstupy jsou obsaženy ve výroční zprávě (HYNEK 1997). Podrobný rozbor výsledků provedl a publikoval až ŠINDELÁŘ (2001, 2004, 2005).

Analýza výškového i tloušťkového růstu potomstev naznačila existenci negativního korelačního vztahu mezi těmito veličinami a nadmořskou výškou jejich mateřských porostů, tj. pravděpodobnou adaptací jednotlivých dílčích populací na délku vegetační doby lokality původu (ŠINDELÁŘ 2004). Stejný autor (ŠINDELÁŘ 2001, 2004) proto uvádí, že by ani zpočátku pomaleji rostoucí dílčí populace neměly být v praxi vylučovány z reprodukce, neboť mohou disponovat jinými významnými vlastnostmi (např. odolností proti pozdním mrazům).

Z hlediska geografické příslušnosti byl kladně hodnocen soubor populací ze Slovenska, který byl následován proveniencemi z moravských Karpat. Nejhuře se projeví dílčí populace z herecynsko-sudetského regionu.

Obdobná situace platila i mezi 28 a 36 roky, pouze korelační koeficient byl nižší, ale i tak vysoce významný ($r_{28,36} = 0,8435^{++}$). Korelační koeficient $r_{13,36} = 0,6896^{++}$. K stabilnějším potomstvům v přední části pole lze počítat provenienci 8 - Vsetín, Kychová, která byla ve 13 letech třetí a v obou následujících měřeních druhá, a také potomstvo 14 - Protivín, Rabinka, které bylo při prvních dvou měřeních čtvrté a nyní se posunulo na první místo. Jako podprůměrná lze v rámci všech tří měření charakterizovat potomstva 23 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 1, 19 - Prachovice, Zátoň-Boubín a 24 - Kamenice nad Lipou, Nový Rychnov 2, tedy obě místní potomstva.

Další srovnání umožňují výsledky měření provenienční plochy Kováčová na Slovensku, která byla hodnocena ve věku 26 let (BOTTO 1997). Na této ploše je paralelně vysazeno 6 identic-

kých slovenských potomstev jako na výsadbě č. 50 a také stejné potomstvo z Rumunska. Autor sledoval celkovou výšku, výčetní tloušťku a vidličnatost kmene. Na základě syntetického zhodnocení kvantitativních charakteristik a podílu vidličnatých jedinců vyliší tři provenience, které považuje za perspektivní pro přírodní podmínky podobné těm, v jakých je založen provenienční pokus. Jde o potomstva P1 - Remetské Hámre, P6 - Ulič a P19 - Lukov. Z těchto jednotek je na výzkumné ploše č. 50 zastoupena pouze provenience P1 (S₇) - Remetské Hámre. Tato jednotka jako jediná zastupuje na ploše č. 50 východoslovenský geografický region. Ve výškovém i tloušťkovém růstu se ve věku 36 let projevila nadprůměrně (třetí nejlepší ze slovenských potomstev). Ve věku 28 let (ŠINDELÁŘ 2005), což je věk hodnocení české výsadby, který je bližší věku, ve kterém byla měřena slovenská plocha, rostla tato provenience také nadprůměrně. Na slovenské ploše patřily na druhé straně k výškově nejhůře rostoucím proveniencím P17 - Hrabčiov (na české výsadbě označení S₅) a P18 - Sklenné Teplice (S₆). Ve 36 letech se v Čechách v tomto ukazateli pohybovaly mírně nad průměrem a také ve 28 letech rostly do výšky nadprůměrně. V kvalitativní charakteristice vidličnatosti vynikala z proveniencí, které jsou zastoupeny i v ČR, jednotka 20 - Rumunsko (9), naopak velký počet vidličnatých jedinců byl zaznamenán u proveniencí P13 - Ilava (S₄) a u místního potomstva P10 - Zvolen (S₃). V ČR byla ve 36 letech ve znaku charakteristika koruny obě slovenská potomstva nadprůměrná, rumunské potomstvo bylo však i zde hodnoceno jako nekvalitní. Horší kvalita místní provenience ze Zvolena potvrzuje skutečnost, se kterou se lze u provenienčních pokusů neztřídkou setkat, totiž že lokální materiál nemusí být vždy ve srovnání s alochtonními potomstvy hodnocen jako nejlepší.

Možnost srovnání výsadby č. 50 s jinými bukovými plochami v ČR je omezená. Do jisté míry mohou být za ekvivalentní označena potomstva 17 - Hluboká nad Vltavou, Nová Obora, 13 - Bučovice, Haluzice a 15 - Brumov, která rostou na ploše č. 50, a na druhé straně potomstva 1 - Hluboká nad Vltavou, Poněšice 1, S2 - Hluboká nad Vltavou, Poněšice 2, 3 - Hluboká nad Vltavou, Stará Obora-Boky, S11 - Bučovice, Lovčice a S5 - Brumov, Svatý Štěpán,

kteřá jsou vysazena na výzkumných plochách série 1995. Žádná z ploch série 1995 nebyla vysazena v PLO 16, ve které se nachází plocha č. 50. V rámci série 1995 vynikalo potomstvo 1 na plochách č. 142 - Kaplice, Bukovsko, č. 143 - Lesy Steinských, Praha-Radotín, č. 145 - Klášterec nad Ohří, Hradiště a Smr a č. 149 - Křivoklát, Karlova Ves; potomstvo S5 vynikalo na plochách č. 143, č. 146 - Janov, Načetín, č. 148 - Nové Město pod Smrkem, Nové Město pod Smrkem a č. 155 - VLS Velichov, Klášterec, Úhošťany „Homole“. Potomstvo S2 vynikalo na plochách č. 153 - Bučovice, Hradisko a č. 154 - Bystřice pod Hostýnem, Polomsko (NOVOTNÝ, ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2007, NOVOTNÝ 2008).

Další možnost srovnání je ještě možná u potomstev 13 - Bučovice, Haluzice a 17 - Hluboká nad Vltavou (plocha č. 50) a 5 - Bučovice, Lovčice, resp. 10 - Hluboká nad Vltavou, Stará Obora (plochy série 1988). Na plochách série 1988 patřilo v 7 letech potomstvo 10 mezi skupinu proveniencí s nejrychlejším růstem a nejnižší mortalitou. Na ploše č. 50 bylo v mladším věku 13 let potomstvo 17 také charakterizováno jako jedno z nejlepších (ŠINDELÁŘ 1985d), ve věku 36 let již však rostlo průměrně. Potomstva 5, resp. 13 rostou na svých výsadbách průměrně.

Růst některých proveniencí je možno porovnat též s proveniencemi zastoupenými na výzkumných plochách série 1984, které byly hodnoceny ve věku 25 let (NOVOTNÝ et al. 2007). Vzájemně je možno porovnávat potomstva 15 - Brumov nad Vlárou (č. 50) a 3 - Brumov, Vlára (série 1984), dále S₃ - Zvolen, Kováčová (č. 50) a 28 - ŠLP Zvolen 1, Kováčová (1984), S₇ - Sobrance, Remetské Hámre (č. 50) a 17 - VLS Kamenica nad Cirochou, Vihorlat I, resp. 34 - VLS Kamenica nad Cirochou, Vihorlat II (1984). Potomstvo 3 dosahovalo ve 25 letech na plochách série 1984 v PLO 16 na Pelhřimovsku průměrné výšky 9,1 - 9,7 m a výčetní tloušťky 7,9 - 10,1 cm. Patřilo tak mezi nejlépe rostoucí. K nejlépe rostoucím v PLO 16 patřilo i potomstvo 34 (výška 7,7 - 9,2 m, výčetní tloušťka 7,6 - 7,7 cm). Zbývající potomstva 17 a 28 ze série 1984, umožňující srovnání, dosahovala v PLO 16 průměrné výšky 8,7 - 9,0 m a průměrné $d_{1,3}$ 7,4 - 10,2 cm, resp. 7,5 m a 7,4 cm.

Při hodnocení výzkumné plochy č. 50 ve věku 36 let se jako nejlepší projevil proveniencí ze západních Karpat spolu s rumunským potomstvem; naopak nejpomalejší růst byl zjištěn u hercynsko-sudetských potomstev. Také potomstvo z Hluboké nad Vltavou ve vyšším věku na rozdíl od dřívějších měření již na výsadbě č. 50 nijak výrazně nevynikalo. Ve srovnání s předchozím hodnocením slovenských potomstev (NOVOTNÝ et al. 2009) se jejich průměrná výška během 8 let zvýšila o 3,5 m.

Na provenienční ploše č. 50 se v 36 letech nejlépe osvědčuje proveniencí 14 - Vizovice, Bratřejov (15,6 m), která vyniká ve všech kvantitativních ukazatelích, nadprůměrná je i v utváření koruny a ve způsobu nasazení větví. U tohoto znaku se považuje za nejlepší horizontální nasazení jemných větví, neboť tato kombinace je nejvýhodnější pro samovolné čištění kmene bez následného zarůstání suků snižujících kvalitu dřeva (ŠINDELÁŘ 1992). Potomstvo 14 je však podprůměrné, pokud jde o tvárnost kmene.

V souladu s dnes platnou vyhláškou č. 139/2004 Sb. by bylo možno na lokalitě experimentální výsadby (PLO 16, LVS 5) pěstovat proveniencí 20, 21, 23 a 24. Z důvodu méně podrobné dokumentace k testovaným proveniencím, ve které není uveden LVS, byl tento ukazatel stanoven podle tabulky ve Směrnících pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos (1988). Ze závazných legislativních ustanove-

ní o podmínkách přenosu reprodukčního materiálu tedy vyplývá, že nejlépe rostoucí potomstvo 14 - Vizovice, Bratřejov na ploše č. 50 podmínky stanovené současně platnou vyhláškou nesplňuje.

ZÁVĚR

Význam buku lesního v ČR se bude do budoucna postupně dlouhodobě zvyšovat. Přestože bude v lesním hospodářství přetrvávat oprávněná snaha obnovovat tuto dřevinu zejména přirozeným způsobem, bude i nadále v řadě případů nutná umělá obnova, pro kterou bude potřeba disponovat kvalitním reprodukčním materiálem vhodné proveniencí.

Předkládaná práce navazuje na výzkumné aktivity realizované v předchozím období VÚLHM Jíloviště-Strnady, které souvisejí s provenienčním výzkumem buku lesního.

Na provenienční ploše č. 50 se nejlépe osvědčuje potomstvo 14 - Vizovice, Bratřejov (15,6 m), které vyniká ve všech kvantitativních ukazatelích, nadprůměrné je i v utváření koruny a ve způsobu nasazení větví. Toto potomstvo je však podprůměrné, pokud jde o tvárnost kmene.

Při hodnocení slovenských potomstev buku lesního na ploše č. 50 byly konstatovány dobrý růst i vitalita těchto populací. Nejlépe rostlo potomstvo proveniencí S₄ - Pruské, Ilava ze západokarpatského regionu, ale velmi dobře byla hodnocena i všechna ostatní potomstva ověřovaných proveniencí ze středoslovenského regionu a také potomstvo proveniencí z východoslovenského regionu. Varianty z hercynsko-sudetského regionu měly průměrnou výšku ze všech nejnižší.

Nelze tak mít vážné námitky proti případnému dovozu reprodukčního materiálu buku z karpatských oblastí Moravy, příp. Slovenska ve zvláště odůvodněných případech do podmínek hercynsko-sudetského regionu. Materiál z dovozu však nelze využívat v národních parcích a dalších objektech, které jsou předmětem zájmu ochrany přírody a krajiny. Stejný princip platí i pro genové základny, jako objekty určené k reprodukci původních domácích populací lesních dřevin, a pro vymezené autochtonní nebo jinak cenné populace buku.

V průběhu 35 let trvajícího provenienčního výzkumu buku lesního v České republice se již podařilo shromáždit řadu cenných poznatků o růstu potomstev dílčích populací různého původu v přírodních podmínkách lokalit ověřovacích výsadeb. Založené provenienční výzkumné plochy mají charakter dlouhodobých experimentů, kdy významnost z nich získaných informací s věkem pokusného rostlinného materiálu vzrůstá. Kromě pravidelného hodnocení již dříve založených výsadeb je do budoucna nutné využít dalších semenných roků buku k doplnění soustavy provenienčních výzkumných ploch, na kterých by měly být testovány jednak současně sledované proveniencí v dalších typech přírodních podmínek, jednak i proveniencí dosud u nás netestované. Protože čas, který vyžadují porosty dřevin k dosažení myšlené zralosti, je značný a možnosti náprav chybných rozhodnutí při obnově lesa jsou velmi omezené, je třeba využívat všech možností, jimiž lze předcházet případným neúspěchům. Obnova lesních porostů v souladu s pravidly rajonizace reprodukčního materiálu lesních dřevin na základě poznatků provenienčního výzkumu k nim rozhodně patří.

V těchto souvislostech je také nutno sledovat vývoj klimatických změn, které mohou trvalým způsobem změnit faktory prostředí na rozsáhlých územích a již dopředu počítat s alternativami

v průběhu teplot a v množství, resp. časovém rozvržení srážek. Změny těchto faktorů v posledních pouhých několika desetiletích akcelerují způsobem, který se významně odlišuje od záznamů změn klimatu v minulých obdobích.

Poznámka:

Příspěvek vznikl s podporou výzkumných projektů NAZV QF4025, COST OC08009 a výzkumného záměru MZE0002070203.

LITERATURA

- BOTTO M. 1997. Hodnotenie výškového a hrúbkového rastu proveniencií buka (*Fagus sylvatica* L.) na provenienčnej ploche Kováčová. Diplomová práca. Zvolen, LF TU: 31 s.
- GRUNDNER F., SCHWAPPACH A. 1942. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Berlin, P. Parey: 126 s.
- HYNEK V. 1996. Provenienční výzkum buku lesního v České republice. Práce VÚLHM, 81: 5-19.
- HYNEK V. 1997. Šlechtění domácích dřevin listnatých. Etapa č. 1 - Buk lesní - *Fagus sylvatica* L. Výroční zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 5 s., přílohy.
- HYNEK V. 2000. Návrh semenářských oblastí a přenosu reprodukčního materiálu pro buk lesní, dub zimní a letní, lípu malolistou a velkolistou, javor mléč a klen, jasan ztepilý a úzkolistý a pro jedli bělokory v ČR. Lesnická práce, 79/4: 174-176.
- NOVOTNÝ P. 2008. Proměnlivost buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) v ČR a SR na bázi provenienčních výzkumných ploch se zvláštním zřetelem k nejhodnotnějším jednotkám (porostům) a k rajonizaci reprodukčního materiálu v lesním hospodářství ČR. Dizertační práce. Praha, FLD ČZU: 217 s.
- NOVOTNÝ P., ČÁP J., FRÝDL J., CHLÁDEK J., ŠINDELÁŘ J., TOMEK J. 2007. Výsledky hodnocení série experimentálních provenienčních ploch s bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.) ve věku 25 let. Zprávy lesnického výzkumu, 52/4: 281-292.
- NOVOTNÝ P., ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., ČÁP J. 2009. Potomstva vybraných dílčích populací jedle bělokory, modřínu opadavého a buku lesního ze Slovenské republiky na srovnávacích výzkumných plochách v ČR – možnosti dovozu reprodukčního materiálu (II. část – modřín opadavý, buk lesní). Zprávy lesnického výzkumu, 54/1: 23-32.
- PLIVA K., ŽLÁBEK I. 1986. Přírodní lesní oblasti ČSR. Praha, SZN: 313 s.
- POSPÍŠIL J. 1964. Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.). In: Samek, V. et al.: Návrh semenářské rajonizace. Zprávy lesnického výzkumu, 10/2-3: 1-18.
- Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Praha, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČSR, 1988. 22 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1985a. Výzkumná provenienční série ploch s bukem lesním *Fagus sylvatica* 1981 – 1984. Zprávy lesnického výzkumu, 30/3: 1-6.
- ŠINDELÁŘ J. 1985b. K otázce reprodukce buku lesního na šlechtitelském základě. Lesnická práce, 64/6: 251-256.
- ŠINDELÁŘ J. 1985c. Výsledky hodnocení výzkumné provenienční plochy s bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.). Lesnictví, 31/6: 481-500.
- ŠINDELÁŘ J. 1985d. Přehled současných poznatků o geografické proměnlivosti buku lesního se zvláštním zřetelem k podmínkám ČSSR. Studijní informace – lesnictví, č. 1, 96 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1985e. Proměnlivost a provenienční výzkum buku lesního. Podkladová zpráva pro závěrečné oponentní řízení. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 44 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1995. Možnosti využití osiva buku ze Slovenské republiky. Lesnická práce, 74/9: 7-9.
- ŠINDELÁŘ J. 2001. Provenienční výzkum buku lesního a lesnická praxe. Lesnická práce, 80/11: 500-503.
- ŠINDELÁŘ J. 2004. Stručný přehled výsledků provenienčního výzkumu buku lesního a některá doporučení pro lesnickou praxi. TEI – bulletin technicko-ekonomických informací. Pěstování, č. 2, 6 s.
- ŠINDELÁŘ J. 2005. Provenance plot with European beech (*Fagus sylvatica* L.) No. 50 – Pelhřimov, Křemešník 25 years after planting. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 21: 28-42.
- Školní zeměpisný atlas světa. Praha, Ústřední správa geodézie a kartografie 1961. 52 s. map, 29 s.
- 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.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008. Praha, MZe ČR 2009. 128 s.

RESULTS OF EVALUATION OF EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) PROVENANCE PLOT ON THE LOCALITY NO. 50 - PELHŘIMOV, KŘEMEŠNÍK AT THE AGE OF 36 YEARS

SUMMARY

Research plot with European beech (*Fagus sylvatica* L.), which is subject of evaluation in frame of presented paper, is located in natural forest region (PLO) 16 - Českomoravská vrchovina (Bohemian-Moravian Highland), 660 m a. s. l.

In spring 2006 at the age of 36 years, heights and d.b.h. values of all growing individuals were measured on the planting. The average tree volume production and average growing-stock per 1 hectare were derived from volume tables. The qualitative traits (stem form, crown characterization, angle of main branches) were evaluated. Tested provenances were also divided into groups according to their geographic origin (geographic regions, natural forest regions, proposed seed regions, forest vegetation zones) and consequently compared.

Basic evaluation parameter - height growth showed statistically significant differences among provenances. Provenance no. 14 - Vizovice, Bratřejov (15.6 m) was found to be excellent in nearly all quantitative traits, including its above average level in crown characterization as well as in angle of main branches. However, this progeny was found as below average in stem form characteristics.

Investigated populations of Slovak progenies with European beech were both of good growth characteristics and vitality on the research plot no. 50. Progeny from the West Carpathian region was identified as the best growing variant, but all other progenies of Slovak provenances both from the Central and Eastern Slovak regions were very well evaluated, as well. Variants from the Hercynian-Sudeten region were of average values in growth characteristics being the lowest of all the others.

According to findings obtained, it would be possible to import and use European beech reproductive material from Carpathian region of the Moravia and Slovak Republic, eventually, in the Hercynian-Sudeten region, in case of lack of Czech native reproductive material. Such material should not be used in national parks and other objects, which are subject of nature and landscape preservation bodies. The same principles should be respected in case of gene conservation units, aimed at regeneration of autochthonous native populations of forest tree species, and in case of selected autochthonous or from other reasons valuable European beech populations.

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

DOUGLASKA TISOLISTÁ A JEJÍ FUNKČNÍ ÚČINKY NA ZALESNĚNÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH

DOUGLAS FIR AND ITS FUNCTION EFFECTS ON AFFORESTED AGRICULTURAL LANDS

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ REMEŠ - PAVEL TAUCHMAN - VLASTIMIL HART

Katedra pěstování lesů, FLD ČZU Praha

ABSTRACT

Afforestation of agricultural lands took place in different sites and ecological conditions, including lower and medium-elevated localities. The presented study documents the rapidity of surface humus layers accumulation and their characteristics, as well as the production in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*), birch (*Betula verrucosa*) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) on the territory of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy, at the altitude 430 m a. s. l., on the locality of forest site type 4Q1 (nutrient-poor Oak-Fir bilberry). The plots were compared with the neighbouring continuously-forested site with pine-spruce old stand and with the arable field. During the first roughly 40 years, considerable changes were documented on the afforested plots. The surface humus layers in the coniferous stands were formed, the humus forms being more favourable comparing with the old-forest-site. Acidification and loss of nutrients run in the upper mineral horizons. These processes were also responsible for the less favourable character of the forest soil in the old stand. Birch showed lesser shifts comparing to the conifers in the mineral horizon, the surface humus accumulation has not been registered there yet. The lowest degradation among conifers showed the Douglas fir, being able to uptake deficient nutrients intensively. Douglas fir is the most productive tree species with favourable soil forming effects from the studied spectrum.

Klíčová slova: zalesňování, zemědělské půdy, lesní dřeviny, douglaska, humusové formy, půdní charakteristiky

Key words: afforestation, agricultural lands, tree species, Douglas fir, humus forms, soil characteristics

ÚVOD

K zalesňování zemědělských půd docházelo v celé škále ekologických podmínek v rámci českých zemí. Kromě marginálních horských a podhorských pozemků došlo k zalesnění i v polohách středních a nižších (KLASNA 1976). K pokusným výsadbám i provozním akcím bylo přístupováno po celém území státu i v sousedních zemích (SARVAŠ, LALKOVIČ 2006, ŠPULÁK 2006, HATLAPATKOVÁ et al. 2006). Cílem bylo a je rozšíření plochy lesů v krajině, často i se specifickými účinky - například jako větrolamy nebo biokoridory (TICHÁ 2006), jindy převažuje zájem produkční či krajinně-stabilizační. Práci, zabývající se růstem a popřípadě dalšími aspekty vlivu dřevin na bývalých zemědělských půdách, je relativně více, dosud však chybí rozsáhlejší kvantifikace vlivu na obnovu půdního prostředí zalesněných ploch, s výjimkami z poslední doby (HAGEN-THORN 2004, KACÁLEK et al. 2006, 2007, 2009, NOVÁK, ŠLODIČÁK 2006, NOVÁK et al. 2007).

Cílem předkládaného příspěvku je proto rozšířit spektrum znalostí o vlivu zalesnění na stav zemědělských půd ve středních a nižších polohách, na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy a srovnat získaná data s výsledky získanými v jiných podmínkách: doposud byl autorovým pracovištěm kvantifikován vliv různých dřevin na obnovu nelesních půd v nižších podmínkách v oblasti Českého Rudolce (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002), ve vyšších polohách Krušných hor (PODRÁZSKÝ et al. 2006), popřípadě v kombinaci s výchovou porostů (PODRÁZSKÝ 2006). Předložený článek pak dokládá

vliv různých dřevin (smrku ztepilého, borovice lesní, břízy bradavičnaté a douglasky tisolisté) na stav zalesněných půd a srovnává je se sousední zemědělskou půdou a s porostem rostoucím na trvalé lesní půdě (podle dokladů hospodářské evidence).

Ze sledovaných dřevin právě douglaska patří k druhům s velkým potenciálem pro lesní hospodářství českých zemí, který ovšem není téměř vůbec využíván (PODRÁZSKÝ 2009). Více než praktická sféra se jí věnuje lesnický výzkum jak z hlediska jejích ekologických nároků, tak i produkčních možností a možností šlechtění (BUŠINA 2007, CAFOUREK 2006, HOFMAN 1964, VANČURA 1990). Značná pozornost je věnována problematice růstu douglasky a jejímu pěstování na obou lesnických fakultách (KANTOR 2008, KANTOR, KOTLAN 2006, KANTOR, KNOTT, MARTINÍK 2001, KANTOR, MARTINÍK, SEDLÁČEK 2002, PODRÁZSKÝ et al. 2009). Až na výjimky (např. PODRÁZSKÝ, REMEŠ, LIAO 2001, PODRÁZSKÝ, REMEŠ, MAXA 2001, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005, 2008, PODRÁZSKÝ et al. 2009) však dosud nebyl hodnocen vliv významných introdukovaných dřevin na stanoviště, z dalších pracovišť existují jen řídké informace (MENŠÍK et al. 2009).

Studované lokality tak umožňují hodnocení jak vývoje půd na nově zalesněných zemědělských půdách, tak diferencovat vliv jednotlivých sledovaných dřevin. Vzhledem k výše zmíněnému mimořádnému funkčnímu potenciálu douglasky tisolisté je pak hlavní zřetel zaměřen na porovnání jejích pedochemických účinků a dřevoprodukční funkce s ostatními sledovanými dřevinami, u půdních účinků i na porovnání s polní kulturou na zemědělském pozemku.

METODIKA

Experimentální plochy byly založeny na území ŠLP nedaleko vesnice Krymlův, polesí Kostelec, v porostech 706A 4a, 4b, 4c. Všechny byly založeny výsadbou na bývalou zemědělskou půdu v roce 1967. Nadmořská výška lokality je kolem 430 m n. m., průměrné srážky kolem 600 mm ročně a teplota kolem 7,5 °C. Jako stanoviště odpovídající lesní typ byl rekonstruován LT 4Q1. Šetření probíhala v porostech čtyř dřevin, v sousedním starém lesním porostu a na sousedním poli, kde byly odebrány vzorky holorganických i minerálních půdních horizontů.

- První plocha byla založena v porostu borovice lesní (*Pinus silvestris*), v rozloze 50 x 50 m. Celková plocha porostu je 2,38 ha.
- Druhá plocha je založena v porostu smrku ztepilého (*Picea abies*), v těsném sousedství. Původní smrkový porost měl plochu 3,98, využitelná je plocha 0,191 ha.
- Třetí plocha je založena v březovém porostu, o původní rozloze 0,79 ha, využitelná je plocha 0,134 ha.
- Čtvrtá plocha je založena v porostu douglasky (*Pseudotsuga menziesii*), přes svůj malý rozměr byla začleněna do šetření, plocha je 0,125 ha se zahrnutím několika jedinců jiných dřevin (SM, MD, BO).

Pro srovnání byl využit sousední porost smrku a borovice, rostoucí na trvale zalesněné půdě. Ve stejných stanovištních podmínkách pak byly vzorky odebrány i na sousedním poli s posklizňovými zbytky řepky.

Plochy na bývalé zemědělské půdě byly ohraničeny a byla kvantifikována jejich plocha. Stromy byly vyvětvěny (mrtvé větve) do bezpečné výše, umožňující bezproblémové měření výčetní tloušťky, očíslovány a registrovány. Průměry byly měřeny průměrkou s přesností na 1 mm, dvě na sebe kolmá měření u každého stromu, stromy byly zařazeny do tloušťkových tříd po 4 cm. Z každé tloušťkové třídy byly vybrány dva průměrné stromy pro měření výšky. Výšková a tloušťková měření byla využita pro odhad objemu pomocí tabulek JHK, ÚHÚL 1952. U 7 smrků a 7 borovic byly odebrány vývrty pro přesnější sledování přírůstu, dva z jednoho stromu. Vývrty byly fixovány, povrchově upraveny a skenovány. Výhodnocení bylo provedeno pomocí programu Letokruhy verze 2.2, autor Daniel Zahradník, katedra HÚL FLD ČZU v Praze.

Půdní vzorky byly odebrány na počátku října roku 2006 podle již standardních metod. V jehličnatých porostech na zemědělské půdě a ve starém lesním porostu byly vzorky holorganických horizontů kvantitativně odebrány s pomocí železného rámečku 25 x 25 cm, ve čtyřech opakováních, horizont Ah nebyl odebírán kvantitativně. Byly provedeny individuální analýzy vzorků. Na zemědělské půdě a v porostu břízy, kde dosud nebyly příslušné horizonty diferencovány, byly vzorky zeminy odebrány z hloubky 0 - 10 a 10 - 20 cm.

Bylo stanoveno:

- množství sušiny holorganických vrstev vážením po vysušení do konstantní hmotnosti při 105 °C a výpočet zásoby na ploše 1 ha,
- obsah celkového uhlíku (humusu) metodou Springel-Klee, obsah celkového dusíku Kjeldahlovou metodou,
- půdní reakce, jako pH v H₂O a 1 N KCl, potenciometricky,
- charakteristiky sorpčního komplexu metodou Kappena: S – obsah bázi, T-S (H) – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná acidita a V – nasycení sorpčního komplexu bázemi,

- přístupné živiny byly stanoveny ve výluhu činidlem Mehlich III
- výsledky jsou uvedeny jako obsah živin v čisté formě. Obsah fosforu byl stanoven spektrometricky, draslíku plamennou fotometrií, ostatní prvky pomocí AAS,
- charakteristiky výměnné acidity stanovené ve výluhu KCl,
- obsahy celkových živin v holorganických horizontech byly stanoveny po mineralizaci směsí kyseliny sírové a selenu. Analýzy provedla laboratoř Tomáš se sídlem ve VÚLHM VS Opočno.

V předkládaném příspěvku jsou pro ilustraci doloženy vybrané dendrometrické a pedochemické charakteristiky a jejich hodnoty v jednotlivých horizontech v porostech sledovaných dřevin.

Statistické hodnocení bylo provedeno programem S-PLUS, analýzou rozptylu na hladině významnosti 0,95. V jednotlivých porostech byly odběry vzorků nadložního humusu determinovány reálnými možnostmi, proto byly srovnávány horizonty ekologicky si odpovídající v rámci skupin: L + F1, F2, F2 + H spolu s H, Ah spolu s hloubkou 0 – 10, 10 – 20.

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ A DISKUSE

a) zásoba porostů

Tabulka 1 uvádí v přehledné formě výsledky dendrometrických měření. Plochy byly sice bez opakování, pro orientační srovnání růstu jednotlivých dřevin na sledované ploše a pro jejich relativní a relevantní srovnání však naprosto dostačují. Porost borovice dosud vykazoval největší hustotu, porost břízy naopak nejnižší. Jako nejpřirůstavější byla doložena douglaska, což potvrzuje její postavení jako dřeviny s nejvyšším růstovým potenciálem na většině lokalit s vhodnými půdními a obecně stanovištními podmínkami (KANTOR 2008, KANTOR et al. 2001, 2002, REMEŠ, HART 2004, REMEŠ et al. 2006). Lze tak očekávat i maximální příjem živin a tím i nepřímý vliv na půdní prostředí.

Tab. 1.

Srovnání produkčního potenciálu jednotlivých dřevin v porostech založených na zemědělských půdách
Comparison of production potential of particular tree species in stands established on the former agricultural land

Plocha/ Plot (ha)	BO/Pine 0,250	SM/Spruce 0,191	BR/Birch 0,134	DG/Fir 0,125
Věk/Age	39	39	39	39
N (ks)	352	221	59	116
V (m ³)	88,015	66,7	21,1	54,6
V (m ³ /ha)	352,1	349,4	157,1	438,6
ks/ha	1408	1157	440	928

b) stav půd

Jednotlivé porosty vykazovaly výrazný vliv na stav a vývoj studovaných půd. Předběžné výsledky půdních šetření jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3. Půdní reakce aktivní vykazovala statisticky průkazné změny v rámci celého profilu humusových forem (tab. 2). Ve vrstvě opadu statisticky průkazné rozdíly nebyly registrovány, nicméně je patrná nejvyšší hodnota v porostu douglasky a vyrovnané hodnoty v případě ostatních jehličnanů. V porostu břízy byl půdní

povrch dosud bez odebíratelné vrstvy nadložního humusu. Ve vrstvě drti a měli byly statisticky významně nejvyšší hodnoty opět v případě douglasky, průkazně nižší v porostech BO a SM na zemědělské půdě a nejnižší na staré lesní ploše. V minerálních horizontech vykazovala zemědělská půda významně nejvyšší hodnoty kolem pH 7,0, v případě břízy byly nižší a ještě nižší a přitom vyrovnané v porostech jehličnanů, neprůkazně nižší u porostů se smrkem. Podobnou dynamiku vykazovala i půdní reakce stanovená ve výluhu 1 N KCl. Je dosud patrná nízká kyselost orné půdy a mnohem výraznější pokles pH ve starém porostu BO a SM. Podobně dopadlo srovnání DG a SM v případě jiné série porostů na území ŠLP (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005).

Obsah výměnných bází byl ve svrchních holorganických horizontech (L + F) poněkud vyšší v porostu smrku na zemědělské půdě a potom douglasky, nižší v porostu borovice a především ve starém jehličnatém porostu. V minerální zemině byly nejvyšší hodnoty obsahu bází v půdě pole, následně břízy, v porostech jehličnanů

byla tato charakteristika vyrovnaná – s tendencí nejnižších hodnot v porostu na původní lesní půdě. Zde se vyplavování i jiné ztráty bází uplatňovaly nejdéle. Zajímavý je relativně vysoký obsah bází v opadu smrku na zemědělské půdě, indikuje to pravděpodobně relativně vysoký obsah bází v půdě a na druhé straně dosud slabý rozklad ve vrstvách L, popřípadě F1.

Výměnná kationtová kapacita byla nejvyšší v obou porostech se zastoupením smrku a nižší v holorganických vrstvách porostů zbývajících jehličnanů – to naznačuje vysoký podíl organických kyselých látek (vysokou hydrolytickou aciditu) ve smrkovém opadu a následně vytvořených humusových formách. V minerálních půdních horizontech byl tento jev dosud patrný, nejvyšší hodnoty T byly doloženy v Ah horizontech z obou smrkových porostů. Na ostatních plochách byl stav této charakteristiky velice podobný. Nižší kapacita T v porostu douglasky bude pravděpodobně vázána na nižší obsah humusu ve sledovaných vrstvách (viz komentář níže) a spojena s intenzivnější mineralizací a příjmem živin.

Tab. 2.

Základní pedochemické charakteristiky svrchních půdních horizontů v jednotlivých porostech
Basic pedo-chemical characteristics of the upper soil horizons in particular stands

Plocha/ Plot	Horizont/ Horizon	Hmotnost/ Weight	pH aktivní/ pH active	pH potenc./ pH potent.	S	T	V	Celk. humus/ Total humus	Celk. N/ Total N	C/N
Dřevina/ Tree species		t/ha			mval/100 g	%	%	%		
BO/Pine	L + F1	9,44	4,3	3,8	21,0 ab	57,7 ab	36,4	65,8	1,6	24
	F2 + H	22,58 a	3,9 b	3,2 b	33,2 ab	76,8	43,1 b	57,3 ab	1,5	22
	Ah		4,5 c	3,7 b	5,4 b	12,5	43,3 cd	4,1 b	0,20 b	12
		32,02								
SM/Spruce	L + F1	11,57	4,4	4,1	43,4 b	74,2 a	58,1	58,3	1,5	22
	F2	8,74	4,1	3,8	38,1	80,7	47,1	59,6	1,6	27
	H	17,49 a	3,7 b	3,2 b	23,8 b	66,0	36,3 b	49,4 b	1,3	22
	Ah		4,3 c	3,7 b	5,8 b	13,2	43,7 cd	3,8 ab	0,17 ab	13
		37,80								
BR/Birch	0 – 10		5,7 b	4,7 a	9,1 a	12,0	74,9 b	3,5 ab	0,20 b	10
	10 – 20		5,8	4,7	7,4	9,3	78,7	1,9	0,1	11
DG/Douglas fir	L + F1	13,40	4,8	4,5	30,3 ab	50,7 bc	59,4	57,8	1,5	22
	F2 + H	20,51 a	4,4 a	3,9 a	47,6 a	75,1	63,0 a	48,8 b	1,4	20
	Ah		4,5 c	3,8 b	5,6 b	11,8	47,9 c	2,7 ab	0,15 ab	10
		33,91								
Starý porost BO+SM/ Old stand pine + spruce	L + F1	9,71	4,4	4,0	15,2 a	34,3 c	36,4	54,7	1,3	24
	F2	16,46	3,8	3,3	31,6	73,7	41,7	70,6	1,6	26
	H	112,12 b	3,4 c	2,5 c	25,7 b	88,8	28,5 b	64,6 a	1,4	27
	Ah		4,0 c	3,3 b	4,4 b	13,6	32,6 d	3,8 ab	0,12 a	18
		138,29								
Pole po řepce/ Field after rape	0 – 10		6,7 a	5,1 a	10,3 a	11,2	92,5 a	1,8 a	0,15 ab	7
	10 – 20		7,0	5,4	11,0	11,5	95,3	1,8	0,1	10

Pozn.: různé indexy indikují statisticky významné rozdíly v rámci srovnání odpovídajících si horizontů/Note: different indexes indicate statistically significant differences within comparison of corresponding horizons

Komplexním ukazatelem kvality půdního sorpčního komplexu je nasycení sorpčního komplexu báze (hodnota V). V tomto případě byl nejpříznivější stav u nadložního humusu pozorován v porostu douglasky a nejméně příznivý ve starém jehličnatém porostu, kde je možno předpokládat dlouho působící acidifikační procesy. V minerálních půdních horizontech je plné nasycení možno pozorovat v zemědělské půdě a mírně nižší v porostu břízy, u jehličnanů na zemědělské půdě je vyrovnaný stav a průkazně nižší hodnota je dokumentována v porostu na staré lesní lokalitě.

Obsah celkového humusu vykazoval rovněž velmi vysokou variabilitu, nejvyšších hodnot dosahovala tato charakteristika v dobře vyvinutých holorganických horizontech na lesní půdě. Vyšší obsahy byly doloženy i v porostu borovice a nižší u smrku na zemědělské půdě a u douglasky. V minerálních horizontech byly výsoce průkazně nižší hodnoty v orné půdě, nízké koncentrace byly i v porostu douglasky a břízy. Opad těchto dřevin se velice dobře rozkládá a mineralizace tak převládá nad humifikací – alespoň ve vztahu k ostatním sledovaným dřevinám. V porostu břízy dosud nedošlo k výrazné akumulaci nadložního humusu. Je to pravděpodobně důsledek relativně dobrého stavu stanoviště a skutečnosti, že porost je nezapojený a řídký. Na méně příznivém stanovišti a při plném zápoji porostu je možno očekávat tvorbu nadložního humusu (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNIK 2002), v horských polohách i velice výraznou (PODRÁZSKÝ et al. 2006).

Na kvalitu humusové formy ukazuje i obsah celkového dusíku. Nízké hodnoty byly pozorovány v holorganických vrstvách ve starším porostu na lesní půdě, v minerální zemině pak zde byl obsah celkového dusíku významně nejnižší. V humusových formách ostatních jehličnanů na zemědělské půdě pak byla koncentrace této živiny dosti vyrovnaná. V organominerálním Ah horizontu byl nejvyšší obsah Nt v porostu břízy a borovice, opět pravděpodobně díky přízemní vegetaci, bohatší na tuto živinu. Na příznivý průběh mineralizace a humifikace a na kvalitu humusové formy ukazuje u douglasky také nízký (nejnižší) poměr C/N.

Obsah přístupných živin stanovených ve výluhu činidlem Mehlich III dokumentuje tabulka 3. Obsah přístupného fosforu vykazoval značnou variabilitu, tendence nižšího obsahu v holorganických vrstvách porostu na lesní půdě není proto průkazná. V minerálních horizontech byly významně nejvyšší hodnoty prokázány v zemědělské půdě, nižší pak v porostu břízy. Naopak statisticky významně nižší obsahy byly dokumentovány v porostu douglasky a zejména ve starém porostu na lesní půdě – zde byla většina fosforu poutána biomasou, tedy již z půdy vyčerpána.

Tab. 3.

Obsah přístupných živin ve výluhu Mehlich III v jednotlivých horizontech v porostech různých dřevin
Plant available nutrient contents by the Mehlich III method in particular horizons in different stands

Plocha/Plot	Horizont/ Horizon	P	K	Ca	Mg
Dřevina/Tree species		mg/kg			
BO/Pine	L + F1	57,0	983,5 a	2923,5 a	455.0 a
	F2 + H	29,6	418,0 a	2784.0 b	328.8 a
	Ah	15,3 b	87,8 c	264.0 c	29.5 b
SM/Spruce	L + F1	44,0	471,5 b	3588.5 a	299.5 a, b
	F2	54,0	402,5	4223.5 a	307,0
	H	50,5	320,0 ab	3107.0 a, b	230.5 a
	Ah	9,8 b	72,3 c	341.0 c	35.0 b
BR/Birch	0 – 10	20,3 b	146,0 b	791.5 b	94.0a
	10 – 20	11,5	95,8	659,8	77,3
DG/Douglas fir	L + F1	51,0	519,5 b	2946.5 a	248.0 a, b
	F2 + H	43,5	345,0 a	3568.0 a	259.0 a
	Ah	4,3 c	79,8 c	383.5 c	51.5 b
Starý porost BO+SM/Old stand pine + spruce	L + F1	42,0	505,5 b	1456.5 b	194.0 b
	F2	34,0	473,0	2039.5 b	252,0
	H	22,0	201,5 b	893.0 c	134.0 b
	Ah	1,0 c	46,5 c	205.0 c	37.0 b
Pole po řepce/Field after rape	0 – 10	36,5 a	188,8 a	1364.0 a	80.5 a
	10 – 20	40,8	189,8	1439,3	82,8

Pozn.: různé indexy indikují statisticky významné rozdíly v rámci srovnání odpovídajících si horizontů/Note: different indexes indicate statistically significant differences within comparison of corresponding horizons

Obsah přístupného draslíku byl naopak v holorganických vrstvách nejvyšší v porostu borovice, zde se podobně jako v porostu břízy zcela jistě uplatňoval vliv přízemní vegetace, zejména travin, recyklujících velice účinně tuto živinu. V minerálních horizontech byl nejvyšší obsah dokumentován na zemědělské půdě, vliv na draslík bohatého opadu se projevoval jak v porostu břízy, tak ještě i v porostu borovice, u ostatních dřevin byl velice vyrovnaný, a to včetně holorganických i minerálních horizontů v porostu douglasky. Zhruba poloviční hodnota pak byla doložena v půdě porostu na lesní půdě - opět je možno předpokládat značné ztráty a fixaci dané živiny v nadložním humusu a v biomase porostu.

Obsah přístupného vápníku vykazoval jednoznačně průkaznou tendenci nejvyššího obsahu v holorganických vrstvách porostu smrku na zemědělské půdě, nízký stupeň rozložení opadu se tak projevuje slabším vyplavováním do spodin. V holorganických horizontech v porostu douglasky jsou obsahy Ca poněkud nižší, zvláště nízké obsahy jsou pak doloženy u borovice a v porostu na lesní půdě. Jednoznačně vyšší obsah Ca je doložen v minerální půdě v porostu břízy a samozřejmě patřičně vyšší obsah v orné půdě. V porostu douglasky jsou nejvyšší obsahy výměnného vápníku v rámci skupiny jehličnanů, to indikuje příznivý rozklad a posun Ca do organominerálního horizontu.

V obou porostech s účastí smrku byl naopak v nadložním humusu doložen snížený obsah přístupného hořčíku. Průkazně vyšší koncentrace byly stanoveny v porostu douglasky a především borovice. Projevují se tak zřejmě i mezidruhově specifické nároky jednotlivých dřevin na výživu makroelementy. Podobné trendy byly pozorovány v minerálním horizontu s tím, že obsahy byly vysoké v bříze a v orné půdě a nízké ve smrku, ale i v borovici.

Dané výsledky je obtížné srovnávat s jinými údaji, v literatuře, zejména domácí, tyto materiály naprosto chybí. Zahraniční prameny se s našimi výsledky v podstatě shodují (HAGEN-THORN et al. 2004), třebaže je nutno respektovat odlišnosti v charakteru sledovaných stanovišť. V našich podmínkách byly podobné druhově specifické rozdíly doloženy rovněž (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005), patrné bylo zejména selektivní poutání například fosforu a dusíku listnáči ve srovnání s jehličnany a vliv přízemní vegetace na opad v ne dokonale zapojených porostech (PODRÁZSKÝ et al. 2006).

ZÁVĚR

Výsledky, i když dosud předběžné, doložily jasné diferencovaný vliv jednotlivých dřevin na stav a vývoj zalesněných zemědělských půd. Projevily se jasné rozdíly v působení jehličnanů, břízy, stejně tak i minulý typ využívání ploch. Projevily se i jasné pozitivní vlivy douglasky tisolisté na stav humusových forem a nejsvrchnější vrstvy minerální půdy.

Půdy na zemědělských lokalitách vykazovaly ve srovnání s lesními půdami v první řadě vyšší obsahy živin, včetně bází. Jejich dodávání hnojením bylo jednoznačně průkazné a odrazilo se i v plném nasycení sorpčního komplexu bázemi, vysokém obsahu bází a hodnotách půdní reakce. Na druhé straně v důsledku naprosto odlišné dynamiky organické hmoty zde byly nejnižší obsahy humusu a návazně i dusíku ve srovnání s organominerálními horizonty zalesněných ploch.

V porostu břízy dosud nedošlo k tvorbě nadložního humusu díky nedostatečné hustotě a zápoji porostu. Pechochemické charakteristiky byly sice méně příznivé ve srovnání se zemědělskou půdou, byly však příznivější ve srovnání s organominerálními horizonty v porostech sledovaných jehličnanů.

Zapojené porosty konifer se projevily tvorbou vrstvy nadložního humusu, s výrazně příznivým chemismem - příznivějším ve srovnání s trvale zalesněnou lesní půdou. Vliv zemědělského využívání, hnojení a dodávání živin se dosud projevuje. V trvale zalesněné půdě je patrný vliv dlouho probíhajících acidifikačních procesů - především odběr živin a jejich vyplavování.

Rovněž mezi jednotlivými jehličnany se projevila diferenciace účinků, patrná zejména v případě douglasky. Ta tvoří sice dobře rozložitelný a transformovatelný opad, ale zároveň odebírá velká množství živin z půdního prostředí. Během prvních zhruba 40 let došlo v půdním prostředí zalesněných zemědělských ploch ke značným změnám, jejichž další dynamiku je třeba sledovat a kvantifikovat.

Douglaska tisolista se projevila jako dřevina s nejvyšším produkčním potenciálem a přitom s relativně příznivým působením na půdu ve srovnání s ostatními studovanými jehličnany (SM, BO) na daném stanovišti. Opad se poměrně rychle a dobře rozkládá, patrná je však tendence fixovat velké množství živin v biomase porostu. Za úvahu stojí i její uplatnění na lokalitách, kde domácí dřeviny mohou vykazovat zvýšenou citlivost k biotickým i abiotickým škodlivým faktorům kvůli zhoršené vodní bilanci stanoviště.

Poznámka:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QG50105 „Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť“ a NAZV 1G58031 „Význam přírodě blízkých způsobů pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce“.

LITERATURA

- BUŠINA F. 2007. Natural regeneration of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /MIRBEL/Franco) in forest stands of Hůrky Training Forest District, Higher Forestry School and Secondary Forestry School in Písek. *Journal of Forest Science*, 53: 20-34.
- CAFOUREK J. 2006. Provenienční pokusy douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRB./FRANCO) v oblasti středo západní Moravy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12. – 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 7-15.
- HAGEN-THORN A. et al. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil of forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195: 373-384.
- HART V., REMEŠ J. 2006. Porovnání porostů douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRBEL/Franco) ve středním věku na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Kostelec nad Černými lesy 12. – 13. 10. 2006. Kostelec nad Černými lesy, ČZU: 57-69.
- 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 nad Černými lesy 17. 1. 2006. Praha, ČZU: 185-192.
- HOFMAN J. 1964. Pěstování douglasky. 1. vyd. Praha, SZN: 253 s.
- KACÁLEK D., BARTOŠ J., ČERNOHOUS V. 2006. Půdní poměry zalesněných zemědělských pozemků. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy 17. 1. 2006. Praha, 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: 9-14.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 54: 321-332.
- KANTOR P., KOTLAN M. 2006. Produkční potenciál douglasky tisolisté na Školním poli Hůrky Střední lesnické školy Písek. In: Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností. Opočno 5. - 6. 9. 2006. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 67-76.
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001. Production capacity of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /MIRBEL/Franco) in a mixed stand. *Ekológia, Supplement 1*: 5-14.
- KANTOR P., MARTINÍK A., SEDLÁČEK T. 2002. Douglaska tisolistá na Školním lesním podniku Křtiny. *Lesnická práce*, 81: 210-212.
- KLASNA J. 1975-1976. První generace smrkových porostů na bývalých nelesních půdách. Sborník Vědeckého lesnického ústavu Vysoké školy zemědělské v Praze. 18-19: 259-287.
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ M. 2009. Humus conditions of stands with different proportion of Douglas fir in the Hůrky Training Forest District and Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 55: 345-356.
- NOVÁK J., ŠLODIČÁK M. 2006. Opad a dekompozice biomasy ve smrkových porostech na bývalých zemědělských půdách. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy 17. 1. 2006. Praha, ČZU: 155-162.
- NOVÁK J., KACÁLEK D., PETR T. 2007. Properties of humus and upper soil horizons under 66-year-old spruce stand on former agricultural land. In: Management of forests in changing environmental conditions. Zvolen 4. – 6. 9. 2007. Zvolen, TU: 90-95.
- PODRÁZSKÝ V. 2006. Effects of thinning on the formation of humus forms on the afforested agricultural lands. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 37: 157-163.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2005. Retenční schopnost svrchní vrstvy půd lesních porostů s různým druhovým složením. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50: 46-48.
- 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., HART V., MOSER W. K., 2009. Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science*, 7: 299-305.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., LIAO C. Y. 2001. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRB./FRANCO) na stav lesních půd. In: Krajina, les a lesní hospodářství. I. Sborník z konference 22. a 23. 1. 2001. Praha, Česká zemědělská univerzita: 24-29.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., MAXA M. 2001. Má douglaska degradační vliv na lesní půdy? *Lesnická práce*, 80: 393-395.
- 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., REMEŠ J., HART V., TAUCHMAN P. 2009. Douglaska a její pěstování – test českého lesnictví. *Lesnická práce*, 88: 376-381.
- PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNIK R. 2002. Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47: 53-56.
- REMEŠ J., HART V. 2004. Růst douglasky tisolisté na ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. In: Sborník – Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam, str. 83-90.
- REMEŠ J., PODRÁZSKÝ V., HART V. 2006. Růst a produkce nejstaršího porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRBEL/Franco) na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In: Douglaska a jedle obrovská - opomíjení giganti. Kostelec nad Černými lesy 12. - 13. 10. 2006. Kostelec nad Černými lesy, ČZU: 65-70.
- SARVAŠ M., LALKOVIČ M. 2006. História a súčasnosť zalesňovania nelesných pôd na Slovensku. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy 17. 1. 2006. Praha, ČZU: 9-14.
- ŠPULÁK O. 2006. Příspěvek k historii zalesňování zemědělských půd v České republice. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy 17. 1. 2006. Praha, ČZU: 15-24.
- TICHÁ S. 2006. Výsadby dřevin na zemědělských půdách – historie a současnost. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy 17. 1. 2006. Praha, ČZU: 25-32.
- VANČURA K. 1990. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. *Práce VÚLHM*, 75: 47-66.

DOUGLAS FIR AND ITS FUNCTION EFFECTS ON AFFORESTED AGRICULTURAL LANDS

SUMMARY

Douglas fir is one of the most important introduced forest tree species in the European forestry. Its production is studied broadly, but in the Czech conditions there are missing more relevant data concerning its environmental effects. The article was focused on the production and soil forming role of the Douglas fir on afforested agricultural lands. Afforestation of agricultural lands has taken place in different site and ecological conditions, including lower and medium elevated localities. The presented study documents the rapidity of surface humus layers accumulation and their characteristics, as well as the production in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*), birch (*Betula verrucosa*) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) on the territory of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy, in the altitude 430 m a. s. l., on the locality of forest site type 4Q1 (nutrient-poor Oak-Fir bilberry). The plots were compared with the neighbouring continuously forested site with pine-spruce old stand and with the arable field. Table 1 documents the production of compared younger stands: during roughly 40 years, the amount of standing volume reached 352.1 m³/ha in the pine stand, 349.4 m³/ha in the spruce stand, 157.1 m³/ha in the birch stand and 438.6 m³/ha in the Douglas fir one respectively. In the same period, considerable changes in the holorganic horizons development were documented on the afforested plots (Tables 2 and 3). The surface humus layers in the coniferous stands were formed, the humus forms being more favourable comparing with the old-forest-site. Acidification and loss of nutrients run in the upper mineral horizons. These processes were also responsible for the less favourable character of the forest soil in the old stand. Birch showed lesser shifts comparing to the conifers in the mineral horizon, the surface humus accumulation has not been registered there yet. The lowest degradation among conifers showed the Douglas fir, being able of intense uptake of deficient nutrients. Douglas fir is the most productive tree species with favourable soil forming effects within the studied spectrum. It can be considered as site improving species in the comparison with main commercial coniferous tree species.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 403; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz

VLASTNOSTI NADLOŽNÍHO HUMUSU A SVRCHNÍ VRSTVY PŮDY VE VZTAHU K DRUHŮM DŘEVIN

FOREST-FLOOR HUMUS AND TOPSOIL PROPERTIES RELATED TO FOREST-TREE SPECIES

DUŠAN KACÁLEK - JIŘÍ NOVÁK - JAN BARTOŠ - MARIAN SLODIČÁK - VRATISLAV BALCAR - VLADIMÍR ČERNOHOUS
 Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

An accumulation of forest floor layer covering soil is likely to be the most important visible feature of forest soil distinguishing it from that one used for agricultural purposes. Tree species are considered an important factors influencing topsoil due to litterfall, i. e. conifers are usually reported as more-acidifying than broadleaves. There are, however, more factors to be found in soil forming process, and more favourable conditions beneath the broadleaves may not be only a result of "litter to humus" transformation. Therefore we have chosen two localities; the first one to compare beech with spruce and the second to compare birch with two stands of spruce. Beech forest floor beneath 12-year-old stand was higher in Ca (4,959 mg.kg⁻¹) and Mg (691 mg.kg⁻¹) concentrations compared to spruce (Ca 2,626 mg.kg⁻¹; Mg 380 mg.kg⁻¹). The differences in forest floor can be attributed to the same trends of those nutrients' concentrations in mineral soil. Both forest-floor and topsoil beneath 12-year-old birch were significantly higher in all nutrients analyzed (P, K, Ca, Mg) compared to both spruce variants situated beneath 50-year-old and 100-year-old stands. The birch-variant concentrations were likely to reflect legacy of agricultural cultivation since the site was found to be a former arable land.

Klíčová slova: lesní dřeviny, nadložní humus, stav lesního prostředí, lesní půda, vlastnosti kultivované půdy
Key words: forest tree species, forest-floor humus, forest environment status, forest soil, legacy of agriculture

ÚVOD

Z lesnického hlediska je nejvýraznějším rysem lesního půdního prostředí zformování organických horizontů vznikajících opadem a rozkladem nadzemní rostlinné biomasy. Tyto akumulované organické vrstvy jsou považovány za nadložní humus (BRIGGS 2004) a jsou významným rysem odlišujícím lesní půdy od zemědělských (TORREANO 2004). Opad rostlinné biomasy v lesních porostech je významnou částí koloběhu živin v ekosystému; k jejich hromadění dochází díky pomalému rozkladu (SINGER, MUNNS 1996). Na základě současných poznatků nelze dosud potvrdit, zda jsou vlastnosti nadložního humusu závislé spíše na druzích dřevin tvořících lesní porosty nebo na vlastnostech svrchní minerální půdy. Přesto jsou vyhláškou č. 83/1996 Sb. definovány meliorační a zpevňující dřeviny, u kterých se předpokládá vliv zabraňující postupné degradaci půd opadem a rozkladem listů a tím pronikání živin a organických látek do půdy. Problematikou vlivu dřevin na půdní prostředí se zabývají četné zahraniční a domácí práce (viz kapitolu Diskuse), přesto existuje potřeba vyhodnocení poměrů akumulace humusu a stavu svrchních vrstev půdy z listnatých a jehličnatých porostů situovaných ve srovnatelných podmínkách prostředí.

Náš příspěvek si klade za cíl porovnat vlastnosti horizontů nadložního humusu včetně svrchní minerální půdy pomocí odběrů v listnatých a jehličnatých porostech na zalesněných zemědělských půdách a také v porostech na dlouhodobé lesní půdě, tj. tam, kde doba krytu lesními dřevinami přesáhla jedno obmýtí (tj. více než 100 let). Zvoleným přístupem chceme vyřešit otázky:

- (1) Jaký je vliv opadu dřevin na vlastnosti humusu a minerální půdy?
- (2) Je charakter půdního prostředí pod porosty ovlivněn historií využití půdy?

METODIKA

Řešení problematiky bylo realizováno na experimentálních objektech Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., výzkumné stanice v Opočně (tab. 1) situovaných v přírodních lesních oblastech Předhoří Orlických hor (experimenty Bystré a Krahulec). Hodnocení se týkalo lokalit, kde byly kromě odběrů horizontů nadložního humusu (opadu – L, drti – F, měli – H) ve smrku (*Picea abies* (L.) KARST.) analyzovány vzorky ze sousedních listnatých porostů břízy (*Betula pendula* ROTH) a buku (*Fagus sylvatica* L.). V rámci experimentu Bystré byly provedeny odběry vzorků opadu na bývalé zemědělské půdě a na experimentu Krahulec se jednalo o bývalou zemědělskou (věk bříza 12 let; smrk 50 let) i dlouhodobě lesní půdu (věk smrk 100 let). Na všech lokalitách byla provedena biometrická šetření v porostech (tab. 2). Na zkusných plochách o velikosti 0,02 až 0,04 ha byla zjišťována hustota porostů (N), střední výčetní tloušťka ($d_{1,3}$), výčetní základna (G) a horní výška porostu (h_{dom}). Z porovnání s tabulkovými hodnotami (UHÚL, VÚLHM 1990, ČERNÝ et al. 1996) pak bylo stanoveno zakmenění porostů.

Tab. 1.

Lokality odběrů vzorků nadložního humusu a půdy
Description of sampled localities

Lokalita ¹	Dřeviny (Věk) ²	Hornina - Půda ³	N. výška (m) ⁴	Historie využití ⁵	GPS
Bystré	SM (12)	metabazity, fylit/ kambizem	517	louka	50°19'39.421"N, 16°14'57.658"E
Bystré	BK (12)	metabazity, fylit/ kambizem	517	louka	50°19'39.338"N, 16°14'59.376"E
Krahulec	BR (12)	fylit/kambizem	590	orná půda	50°19'45.109"N, 16°16'28.144"E
Krahulec	SM (50)	fylit/kambizem	600	zemědělská půda	50°19'33.658"N, 16°16'27.13"E
Krahulec	SM (100)	fylit/kambizem	590	lesní půda	50°19'44.691"N, 16°16'30.865"E

Zkratky dřevin: SM – smrk ztepilý; BK – buk lesní; BR – bříza bělokorá

Captions: 1 – Locality; 2 – Tree species (Age); 3 – Bedrock/Soil; 4 – Altitude (m above sea level); 5 – Land-use history (louka – meadow; orná půda – arable land; zemědělská půda – agricultural land; lesní půda – forested site). Species symbols: SM – Norway spruce; BK – European beech; BR – silver birch. Metabazity – metabasites; fylit – phyllite; kambizem – cambisol

Tab. 2.

Biometrické charakteristiky sledovaných porostů
Biometric characteristics of the investigated stands

Lokalita ¹	Dřeviny (Věk) ²	N (ks.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	d (cm)	h _{dom} (m)	Zakmenění ³	G tab
Bystré	SM (12)	2 600	21,0	10,2	7,7	0,8	25 (bon 36)*
Bystré	BK (12)	6 733	12,4	4,5	8,0	0,7	17 (bon 36)*
Krahulec	BR (12)	4 729	8,0	10,4	13,1	0,5	17 (bon 30)**
Krahulec	SM (50)	850	52,9	28,0	27,4	1,1	47,5 (bon.1 - 34)**
Krahulec	SM (100)	967	58,9	27,9	27,1	1,1	51,5 (bon. 4 - 28)**

Zakmenění stanoveno podle poměru G a Gtab (tabulková hodnota výčetní základny odpovídající bonity určené podle věku a horní výšky, *ÚHÚL, VÚLHM 1990, **ČERNÝ et al. 1996). Captions: 1 – Locality; 2 – Tree species (Age); 3 – Stocking calculated by ratio between G and Gtab (basal area from the tables by the site index which was determined by age and top height, *ÚHÚL 1990, **ČERNÝ et al. 1996), N – Number of trees per ha, G – Basal area, d – diameter at breast height (DBH), h_{dom} – mean height of dominant trees, SM – Norway spruce; BK – European beech; BR – silver birch

Vzorky pokryvného humusu (směsi horizontů L + F + H dohromady) byly odebírány pomocí kovového rámečku 25 x 25 cm za účelem kvantifikace množství sušiny na jednotku plochy (tuny na hektar). Svrchní část minerální půdy (horizontu A) byla odebírána v hloubce do 10 cm a na experimentu Bystré také v 11 – 20 cm (10⁺). V rámci jedné varianty (dřeviny) byl paralelně proveden odběr tří až pěti vzorků za účelem statistického vyhodnocení dat.

Půdní profily ve vykopaných sondách byly hodnoceny podle platné klasifikace půd (NEMEČEK et al. 2001). Odebrané půdní vzorky byly analyzovány v laboratoři ing. Tomáše se sídlem ve výzkumné

stanici v Opočně těmito metodami: procento humusu metodou Sprin-gel-Klee, procento dusíku metodou Kjeldahl; rostlinám přístupné živiny (P, K, Ca, Mg – Mehlich III) (MEHLICH 1984, ZBÍRAL 1995); stanovení hmotnosti suchého vzorku; koncentrace výměnných bází (S), saturace bázemi (V %) podle Kappena (VALLA et al. 1983).

Pro statistické testování byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (mnohonásobná porovnávání, Tukey-test) výpočty byly provedeny v statistickém programu UNISTAT®.

Tab. 3.

Bystré – 12 let staré porostní skupiny se smrkem (SM) a bukem (BK). Průměrné hodnoty charakteristik nadložního humusu (LFH) a minerální půdy (hloubka profilu do 10 cm (10) a 11 – 20 cm (10+)) se směrodatnými odchylkami (Sx dole). Statisticky významné rozdíly ($p \leq 0,05$) mezi variantami jsou indikovány různými písmeny.

Bystré locality – 12-year-old thickets of spruce (SM) and beech (BK). Mean characteristics in forest floor (LFH) and soil (layers at depths of 0 – 10 cm (10) and 11 – 20 cm (10+)); values of standard deviation (see SD below). Different letters indicate statistically significant differences ($p \leq 0.05$) between variants.

		Sušina	Humus	N	C	C/N	pH	pH	V	P	K	Ca	Mg
		(t.ha ⁻¹)	(%)	(%)	(%)		H ₂ O	KCl	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)
Průměr/Mean													
SM	LFH	20,4 a	46,8 a	1,6 a	27,1 a	16,6 a	4,9 a	4,2 a	53,0 a	70,8 a	599,2 a	2625,6 a	380,4 a
BK	LFH	20,1 a	50,0 a	1,4 a	29,0 a	21,6 a	5,4 a	4,6 a	71,2 a	61,2 a	520,8 a	4959,2 b	690,8 b
SM	>10 cm	--	11,8 a	0,4 a	6,8 a	17,5 a	4,4 a	3,6 a	31,4 a	31,6 a	92,4 a	285,0 a	73,0 a
BK	>10 cm	--	8,5 b	0,4 a	4,9 b	13,0 b	4,9 b	3,9 b	41,5 b	19,8 a	94,2 a	665,8 b	104,4 b
SM	<10 cm	--	4,4 a	0,2 a	2,6 a	11,8 a	5,1 a	4,1 a	22,7 a	11,8 a	50,0 a	383,2 a	45,6 a
BK	<10 cm	--	3,7 a	0,2 a	2,1 a	9,3 a	5,4 b	4,1 a	52,1 b	9,4 a	37,8 a	713,8 b	61,0 b
Sx/SD													
SM	LFH	4,27	11,25	0,18	6,52	3,77	0,53	0,48	17,48	24,5	257,3	990,6	140,6
BK	LFH	6,11	8,55	0,21	4,96	4,65	0,27	0,20	11,04	9,9	124,9	582,9	150,4
SM	>10 cm	--	0,86	0,06	0,50	3,01	0,24	0,22	6,36	17,6	24,5	26,3	7,8
BK	>10 cm	--	1,54	0,02	0,89	2,07	0,14	0,13	4,42	7,9	14,9	211,2	24,8
SM	<10 cm	--	0,90	0,01	0,52	2,44	0,15	0,08	5,78	5,6	20,6	106,5	5,2
BK	<10 cm	--	0,18	0,02	0,10	0,78	0,07	0,05	7,14	5,1	2,6	120,6	10,9

Captions: N – nitrogen; C – carbon; S – exchangeable base cations; V – sorption saturation; sušina – dry matter

Tab. 4.

Charakteristiky nadložního humusu (LFH) a svrchní vrstvy minerální půdy (Ah) a množství nadložního humusu (viz Sušina) v rámci jednotlivých variant na lokalitě Krahulec. Statisticky významné rozdíly ($p \leq 0,05$) mezi variantami jsou indikovány různými písmeny.

Forest-floor (LFH) and topsoil (Ah) characteristics including forest floor amount (see Sušina) in locality of Krahulec. Different letters indicate statistically significant differences ($p \leq 0.05$) between variants.

		Sušina	Humus	N	C	C/N	pH	pH	V	P	K	Ca	Mg
		(t.ha ⁻¹)	(%)	(%)	(%)		H ₂ O	KCl	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)
Průměr/Mean													
BR (10)	LFH	10,6 a	38,5 a	1,3 a	22,3 a	17,4 a	5,9 a	5,1 a	84,3 a	211 a	1404 a	5218 a	877 a
SM (50)	LFH	55,9 b	54,5 a	1,5 a	31,6 a	21,4 a	4,1 b	3,4 b	35,2 b	42 b	362 b	2018 b	133 b
SM (100)	LFH	149,9 c	55,0 a	1,5 a	31,9 a	21,0 a	3,9 c	3,0 b	22,0 c	20 b	300 b	1590 b	162 b
BR (10)	Ah	--	4,8 a	0,3 a	2,8 a	11,0 a	6,0 a	5,2 a	84,9 a	123 a	215 a	2127 a	192 a
SM (50)	Ah	--	6,8 b	0,3 a	3,9 b	14,7 ab	4,3 b	3,7 b	23,0 b	16 b	57 b	209 b	28 b
SM (100)	Ah	--	5,6 ab	0,2 b	3,3 ab	19,6 b	4,0 b	3,2 c	13,8 b	4 b	57 b	199 b	36 b
Sx/SD													
BR (10)	LFH	1,36	1,92	0,16	1,10	1,50	0,11	0,37	1,74	15,5	55,6	542,0	96,9
SM (50)	LFH	17,78	10,94	0,13	6,31	2,47	0,04	0,10	3,55	7,2	23,1	456,7	19,6
SM (100)	LFH	10,89	8,04	0,16	4,66	2,39	0,08	0,09	1,64	3,5	116,8	230,0	11,1
BR (10)	Ah	--	0,79	0,04	0,46	2,31	0,18	0,26	3,84	18,3	17,9	376,5	39,1
SM (50)	Ah	--	0,07	0,02	0,04	1,41	0,20	0,18	5,01	14,5	4,0	7,5	1,0
SM (100)	Ah	--	0,99	0,01	0,58	2,82	0,07	0,04	2,28	2,3	4,4	22,3	4,6

Captions: BR (10), SM (50), SM (100) – for explanation see Tab. 1; Sušina – Dry mass; N – nitrogen; C – carbon; S – exchangeable base cations; V – sorption saturation; sušina – dry matter

VÝSLEDKY

Experiment Bystré

Bukový a smrkový porost srovnatelného zakmenění na zemědělské půdě ve věku 12 let vytvořil iniciální stadium nadložního humusu; zcela převažoval podíl opadu (L) s minimem drti (F) a horizont měli (H) nebyl vyvinutý. Kvantitativně se množství opadu pod bukem ($20,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a smrkem ($20,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) nelišilo, ačkoliv jsou obě varianty odlišné ve smyslu hustoty porostu, G a $d_{1,3}$. Nadložní humus se nelišil také kvalitou; hodnota C/N byla pouze mírně vyšší pod bukem než smrkem. Významně vyšší procento humusu a hodnota C/N byly konstatovány pouze ve svrchní vrstvě (do 10 cm) minerální půdy pod smrkem. Jedinými charakteristikami, ve kterých se opad buku významně lišil od opadu smrku, byly vyšší koncentrace vápníku (BK 4 959 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; SM 2 626 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a hořčíku (BK 691 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; SM 380 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Stejný trend byl konstatován i ve vrstvách do 10 cm a také v 11 – 20 cm hloubky profilu minerální půdy (tab. 3). Koncentrace těchto dvou prvků jsou tedy jedinými signifikantními rozdíly patrnými v celém sledovaném profilu. Významně vyšší hodnoty saturace bázemi (V %) pod bukem byly konstatovány pouze v obou vrstvách minerální půdy do 10 cm (BK 41,5 %; SM 31,4 %) i 11 – 20 cm (BK 52,1 %; SM 22,7 %); podobný trend byl v obou minerálních vrstvách potvrzen i pro pH H_2O .

Experiment Krahulec

V rámci lokality se všechny tři typy porostů, tj. bříza (BR) a smrk (SM) na bývalé zemědělské půdě a smrk na dlouhodobě lesní půdě od sebe navzájem významně lišily zejména v kvantitě organického materiálu z opadu (BR $10,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ve věku 12 let; SM ve věku 50 let $55,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$; a SM ve věku 100 let $149,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Porost břízy vykazoval snížené zakmenění. Porosty obou smrkových variant se mírně lišily z hlediska hustoty porostu a kruhové výčetní základny. Střední tloušťky a horní výšky obou smrkových variant byly podobné. Oba porosty byly mírně překmeněné a lišily se bonitou. Celkově se velmi významně liší chemické charakteristiky nadložního humusu a půdy pod nejmladším porostem břízy ve srovnání s oběma porosty smrkovými. Na této variantě jsme doložili např. významně vyšší saturaci bázemi (hodnota V 84,3 %), ale také vyšší koncentraci všech rostlinám přístupných živin ve srovnání s oběma smrkovými variantami v nadložním humusu i minerální půdě (tab. 4). Smrkové porosty se i přes rozdílný věk v těchto charakteristikách od sebe nelišily. Hodnota C/N a procento humusu se v nadložních organických vrstvách ve srovnání mezi variantami nelišily. Bříza se hodnotou C/N v minerální půdě (11,0) lišila pouze od stoletého smrku (19,6). Signifikantně vyšší hodnoty pH byly pod břízou doloženy jak v nadložním humusu, tak v minerální půdě.

DISKUSE

V našem příspěvku jsme se zaměřili na hodnocení organického krytu půdy včetně vrchní vrstvy minerálního profilu, protože předpokládáme nejlépe měřitelné změny půdního chemismu vlivem nadložního humusu právě u svrchních půdních horizontů. To potvrzují BINKLEY a VALENTINE (1991), kteří našli podstatně kyselejší půdu ve svrchních pěti centimetrech půdy pod smrkem ve srovnání s vejmutovkou a jasanem pensylvánským. Navíc jimi sledované smrkové porosty vykazovaly ve vrstvách do 15 cm poloviční množství

bazických kationtů (Ca, Mg, K) ve srovnání s porosty jasanu. Podobné srovnání účinků různých dřevin na svrchní vrstvu minerální půdy uvádí HAGEN-THORN et al. (2004). V rámci této studie smrk opět nejvíce acidifikoval svrchní vrstvu půdy, která vykazovala nižší saturaci bázemi a vyšší úroveň kationtů hliníku; z listnatých dřevin byl smrk nejblíže buk a nejdále lípa s významně vyšším pH a saturací bázemi. Podobně AUGUSTO et al. (2003) konstatoval zvyšující se acidifikační efekt dřevin na svrchní půdu v pořadí: buk lesní; duby < douglaska; jedle bělokorá < borovice lesní; smrk ztepilý. ALRIKSSON a OLSSON (1995) hodnotili acidifikaci půdy pod smrkovými porosty různého stáří. Nalezli významně nižší hodnoty pH a saturace bázemi ve svrchní části profilu pod staršími (40 a 55 let) než mladšími (20 let) porosty. My jsme srovnávali smrkové porosty odlišného věku (50 a 100 let) na experimentu Krahulec, kde jsme nejvýznamnější rozdíl konstatovali v případě zhruba trojnásobné zásoby nadložního humusu (L + F + H) pod dospělým porostem. Hodnoty pH v humusu byly v tomto případě také významně nižší pod starším porostem. V podmínkách Orlických hor srovnávali účinky buku a smrku na půdní prostředí bývalé zemědělské půdy také PODRÁZSKÝ a REMEŠ (2007). Nalezli pozitivní vliv buku na vlastnosti nadložního humusu; vliv smrku hodnotili jako nepříznivý. Na experimentu Bystré jsme také konstatovali signifikantně vyšší pH ve svrchních 10 cm minerální půdy pod bukem než pod smrkem. Zároveň zde byly potvrzeny významné rozdíly v saturaci bázemi; pod bukem byla hodnota vyšší v obou hodnocených vrstvách (do 10 a 11 – 20 cm) minerální půdy. Jedinými charakteristikami v minerální půdě, které měly významný vliv na rozdílný stav nadložního humusu, byly vyšší koncentrace rostlinám přístupného vápníku a hořčíku pod bukem, které se projeví jako vyšší koncentrace obou živin v nadložním humusu buku. Je pravděpodobné, že zvýšená koncentrace Ca a Mg v opadu buku je spíše výsledkem signifikantně různých koncentrací v minerální půdě a nikoliv výsledkem příznivějšího



Obr. 1.

Iniciální stadium akumulace povrchových organických horizontů pod mlazinou buku v rámci experimentu Bystré
An initial stage of forest floor accumulated beneath a beech thicket situated within the experimental plot of Bystré

působení bukového opadu. Toto zjištění můžeme podpořit i faktorem nízkého věku porostu, kde pod oběma dřevinami jsou vyvinuta pouze iniciální stadia akumulace nadložního humusu bez vrstev drti a měli (obr. 1).

V rámci našeho šetření jsme v případě 12 let starých mlazín smrku a buku na experimentu Bystré nenalezli téměř žádný rozdíl v kvantitě opadu. Acidifikace smrkem nemusí mít vždy stejnou roli v procesu vlivu na půdní vlastnosti. Například RITTER et al. (2003) konstatoval pokles pH ve svrchních 5 cm, ale jako významnější faktor ovlivňující půdu stanovil předchozí způsob jejího využití, tj. vlastnosti půdy získané kultivací. Tak například výsledky ze srovnatelných profilů krátce zalesněné, dlouhodobě zalesněné a lesní půdy ukázaly relativně nižší aciditu svrchních a středních horizontů nově zalesněných zemědělských půd ve srovnání s desítky let starými nebo vícegeneračními lesními porosty (srovnej WALL, HYTÖNEN 2005).

Toto bylo zřejmé i ze srovnání smrkových a mladého březového porostu na experimentu Krahulec. Desetiletý porost břízy na nedávno opuštěné orné půdě vykazoval významné, v případě koncentrací fosforu řádově vyšší hodnoty v humusu i svrchní minerální půdě. Zde se nepochybně jedná o pozůstatek dřívější kultivace půdy. Optimalizace zásob fosforu v půdě je totiž vzhledem k jeho často nízkému přirozenému obsahu považována za základní součást kultivace (BEDRNA 2002). Nadložní humus pod břízou měl ovšem charakter iniciálního stadia hromadění opadu; výskyt nadložního humusu pod břízou je totiž vázán na existenci hustého zápoje, v opačném případě tyto vrstvy často chybí, jak dokládají PODRÁŽSKÝ a REMEŠ (2009).

O vyšší akumulaci pokryvného humusu pod jehličnany (smrk i modřín ca 45 t.ha⁻¹) než pod listnáči (dub červený a bříza ca 13 t.ha⁻¹) referovali PODRÁŽSKÝ a ŠTĚPÁNIK (2002). Na lokalitě Krahulec se množství akumulovaného humusu v bříze lišilo významně od obou variant se smrkem; tyto varianty se ale také od sebe signifikantně lišily. Důvodem rozdílů zde byl faktor věku (viz tab. 1).

Vedle acidity a saturace bazickými kationty jsou velmi významnými ukazateli půdních změn množství uhlíku a dusíku. Jako společný rys dřívě kultivovaných půd bylo konstatováno snížení hodnoty poměru C/N ve srovnání s odpovídajícími nedotčenými lesními lokalitami (ELLERT, GREGORICH 1996, KOERNER et al. 1997, COMPTON et al. 1998, JUSSY et al. 2002, RITTER et al. 2003, PRÉVOSTO et al. 2004, OHEIMB et al. 2008, SMAL, OLSZEWSKA 2008, VALTINAT et al. 2008).

Snížený poměr C/N jsme našli v minerální půdě experimentu Krahulec také na obou variantách na bývalé zemědělské půdě (bříza a 50 let starý smrkový porost). Jejich hodnoty se od sebe významně nelišily, ale bříza byla výrazně nižší ve srovnání s půdou pod stoletým smrkem. Padesátiletý smrk na bývalé zemědělské půdě se nelišil od břízy ani od staršího smrku. Rozdíly přičítáme různé minulosti využití půdy. Co se týká C/N nadložního humusu, tak mezi variantami nebyl nalezen rozdíl.

ZÁVĚR

Rozdíly vlastností nadložního humusu a půdy v sousedících porostech pod různými dřevinami jsme našli. Zároveň jsme v rámci sledovaných lokalit konstatovali odlišné vlastnosti půdního prostředí související s jinou historií využití půdy, tj. zejména u zalesněných zemědělsky kultivovaných půd.

- (1) Na zalesněné louce experimentu Bystré byly doloženy vyšší koncentrace Ca a Mg v nadložní organické vrstvě původem z buku. Nicméně vzhledem k analogickému trendu v obou sledovaných minerálních půdních vrstvách, nízkému věku porostu a nedokonalé vyvinutému nadložnímu humusu lze příčinu vyšších koncentrací v opadu buku přičítat spíše zvýšeným koncentracím zmíněných prvků v minerální půdě.
- (2) Na experimentu Krahulec jsme prokázali různorodost stanoviště v rámci skupiny tří srovnávaných ploch. Z hlediska poměru C/N půdy si byly podobné obě bývalé zemědělské půdy a zároveň obě různě staré smrkové varianty. Koncentrace výměnných bází a fosforu ukázala významně vyšší hodnoty pod břízou na nedávno (ca před 12 lety) opuštěné orné půdě jako důkaz přetrvávajících pozůstatků kultivace.

Poděkování:

Příspěvek byl vypracován v rámci podpory projektu NAZV č. QH91072 „Role lesních dřevin a pěstebních opatření v procesu formování půdního prostředí lesního ekosystému“ a projektu MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ALRIKSSON A., OLSSON M. T. 1995. Soil changes in different age classes of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) on afforested farmland. *Plant and Soil*, 168/169: 103-110.
- AUGUSTO L., DUPOUEY J.-L., RANGER J. 2003. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science*, 60: 823-831.
- BEDRNA Z. 2002. *Environmentálne pôdoznalectvo*. 1st ed. Bratislava, Veda: 352 s.
- BINKLEY D., VALENTINE D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest Ecology and Management*, 40: 13-25.
- BRIGGS R. D. 2004. The Forest Floor. In: *Encyclopedia of Forest Sciences*, Vol. 3. Oxford, Elsevier: 1223-1227.
- COMPTON J. E., BOONE R. D., MOTZKIN G., FOSTER D. R. 1998. Soil carbon and nitrogen in pine-oak sand plain in central Massachusetts: Role of vegetation and land-use history. *Oecologia*, 116: 536-542.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). *Jílové u Prahy, IFER*: 245 s.
- ELLERT B. H., GREGORICH E. G. 1996. Storage of carbon, nitrogen and phosphorus in cultivated and adjacent forested soils of Ontario. *Soil Science*, 161: 587-602.
- HAGEN-THORN A., CALLESEN I., ARMOLAITIS K., NIHLGÅRD B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest and Ecology Management*, 195: 373-384.
- JUSSY J. H., KOERNER W., DAMBRINE É., DUPOUEY J. L., BENOÎT M. 2002. Influence of former agricultural land use on net nitrate production of forest soils. *European Journal of Forest Science*, 53: 367-374.
- KOERNER W., DUPOUEY J. L., DAMBRINE E., BENOÎT M. 1997. Influence of past land use on the vegetation and soils of present day forest in the Vosges Mountains, France. *Journal of Ecology*, 85: 351-358.
- MEHLICH A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 15: 1409-1416.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. Praha, Česká zemědělská univerzita: 78 s.
- OHEIMB G. VON, HÄRDTLE W., NAUMANN P., WESTPHAL CH., ASSMANN T., MEYER H. 2008. Long-term effects of historical heathland farming on soil properties of forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 255: 1984-1993.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2007. Humus form status in close-to-nature forest parts in comparison with afforested agricultural lands. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 53/2: 99-106.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2009. Production and humus form development in forest stands established on former agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science*, 55/7: 299-305.
- PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNÍK R. 2002. Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47/2: 53-56.
- PRÉVOSTO B., DAMBRINE E., MOARES C., CURT T. 2004. Effects of volcanic ash chemistry and former agricultural use on the soils and vegetation of naturally regenerated woodlands in the Massif Central, France. *Catena*, 56: 239-261.
- RITTER E., VESTERDAL L., GUNDERSEN P. 2003. Changes in soil properties after afforestation of former intensively managed soils with oak and Norway spruce. *Plant and Soil*, 249: 319-330.
- SINGER J. S., MUNNS D. N. 1996. *Soils, an introduction*. New Jersey, Prentice Hall: 480 s.
- SMAL H., OLSZEWSKA M. 2008. The effect of afforestation with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of sandy post-arable soils on their selected properties. II. Reaction, carbon, nitrogen and phosphorus. *Plant and Soil*, 305: 171-187.
- TORREANO S. 2004. Soil development and properties. In: Burley J., Evans J., Youngquist J. A. (eds.): *Encyclopedia of Forest Sciences*, Vol. 3. Oxford, Elsevier: 1208-1216.
- ÚHÚL, VÚLHM, 1990. *Taxační tabulky*. Brandýs nad Labem, ÚHÚL, Zbraslav-Strnady, VÚLHM: nestr.
- VALLA M., KOZÁK J., DRBAL J. 1983. *Cvičení z půdoznalství II*. Praha, Státní pedagogické nakladatelství: 281 s.
- VALTINAT K., BRUUN H. H., BRUNET J. 2008. Restoration of oak forest: Effects of former arable land use on soil chemistry and herb layer vegetation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23: 513-521.
- WALL A., HYTÖNEN J. 2005. Soil fertility of afforested arable land compared to continuously forested sites. *Plant and Soil*, 275: 247-260.
- ZBÍRAL J. 1995. *Analýza půd I (Jednotné pracovní postupy)*. Brno, Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 248 s.

FOREST-FLOOR HUMUS AND TOPSOIL PROPERTIES RELATED TO FOREST-TREE SPECIES

SUMMARY

A surface organic layer is an important source of soil organic matter for soil that due to slow decomposition process accumulates (SINGER, MUNNS 1996). The organic remnants of plants accumulated on the soil surface are collectively referred to as forest floor (BRIGGS 2004). During decomposition this forest floor creates particular organic horizons of litter (L), fermented material (F) and humus (H) (NĚMEČEK et al. 2001). A presence of these surface organic layers distinguishes forest soils from agricultural ones (TORREANO 2004). Because some tree species are regarded as soil-ameliorative while others are considered less suitable or even threatening soil fertility under particular site conditions, there are many scientific articles dealing with species-specific interactions between forest and soil. Despite number of world-wide results, relationship between soil properties and plant is still needed to reveal. Two principal questions formulate the aim of our study: (1) do forest floor and topsoil properties depend on the tree species? And (2) does land-use history influence soil environment?

Forest floor and topsoil chemistry were investigated in this study using comparative sampling beneath different forest tree species stands of different age (Tab. 1). The stands were also studied in terms of mensurational data (stand density, basal area, DBH, height of dominant trees and stocking – see Tab. 2). Two species (beech and birch) were compared to adjacent or at least nearby-situated spruce forest stand. Also land-use history was taken into consideration since almost all localities have been situated on the former agricultural land. We collected 3 (Krahulec) and 5 (Bystré) samples for each variant (species). The data were statistically analyzed using one-way ANOVA (multiple comparisons, Tukey-test). The data were processed using UNISTAT® software.

Experiment of Bystré: Both beech and spruce stands accumulated forest floor at age of 12 years; among particular organic layers, litter (L) prevailed while humus horizon (H) was missing. Therefore we consider the layer an initial stage of surface humus formation. From quantitative point of view, amounts of forest floor did not differ between the beech (20.1 t.ha⁻¹) and spruce (20.4 t.ha⁻¹) though the variants were different in terms of stand density, basal area and DBH. Also quality of forest floor humus (C/N ratio) was the same. Significantly higher C/N was found in mineral topsoil beneath the spruce variant compared to the beech one. The only characteristics showed difference between the two variants in forest floor and mineral layers, the concentrations of calcium and magnesium. The beech forest floor was higher (Ca 4,959 mg.kg⁻¹; Mg 690.8 mg.kg⁻¹) in both nutrients compared to spruce (Ca 2,626 mg.kg⁻¹; Mg 380.4 mg.kg⁻¹). We found also mineral soil (both 0 – 10 and 11 – 20 cm layers) significantly more saturated with base cations (beech 42% and 52%; spruce 31% and 23%). Similar trend was confirmed also for pH measured in water.

Experiment of Krahulec: The birch seemed to be under-stocked whereas both spruce variants were slightly overstocked. Moreover, the spruce stands were similar in stand density and basal area having the same DBH and dominant height though they were different in terms of age and yield class. All variants, i. e. birch and spruce on former agricultural land and spruce on long-term-forested site, differ in terms of amount of forest floor (10-year-old birch 10.6 t.ha⁻¹; 50-year-old spruce 55.9 t.ha⁻¹; and 100-year-old spruce 149.9 t.ha⁻¹). Generally birch forest floor and soil chemical characteristics differed from both spruce variants. For instance we found a significantly increased base saturation (V 84.3%) and increased concentrations of plant-available nutrients (P, K, Ca, Mg using Mehlich III method) in birch forest floor; we found no difference between the spruce variants. C/N ratio and percentage of humus did not differ in forest floor between variants. The only birch C/N was significantly lower in mineral soil compared to the oldest spruce. The birch forest floor and soil differed also in pH; the values were significantly higher compared to both spruce variants.

Answering the research questions, we can conclude that we found significant differences in both forest floor and topsoil samples compared. All deciduous species showed either better or the same parameters of chemical properties of samples compared to spruce.

- (1) In Bystré locality, the increased concentrations of calcium and magnesium in beech litter are rather attributable to increased Ca and Mg concentrations in mineral soil than to an intake of nutrients by tree species. The land-use history of site was the same (meadow) for both the beech and the spruce variants.
- (2) Concerning land-use history, it is the legacy of former agricultural cultivation which is still the most important site characteristic contributing to differences such as increased concentrations of base cations and phosphorus in both forest floor and mineral soil beneath birch compared to spruce in Krahulec.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Dušan Kacálek Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391-2;-mail: kacalek@vulhmop.cz

HODNOCENÍ VARIABILITY RŮSTU SMĚSÍ KLONŮ SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) V HORSKÝCH PODMÍNKÁCH

GROWTH VARIABILITY ASSESSMENT IN CLONE MIXTURES OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) IN MOUNTAIN CONDITIONS

JAN LEUGNER - ANTONÍN JURÁSEK - JARMILA MARTINCOVÁ

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

ABSTRACT

The article deals with the growth variability assessment of spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) in ortets and clone plantations of the 1st and 2nd generation growing in extreme mountain conditions. Measurements of growth distinguished half-sib progenies characterized by above-average or below-average growth on majority of sites during 5 years after outplanting. Progenies with above-average growth or normal growth but very good health state were chosen for more detailed assessment in clone plantation of the 2nd generation. Statistic tests proved significant influence of the origin (pertaining to particular clones) to height and diameter growth of spruces in the time of planting and after next 5 years. Intraclone variability (pertaining to particular ramets within a clone) was insignificant or nearly insignificant 5 years after outplanting. Assessment of growth features in clone plantation of the 2nd generation suggests that the use of vegetative propagation of vigorous spruces from ortets and clone plantations growing in mountain conditions is useful. Potentially stresstolerant clone mixtures obtained in this way can form the frame of newly established forest stands.

Klíčová slova: smrk, klony, klonové směsi 2. generace, růst, variabilita

Key words: Norway spruce, clones, clone mixtures of the 2nd generation, growth variability

ÚVOD

Pro úspěšné hospodaření v lesích je nezbytnou podmínkou použití druhů a jedinců, kteří jsou geneticky adaptovaní pro lokální klimatické a stanovištní podmínky (KARLSSON 2000). Adaptovaní jedinci, pravděpodobně autochtonního původu, kteří vykazovali relativně dobrý zdravotní stav během imisně-ekologické katastrofy v Krkonoších, se stali základem programu záchrany genofondu smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) v této oblasti.

V souvislosti s tímto programem, při kterém bylo využíváno autovegetativního způsobu rozmnožování řízkováním, byla založena řada matečnic a klonových výsadb smrku ztepilého pocházejících z autochtonních nebo potenciálně stresstolerantních stromů z této oblasti. Jejich podrobné sledování by mělo přinést i obecněji uplatnitelné poznatky o použitelnosti potenciálně stresstolerantních směsí klonů smrku ztepilého při zalesňování extrémních horských holin a o možnosti uplatnění selekce při přípravě sadebního materiálu k obnově extrémních stanovišť (JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2005). K selekci klonů je nutno přistupovat obezřetně, protože vyhodnocení vlivu genetického původu je velmi komplikované. Na růst sadebního materiálu po výsadbě na konkrétní zalesňované lokality totiž působí velmi výrazně vlivy okolního prostředí, které se mohou odrazit ve výrazné vnitroklonové variabilitě růstu.

Rozdílné mikrostanovištní podmínky mohou mít výrazný vliv i v rámci jedné lokality. Značné vnitroklonové rozdíly zjistili JOHNSEN a SKROPPA (1992), kteří pozorovali velkou variabilitu růstu v rámci některých klonů smrku ztepilého, zatímco jiné klony byly homogenní.

WONISCH et al. (1999) uvádějí, že na jednotlivých lokalitách přispívají ke stresu stromů podmínky maloplošných stanovišť, zejména půdní poměry v kombinaci s velkoplošnými vlivy, jako je nadmořská výška. Na základě podrobného vyhodnocení řady biochemických a fyziologických charakteristik zjistili, že maloplošné půdní vlivy, např. nedostatečné zásobování vodou, mohou přispívat rozhodující měrou k celkovému stresu smrků.

Výrazný vliv podmínek mikrostanoviště na růst a zdravotní stav mladých smrků pozoroval také JONSSON (1999). Interakci klon x stanoviště u smrku ztepilého popisují i další autoři (ISIĆ et al. 1995). KARLSSON a HÖGBERG (1998) a KARLSSON (2000) uvádějí, že ovlivňování výškového růstu klonů stanovištěm se často mění s věkem klonové výsadby.

Při výběru klonů smrku ztepilého pro obnovu extrémních horských lokalit je tedy účelné vyhodnotit variabilitu nejen populací, ale i jednotlivých klonů. Vyhodnocení meziklonové a vnitroklonové variability růstu na více typech stanovištních podmínek se potom může stát dobrým kritériem pro výběr jednotlivých klonů do potenciálně stresstolerantních směsí. Tato růstová kritéria musí být dále doplněna o hodnocení zdravotního a fyziologického stavu.

Cílem tohoto příspěvku je hodnocení variability růstu „klonového“ sadebního materiálu smrku ztepilého v matečnicích a klonových výsadbách 1. a 2. generace, které máme v rámci výzkumu k dispozici v extrémních horských podmínkách.

MATERIÁL A METODY

Hodnocení růstu v matečnicích a klonových výsadbách 1. generace

Pro hodnocení variability klonů smrku ztepilého byla nejdříve vyhodnocena jednotlivá polosesterská potomstva smrku ztepilého. Tyto soubory představují vždy potomstvo jednoho vitálního stromu, který v období imisně-ekologické kalamity v 80. letech minulého století velmi dobře odolával silným stresovým faktorům prostředí.

Potomstva jednotlivých elitních stromů jsou ve zprávě označena zkratkou lokality původu a číslem elitního stromu podle původních materiálů Správy KRNP (viz tab. 1).

Pro výběr vhodných polosesterských potomstev pro následné detailní sledování v klonových směsích bylo provedeno vyhodnocení růstu všech potomstev v matečnicích a klonových výsadbách 1. generace.

Vzhledem k tomu, že každá výsadba se nachází ve specifických přírodních podmínkách, nebylo možné srovnávat mezi lokalitami přímo přírůst (i), ale bylo nutno velikost přírůstu standardizovat pro danou výsadbu (L) a konkrétní rok (y):

$$I_{LyPj} = i_{LyPj} / E(i_{Ly} \cdot \cdot)$$

Další vyhodnocení bylo prováděno na základě odchylek od standardizovaného průměru pro jednotlivé matečnice a klonové výsadby (MATĚJKA 2007).

Hodnocení variability růstu vybraných klonů v klonové výsadbě 2. generace (TVP Harrachov)

Klonové výsadby 2. generace byly založeny řízkovanci, kteří byli vypěstováni z řízků odebraných z vybraných klonů v klonových

Tab. 1.

Popis potomstev a vyhodnocení jejich růstu v prvních pěti letech po výsadbě v matečnicích a klonových výsadbách (podle hodnocení MATĚJKY 2007)
Description of progenies and evaluation of their growth in 5 years after outplanting (after MATĚJKA 2007)

Původ osiva – lokalita (podle označení Správy KRNP)/ Origin - description after Krkonoše National Park	Označení/ Code	Nadm. výška/ Altitude	Rok po výsadbě řízkovanců/Year after outplanting				
			1	2	3	4	5
Krkonošova Snídaně 4	kr4	1 040			(-)	-	-
Labský důl 103 C	ld103C	990	+				
Těsný důl 1	td1	950		+	+		+
Těsný důl 2	td2	940	+	+			-
Benzina 1	b1	1 060	(-)		(+)		
Benzina 2	b2	1 060	-	-	-	-	-
Benzina 3	b3	1 060	(+)				
Medvědí 1	m1	1 220	(-)				
Medvědí 4	m4	1 210		(+)			
Medvědí 5	m5	1 220	(+)	(+)			
Medvědí 7	m7	1 240		(+)			
Malá Kotelní jáma	mkj2	1 100	(-)		(+)	+	+
Nad Horními Mísečkami 1	nhm1	1 080			-		
Velká Kotelní jáma	vkj	1 100		-	(-)		
Zlaté návrší	zn	1 120	-	-		-	
Labský důl 11	ld11	1 060				-	-
Labský důl 12	ld12	1 060	-				
Labský důl 14	ld14	1 060		(+)	+	+	(+)
Labský důl 9	ld9	1 060			(+)		
Zadní plech 1	zp1	1 180	(+)	+	(-)	-	
Jelení důl 10	jd10	1 140	(-)		-	-	
Jelení důl 11	jd11	1 100			(-)	(-)	(-)
Jelení důl 12	jd12	1 050		-	-	-	
Jelení důl 9	jd9	1 130	(-)		-	(-)	(-)
Liščí hora	lh	1 280	(-)	(+)	+	(+)	(+)
Černohorská rašelina 2	cr2	1 190		-			
Černohorská rašelina 4	cr4	1 190	(-)	(-)	(-)		
Černohorská rašelina 7	cr7	1 190					
Černohorská rašelina 8	cr8	1 190		(-)		+	

výsadbách 1. generace Benecko a v menší míře i Dvoračky. Vegetativní potomstva byla po dopěstování vysazena na extrémní horské lokality co nejbližší místu jejich původu. Na základě předchozího výzkumu byly vytvořeny modelové klonové směsi zahrnující klony s časným, průměrným i pozdním rašením, stejně jako klony s nadprůměrným, průměrným a podprůměrným růstem pozorovaným při předchozím hodnocení v matečnicích a klonových výsadbách 1. generace. Pracovní hypotézou bylo, že na extrémních lokalitách by se měla projevit adaptabilita vybraných klonů k nepříznivým horským podmínkám. Zároveň s vybranými klony byl jako kontrolní soubor na uvedené lokality vysazen i sadební materiál generativního původu provozně pěstovaný v lesní školce (označení oddílu osiva: A-SM-503-22-8-SM). Detailní hodnocení růstové variability výsadby se uskutečnilo na TVP Harrachov.

Trvalá výzkumná plocha (TVP) Harrachov se skládá ze tří dílčích ploch (DP), pro vyhodnocení variability jedinců smrku v klonové výsadbě druhé generace byly vybrány dvě:

1. DP Nad Terexem - Soubor lesních typů (SLT) 8K2, Hospodářský soubor (HS) 515 D10 nadmořská výška 1 140 m n. m.,
2. DP Špice - SLT 8K2, HS 521 B 02a, nadmořská výška 100 až 1 120 m n. m.

Na výzkumné ploše byly měřeny základní dendrometrické veličiny (tloušťka kořenového krčku, celková výška nadzemní části, roční přírůsty). Získané údaje byly zpracovávány v programu Excel, QC expert a StatSoft Statistica. Pro zjištění významnosti vlivu původu jednotlivých variant byla provedena analýza variance (ANOVA) a to u všech sledovaných charakteristik.

Následně bylo provedeno párové porovnávání dvojic potomstev klonů Scheffého metodou. Zjištěné signifikantní rozdíly mezi variantami jsou uvedeny v grafech jednotlivých charakteristik (odlišná písmena ukazují rozdíly signifikantní na 5% hladině významnosti). Zdravotní stav byl hodnocen pomocí procenta olistění a podle výskytu barevných změn jehličí.

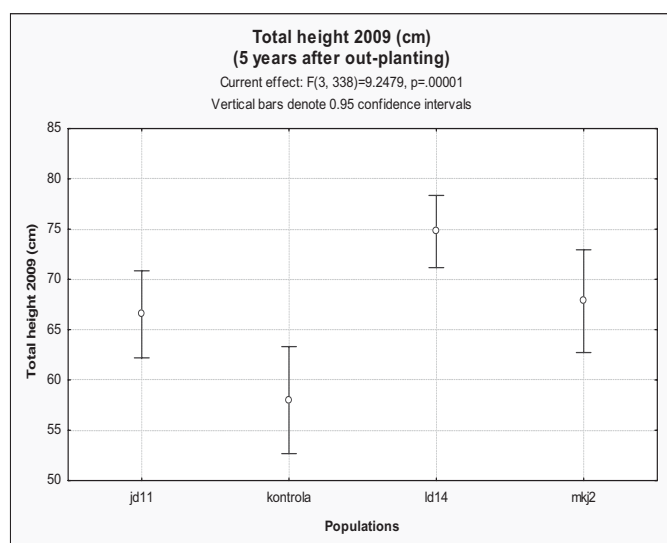
VÝSLEDKY

Odchytky v růstu jednotlivých sledovaných potomstev podle roku po výsadbě

Pro porovnání růstu sledovaných potomstev v generativních matečnicích a klonových výsadbách 1. generace byla vyhodnocena data získaná na jednotlivých lokalitách během prvních 5 let po výsadbě. Výsledky hodnocení růstu jednotlivých potomstev jsou uvedeny v tabulce 1. Statisticky průkazné kladné nebo záporné odchytky v růstu jsou vyznačeny symboly + resp. -. Náznak odchytky je vyznačen těmito symboly v závorce.

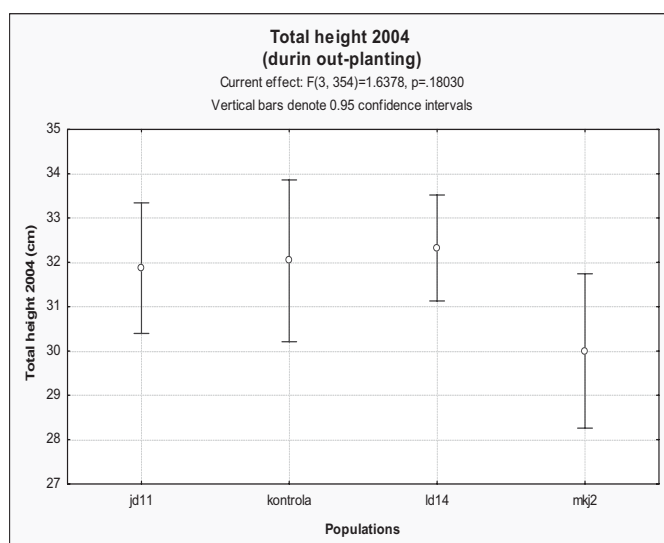
Za náznak odchytky se považuje případ, kdy intervalový odhad průměrné odchytky leží v rozmezí $(0,95; x \gg 1)$ pro kladnou odchytku, respektive v intervalu $(x \ll 1; 1,05)$ pro zápornou odchytku. Potomstva vykazující opakovaně zápornou odchytku jsou v tabulce znázorněna kurzivou, potomstva s opakující se kladnou odchytkou jsou zvýrazněna tučným písmem. Zápornou odchytku výškového přírůstu v několika letech vykazovala potomstva b2, jd12, ks4 a zn, kladná odchytky byla zaznamenána vícekrát u potomstev ld14, lh, mkj2 a td1. První rok po výsadbě se často růstově odchyloje od let následujících. Stablnější chování potomstev lze očekávat nejdříve od 3. roku po výsadbě, kdy obvykle odezní výraznější šok po výsadbě na holinu.

Na základě uvedeného komplexního hodnocení růstu v prvních letech po výsadbě byl proveden výběr polosesterských potomstev pro další detailnější sledování. Potomstva, která vykazují nadprůměrný růst téměř ve všech sledovaných výsadbách (např. mkj2, ld14, lh), jsou také nejvíce zastoupena v klonových výsadbách druhé generace, na kterých probíhá průběžné vyhodnocování růstu potenciálně stresotolerantních klonů ve srovnání s kontrolním sadebním materiálem generativního původu vypěstovaným běžným způsobem. Do dalšího podrobného sledování byla zařazena i potomstva, která vykazují



Obr. 1.

Variabilita celkové výšky sadebního materiálu rozděleného podle původu (polosesterské populace) v době výsadby
Shoot height variability of plants divided after origin (progenies) in the time of outplanting



Obr. 2.

Variabilita celkové výšky sadebního materiálu rozděleného podle původu (polosesterské populace) 5 let po výsadbě
Shoot height variability of plants divided after origin (progenies) 5 years after outplanting

ve starších výsadbách průměrný nebo podprůměrný růst, a to potomstva stromů ze specifických lokalit (Černohorská rašelina) nebo potomstva s podprůměrným růstem, ale relativně dobrým zdravotním stavem (např. jd11). Vycházeli jsme zde z pracovní hypotézy, že pomalejší růst u nich může být ovlivněn mimo jiné i vyšší odolností ke klimatickým extrémům, které se vyskytují ve víceletých intervalech.

Variabilita růstu v klonové výsadbě 2. generace (TVP Harrachov)

Pro sledování variability růstu v klonové výsadbě 2. generace (TVP Harrachov) byla na základě předchozího hodnocení vybrána jako modelová polosesterská potomstva mkj2, ld14 (s nadprůměrným růstem ve všech výsadbách) a jd11 (podprůměrný růst, ale dobrý zdravotní stav). Kontrolní soubor tvořily stejně staré sazenice generativního původu vypěstované z osiva smrku původem z Krkonoš (A-SM-503-22-8-SM).

a) Hodnocení variability růstu v rámci polosesterských potomstev

Výškový růst je dokumentován na obrázcích 1 a 2. Z výsledků je patrné, že rozdíly ve výšce jednotlivých variant v době výsadby nebyly statisticky významně odlišné. Po pěti letech růstu sadebního materiálu na extrémní horské lokalitě došlo k výrazné diferenciaci mezi jednotlivými variantami. Zejména kontrolní sadební materiál generativního původu výrazně zaostává za výškovým růstem modelových polosesterských potomstev. Vysvětlená variabilita (způsobena příslušností jedinců k polosesterskému potomstvu) je při hodnocení výšky mladých jedinců smrku ztepilého statisticky velmi významná.

b) Hodnocení variability růstu na klonové úrovni (meziklonová variabilita)

Pro hodnocení variability růstových parametrů na klonové úrovni byli vybráni zástupci jednotlivých polosesterských potomstev jd11, ld14 a mkj2, která jsou v dostatečném množství zastoupena v klonové výsadbě Harrachov. Na obrázcích 3 a 4 je dokumentován jejich tloušťkový i výškový růst v prvních pěti letech po výsadbě. Z grafů jsou patrné rozdíly v růstu jednotlivých klonů, statisticky výrazně se svým nadprůměrným růstem vyznačuje klon číslo 538. Rozdíly mezi

ostatními klony nejsou 5 let po výsadbě na extrémní horské lokalitě statisticky průkazné. Růst sadebního materiálu generativního původu (kontrola) je srovnatelný s nejpomaleji rostoucími klony (531, 802). Významnost meziklonové variability byla detailněji hodnocena pomocí analýzy variance (ANOVA). Testovaným faktorem byla příslušnost k jednotlivým klonům. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

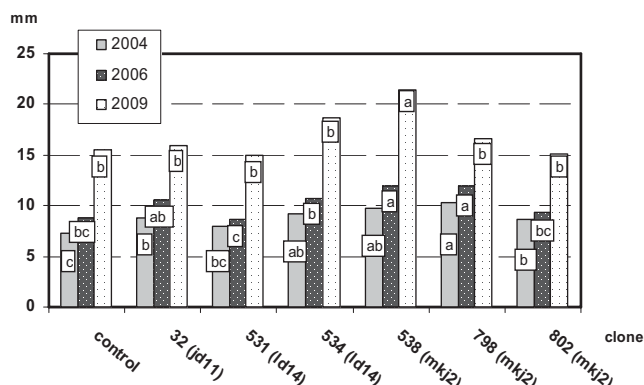
Statistické testování prokázalo významný vliv původu (příslušnosti k určitému klonu) na výškový a tloušťkový růst smrků v době výsadby i 5 let po výsadbě. Z výsledků hodnocení 5 let po výsadbě tedy vyplývá, že vliv původu byl výraznější než vliv ostatních faktorů prostředí (zejména maloplošných stanovištních podmínek).

c) Hodnocení variability růstu na úrovni ramet (vnitroklonová variabilita)

Pro vyhodnocení vnitroklonové variability byla provedena analýza růstu jednotlivých ramet v rámci klonů 32 (jd11) a 538 (ld14). Porovnání růstových parametrů jednotlivých ramet naznačuje rozdíly v růstu (tab. 3 a 5), ale tyto rozdíly jsou překryty dalšími vlivy (nejvýrazněji pravděpodobně konkrétními mikrostanovištními podmínkami růstu jednotlivých stromků). Výsledky analýzy variance (tab. 4 a 6) ukazují na velmi slabou významnost faktoru (příslušnost k jednotlivým rametům) na celkovou variabilitu růstu. Pouze u tloušťky kořenového krčku u ramet klonu 32 byl zjištěn významný vliv ramet, a to na hranici statistické průkaznosti. Výsledky sledování růstu na úrovni jednotlivých ramet v období 5 let po výsadbě tak potvrzují předpoklad, že všechny ramety jednoho klonu mají stejný růstový potenciál. Rozdíly ve skutečném růstu jsou pak ovlivněny dalšími faktory (prostředí, stanoviště).

DISKUSE A ZÁVĚR

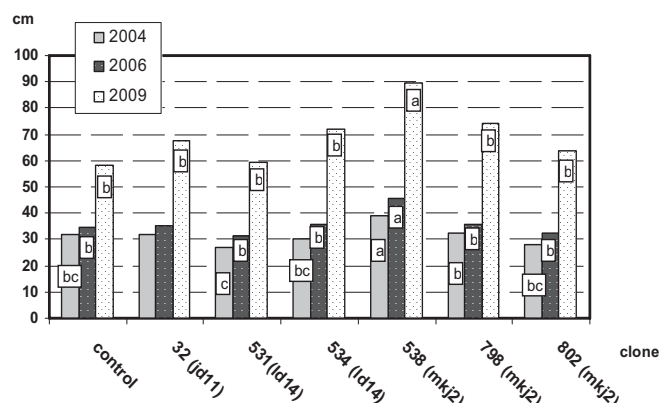
Sledování variability růstu na klonové úrovni naznačuje rozdíly v prosperitě jednotlivých klonů během odrůstání na extrémní horské lokalitě. Z výsledků vyplývá, že již několik roků po výsadbě je možno vylížit jak klony s nadprůměrným růstem, tak také klony rostoucí průměrně či podprůměrně. Uvedené výsledky tedy potvrzují hypotézu,



Obr. 3.

Tloušťkový růst klonů v klonové výsadbě 2. generace (TVP Harrachov). Různá písmena ve sloupcích z jednotlivých let znamenají průkazné rozdíly mezi klony na 5% hladině významnosti.

Diameter growth of clones in clone plantation of the 2nd generation (RP Harrachov). Different letters in columns from particular years mean significant differences between clones.



Obr. 4.

Výškový růst klonů v klonové výsadbě 2. generace (TVP Harrachov). Různá písmena ve sloupcích z jednotlivých let znamenají průkazné rozdíly mezi klony na 5% hladině významnosti.

Height growth of clones in clone plantation of the 2nd generation (RP Harrachov). Different letters in columns from particular years mean significant differences between clones.

Tab. 2.

Test významnosti vlivu příslušnosti k jednotlivým klonům ve vztahu k celkové variabilitě v klonové výsadbě na TVP Harrachov (ANOVA)
 Test of significance response variable (growth features of particular clones) to total variability in clone plantation on RP Harrachov (ANOVA)

Parametr/Feature	Závěr/Result	teoretický/theoretical	vypočítaný/calculated	pravděpodobnost/probability
Průměr kořenového krčku 2004/ Root collar diameter in 2004	významný/significant	2,129	10,563	1,26E-10
Průměr kořenového krčku 2009/ Root collar diameter in 2009	významný/significant	2,128	7,608	1,26E-07
Výška nadzemní části 2004/ Shoot height in 2004	významný/significant	2,129	18,273	4,82E-18
Výška nadzemní části 2009/ Shoot height in 2009	významný/significant	2,131	12,039	5,00E-12

Tab. 3.

Růstové parametry jednotlivých ramet klonu 32 (polosesterské potomstvo jd11)
 Growth features of particular ramets of clone no. 32 (progeny jd11)

Číslo ramety/ No. of ramet	Průměr kořenového krčku (mm)/Root collar diameter (mm)		Výška nadzemní části 2004 (cm)/Shoot height (cm)	
	in 2004	in 2009	in 2004	in 2009
39	8,6	11,2	31,6	57,3
43	9,0	17,0	33,8	64,0
44	8,2	15,4	33,4	70,0
3158	7,8	15,5	29,6	65,5
3159	9,0	14,7	28,5	61,7
3160	10,8	18,7	33,3	69,0
3161	9,6	21,0	34,8	72,6

Tab. 4.

Test významnosti vlivu příslušnosti k jednotlivým rametům klonu 32 (polosesterské potomstvo jd11) ve vztahu k celkové variabilitě v klonové výsadbě na TVP Harrachov (ANOVA)
 Test of significance response variable (growth features of particular ramets of clone no. 32 (progeny jd11)) to total variability in clone plantation on RP Harrachov (ANOVA)

Test významnosti celkového vlivu faktoru/Significance test of total factor influence				
Parametr/Feature	Závěr/ Result	teoretický/ theoretical	vypočítaný/ calculated	pravděpodobnost/ probability
Průměr kořenového krčku 2004/Root collar diameter in 2004	nevýznamný/insignificant	2,254	2,129	0,063
Průměr kořenového krčku 2009/Root collar diameter in 2009	nevýznamný/insignificant	2,260	1,121	0,361
Výška nadzemní části 2004/Shoot height in 2004	významný/significant	2,254	2,372	0,040
Výška nadzemní části 2009/Shoot height in 2009	významný/significant	2,254	2,464	0,034

Tab. 5.

Růstové parametry jednotlivých ramet klonu 538 (polosesterské potomstvo ld14)
Growth features of particular ramets of clone no. 538 (progeny ld14)

Číslo ramety/No. of ramet	Průměr kořenového krčku (mm)/Root collar diameter (mm)		Výška nadzemní části 2004 (cm)/Shoot height (cm)	
	in 2004	in 2009	in 2004	in 2009
1535	9,2	19,3	38,3	87,8
1536	9,2	19,8	37,3	88,2
1538	10,2	15,7	34,8	63,8
1539	10,8	24,1	42,8	92,5
1540	8,1	23,9	36,7	92,8
1541	8,9	16,7	35,0	82,4
1542	9,9	24,4	41,6	102,2

Tab. 6.

Test významnosti vlivu příslušnosti k jednotlivým rametům klonu 538 (polosesterské potomstvo ld14) ve vztahu k celkové variabilitě v klonové výsadbě na TVP Harrachov (ANOVA)

Test of significance response variable (growth features of particular ramets of clone no. 538 (progeny ld14)) to total variability in clone plantation on RP Harrachov (ANOVA)

Test významnosti celkového vlivu faktoru/Significance test of total factor influence				
Parametr/Feature	Závěr/ Result	teoretický/ theoretical	vypočítaný/ calculated	pravděpodobnost/ probability
Průměr kořenového krčku 2004/Root collar diameter in 2004	nevýznamný/insignificant	2,318	1,361	0,252
Průměr kořenového krčku 2009/Root collar diameter in 2009	nevýznamný/insignificant	2,318	1,602	0,170
Výška nadzemní části 2004/Shoot height in 2004	nevýznamný/insignificant	2,318498	1,561	0,182
Výška nadzemní části 2009/Shoot height in 2009	nevýznamný/insignificant	2,318	1,982	0,089

že selekce klonů pro extrémní klimatické podmínky může být prováděna přirozeným výběrem v matečních založených v extrémním horském prostředí (SCHACHLER et al. 1986, JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2005). Statistické testování ukázalo, že vliv původu (příslušnosti k určitému klonu) byl výraznější než vliv maloplošných stanovištních podmínek. Silnější vliv stanovištních podmínek byl u výsadb zjištěn zejména v prvních letech po výsadbě, kdy se zároveň projevoval i značný vliv šoku z přesazení. Silnou interakci klon x stanoviště u mladých smrků popisují například ISIK et al. (1995). Výsledky sledování růstu klonových směsí 2. generace na TVP Harrachov potvrzují poznatky KARLSSONA a HÖGBERGA (1998) a KARLSSONA (2000), kteří uvádějí, že interakce výškového růstu klonů se stanovištěm se často mění s věkem klonové výsadby.

Výrazná vnitroklonová variabilita nebyla v klonové výsadbě 2. generace zjištěna, což odpovídá předpokladu, že všechny ramety jednoho klonu mají stejné genetické předpoklady. Rozdíly v jejich růstu tak jsou způsobeny dalšími vlivy (nejvýrazněji pravděpodobně konkrétními mikrostanovištními podmínkami růstu jednotlivých stromků).

Sledování růstu jednotlivých klonů smrku v našich experimentech tedy ukázalo, že je možno využít vegetativního způsobu rozmnožování potenciálně stresotolerantních směsí klonů smrku

ztepilého při zalesňování extrémních horských holin jako vhodné možnosti uplatnění selekce při přípravě sadebního materiálu k obnově extrémních stanovišť.

Z našich předchozích poznatků je zřejmé, že se růstová dynamika klimaxové části populace výrazněji projevuje až v druhém desetiletí po výsadbě na extrémní horská stanoviště (JURÁSEK et al. 2009). Doplnění poznatků z hodnocení morfologických znaků (růstové variability) o sledování zdravotního a fyziologického stavu může přispět k lepšímu poznání potenciálních schopností růstu v extrémních horských podmínkách. Za účelné a potřebné považujeme sledovat klonové výsadby smrku v delších časových řadách po výsadbě, kdy by se jejich vitalita a růstová dynamika měly ještě výrazněji projevit.

Poděkování:

Poznatky byly získány v souvislosti s řešením projektu NAZV č.1G58021 „Možnosti použití směsí klonů smrku ztepilého se zvýšenou odolností vůči stresům na antropogenně narušených stanovištích horských poloh“.

LITERATURA

- ISIK K., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1995. Survival, growth trends and genetic gains in 17-year-old *Picea abies* clones at seven test sites. *Silvae Genetica*, 44: 116-128.
- JOHNSEN O., SKROPPA T. 1992. Genetic variation in plagiotropic growth in a provenience hybrid cross with *Picea abies*. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: 335-361.
- JONSSON B. 1999. Stand establishment and early growth of planted *Pinus sylvestris* and *Picea abies* related to microsite conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14: 425-440.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2009. Effect of initial height of seedlings on the growth of planting material of Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.) in mountain conditions. *Journal of Forest Science*, 55: 112-118.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2005. Vliv původu a podmínek prostředí na růst klonů smrku ztepilého po výsadbě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50: 69-75.
- KARLSSON B. 2000. Clone testing and genotype x environment interaction in *Picea abies*. Doctoral thesis. In: *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 162, Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences: [1]-47.
- KARLSSON B., HÖGBERG K. A. 1998. Genotypic parameters and clone x site interaction in clone test of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). *Forest Genetics*, 5: 21-30.
- MATĚJKA K. 2007. Růst populací vegetativně množeného smrku v Krkonoších. *Pracovní materiály IDS Praha*, 7 s.
- SCHACHLER G., MATSCHKE J., KOHLSTOCK N., WEISS M., BRAUN H. 1986. Zum Stand der autovegetativen Vermehrung in der DDR. *Sozialistische Forstwirtschaft*, 36: s. 215-218.
- SCHWARZ O., VAŠINA V. 1997. Záchrana genofondu geograficky původních druhů lesních dřevin v Krkonoších. *Pracovní materiál Správy KRNP*, 12 s.
- WONISCH A., TAUSZ M., HAUPOLTER M., KIKUTA S., GRILL D. 1999. Stress-physiological response patterns in spruce needles related to site factors in a mountain forest. *Phyton* (Horn), 39: 269-274.

GROWTH VARIABILITY ASSESSMENT IN CLONE MIXTURES OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) IN MOUNTAIN CONDITIONS

SUMMARY

The article deals with the growth variability assessment of spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) in ortets and clone plantations of the 1st and 2nd generation growing in mountain conditions. Measurements of growth distinguished half-sib progenies characterized by above-average or below-average growth on majority of sites during 5 years after outplanting. Progenies with above-average growth or normal growth but very good health state were chosen for more detailed assessment in clone plantation of the 2nd generation. Statistic tests proved significant influence of the origin (pertaining to particular clones) to height and diameter growth of spruces in the time of planting and after next 5 years (Table 2).

For selection of clones suitable for reforestation of extreme mountain localities it is useful the evaluation of variability not only of populations (progenies) but also of particular clones. The evaluation of interclonal and intracolon variability of growth on more types of site conditions can be a good criterion in selection of particular clones into potentially stresstolerant clone mixtures. These features ought to be supplemented with assessment of state of health and physiology.

Intracolon variability (pertaining to particular ramets within a clone) was insignificant or nearly insignificant 5 years after outplanting (Tables 3 and 5). Results of assessment of growth of partial clones during 5 years after outplanting proved the hypothesis that all ramets within the same clone have uniform growth potential.

Performance evaluation of particular clones in our experiments suggested, that vegetative propagation of potentially stresstolerant clone mixtures of Norway spruce can be employed in afforestation of mountain clearcuts as useful mean for use of selection in preparation of planting stock for regeneration of extreme sites.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

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

VLIV HEKTAROVÉHO POČTU NA KVALITU TYČKOVIN BUKU LESNÍHO

QUALITY OF SMALL-POLE-STAGE BEECH RELATED TO STAND DENSITY

JAN BARTOŠ - JIŘÍ SOUČEK

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

ABSTRACT

Decree no. 139/2004 Coll. allows significantly decreased minimal density of planting stock to be used for purposes of artificial regeneration. The lower number of planted trees comes up for a discussion about the influence of initial number of plantations upon wood quantity and quality of future stands. Paper gives the first results from planting experiment with different density of beeches in rectangle spacing (initial tree number from 2,500 to 10,000 pcs. per ha). Experiment was established in 1994 under optimal-beech site conditions (*Abieto-Fagetum mesotrophicum*). Existing results did not show significant differences in height and diameter growth of beeches in the experimental plot. Differences in mean heights of individual spacing variants did not exceed 0.5 m at the age of 12 and 14 years. Dominant height (20% of the highest trees) exceeded 6 m in all spacing variants at the age of 14 years. Different spacing influenced character of stem and branch forming. Dense plantations (square spacing 10,000 pcs. per ha) had higher share of individuals with high stem and branching quality and low share of low-quality individuals compared to other spacing variants.

Klíčová slova: buk lesní, spon, hektarový počet, kvalita kmene**Key words:** beech, spacing, hectare number, stem quality

ÚVOD

Buk lesní je v ČR tradičně považován za hlavní hospodářskou dřevinu, jeho současný plošný podíl dosahuje cca 7 % výměry lesů i porostní zásoby (Zpráva... 2007). Podíl buku by se měl postupně zvyšovat (doporučované zastoupení je 18 %), zejména na úkor jehličnatých monokultur rostoucích na stanovištích s původním výskytem smíšených porostů. Význam buku stoupá v poslední době v souvislosti se zdravotními problémy smrkových porostů a se snahou o vyšší zastoupení listnatých dřevin v druhové skladbě lesů obecně. Pro naplnění těchto cílů bude zapotřebí využít umělé obnovy buku, protože zdaleka ne všude bude možné využít přirozenou obnovu.

V středoevropských podmínkách se dlouhodobě udávají počty 10 – 12 000 ks/ha jako spodní hranice jedinců při umělé obnově buku. Prudký nárůst hektarových počtů v 50. letech minulého století v českých zemích (až na 17 000 ks) ovlivnilo používání slabšího sadebního materiálu. Již v 60. letech se výsadbové počty postupně snižovaly (MRÁČEK 1965, 1989). Použití vysokých počtů jedinců při výsadbách je odůvodňováno zajištěním odpovídajícího vývoje porostu a dosažením požadované kvality kmenů. Vysoké počty sadebního materiálu při výsadbě a dlouhodobé riziko poškození výsadby zvěří nebo myšovitými hlodavci ovlivňují náklady na umělou obnovu buku. Částečnou redukci těchto nákladů lze docílit použitím nižších počtů větších sazenic, obnovou pod porostní clonou a tvorbou porostních směsí. Vyhláška č. 139 z roku 2004 umožňuje mimo jiné i snížení hektarových počtů při výsadbě stanovením minimálních hektarových počtů vybraných dřevin pro jednotlivé cílové hospodář-

ské soubory. Například na kyselých stanovištích lze buk jako meliorační a zpevňující dřevinu (není zde hlavní dřevinou) vysazovat v množství 4 000 ks/ha oproti 8 000 ks/ha pro hlavní dřevinu.

Cílem příspěvku je zhodnotit vývoj porostu buku založeného různým počtem jedinců a stanovit legislativní opodstatněnost vlivu nižších počtů sazenic při výsadbě na následný růst a vývoj kvality porostu.

LITERÁRNÍ PŘEHLED POZNATKŮ O POUŽITÍ RŮZNÝCH VÝSADBOVÝCH POČTŮ BUKU

Zkušenosti s používáním různého výchozího počtu sazenic a sponu při výsadbě buku v evropských podmínkách jsou zatím pouze dílčí. KRAHL-URBAN (1963) hodnotil bukové porosty ve věku 24 – 57 let založené v různém výchozím počtu (2 000 – 33 000 ks/ha). Autor zjistil minimální vliv výchozího počtu jedinců na jejich výškový růst, rozdílná porostní hustota se projevila na odlišné mortalitě a struktuře porostů. Studie potvrdila srovnatelnou rychlost přirozeného čištění kmene u řidších bukových výsadby (6 – 7 tis. ks/ha) ve srovnání s hustšími výsadbami i přirozenou obnovou. Extrémně nízké počty stromů však mohou proces čištění kmene zpomalit a způsobit zhoršení kvality dříví, pokud nedojde k zahuštění řidších výsadby přirozenou obnovou dalších dřevin. Výsledky sponového a provenienčního pokusu s bukem popisují MUHLE, KAPPICH (1979). Výsadby s vyššími počty jedinců měly ve věku 19 let zákonitě vyšší počty

jedinců, ale i předchozí mortalitu. Jedinci v řidších sponech měli vyšší střední tloušťky, vliv sponu na výškový růst se neprokázal. Větší konkurenční působení v hustších sponech se projevilo na počtu a parametrech větví a výšce nasazení koruny. Výsledky sponového experimentu založeného v Bulharsku ve věku 13 let (4 444 až 40 000 ks/ha) publikoval BOTEV (1989). Tloušťkový přírůst výsadby v širším sponu byl před zapojením porostu nižší než u užších sponů, po zapojení porostu se poměr otočil. Působení buřene na mortalitu a odrůstání bylo v širších sponech delší. Prvotní výsledky sponového pokusu s bukem na území České republiky popisuje MRÁČEK (1989). Sponový pokus založený v roce 1971 (4 444 – 13 333 ks/ha) ve věku 10 a 15 let nevykazoval žádné rozdíly ve výškovém růstu. Tloušťkový růst byl v širokém sponu vyšší, s rostoucím věkem se rozdíly mezi variantami zvyšovaly. Rozdílné tloušťky se při srovnatelné výšce projeví na různých hodnotách štíhlostního kvocientu jako ukazatelé stability, buk v širokém sponu měl vyšší stabilitu. Podíl stromů s kvalitním kmenem a korunou (nadějně stromy) s klesající počtem stromů klesal, jednotlivá opakování vykazovala značné kolísání (MRÁČEK 1989).

Publikované poznatky však naznačují, že i porosty vzniklé z nízkých počtů sadebního materiálu mohou dosahovat požadovanou zásobu a kvalitu, zejména při delším obmýti. Výsledky měření v porostu vzniklém výsadbou ve sponu 2 x 1 m ve věku 31 let publikoval FREIST (1980). Porostní zásoba přesáhla tabulkové hodnoty, požadovaná kvalita budoucích stromů předpokládá včasné a pravidelné odstraňování nekvalitních jedinců. Příklad odpovídajícího růstu a kvality bukového porostu založeného počtem 1 470 ks/ha v roce 1880 publikoval HEUKAMP (1999), který zdůrazňuje nutnost vysoké kvality genofondu pro zajištění odpovídající kvality kmenů. LEDER, HANKE (2005a, b) publikovali výsledky produkce a kvality bukového porostu založeného ve výchozím počtu cca 350 ks/ha, pravděpodobně bez dalších dřevin. Ve věku 118 let měl porost o 40 % nižší počet stromů oproti tabulkovým hodnotám, střední tloušťka porostu byla o 30 % a výčetní základna o ca 20 % vyšší než tabulkové hodnoty. K zapojení porostu a postupnému čištění spodní části kmene (do 2 m výšky) došlo ve věku 35 – 40 let, do výšky 6 m se porost přirozeně vyvětvil ve věku ca 60 let. Střední délka kmene bez větví dosáhla 16,9 m (49 % výšky), hodnoty u jednotlivých stromů značně kolísaly. Častý výskyt zarůstajících suchých větví nebo vlků ve spodní části kmenů spolu s dvojáky omezoval kvalitu kmene. Točitost dřeva vykazovalo 30 % těžných kmenů, téměř 40 % kmenů mělo křivost přesahující tloušťku kmene (LEDER, HANKE 2005a, b).

Většina studií zdůrazňuje nutnost vysoké genetické kvality použitého sadebního materiálu pro zajištění požadované kvality budoucího porostu. Nízké počty jedinců buku při výsadbách mohou v prvních fázích vývoje porostu nahradit přípravné dřeviny. Přípravné dřeviny mohou být do porostu vnášeny uměle i přirozeně. Dosaďovací poznatky se týkají zejména vlivu přípravných dřevin na vývoj kvality dubu (LÜPKE 1991, WAGNER, RÖKER 2000, ROCK et al. 2004, KOŠULÍČ 2006).

Z literárních poznatků vyplývá, že při splnění nutné podmínky vysoké genetické kvality lze i v porostech založených s nižšími hektarovými počty dosáhnout v mýtním věku relativně vysoké kvality kmenů u dostatečného počtu jedinců.

METODIKA

Experiment s výsadbou buku v různém sponu byl založen na Trutnovsku v lokalitě „U Pěti buků“ v roce 1994. Středně hluboké půdy s odpovídající zásobou živin a vody na daném stanovišti vznikají zvětráváním permokarbonských hornin v podloží. Lokalita je typologicky zařazena do SLT 5S s nadmořskou výškou 520 m a jihovýchodní expozicí. Sadební materiál buku stejného původu byl vysazován na plošky ve čtvercovém sponu (tab. 1). Velikost jednotlivých plošek byla 36 x 20 m, počty jedinců na ploškách se lišily v závislosti na výchozí hustotě. Po výsadbě se plocha opakovaně ožínala a byly odstraňovány náletové dřeviny konkurující růstu buků. Důraz byl položen na funkční oplocení plochy omezující vliv zvěře (oplocení vysoké 1,6 m z klasického pletiva). Při výchovném zásahu v roce 2006 byly odstraněny náletlé dřeviny. Po zásahu bylo provedeno očíslování jedinců a měření výšek a tlouštěk. Dále byl hodnocen zdravotní stav jedinců, stromová třída a kvalita kmene a koruny. Kvalitativní hodnocení kmene a koruny - průběžnost kmene, četnost, tloušťka a sklon k větevnatosti bylo převzato z práce GÖCKEL (1994) - jednotlivé položky zařazeny do stupnice 1 - 5, 1 – vysoká kvalita, 5 – nejnižší kvalita. Opakované biometrické měření stromů proběhlo v roce 2008. S ohledem na značnou růstovou variabilitu jedinců byly v následném hodnocení používány kromě středních hodnot i soubory jedinců tvořících horní stromové patro (20 % nejvyšších jedinců).

Tab. 1.

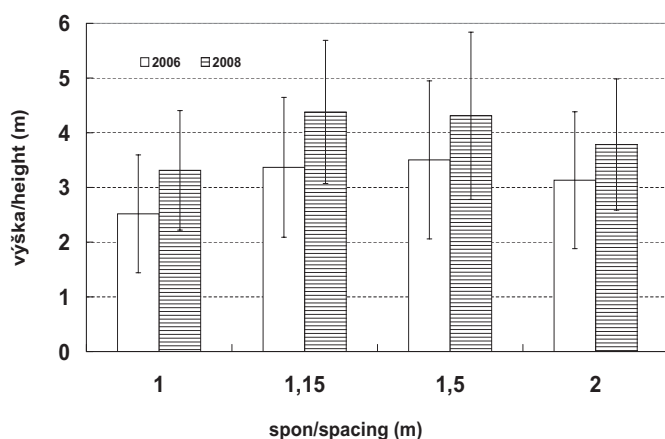
Přehled porovnávaných variant sponů a hektarových počtů
The variants compared and hectare number

Čtvercové spony (m)/ Square spacing	Hektarový počet (ks)/ Density per hectare (pcs.)
1	10 000
1,15	7 500
1,5	4 500
2	2 500

VÝSLEDKY A DISKUSE

Sponový experiment byl založen v optimálních růstových podmínkách pro pěstování buku, mortalita a růst výsadby však byly v prvních letech po výsadbě částečně ovlivněny opakovaným poškozením výsadby myšovitými hlodavci. Výsadby buku ve věku 12 let (2006) dosáhly průměrnou výšku 307 cm (obr. 1), hodnoty variačního koeficientu na jednotlivých variantách kolísaly v rozmezí 37 – 42 %. Buk ve sponu 1 m měl nejnižší střední výšku (254 cm), výška se průkazně lišila od ostatních variant. Průměrný roční výškový přírůst jednotlivých variant vypočítaný jako rozdíl mezi dosaženou výškou a výškou při výsadbě dělený počtem let od výsadby dosahoval 18 – 26 cm. Horní výška (20 % nejvyšších jedinců) na všech variantách přesahovala 5 m, rozdíly mezi jednotlivými variantami byly neprůkazné. V následujících dvou letech se vliv rozdílného konkurenčního

ho působení na jednotlivých sponech projevilo na výškovém růstu. S vyšší hustotou jedinců na ploškách, a tím i vzájemným konkurenčním působením se zvyšoval i jejich výškový přírůst. Průměrný roční výškový přírůst buků v období 2006 – 2008 dosáhl 75 cm ve sponu 1 m, ve sponu 2 m byl výškový přírůst pouze 60 cm. Střední výška buků v roce 2008 byla 409 cm, rozdíly průměrných výšek mezi jednotlivými variantami se snížily. Horní výška jedinců na jednotlivých variantách přesáhla 6 m, jednotlivé varianty sponu se mezi sebou nelišily.



Obr. 1.

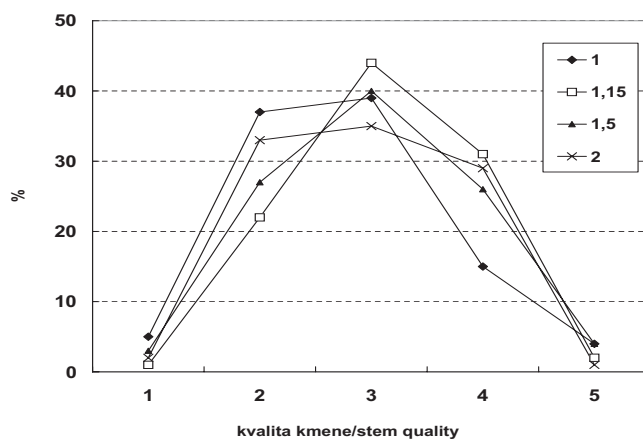
Střední výšky buku na jednotlivých variantách sponu v letech 2006 a 2008 (chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku)
The mean heights of beech-spacing variants in 2006 and 2008 (error bars indicate standard deviation)

Průměrná tloušťka buků v roce 2006 byla 2,6 cm, nejhustší výsadba (spon 1 m) měla nejnižší tloušťku (2,0 cm). Mezi jednotlivými variantami sponu nebyly statisticky průkazné rozdíly. Střední tloušťka v roce 2008 byla 3,7 cm, jednotlivé varianty měly srovnatelný tloušťkový přírůst. Vliv různého výchozího počtu na tloušťkový růst jedinců je zatím statisticky neprůkazný. S postupným nárůstem vzájemného konkurenčního působení na dílčích ploškách lze předpokládat větší diferenciaci výškového i tloušťkového růstu. Dosavadní výsledky výškového růstu odpovídají publikovaným poznatkům o omezeném vlivu sponu na výškový růst ve fázi zapojování porostů (MUHLE, KAPPICH 1979, MRÁČEK 1989). Odumíráním potlačených jedinců v nejhustších variantách sponů nastane v budoucnu početní posun hodnot středních rozměrů a tím vzniknou i vyšší rozdíly mezi variantami.

Rozdílné vzájemné konkurenční působení na jednotlivých variantách se projevuje na kvalitativních znacích kmene a koruny. Podíl jedinců s průběžným kmínkem a slabými větvemi byl nejvyšší na sponu 1 m (27,7 %), naopak pouze 13 % jedinců lze již v této fázi růstu označit jako nekvalitní (neprůběžný kmínek se silnými větvemi). Podíl kmínků s dominantním terminálním výhonem na nejhustším sponu (varianta 1 m) dosahoval 43 %. Na ostatních sponech

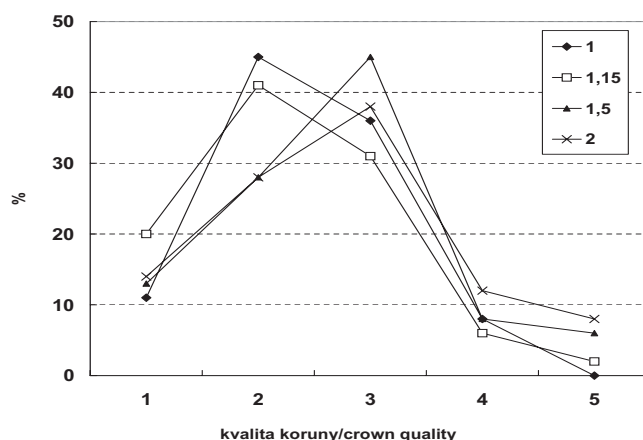
podíl průběžných jedinců s tenkými větvemi kolísá v rozmezí 13 – 20 %, u těchto variant nebyl zjištěn vztah mezi klesajícím počtem jedinců a jejich kvalitou. Dominantní terminální výhon mělo 22 až 34 % jedinců.

Podíl nekvalitních jedinců na řidších variantách sponu kolísá mezi 27 – 35 %. Podíly nejekvalitnějších i nejméně kvalitních jedinců na sponu 1 m se průkazně liší od ostatních variant sponů (obr. 2, 3). Vliv sponu se již částečně projevuje na charakteru větvení, oba řidší spony (2 a 1,5 m) měly vyšší podíl silnějších větví než spony 1 m a 1,15 m (obr. 3). Změny kvalitativních znaků kmene a větvení v dubových porostech od období zapojování mlazin hodnotil FISCHER (2000). Podíl jedinců s kvalitním kmenem a větvením se s rostoucím věkem postupně zvyšoval vlivem vzájemného konkurenčního působení stromů i těžebních zásahů.



Obr. 2.

Procentické rozdělení stromů podle kvality kmene
Percentage distribution of trees according to character of stem



Obr. 3.

Procentické rozdělení stromů podle kvality větvení
Percentage distribution of trees according to branch forming

Naše první dílčí výsledky testování vlivu různých hektarových počtů buku na jeho budoucí kvalitu neprokázaly po 14 letech jednoznačně horší kvalitu ve sponu 2 m. Z vývoje lze však odhadovat, že v budoucnu budou naše výsledky směřovat spíše k názorům ŠINDELÁŘE et al. (2004), který považuje výrazné snižování hektarových počtů za nelogické a dostatečně nevysvětlitelné. Podle jeho názoru se většina MZD od základních (hlavních) dřevin liší pouze v tom, že jejich zastoupení je nižší, avšak jejich funkce může být analogická, např. u příměsí dubů, cenných listnáčů, někdy i buku a dalších dřevin (modřínů aj.) může být v celkovém efektu srovnatelná s dřevinou základní. I pro dřeviny přimíšené by se měly podle jeho názoru již při založení výsadby vytvářet vhodné podmínky pro vypěstování cenné dřevní suroviny. Jak dále autor uvádí, významným předpokladem pro dosažení tohoto cíle je dostatečný počet sazenic vysazovaných na jednotku plochy tak, aby bylo možno počítat s pozitivním vývojem koruny a kmene v důsledku konkurence a aby byl na ploše dostatečný počet jedinců pro realizaci pěstebního výběru s cílem udržet do doby zralosti přiměřený počet jedinců optimálních vlastností z hlediska zdravotního stavu, kvantity i kvality. I když naše dosavadní výsledky naznačují, že v nižších hektarových počtech doposud nedochází k relativnímu zhoršování kvality produkce, pro přesnější stanovení minimálních hektarových počtů buku potřebných pro vypěstování kvalitního porostu bude třeba vyhodnotit náš experiment v delší časové řadě, včetně reakcí na provedené výchovné zásahy.

SHRNUTÍ A ZÁVĚR

Změnou legislativy lze od roku 2004 v ČR vysazovat buk lesní jako meliorační a zpevňující dřevinu v hektarových počtech 4 a 5 tisíc. Historicky přitom tyto počty překračovaly mnohdy výrazně 10 tisíc. Z prvních výsledků sponového pokusu buku v optimálních podmínkách (SLT 5S) vyplývá dobrý růst buku na všech sledovaných variantách sponů. Zjištěné rozdíly průměrných výšek mezi jednotlivými variantami nepřesáhly 0,5 m a postupně se vyrovnávají. Horní výška (20 % nejvyšších jedinců) ve všech variantách přesahuje 6 m, jednotlivé varianty se mezi sebou neliší.

Vliv sponu a rozdílného konkurenčního působení se již začíná projevovat na kvalitě kmene a větvení. Buky ve sponu 1 m mají vlivem výraznějšího konkurenčního působení vyšší podíl kvalitních jedinců a naopak nižší podíl nejméně kvalitních jedinců. Rozdíly v kvalitě kmene u ostatních sponů nejsou zatím prokazatelné. Vliv sponu se projevuje na charakteru větvení, vyšší podíl slabších větví u sponů 1 a 1,15 m se v budoucnu může projevit na kvalitě kmene. V této fázi vývoje však nelze buky rostoucí ve sponech 1,5 a 2 m považovat za kvalitativně výrazně horší. Charakter kvality kmene a koruny se s rostoucím věkem porostu a vzájemným konkurenčním působením bude postupně měnit.

Poděkování:

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

LITERATURA

- BOTEV N. 1989. Growth of beech stands established at different initial density. *Gorsko Stopanstvo*, 45/7: 7-9.
- FISCHER, H. 2000. Qualitätsverbesserung bei jungen Traubeneichen (*Quercus petraea* LIEBL.) alles in durch innerartliche Konkurrenz. *Forst und Holz*, 55: 377-382.
- FREIST H. 1980. Beitrag zur Frage der Stammzahlhaltung am Beispiel eines Buchenjungbestandes im Bramwald. *Forst- und Holzwirt*, 35/2: 21-22.
- GOCKEL H. A. 1994. Soziale und qualitative Entwicklungen sowie Z-Baumhäufigkeiten in Eichen-Jungbeständen. Die Entwicklung eines neuen Pflanzschemas „die Trupppflanzung“. Dissertation. Göttingen: 168 s.
- HEUKAMP B. 1999. Buchenbestände aus extremen Weitverbänden. *Forst und Holz*, 54: 302-304.
- KOŠULIČ M. 2006. Geneticko-ekologické aspekty při zakládání lesa na nelesních půdách. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Č. l. 17. 1. 2006, ČZU v Praze a VS Opočno VÚLHM Jíloviště-Strnady: 65-72.
- KRAHL-URBAN J. 1963. Untersuchungen über die Verbandsweiten bei Buchenpflanzungen. *Forstarchiv*, 34: 157-164.
- LEDER B., HANKE U. 2005a. Qualitative Beschreibung eines 118-jährigen Rotbuchen-Reinbestandes aus Weitverband. *Forstarchiv*, 76: 102-110.
- LEDER B., HANKE U. 2005b. Wuchsleistung und Qualität: Rotbuchen-Reinbestand aus Weitverband. *AFZ/Der Wald*, 60: 708-711.
- LÜPKE B. VON. 1991. Einfluss der Konkurrenz von Weichlaubhölzern auf das Wachstum junger Traubeneichen. *Forst und Holz*, 46:166-171.
- MRÁČEK Z. 1965. Hektarový počet sazenic v lesních kulturách. *Lesnická práce*, 44: 308-310.
- MRÁČEK Z. 1989. Pěstování buku. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 224 s.
- MUHLE O., KAPPICH I. 1979. Erste Ergebnisse eines Buchen-Provenienz- und Verbandsversuchs im Forstamt Bramwald. *Forstarchiv*, 50/4: 65-69.
- ROCK J., PUETTMANN K. J., GOCKEL H. A., SCHULTE A. 2004. Spatial aspects of the influence of silver birch (*Betula pendula* L.) on growth and quality of young oaks (*Quercus* spp.) in central Germany. *Forestry*, 77: 235-247.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2004. MZD v lesích a lesnická legislativa. *Lesnická práce*, 83: 455-457.
- WAGNER S., RÖKER B. 2000. Birkenanflug in Stieleichenkulturen: Untersuchungen zur Dynamik der Konkurrenz über 5 Vegetationsperioden. *Forst und Holz*, 55: 18-22.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2006. Praha, MZe 2007. 128 s.

QUALITY OF SMALL-POLE-STAGE BEECH RELATED TO STAND DENSITY

SUMMARY

Beech belongs to the main commercial broadleaved species in the Czech Republic. Prescribed planting density of beech used for artificial regeneration was over 10,000 pcs. per ha for a long time. Decree no. 139/2004 Coll. allows significantly decreased minimal density of planting stock to be used for purposes of artificial regeneration. It is allowed only if lower-density species is not the main species in plantation. Existing plantation experiences with low number of plants confirmed potential for future stands quality, using plants of high genetic quality requiring an appropriate management.

Height growth, diameter distribution, stem and branching quality were evaluated in experimental plot with beech plantation. Beech was planted in rectangular spacing with different initial numbers (2,500 – 10,000 pcs. per ha). Experiment was established in 1994 in optimal-beech site conditions (*Abieto-Fagetum mesotrophicum*).

Dominant height did not differ at the age of 12 and 14 years. The only beech spacing (1 m) had significantly lower height than other variants at the age of 12 years. Dominant height exceeded 5 m at the age of 12 years, 6 m at the age of 14 years. Mean beech height was 4.09 m in 2008 (14 years). There were no differences in tree diameter among variants. Mean diameter was 2.6 cm in year 2006, 3.7 cm in year 2008. Different spacing and competition had impact on stem and branching quality attributes. Spacing variant with 10,000 pcs. per ha had significantly higher share of trees with upright stem and lower share of wolf trees than other spacing variants. All variants show a sufficient portion of trees with good stem and branching quality. Mutual competition of trees and suitable management can increase portion of quality trees in future stand.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

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

SLEDOVÁNÍ STAVU ASIMILAČNÍHO APARÁTU JEDLE BĚLOKORÉ (*ABIES ALBA* MILL.) V RŮSTOVÉ KOMOŘE MĚŘENÍM FLUORESCENCE CHLOROFYLU

PHYSIOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF FIR (*ABIES ALBA* MILL.) PLANTS IN GROWTH CHAMBER BY MEANS OF CHLOROPHYLL FLUORESCENCE MEASUREMENT

JAN LEUGNER - JARMILA MARTINCOVÁ - ANTONÍN JURÁSEK

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

ABSTRACT

Experiment aimed to probe the influence of temperature leading to breaking of dormancy and light conditions on state and reactions of assimilation apparatus of fir (*Abies alba* MILL.) plants was realized in growth chamber. Various possibilities of using chlorophyll fluorescence measurements for evaluation of the physiological state of plants were assessed at the same time. Results showed marked reaction of chlorophyll fluorescence on temperature change and on different light conditions. Noticeable differences in many chlorophyll fluorescence features occurred between vigorous plants (with budburst and growth during 8 weeks in growth chamber) and worse plants exposed to stress during handling (which did not burst and eventually declined). These differences occurred just since the beginning of the experiment in the time of bringing plants into growth chamber and lasted for subsequent weeks. The results suggest the possibility of assessment of plant physiological quality by means of the fast and non-destructive method of chlorophyll fluorescence measurement.

Klíčová slova: jedle bělokorá, *Abies alba*, fluorescence chlorofylu, kvalita sazenic, růstová komora

Key words: fir, *Abies alba*, chlorophyll fluorescence, planting stock quality, growth chamber

ÚVOD

Jedle bělokorá patří k významným dřevinám našich lesních porostů. Po období jejího ústupu ze zastoupení hlavních dřevin v našich lesích, souvisejícího zejména se zhoršováním zdravotního stavu v druhé polovině minulého století, přichází období, kdy se tato situace zlepšila. Opět je tedy možné počítat s touto stinnou dřevinou i při obnově lesa. V této souvislosti se mimo jiné naskytá otázka, do jaké míry se mohou různé světelné podmínky během pěstování ve školce promítnout do intenzity a kvality růstu výsadby v lesních porostech. K tomuto účelu probíhá ověřování možností využití metody měření fluorescence chlorofylu pro hodnocení fyziologického stavu sadebního materiálu. Měření fluorescence chlorofylu je považováno mimo jiné za rychlou a nedestruktivní metodu potenciálně využitelnou pro sledování vitality sadebního materiálu lesních dřevin (MOHAMMED et al. 1995, GILLIES, BINDER 1997, SAMPSON et al. 1997, PERKS et al. 2001, RITCHIE, LANDIS 2005). Dalším okruhem využívání této metody je sledování rozdílů fyziologie slunných a stinných listů a jejich adaptace na změněné podmínky (EINHORN et al. 2004, GAMPER et al. 2000, LICHTENTHALER et al. 2000).

Za tímto účelem byl realizován experiment v růstové komoře, kde byly vitální a stresované sazenice jedle pěstovány při různých intenzitách světla. Cílem bylo zjistit reakce asimilačního aparátu na různé světelné podmínky a ověřit možnost hodnocení fyziologické kvality sazenic jedle bělokoré pomocí měření fluorescence chlorofylu.

MATERIÁL A METODY

Pro hodnocení fluorescence chlorofylu jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) byly použity čtyřleté prostokořenné sazenice vypěstované běžným způsobem na venkovních záhonech (2 + 2). Při oblevě v zimním období (31. 1. 2007) byly sazenice dovezeny z lesní školky. Část z nich byla vystavena fyziologickému stresu (expozice nechráněných kořenů po dobu 45 minut při teplotě 20 °C). Sazenice byly vysazeny po dvou do plastových kontejnerů o objemu ca 70 dm³ naplněných rašelinovým substrátem. Kontejnery byly umístěny v růstové komoře, jedna varianta v plně osvětlené části komory, druhá v části zastíněné textilní stínicí sítí, přičemž v rámci těchto dvou variant byly umístěny v označených kontejnerech kvalitní i stresované sazenice. V růstové komoře byla udržována teplota 20 ± 2 °C a 16hodinová fotoperioda. Zdrojem světla byly zářivky o výkonu 45 W umístěné 10 – 20 cm nad sazenicemi. Dopadající světlo mělo intenzitu u nezastíněných 1 000 – 1 200 luxů, u stíněných ca 200 luxů.

Fluorescence chlorofylu jehličí byla zjišťována bezprostředně po umístění sazenic do růstové komory a následně v týdenních intervalech po dobu 2 měsíců. V prvním termínu byla fluorescence měřena u 20 sazenic z každé varianty, v dalších termínech střídavě vždy u poloviny z těchto rostlin. Po přemístění sazenic do růstové komory a následně po 4 týdnech pěstování byla měřena fluorescence chlorofylu i u sazenic vystavených stresu během manipulace (5 ks od každé varianty). Pro jednotlivá hodnocení byly odebrány jehlice z letorostů, z každé sazenice bylo použito vždy 8 jehlic (4 opakování po 2 jehlicích).

Pro hodnocení fluorescence chlorofylu byl používán přístroj Imaging-PAM 2000 (Walz, Effeltrich, Germany). U vzorků adaptovaných na tmu byly měřeny hodnoty F_0 (minimální fluorescence) a F_m (maximální fluorescence). Z nich byla počítána hodnota $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$ (poměr variabilní ku maximální fluorescenci - maximální kvantový výtěžek fotochemie fotosystému II. vzorku adaptovaného na tmu). Bližší popis uvedených základních veličin je možno nalézt v řadě teoretických prací (například SCHREIBER et al. 1986, 1995, MAXWELL, JOHNSON 2000, ROHÁČEK 2002, LICHTENTHALER et al. 2005, RITCHIE, LANDIS 2005). Pro měření bylo aplikováno měřicí světlo intenzity $3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a saturační impuls intenzity $2\,400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ v trvání 800 ms.

Další veličinou měřenou fluorometrem Imaging-PAM byla absorptivita (ABS) počítaná z poměru odraženého R (650 nm) a NIR (780 nm) záření. Tato charakteristika se dá považovat za blízký odhad absorptivity fotosynteticky aktivního záření (WALZ 2004).

U stejných vzorků byla sledována reakce asimilačního aparátu na zvyšující se intenzitu ozáření (světelné křivky). Intenzita fotosynteticky účinného záření (PAR - photosynthetic active radiation) byla zvyšována od 0 do $1\,580 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, interval mezi impulzy saturačního světla byl 10 sekund. Hodnoceným parametrem byla intenzita fotosyntetického elektronového transportu (ETR) indukující rychlost odvádění elektronů z fotosystému II (PSII) a jejich využívání pro další procesy fotosyntézy. Tento parametr je používán zejména proto, že jeho křivky mají obdobný průběh jako křivky fotosyntetické fixace CO_2 (STRAND, LUNDMARK 1995).

Výsledky byly zpracovávány v programu Excel. Pro znázornění variability a významnosti rozdílů mezi sledovanými variantami pokusu jsou v grafech používány intervaly spolehlivosti (confidence) pro průměry.

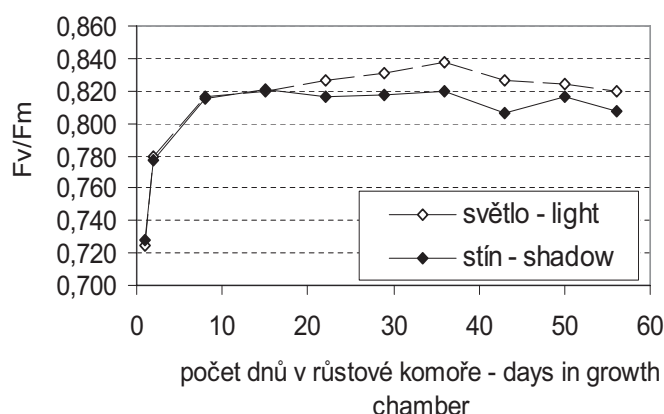
VÝSLEDKY A DISKUSE

Vliv růstového prostředí na fluorescence chlorofylu

Přibližně po 30 dnech od zahájení pokusu začaly sazenice postupně rašit. Prodlužování nových výhonů bylo u většiny sazenic pozorováno od 40. dne v řízených příznivých podmínkách. Změny hodnot maximálního kvantového výtěžku fluorescence chlorofylu (F_v/F_m) během 8 týdnů po přemístění sazenic jedle bělokoré z venkovních podmínek do růstové komory znázorňuje obrázek 1.

Z výsledků je patrné výrazné zvýšení hodnot F_v/F_m první den v růstové komoře. K dalšímu zvyšování docházelo během prvního týdne. Uvedené změny souvisí s výrazným zvýšením teploty po přemístění sazenic do podmínek růstové komory a přechodem rostlin z dormantního do aktivního stavu. Zvyšování hodnot F_v/F_m se stoupající teplotou na jaře popisuje např. i ROBAKOWSKI (2005) a REPO et al. (2004) u několika dřevin včetně jedle bělokoré nebo STRAND a LUNDMARK (1995) u jednoletých semenáčků smrku ztepilého. Stejný trend u smrku ztepilého v jarním období pozorovali i ŠPULÁK a MARTINCOVÁ (2006). Od druhého týdne ve stálých podmínkách se hodnoty maximálního výtěžku fluorescence chlorofylu měnily již velmi málo.

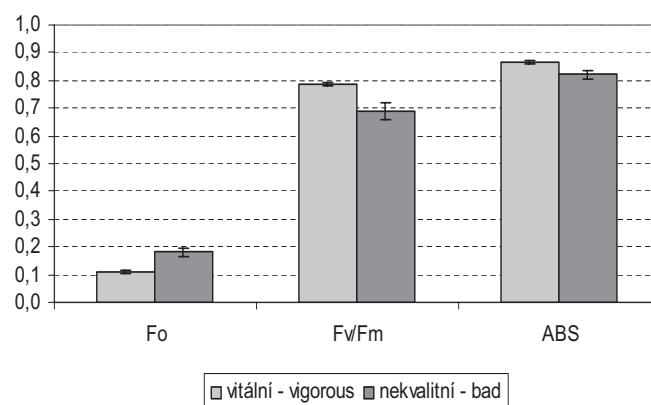
Ve třetím týdnu v růstové komoře se začal projevovat vliv rozdílného osvětlení na sledované hodnoty fluorescence chlorofylu. Nezařazené sazenice měly statisticky průkazně vyšší hodnoty F_v/F_m než sazenice zastíněné. Rozdíly mezi různě osvětlenými sazenicemi přetrvávaly až do konce sledovaného období. Reakce některých parametrů fluorescence na změny osvětlení ukazují, jak se rostliny přizpůsobují rozdílné intenzitě světla v jejich růstovém prostředí (EINHORN et al. 2004). Naše výsledky naznačují, že intenzita světla v zastíněné části růstové komory byla již příliš nízká pro optimální funkci jejich fotosystémů. Výsledky potvrdily i předpoklad, že fluorescence chlorofylu může být využitelnou metodou pro sledování reakcí asimilačního aparátu na měnící se prostředí.



Obr. 1.

Změny maximálního kvantového výtěžku fluorescence chlorofylu (F_v/F_m) vitálních sazenic jedle bělokoré po jejich přemístění do růstové komory

Pattern of maximal chlorophyll fluorescence quantum yield (F_v/F_m) of vigorous *Abies alba* plants after they were placed into growth chamber



Obr. 2.

Porovnání základních charakteristik fluorescence chlorofylu měřených těsně po přemístění do růstové komory u sazenic, které dobře rostly (vitální) a stresovaných sazenic, které následně uhynuly (nekvalitní). Úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti. Comparison of fluorescence chlorophyll features of vigorous plants and stressed plants which subsequently declined. Measurement after the plants placement in growth chamber. Vertical bars mean confidence with 5 percent of significance.

Vztah vitality sazenic a fluorescence chlorofylu

Byla porovnávána fluorescence chlorofylu zjištěná u vitálních sazenic jedle bělokoré, které normálně vyrašily a rostly a u stresovaných sazenic, které během osmi týdnů v růstové komoře nevyrašily a zpravidla později uhynuly (označeny jako nekvalitní). Rozdíly ve fluorescence chlorofylu mezi vitálními a nekvalitními sazenicemi se projevily již při počátečním hodnocení v době přemístění sazenic do růstové komory (obr. 2, tab. 1). Pozorované rozdíly mezi vitálními a nekvalitními sazenicemi u všech hodnocených charakteristik fluorescence chlorofylu byly statisticky vysoce průkazné (na 1% hladině významnosti). Nekvalitní sazenice, které během osmi týdnů v růstové komoře nevyrašily a postupně opadávaly, měly průkazně vyšší hodnoty F_o a nižší hodnoty F_v/F_m a absorptivity.

Obdobné rozdíly byly pozorovány i po 4 týdnech v růstové komoře (obr. 3, tab. 1) a u všech sledovaných charakteristik byly vysoce statisticky průkazné bez ohledu na to, v jakých světelných podmínkách byly pěstovány. Uvedené výsledky měření signalizují horší stav asimilačního aparátu stresovaných (nekvalitních) sazenic jedle bělokoré v porovnání s vitálními jedinci. Hodnoty F_v/F_m pozorované u vitálních sazenic odpovídaly rozpětí 0,75 až 0,83, které je uváděno pro stromy mírného pásu v letním období (ČAŇOVÁ 2002, MOHAMMED et al. 2003, LICHTENTHALER et al. 2005).

Světelné křivky fluorescence chlorofylu znázorňující reakci asimilačního aparátu na zvyšující se intenzitu fotosynteticky účinného záření ukázaly značné rozdíly mezi vitálními a nekvalitními sazenicemi. Stejný trend byl pozorován v době přemístění sazenic do růs-

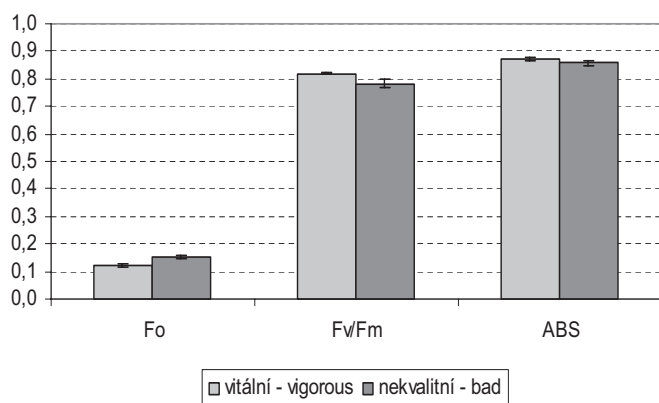
Tab. 1.

Fluorescence chlorofylu vzorků adaptovaných na tmu u vitálních a nekvalitních sazenic jedle bělokoré v době přemístění do růstové komory a po 4 týdnech růstu

Chlorophyll fluorescence of samples adapted for dark measured as soon as the plants were placed in growth chamber and 4 weeks later

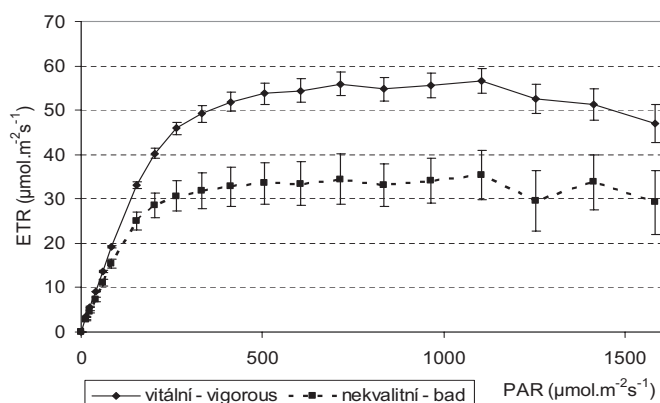
Termín/Date	Znak/Feature	F_o		F_v/F_m		ABS	
		dobrá/good	špatná/bad	dobrá/good	špatná/bad	dobrá/good	špatná/bad
	Počet/Number	128	32	128	32	128	32
1. 2. 2007	Průměr/Mean	0,110	0,182	0,788	0,690	0,866	0,820
	Sx/Standard deviation	0,029	0,044	0,035	0,085	0,023	0,042
	Průkaznost/Significancy	**				**	
1. 3. 2007	Průměr/Mean	0,121	0,152	0,819	0,783	0,873	0,857
	Sx/Standard deviation	0,026	0,023	0,018	0,042	0,025	0,028
	Průkaznost/Significancy	**		**		**	

** statistická průkaznost na 1% hladině významnosti/1% level of significance



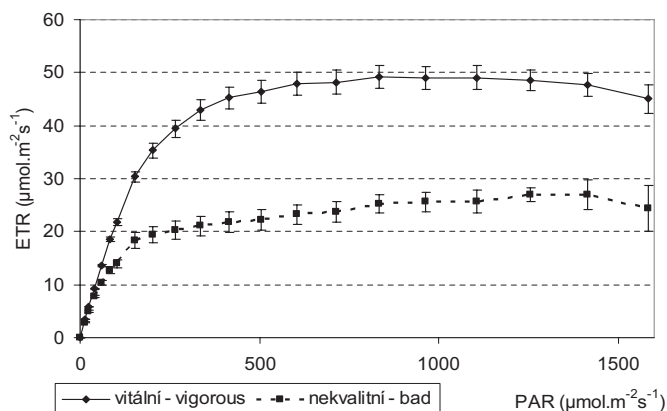
Obr. 3.

Porovnání základních charakteristik fluorescence chlorofylu měřených 4 týdny po přemístění do růstové komory u sazenic, které dobře rostly (vitální) a stresovaných sazenic, které následně uhynuly (nekvalitní). Úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti. Comparison of fluorescence chlorophyll features of vigorous plants and stressed plants which subsequently declined. Measurement 4 weeks after the plants were placed into growth chamber. Vertical bars mean confidence with 5 percent of significance.



Obr. 4.

Fotosyntetický transport elektronů (ETR) při zvyšující se intenzitě fotosynteticky účinné radiace (PAR) u sazenic, které dobře rostly (vitální), a stresovaných sazenic, které následně uhynuly (nekvalitní), měřený těsně po přemístění do růstové komory. Vertikální úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti. Photosynthetic electron transport (ETR) in increasing radiation (PAR) in vigorous plants and in stressed plants which subsequently declined. Measurement after the plants were placed in growth chamber. Vertical bars mean confidence with 5 percent of significance.



Obr. 5.

Fotosyntetický transport elektronů (ETR) při zvyšující se intenzitě fotosynteticky účinné radiace (PAR) u sazenic, které dobře rostly (vitální), a sazenic, které následně uhynuly (nekvalitní), měřený 4 týdny po přemístění do růstové komory. Vertikální úsečky znázorňují interval spolehlivosti při 5% hladině významnosti.

Photosynthetic electron transport (ETR) in increasing radiation (PAR) in vigorous plants and in stressed plants which subsequently declined. Measurement 4 weeks after the plants were placed into growth chamber. Vertical bars mean confidence with 5 percent of significance.

tové komory (obr. 4), i po několika týdnech růstu (obr. 5). Stresované sazenice, které později uhynuly, vykazovaly již od začátku experimentu výrazně nižší hodnoty fotosyntetického transportu elektronů (ETR), tedy horší schopnost využívání světla pro fotosyntézu.

Možnost využívání měření různých parametrů fluorescence chlorofylu pro hodnocení fyziologické kvality sadebního materiálu uvádějí různí autoři, kteří tato měření porovnávali s výsledky získanými jinými metodami (MOHAMMED et al. 1995, GILLIES, BINDER 1997, PERKS et al. 2001). V laboratořích Oregonské státní univerzity je tato metoda zařazena jako standardní provozní postup při zjišťování kvality semenáčků pěstovaných ve sklenících (SAMPSON et al. 1997). Výsledky zjištěné u sazenic jedle bělokoré v našem experimentu naznačují, že tato metoda může být úspěšně využitelná i pro hodnocení vitality sadebního materiálu v našich podmínkách.

ZÁVĚR

Hodnocení fluorescence chlorofylu sazenic jedle bělokoré pěstovaných v růstové komoře ukázalo výraznou reakci asimilačního aparátu na změnu teploty vedoucí k uvolnění dormance. Od 3. týdne v růstové komoře byl pozorován i vliv různé intenzity osvětlení na fluorescence chlorofylu jedlových sazenic.

Výrazné rozdíly byly pozorovány mezi vitálními sazenicemi, u kterých během osmi týdnů po přenesení do růstové komory došlo k vyrašení pupenů a intenzivnímu růstu výhonů, a nekvalitními sazenicemi stresovanými během manipulace, které nevyrašily a postupně odumíraly. Rozdíly v minimální fluorescenci chlorofylu vzorku adaptovaného na tmu (F_0), maximálním kvantovém výtěžku fotochemie fotosyntému II (F_v/F_m) a absorptivitě (ABS) mezi vitálními a nekvalitními sazenicemi byly pozorovány již na začátku experimentu v době pře-

místění sazenic do růstové komory a zůstávaly zachovány i v dalších týdnech. Výrazné rozdíly mezi vitálními a nekvalitními sazenicemi byly pozorovány i při hodnocení fotosyntetického transportu elektronů (ETR) při zvyšující se intenzitě fotosynteticky účinného záření.

Výsledky dosažené v našem experimentu potvrzují perspektivnost využití měření různých charakteristik fluorescence chlorofylu pro hodnocení kvality sadebního materiálu a vlivu růstového prostředí na intenzitu fotosyntézy. Předpokládáme, že pro širší využití bude nutné vzhledem k rozmanitosti typů sazenic a podmínek, ve kterých jsou běžně pěstovány, ještě dále zpřesnit postupy a standardní hodnoty pro různé dřeviny a typy sadebního materiálu.

Poděkování:

Poznatky byly získány v souvislosti s řešením výzkumného záměru MZE č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ČAŇOVÁ I. 2002: Health condition of young spruce stands growing in Pol'ana in different altitudes. *Journal of Forest Science*, 48: 469-474.
- EINHORN K. S., ROSENQVIST E., LEVERENZ J. W. 2004. Photoinhibition in seedlings of *Fraxinus* and *Fagus* under natural light conditions: implications for forest regeneration? *Oecologia*, 140: 241-251.
- GAMPER R., MAYR S., BAUER H. 2000. Similar susceptibility to excess irradiance in sun and shade acclimated saplings of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) and stone pine (*Pinus cembra* L.). *Photosynthetica*, 38: 373-378.
- GILLIES S. L., BINDER W. D. 1997. The effect of sub-zero temperatures in the light and dark on cold-hardened, dehardened and newly flushed white spruce (*Picea glauca* [MOENCH.] VOSS) seedlings. *New Forests*, 13: 91-104.
- LICHTENTHALER H. K., BABANI F., LANGSDORF G., BUSCHMANN C. 2000. Measurement of differences in red chlorophyll fluorescence and photosynthetic activity between sun and shade leaves by fluorescence imaging. *Photosynthetica*, 38: 521-529.
- LICHTENTHALER H. K., BUSCHMANN C., KNAPP M. 2005. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio Rfd of leaves with the PAM fluorometer. *Photosynthetica*, 43: 379-393.
- MAXWELL K., JOHNSON G. J. 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51: 659-668.
- MOHAMMED G. H., BINDER W. D., GILLIES S. L. 1995. Chlorophyll fluorescence: a review of its practical forestry applications and instrumentation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10: 383-410.
- MOHAMMED G. H., ZARCO-TEJADA P., MILLER J. R. 2003. In: Dell J. R., Toivonen P. M. A. (eds.): *Applications of chlorophyll fluorescence in forestry and ecophysiology. Practical applications of chlorophyll fluorescence in plant biology*. Boston, Kluwer Academic Publishers: 79-124.
- PERKS M. P., MONAGHAN S., O'REILLY C., OSBORNE B. A., MITCHELL D. T. 2001. Chlorophyll fluorescence characteristics, performance and survival of freshly lifted and cold stored Douglas fir seedlings. *Annals of Forest Science*, 58: 225-235.

- REPO T., LEINONEN I., RYYPÖ A., FINÉR L. 2004. The effect of soil temperature on the bud phenology, chlorophyll fluorescence, carbohydrate content and cold hardiness of Norway spruce seedlings. *Physiologia Plantarum*, 121: 93-100.
- RITCHIE G., LANDIS T. D. 2005. Seedling quality tests: Chlorophyll fluorescence. *Forest Nursery Notes*, USDA Forest Service, Winter. Portland, USDA Forest Service. Pacific Northwest Region: 12-16.
- ROBAKOWSKI P. 2005. Susceptibility to low-temperature photoinhibition in three conifers differing in successional status. *Tree Physiology*, 25: 1151-1160.
- ROHÁČEK K. 2002. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. *Photosynthetica*, 40: 13-29.
- SAMPSON P. H., TEMPLETON C. W. G., COLOMBO, S. J. 1997. An overview of Ontario's Stock Quality Assessment Program. *New Forests*, 13: 469-487.
- SCHREIBER U., SCHLIWA U., BILGER W. 1986. Continuous recording of photochemical and non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer. *Photosynthesis Research*, 10: 51-62.
- SCHREIBER U., BILGER W., NEUBAUER C. 1995. Chlorophyll fluorescence as a noninvasive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. In: Schultze E. -D., Caldwell M. M. (eds.): *Ecophysiology of photosynthesis*. Berlin, Springer-Verlag: 49-70.
- STRAND M., LUNDMARK T. 1995. Recovery of photosynthesis in 1-year-old needles of unfertilized and fertilized Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) during spring. *Tree Physiology*, 15: 151-158.
- ŠPULÁK O., MARTINCOVÁ J. 2006. In: Jurásek A., Novák J., Slodičák M. (eds.): *Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity*. Opočno 5. – 6. 9. 2006. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti-VS Opočno: 425- 434.
- Walz Heinz GmbH: Imaging - PAM chlorophyll fluorometer. Instrument description and information for users. 2.143/02.2003, 4. edition. February 2004, 134 s.

PHYSIOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF FIR (*ABIES ALBA* MILL.) PLANTS IN GROWTH CHAMBER BY MEANS OF CHLOROPHYLL FLUORESCENCE MEASUREMENT

SUMMARY

Experiment aimed to probe the influence of temperature leading to breaking of dormancy and light conditions on state and reactions of assimilation apparatus of fir (*Abies alba* MILL.) plants were realized in growth chamber. Possibilities of using chlorophyll fluorescence measurements for evaluation of the physiological state of plants were assessed at the same time. During early spring vigorous and stressed plants were planted into containers and placed in growth chamber (temperature 20 ± 2 °C, 16 hours photoperiod, light intensity 1,000 – 1,200 lx, in shaded conditions about 200 lx). Chlorophyll fluorescence was measured weekly by Imaging-PAM 2000 (Walz, Effeltrich, Germany).

After about 30 days in growth chamber flushing of plants started. Growth of new shoots occurred in most of plants after 40 days in favourable conditions. Chlorophyll fluorescence measurement showed marked increase of Fv/Fm (maximal quantum yield of photosystem 2 photochemistry) on the first day in growth chamber (Fig. 1). Another increase occurred during the next week. This pattern is related to marked increase of temperature when plants were placed into growth chamber as well as to plant dormancy loss. During the third week of experiment the influence of different lighting appeared. Non-shaded plants showed significant higher Fv/Fm than shaded ones. These differences lasted to the end of experiment (Fig. 1).

Marked differences occurred between vigorous plants and plants stressed during handling which did not flush and later declined. Statistically significant differences in minimal fluorescence of dark adapted needles (Fo), maximal quantum yield of photosystem 2 photochemistry (Fv/Fm) and absorption (ABS) between vigorous and stressed plants occurred already at the beginning of the experiment, as soon as the plants were placed in growth chamber (Fig. 2, Tab. 1) and lasted for some weeks (Fig. 3).

The assessment of electron photosynthetic transport (ETR) during increased radiation (Fig. 4, 5) showed marked differences between vigorous and stressed plants, too.

The results suggest the possibility of assessment of plant physiological quality by means of the fast and non-destructive method of chlorophyll fluorescence measurement.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Leugner, 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: leugner@vulhmop.cz

PHYTOPHTHORA SPP. V DUBOVÝCH MLAZINÁCH

PHYTOPHTHORA SPP. IN OAK THICKETS

JOLANA KYSELÁKOVÁ – MARIE BENEDÍKOVÁ

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

ABSTRACT

A survey of five experimental oak (*Quercus robur* and *Quercus petraea*) provenance areas and sampling of their rhizospheres for *Phytophthora* spp. were done during the spring and autumn of 2008 and the spring of 2009. *Phytophthora* spp. were detected from the rhizosphere soil of forty-five areas. Based on morphological features five *Phytophthora* spp. were detected, i. e. *P. quercina* T. JUNG, *P. cactorum* (LEBERT and COHN) J. SCHRÖT, *P. citricola* SAWADA, *P. pseudosyringae* JUNG and DELATOUR, and *P. syringae* (BERK) KLEB. As well, the results showed that *Phytophthora* spp. are present on oak coppice as young as 20 - 25 years.

Klíčová slova: *Phytophthora* spp., *Quercus robur*, *Q. petraea*, provenienční plochy dubu, hodnocení symptomů, metody izolace *Phytophthora* spp.
Key words: *Phytophthora* spp., *Quercus robur* L., *Q. petraea* (MATT.) LIEBL., provenance areas of oaks, assessment of symptoms, methods of *Phytophthora* spp. isolation

ÚVOD

V několika posledních desetiletích došlo v lesích celé Evropy k nárůstu výskytu chřadnutí a odumírání dubových porostů. Jejich zkoumání přineslo poznatky o zvýšeném podílu patogenních plísní druhů rodu *Phytophthora* v rhizosféře dubových lesů. Proto jsou často prováděny výzkumy zaměřené na *Phytophthora* spp. Většinou byly zkoumány a zjišťovány příznaky a působení těchto patogenů na stromy v dospělých porostech. Naše pokusné provenienční plochy jsou záměrně vybrány ve věku mlazin, tedy ve věku mezi 20 - 25 lety. Je zde tedy předpoklad, že by se ještě nemusely výrazně projevovat symptomy výskytu patogenů *Phytophthora* spp., i když dojde k izolaci těchto patogenů.

Obecně je uznáváno, že málokdy jsou přímými původci odumírání dubových lesů pouze samotné druhy rodu *Phytophthora*. Existují významná pozorování, že patogeny, které způsobují zvýšené poškození náchylných rostlin stresem, jsou obvykle přítomné na jejich hostiteli ještě před stresem jako saprofyty nebo endofyty (DESPREZ-LOUSTEAU et al. 2006).

Ve většině případů hubí *Phytophthora* kořenové vlášení, které stromy v běžných podmínkách prostředí nahradí bez většího úbytku. V Evropě mohou druhy rodu *Phytophthora* přispívat opakovaným výskytem k chronické chorobě nazvané komplex chřadnutí dubů (oak decline complex). Chřadnutí dubů je však především spojeno se střídáním období neobvyklého sucha a zamokření, často propojených s invazí fytofágních druhů hmyzu a následnou defoliací. V takových stresujících podmínkách působením fytoftóry ubývá dodatečného zakořenění, což přispívá ke chřadnutí stromů (HANSEN 2008, JUNG et al. 2000).

Symptomy chřadnutí dubů jsou následující: zředování koruny způsobené nadměrným odumíráním a odpadáváním pupenů a větví v horní části koruny, drobné žlutavé listy někdy se zvýrazněnou

sytě zelenou žilnatinou, nahloučené v chomáčích na konci výhonů, omezená listová plocha, kmenové výstřelky, slizovitý výtok na kmelech; postupující nekrózy borky a kambia a omezení růstu (např. HARTMANN et al. 1989, HARTMANN, BLANK 1992, SCHLAG 1994, HARTMANN et al. 1995). Různé symptomy se nemusí vyskytovat současně a ve stejné intenzitě projevu. Postupně během chřadnutí odumírají části korun nebo celé stromy. Stejně symptomy mohou být pozorovány na jednotlivých stromech nebo skupinách stromů uvnitř porostů a vzácně na celých porostech. Pokud se stromy nemohou zotavit, pak během jednoho nebo několika málo let odumírají (SCHLAG 1994).

Výskyt chřadnutí je sledován u obou běžných druhů dubů, tj. dubu letního *Quercus robur* L. a dubu zimního *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. Ve Francii, Polsku a Německu je silněji napadán dub letní než dub zimní (OSZAKO 2000). To nepochybně souvisí s podmínkami, ve kterých se oba druhy dubů běžně vyskytují. Dub zimní totiž obvykle neroste na zaplavovaných či zamokřených lokalitách.

Výskyt kořenových hnilob způsobených *Phytophthora* spp. byl větší a počet lézí vyšší na rostlinách vystavených vodnímu stresu, suchu, nebo podmáčení vodou (MARÇAIS et al. 1993, 1996, MOREIRA et al. 2000, SÁNCHEZ et al. 2002, ROBIN et al. 2001, JUNG et al. 2003). Účinky sucha jsou pravděpodobně větší u infikovaných dospělých stromů, které mají v důsledku omezené vodní kapacity půdy podstatně zredukovaný kořenový systém. Podobně někteří autoři tvrdí, že pro rozvinutí choroby vyžaduje *Phytophthora* spp. neobvyklé kombinace vlivů životního prostředí na duby (HANSEN, DELATOUR 1999, BALCI, HALMSCHLAGER 2003).

Podle JUNG et al. (2000) ubývá s věkem stromů hostitelská tolerance, mění se na citlivost a tím se zvyšuje náchylnost k patogenu. Takže v příznivých podmínkách pro druhy rodu *Phytophthora* převyšuje infekce kořenového vlášení nárůst vlášení nového. To vede k postupnému rozrušení celého kořenového systému a předurčuje je oslabené stromy k většímu napadení sekundárními patogeny

a k jejich poškození suchem. Výsledky izolačních testů potvrzují předpoklad, že citlivost kořenového vlášení se s věkem stromů zvyšuje, což je důsledek hromadění inokula fytoftóry. JUNG et al. (2000) dále uvádí, že ve sledovaném porostu bylo chřadnutí dubů napadených *P. quercina* omezeno na dospělé stromy. Po jejich vytěžení z porostu byly zbylé 25leté stromy zdravé a nebyla z nich izolována žádná *Phytophthora* spp. i když rostly ve stejně zamořeném prostředí.

Z uvedených citací vyplývá, že na námi zkoumaných vybraných provenienčních plochách (s porosty ve věku mezi 20 - 25 lety) by se neměla *Phytophthora* spp. na kořenovém vlášení vyskytovat. Cílem našeho výzkumu je ověřit, případně vyvrátit výskyt *Phytophthora* spp. v dubových mlazinách a sledovat rozdíly v napadení a projevu symptomů.

MATERIÁL A METODY

Zkoumané provenienční plochy byly založeny v letech 1984 až 1986 výsadbou sazenic vypěstovaných z osiva pocházejícího ze semenného roku 1982, z toho dvě jsou lokalizovány v Čechách (Plasy, Netolice) a tři na Moravě (Malenovice, Troubky, Tvrdonice). Celkem 46 proveniencí dubu letního a dubu zimního ze 16 lesních péstebních oblastí bylo na plochy vysazeno ve čtyřech opakováních. V každém opakování roste jednotlivá provenience na parcele o ploše 7 x 7 m. Charakteristiku provenienčních ploch obsahuje tabulka 1.

V září r. 2008 proběhlo vizuální hodnocení symptomů spojených s výskytem druhů *Phytophthora* spp., které bylo prováděno u všech proveniencí na všech pokusných plochách. Vizuální hodnocení spočívá ve sledování viditelného výtoků exudátu na dolní části kmenů, výskytu drobných listů v horní části koruny, žlutavé barvy listů a nápadně zelené žilnatiny těchto listů. Uvedené symptomy byly hodnoceny na každé parcele a zaznamenána procenta jejich výskytu následujícím způsobem: 0 - bez příznaků, 5 - výskyt do 5 %, 10 - výskyt 6 až 10 %, 15 - výskyt 11 až 15 %, 20 - výskyt 16 až 20 %, atd.

První odběr vzorků rhizosféry byl proveden v květnu 2008 na provenienčních plochách Malenovice, Troubky, Netolice a Plasy. Provenienční plocha Tvrdonice byla v té době zaplavena a voda sahala do výše 1 metru, takže nebylo možno provést odběr ve stejném období. Na této ploše byly proto první vzorky odebírány téhož roku až v září současně s druhým odběrem na ostatních plochách. Třetí odběr vzorků proběhl v květnu r. 2009, pro opětovné dlouhodobé

zaplavení plochy Tvrdonice byly odebrány vzorky vody a bahna teprve v polovině července a to pouze na okraji porostu, kam bylo možno vstoupit s ohledem na rozbahnění. Protože *Phytophthora* spp. je na dubech převážně kořenovým patogenem, byly vzorky odebírány kolem stromů vykazujících symptomy chřadnutí. Zaměřili jsme se na okolí stromů s vytékajícím exudátem a jinými příznaky napadení *Phytophthora* spp. (žloutnoucí, řidší a drobnější listy v koruně) nebo jinými nespecifickými příznaky chřadnutí jako prosvětlení koruny a prosýchání drobných výhonů a větviček v koruně. Vzorky půdní rhizosféry byly odebírány kolem chřadnoucích stromů ve vzdálenosti přibližně 1 m od jejich báze a to až do hloubky 30 cm. Jednalo se vždy o směsný vzorek půdy a živých kořinek odebraný z minimálně čtyř různých míst okolo vybraného stromu. U téměř odumřelých jedinců se prováděl odběr od nejbližšího dosud zdravého stromu pro získání živého kořenového vlášení.

První odběry vzorků rhizosféry na jaře roku 2008 byly orientační pro zjištění, zda se na pokusných plochách druhu *Phytophthora* spp. vyskytují. Proto byly z každého ze čtyř opakování na každé ploše odebírány průměrné vzorky, které byly získávány smícháním vzorků z pěti různých odběrových míst v daném opakování. Při dalších odběrech byl každý vzorek opatřen číslem provenience a číslem opakování a v laboratorii zpracováván zvlášť. Pro následnou izolaci bylo použito přibližně 10 g průměrného vzorku, zbytek byl uložen v chladničce při teplotě 4 °C v plastovém sáčku z důvodu udržení potřebné vlhkosti. V případě nezdařené či nezjištěné izolace druhů *Phytophthora* spp. bylo možné provést opakovanou izolaci pro potvrzení výsledku. Vzorky rhizosféry byly uchovány do doby dalších odběrů.

K izolaci druhů *Phytophthora* spp. byla použita metoda přímé izolace z napadených pletiv a metoda izolace přes nástrahová pletiva. V případě přímé izolace se kořinky z odběrového vzorku dobře propláchnou pod tekoucí vodou, sterilizují vložením na 0,5 – 1 min. do 70% etanolu, poté opláchnou v destilované vodě, osuší a přímo vloží na základní agarovou půdu. Po objevení mycelia je třeba jeho špičky ihned přenést na základní agarovou půdu obsahující antibiotika (PARPNH agar podle JUNG 1996). Po 1 - 3 dnech je nutné odebrat konce vytvořeného mycelia a přeočkovat na V8 juice agar (V8A) k vyvolání tvorby sexuálních orgánů (oogonia, oospóry, anteridia). Na V8A roste kultura nejméně 14 dní, ale většinou déle, než se vytvoří první sexuální orgány. Poté je třeba odebrat část kultury s agarem o velikosti cca 1 x 1 cm a vložit do Petriho misky s destilovanou

Tab. 1.

Charakteristika provenienčních ploch
Characterization of provenance areas

Proven. plocha/ Provenance area	Počet proveniencí/ Number of provenances		Prům. pH (H ₂ O)	PLO/ Natural forest zone	Nadm. výška/ Elevation (m n. m.)	SLT/ Group of forest type	
	<i>Q. robur</i>	<i>Q. petraea</i>					
Malenovice	24	16	4,5	38	310	3H2	<i>Querceto-Fagetum</i>
Netolice	22	14	4,9	15	410	3O5	<i>Querceto-Abietum</i>
Plasy	21	14	4,1	6	430	2K3	<i>Fagetum-quercium</i>
Troubky	28	14	5,4	34	200	1L2	<i>Ulmeto-Fraxinetum</i>
Tvrdonice	23	13	5,4	35	155	1L9	<i>Ulmeto-Fraxinetum</i>

vodou nebo sterilizovaným půdním výluhem desetkrát zředěným. Miska se vloží nejméně na 1 hodinu do chladničky, kde by se měla při teplotě 4 °C na kultuře začít vytvářet sporangia nutná k morfologickému určování druhu. Půdní výluh vytvoříme sterilizací v autoklávu 200 - 300 g půdy v 1 litru vody a přefiltrováním usazeného roztoku.

Nástrahový způsob izolace (JUNG et al. 1996, JÖNSSON 2004, THEMANN, WERRES 2008) se provádí ponořením omytých sterilních kořínků do misky s destilovanou vodou s mladými sterilními lístky dubu plovoucími na hladině, které slouží jako nástraha. Misky jsou ponechány při pokojové teplotě 3 dny až týden, dokud se na listech nevytvoří léze naznačující napadení patogenem. Z nich se odebírá část obsahující rozhraní mezi zdravým a odumřelým pletivem. Po následné sterilizaci (voda, etanol, destilovaná voda) a osušení se kousky listů s rozhraním zdravého a napadeného pletiva vloží do základního agarů obsahujícího antibiotika (PARPNH agar podle JUNG 1996). Dále je pokračováno přenesením části kultury na V8A a do vodního půdního výluhu obdobně, jak je uvedeno výše u metody přímé izolace.

Jiný způsob nástrahy je možný vložením omytých a etanolem sterilizovaných kořínků do zářezu nezralého jablka, zářez byl uzavřen utažením parafilmem a ve tmě byla jablka inkubována při pokojové teplotě. Po vytvoření nekrotických pletiv byl stejně jako u dubového listu odebrán kousek z rozhraní zdravého a nekrotického pletiva a vložen na základní agar. Dále bylo postupováno

stejně jako u jiného typu nástrahy. Tento způsob uvádí ve své práci např. JÖNSSON (2004).

Určování druhů probíhalo podle dostupných morfologických klíčů a popisů druhů (WATERHOUSE 1963, DRENTH, SENDALL 2001, JUNG 2003, BUSH et al. 2006, GALLEGLY, HONG 2008). Za tímto účelem byla měřena a hodnocena oogonia, oospóry a anteridia získaná na V8A a sporangia vytvořená v 10krát zředěném půdním výluhu. Každá úspěšná kultura byla po převedení do zředěného půdního výluhu reizolována pomocí nástrahy dubového listu. Po objevení nekrózy bylo opět přeneseno rozhraní zdravého a napadeného pletiva na základní agar a postup izolace se opakoval způsobem, jak je uvedeno výše.

Statistické zpracování shromážděných dat nebylo prováděno, protože charakter dosud získávaných údajů to neumožňoval.

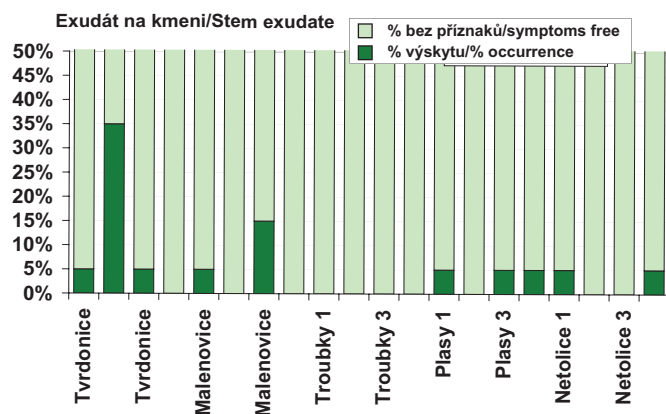
VÝSLEDKY A DISKUSE

Výskyt symptomů napadení patogenem *Phytophthora* spp. byl poměrně malý, většinou nepřesahoval 5 % na parcelu. V mnoha případech byly zjištěné příznaky velmi podobné symptomům způsobovaným zvýšeným výskytem podkorního hmyzu nebo poškození stromů jinými druhy patogenů a vzájemně se zastíraly. Příznaky podobné poškození stromů infekcí *Phytophthora* spp. v porostech

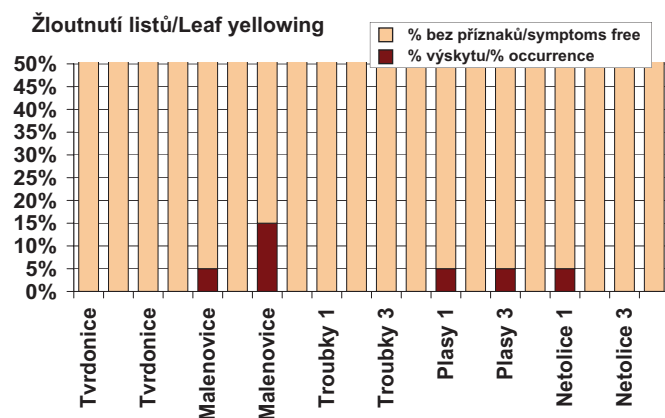
Tab. 2.

Shrnutí výsledků hodnocení symptomů infekce *Phytophthora*
Summarization of *Phytophthora* infection symptoms

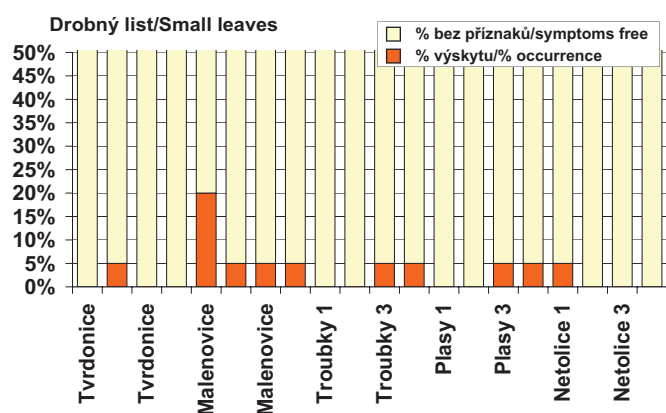
Provenienční plocha/ Provenance area	Počet hodn. parcel/ Surveyed plots	Intenzita výskytu/ Frequency of occurrence	Počet parcel s příznaky/Size plots with symptoms			
			exudát/ exudate	žlutý list/ yellow leaf	drobný list/ small leaf	výrazná žilnatina/ marked nervation
Malenovice	160	do 5 %	70	53	76	42
		6 – 10 %	2	11	23	12
		11 – 20 %	4	5	4	15
		více než 20 %	-	1	-	5
Netolice	127	do 5 %	40	29	52	48
		6 – 10 %	11	4	8	12
		11 – 20 %	4	1	5	10
		více než 20 %	-	2	1	3
Plasy	135	do 5 %	63	41	36	41
		6 – 10 %	18	14	9	16
		11 – 20 %	18	19	1	19
		více než 20 %	15	6	1	7
Troubky	164	do 5 %	3	8	31	10
		6 – 10 %	-	2	5	2
		11 – 20 %	-	1	-	1
		více než 20 %	1	1	-	1
Tvrdonice	144	do 5 %	62	12	10	14
		6 – 10 %	11	1	-	1
		11 – 20 %	6	1	-	1
		více než 20 %	2	-	-	-



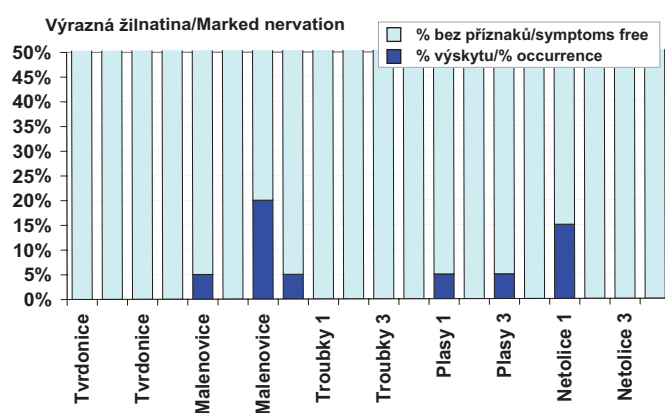
Graf 1.



Graf 2.



Graf 3.



Graf 4.

Graf 1 - 4.

Výsledky hodnocení sledovaných symptomů v procentech u stejné provenience na všech plochách
Assessment survey of some provenance symptoms on all research areas in percentage

na všech plochách tvořily lokálně ohniska kolem již odumřelých stromů. Tabulka 2 uvádí počty parcel na jednotlivých plochách s výskytem příznaků podobných projevu *Phytophthora* spp. Lépe hodnotitelné byly tyto příznaky na konci sezony, kdy byl jejich projev jasnější a spolehlivěji rozpoznatelný.

Na části plochy Malenovice se objevují podobné symptomy, ale bez exudátu, které připomínají napadení *Ophiostoma* spp. (stanovení patogena nebylo provedeno). Na ploše Plasy, která se při vizuálním hodnocení jevila jako nejvíce postižená, byly sledované příznaky poškození korun stromů ovlivněny výskytem fytofágního hmyzu (např. píďalka podzimní, bekyně velkohlavá, obaleč dubový). Omezený projev symptomů *Phytophthora* spp. na ploše Troubky mohl být způsoben značným rozšířením hub rodu *Armillaria* (václavka). Hodnocení plochy Tvrdonice bylo ovlivněno následkem dlouhodobého zaplavení (v letech 2008 i 2009 byla plocha zaplavena v období od března do července).

Pro velké množství hodnocených parcel zde není možné uvádět podrobné výsledky. Projev příznaků napadení byl na jednotlivých plochách u jednotlivých proveniencí rozdílný, stejně jako v různých

opakování na jedné pokusné ploše. Pro ilustraci je zařazeno grafické zpracování výskytu sledovaných symptomů jedné provenience dubu letního (z LS Vodňany, PLO 10) na všech plochách (grafy 1 - 4).

Sledované příznaky, jako drobné a žlutavé listy, jsou často překrývány podobnými příznaky způsobenými jinými mikroorganismy a hmyzem, což je v hustém porostu mlaziny hůře rozeznatelné. Z výsledků vizuálního hodnocení se nedá usuzovat ani na případný výskyt náchylných či tolerantních jedinců. Také z důvodu nestejnoměrného zamoření ploch není vypovídací hodnota projevu těchto symptomů dostatečná. Z toho vyplývá, že vizuální příznaky jsou pouze orientační a vždy musí nutně následovat potvrzení výskytu *Phytophthora* spp. izolací patogenů z porostu.

Někdy byly sledované symptomy pozorovány na více sousedních parcelách. Na malé ploše se pravděpodobně zdravé i chřadnoucí stromy dělí víceméně o tutéž rhizosféru, je tedy možné očekávat podobné populace *Phytophthora* spp. (JUNG, BLASCHKE, OSSWALD 2000). Z toho důvodu bylo v takové mikrolokalitě vybráno vždy jedno odběrové místo s charakteristickými symptomy.

Obvyklé metody izolace patogena jsou založeny na morfolo-
gických a kultivačních vlastnostech a tím vyžadují odbornou kva-
lifikaci a specializaci. Tyto metody jsou časově velmi náročné
na shromáždění výsledků a výsledky nejsou vždy přesvědčivé,
zejména pak tehdy, když je třeba rozlišit poměrně blízké druhy
organismů. Kromě toho nemusí být obvyklé metody ke zjiště-
ní předsymptomatické infekce dosti citlivé. Všeobecně se uznává,
že neúspěch detekce druhů *Phytophthora* nástrahovými metodami
nemusí nezbytně znamenat jejich absenci (ERWIN, RIBEIRO 1996).
Napadený materiál pro odběr vzorků by měl být ve stavu činné
infekce, protože schopnost *Phytophthora* spp. soupeřit s jinými mik-
roorganismy je omezená (ERWIN, RIBEIRO 1996, MARTIN et al. 2004,
LILJA et al. 2006). Z předchozí citace vyplývá, že odběr vzorků musí
pro daný účel probíhat v nejvhodnějším období, což představují jarní
a podzimní měsíce, kdy je aktivita patogena vyšší. Jenže i v průbě-
hu vhodného období někdy nebývá jeho aktivita dostatečně silná.
Obvyklá příčina izolačního neúspěchu je také suchý rok nebo příliš
suchý vzorek (Kox et al. 2002, GARBELOTTO 2003).

V literatuře je popsáno mnoho způsobů izolace patogena z ode-
braného materiálu (JUNG et al. 1996, JÖNSSON 2004, THEMANN, WERRES
2008). Přímá izolace, kdy se kořínky dobře sterilizují a přímo vloží
na základní agarovou půdu, nese velké riziko kontaminace druhy
rodu *Pythium* vyskytujícími se rovněž v rhizosféře, které na agaro-
vé půdě druhy *Phytophthora* spp. předrůstají nebo na nich cizopasí.
Z toho důvodu se nám lépe osvědčil takzvaný nástrahový způsob
izolace. S úspěchem jsme využily oba způsoby nástrahové izolace,
přičemž u nástrahy na listová pletiva se ukázaly vhodné také listy
jahodníku (dobré pro izolaci např. *P. cactorum*) a magnolie.

Reizolací přes živá listová pletiva vytvořené sexuální a ase-
xuální orgány prokázaly původně izolované druhy. Tento proces
bylo možno stále opakovat. Navzdory údajům v literatuře se v našem
případě nedařilo vytvoření oogonií okamžitě při prvním přene-
sení na V8A, ale přibližně až po třetí reizolaci přes živá pleti-
va listů a po opakovaném postupu kultivace. Zpočátku byl použí-
ván MEA (malt extract agar) a PDA (potato dextrose agar)
jako základní živná půda ke srovnání vzhledu kultur na různých
kultivačních médiích. Později bylo pokračováno v kultivaci
na PDA, která byla vyhovující. Při izolaci ze živých pletiv
byla použita také metoda nástrahy na nezralá jablka. Výhodou to-
hoto způsobu izolace je dobrá rozeznatelnost pletiva kontamino-
vaného bakteriemi. Na rozdíl od suchého vzhledu pletiva napade-

ného *Phytophthora* spp. je pletivo napadené bakteriemi rozbředlé
a hnědné.

Z výsledků izolací z prvních odběrů vzorků na jaře r. 2008
vyplynulo, že kromě pokusné plochy Plasy se u všech ostatních
potvrdil výskyt *Phytophthora* spp., pozitivní výsledek byl získán
v 10 případech. Při podzimním vzorkování r. 2008 bylo z pěti ploch
odebráno celkem 47 vzorků. Pozitivní výskyt *Phytophthora* spp.
byl zjištěn opět na všech plochách mimo pokusnou plochu Plasy,
celkem v 16 případech. Na jaře 2009 bylo odebráno celkem 80 vzor-
ků, výskyt patogena se potvrdil u 35 z nich, a to opět mimo pokus-
nou plochu Plasy. Výsledky izolací na jednotlivých plochách
jsou shrnuty v tabulce 3.

Vzhledem k poloze a charakteru lokality provenienční pokus-
né plochy Plasy zde výskyt *Phytophthora* spp. nebyl očekáván
a také izolační analýzy odebraných vzorků jemných kořínků
tento předpoklad potvrdily. Jde o lokalitu s propustnou písčitou půdou
se šterkovitým podložím. Naopak na lokalitách Netolice, Troubky
a Tvrdonice se potvrdil očekávaný výskyt *Phytophthora* spp. Všechny
tyto tři plochy mají vysokou hladinu spodní vody. Pokusná
plocha Tvrdonice byla navíc v posledních čtyřech až pěti letech
(podle sdělení pracovníků LZ Židlochovice) dlouhodobě zaplavena.
Voda zde zůstávala od jarního tání až do konce června. Půda
byla i po většinu léta nasycená vodou, což jsou ideální podmínky
pro šíření *Phytophthora* spp. Na ploše Malenovice se sice výskyt
Phytophthora spp. prokázal, byl zde ale lokálně soustředěn pře-
devším do terénní deprese uprostřed porostu. Tato plocha nemá
typicky vysokou hladinu podzemní vody.

Konkrétní výskyt jednotlivých druhů na provenienčních plo-
chách shrnuje tabulka 4.

Mimo uvedené pokusné provenienční plochy byly odebrány
vzorky rhizosféry v dubových mlazinách se symptomy chřadnutí,
na které nás upozornili pracovníci LS Bučovice (revír Bílý Vlč) a
LS Buchlovice (revír Kvasice). Provedenou izolací se prokázal
výskyt *P. quercina* (vzorek z porostu Bílý Vlč) a *P. pseudosyringae*
(Kvasice).

Výzkumy *Phytophthora* v dubových lesích v Evropě a přilehlých
zemích přinesly poznatky o výskytu druhů *P. cinnamomi*, *P. cambivora*,
P. citricola, *P. gonapodyides*, *P. megasperma*, *P. cactorum* a *P. cryp-
togeae*. Dodatečně bylo objeveno 5 nových druhů: *P. quercina*,
P. europaea, *P. uliginosa*, *P. psychrophila* a *P. pseudosyringae*,
očekává se popsání některých podobných druhů. Některé druhy

Tab. 3.
Výsledky izolací ze vzorků
Results of samples isolation

Provenienční plocha/ Provenance area	Jaro 2008/Spring 2008		Podzim 2008/Autumn 2008		Jaro 2009/Spring 2009	
	počet vzorků/ number of samples	pozitivní výskyt/ positive occurrence	počet vzorků/ number of samples	pozitivní výskyt/ positive occurrence	počet vzorků/ number of samples	pozitivní výskyt/ positive occurrence
Malenovice	4	3	10	5	28	11
Troubky	4	2	8	4	20	6
Tvrdonice	4	3	9	4	10	10
Netolice	4	2	11	3	13	8
Plasy	4	0	9	0	9	0
Celkem/Totally	20	10	47	16	80	35

Tab. 4.Výskyt druhů *Phytophthora* spp. na provenienčních plocháchOccurrence of species of *Phytophthora* spp. on provenance areas

Provenienční plocha/ Provenance area	Pozitivní výsledky/ Positive results	Izolované druhy <i>Phytophthora</i> spp./ Isolation species of <i>Phytophthora</i> spp.
Malenovice	19	<i>Phytophthora citricola</i> , <i>P. cactorum</i> , <i>P. syringae</i>
Troubky	12	<i>P. quercina</i> , <i>P. citricola</i>
Tvrdonice	17	<i>P. quercina</i> , <i>P. cactorum</i> , <i>P. citricola</i> ,
Netolice	13	<i>P. syringae</i> , <i>P. quercina</i>
Plasy	0	Izolace byla negativní/Negative isolation
Celkem	61	

se vyskytly v široké geografické oblasti, zatímco jiné byly izolovány ze zvláštních lokalit. Dva nejobvyklejší druhy byly *P. quercina*, následovaná *P. citricola* (BALCI 2004). Nám se prozatím podařilo izolovat 5 druhů *Phytophthora* spp. uvedených výše v tabulce 4. Ačkoliv jsou tyto druhy poměrně agresivními patogeny, jsou pouze sezonně aktivní a mohou být v hostitelských pletivech a v půdě rychle předrůstány jinými mikroorganismy. Z toho důvodu musí být nepřítomnost druhů *Phytophthora* v přirozených ekosystémech vykládána s opatrností, protože jejich populace může ve velmi krátké době kolísat od neznatelné až k vysoké hustotě inokula (COOKE et al. 2007).

Přes všechny obtíže s izolací a kultivací druhů rodu *Phytophthora* náš průzkum prokázal, že tyto patogeny jsou schopny vyvolat některé typické symptomy v dubových porostech již ve věku mlazin (v našem případě 25 let), i když JUNG et al. (2000) tvrdí, že po vytěžení starého napadeného porostu byly duby ve věku 25 let zdravé a nebyla z nich izolována žádná *Phytophthora* spp., přestože rostly ve stejně zamořeném prostředí. Podle jejich výsledků bychom neměly z našich pokusných ploch *Phytophthora* spp. vůbec izolovat. Tento předpoklad se nepotvrdil. I když podle naší zkušenosti je možno tyto patogeny izolovat i z dubových mlazin, nemusí být hlavní příčinou chřadnutí a odumírání. V našich porostech byly druhy rodu *Phytophthora* spp. vždy doprovázeny dalšími stresory, jako jsou zaplavení porostu vodou a kolísání hladiny spodní vody, napadení listožravými a podkorními hmyzími škůdci a nakonec také vysokými letními teplotami, které následně způsobily stres ze sucha, jakož i větší hustotou porostů. Kombinace těchto faktorů se projevuje jako komplex chřadnutí dubů (oak decline complex), jak je popisován v celé Evropě.

ZÁVĚR

Naše výsledky prokázaly, že i ve věku mlazin kolem 25 let je již rhizosféra v porostu dubů infikována *Phytophthora* spp. Přesto se i na zamořené lokalitě někdy nezdařila izolace patogena ze zdánlivě infikovaných stromů. To jednak souviselo s podobnými symptomy výskytu jiných houbových chorob či napadení stromových jedinců hmyzem a na druhé straně je i sama izolace patogena závislá nejen na správném odebrání vzorků a jejich sterilizaci před vložením na základní izolační půdu či nástrahu, ale také na momentální aktivitě patogena, která je sezonně proměnná. V konečném důsledku záleží na správném přenesení mycelia na další médium pro vytvoření sexuálních orgánů a sporangii nutných k morfologickému určení patogenního druhu.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován s finanční podporou MZe v rámci výzkumného projektu č. QH82305. Zvláštní poděkování RNDr. Michalu Ondřejovi, CSc. (Agritec, Šumperk) za cenné rady a připomínky a ochotu při poskytování odborných konzultací v průběhu zpracování.



Foto 1.

Zaplavená provenienční plocha Tvrdonice v květnu 2009 (foto BENEDÍKOVÁ)

Flooded provenance area (locality) Tvrdonice in May 2009



Foto 2.

Plocha Tvrdonice na podzim 2008 (foto BENEDÍKOVÁ)

Locality Tvrdonice in autumn 2008



Foto 3.; Foto 3 – detail.

Vytékající exudát na dolní části kmene dubu na ploše Tvrdonice (foto BENEDÍKOVÁ)

An effluence of the exudate at lower part of stem – locality Tvrdonice



Foto 4.
Sporangium *P. quercina* - papilátní neopadavé sporangium, měřítko 20 μm (foto KYSELÁKOVÁ)
Papilate noncaducous sporangium



Foto 6.
Sporangium *P. cactorum* - papilátní opadavé sporangium, měřítko 20 μm (foto KYSELÁKOVÁ)
Papilate caducous sporangium



Foto 5.
Oogonium *P. quercina* - oogonium se silnostěnnou oosporou, měřítko 20 μm (foto KYSELÁKOVÁ)
Oogonium with thickwalled oospore

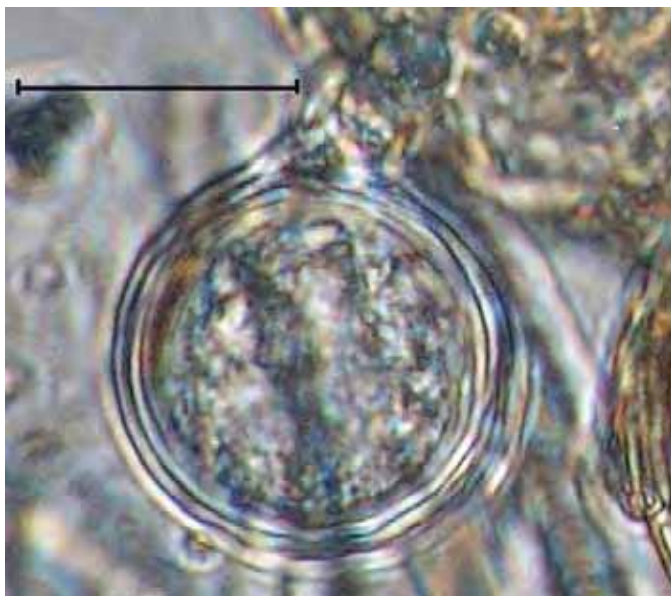


Foto 7.

Oogonium *P. cactorum* - oogonium s paragynným anterídiem uchyceným k oogoniálnej stopke, mēřítko 20 μm (foto KYSELÁKOVÁ)
Oogonium with paragynous antheridium, affixed to the oogonial stalk

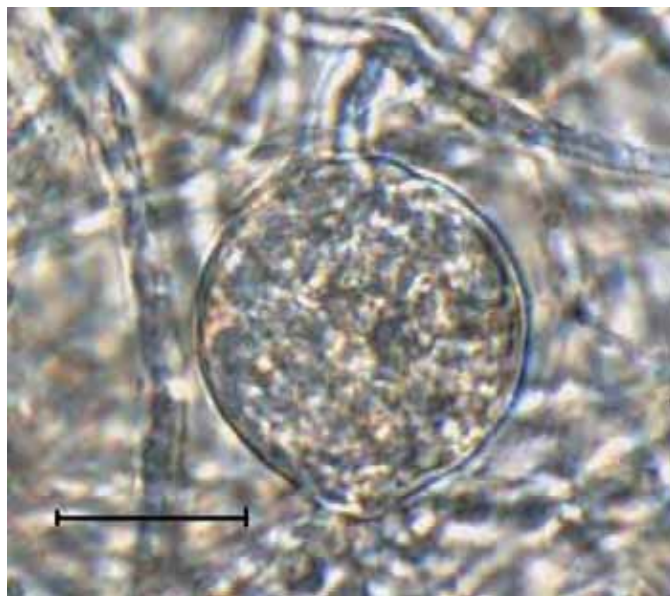


Foto 8.

Sporangium *P. citricola* - semipapilátné neopadávé sporangium, mēřítko 20 μm (foto Kyseláková)
Semipapillate noncaducous sporangium



Foto 9.

Oogonium *P. citricola* - oogonium s deformovaným paragynným anterídiem uchyceným blízko oogoniálnej stopky, mēřítko 20 μm (foto KYSELÁKOVÁ)
Oogonium with misshaped paragynous antheridium, affixed near the oogonial stalk

LITERATURA

- BALCI Y. 2004. *Phytophthora* diseases of oak in Europe. In: Proceedings, XV USDA Interagency Research Forum on Gypsy Moth and Other Invasive Species: 4-5.
- BALCI Y., HALMSCHLAGER E. 2003. *Phytophthora* species in oak ecosystems in Turkey and their association with declining oak trees. *Plant Pathology*, 52: 694-702.
- BUSH E. A., STROMBERG E. L., HONG CH., RICHARDSON P., KONG P. 2006. Illustration of key morphological characteristics of *Phytophthora* species identified in Virginia Nursery Irrigation Water. *Plant Health progress. Plant Management Network*. Published in 21 June 2006. 10.
- COOKE D. E. L., SCHENA L., CACCIOLA S. O. 2007. Tools to detect, identify and monitor *Phytophthora* species in natural ecosystems. *Journal of Plant Pathology*: 89/1: 13-28.
- ERWIN D. C., RIBEIRO O. K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA, APS Press: 562.
- DESPREZ-LOUSTEAU M., MARÇAIS B., NAGELEISEN L.-M., PIOUS D., VANNI NI A. 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Ann. For. Sci.*, 63: 597-612.
- DRENTH A., SENDALL B. 2001. Practical guide to detection and identification of *Phytophthora*. Brisbane, Australia, CRC for Tropical Plant Protection: 41 s.
- GALLEGLY M. E., HONG CH. 2008. *Phytophthora*, identifying species by morphology and DNA fingerprints. The American Phytopathological Society, St.: 158.
- GARBELOTTO M., DAVIDSON J. M., IVORS K., MALONEY P. E., HUBER-LI D., KOIKE S. T., RIZZO D. M. 2003. Nonoak native plants are main hosts for sudden oak death pathogen in California. *California Agriculture*, 57: 18-23.
- HANSEN E. M. 2008. Alien forest pathogens: *Phytophthora* species are changing world forests. *Boreal Env. Res.*, 13: 33-41.
- HANSEN E., DELATOUR C. 1999. *Phytophthora* species in oak forest of North-East France. *Ann. For. Sci.*, 56: 539-547.
- HANSEN E., DELATOUR C. 1999. *Phytophthora* in a French oak forest. In: IUFRO Working Party 4. 2. 09. Proceedings from the First International Meeting on *Phytophthoras* in Forest and Wildland Ecosystems, Grants Pass, Oregon USA. *Phytophthora Diseases of Forest Trees*: 116-117.
- HARTMANN G., BLANK R., LEWARK S. 1989. Eichensterben in Norddeutschland: Verbreitung, Schadbilder, mögliche Ursachen. *Forst und Holz*, 44: 475-487.
- HARTMANN G., BLANK R. 1992. Winterfrost, Kahlfrass und Prachtkäpferbefall als Faktoren im Ursachenkomplex des Eichensterbens in Nord-deutschland. *Forst und Holz*, 47: 443-452.
- HARTMANN G. 1995. Wurzelhalsfaule der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) - Eine bisher unbekannte Pilzkrankheit durch *Phytophthora cambivora*. [Collar rot of common alder caused by *Phytophthora cambivora*.] *Forst und Holz*, 50: 555-557.
- JÖNSSON U. 2004. *Phytophthora* and oak decline – impact on seedlings and mature trees in forest soils. Academic dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Ecology, in Blå Hallen at the Department of Ecology, Ecology Building, Sölvegatan 37, Lund, by permission of the Faculty of Natural Sciences of the University of Lund.
- JUNG T. 2003. *Phytophthora quercina*. European and Mediterranean Plant Protection Organization Draft, Data Sheets on Quarantine Pests.
- JUNG T., BLASCHKE H., NEUMANN P. 1996. Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. *Eur. J. For. Path.*, 26: 253-272. ISSN 0300-1237.
- JUNG T., BLASCHKE H., OSSWALD W. 2000. Involvement of soil-borne *Phytophthora* species in central European oak decline and the effect of site factors on the disease. *Plant Pathology*, 49: 706-718.
- JUNG T., NECHWATAL J., COOKE D. E. L., HARTMANN G., BLASCHKE M., OBWALD W. F., DUNCAN J. M., DELATOUR C. 2003. *Phytophthora pseudosyringae* sp. nov., a new species causing root and collar rot of deciduous tree species in Europe. *Mycological Research*, 107: 772-789.
- KOX L., DE GRUYTER H., GARBELOTTO M., VAN BROUWERSHAVEN I., ADMIRAAL J., BAAYEN R. 2002. Validation of a PCR method for detection and identification of *Phytophthora ramorum*. Poster abstract. Sudden oak death science symposium, Monterey, California.
- LILJA A., KOKKOLA M., HANTULA J., PARIKKA P. 2006. *Phytophthora* spp. a new threat to tree seedlings and trees. *Aktuell fra Skogforskningen*, 1-06: 48-53.
- MARTIN F. N., TOOLEY P., BLOMQUIST C. 2004. Molecular detection of *Phytophthora ramorum*, the causal agent of sudden oak death in California, and two additional species commonly recovered from diseased plant material. *Phytopathology*, 94: 621-631.
- MARÇAIS B., DUPUIS F., DESPREZ-LOUSTEAU M. L. 1993. Influence of water stress on the susceptibility of red oak (*Quercus rubra* L.) to *Phytophthora cinnamomi* Rands. *Eur. J. For. Path.*, 23: 295-305.
- MARÇAIS B., DUPUIS F., DESPREZ-LOUSTEAU M. L. 1996. Susceptibility of the *Quercus rubra* root system to *Phytophthora cinnamomi*; comparisons with chestnut and other oak species. *European Journal of Forest Pathology*, 26: 133-143.
- MOREIRA A. C., FERRAZ J. F. P., CLEGG J. 2000. The involvement of *Phytophthora cinnamomi* in cork and holm oak decline in Portugal. In: Hansen E. M., Sutton W. (eds.): First Int. Meeting on *Phytophthoras* in Forest and Wildland Ecosystems, Grand Pass, OR, USA, August 30 – September 3, 1999. s. 132-135.
- OSZAKO T. 2000. Oak declines in Europe's forest – history, causes and hypothesis. In: Oszako T., Delatour C. (eds.): Recent advances on oak health in Europe. Warsaw, Poland, Forest Research Institute: 11-40.
- ROBIN C., CAPRON G., DESPREZ-LOUSTEAU M. L. 2001. Root infection by *Phytophthora cinnamomi* in seedlings of three oak species. *Plant Pathology*, 50: 708-716.
- SANCHEZ M. E., CAETANO P., FERRAZ J., TRAPERO A. 2002. *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in south-western Spain. *Forest Pathology*, 32: 5-18.
- SCHLAG M. G. 1994. Das europäische 'Eichensterben' und seine Ursachen – von einem phytopathologischen Standpunkt aus gesehen. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 111: 243-266.
- THEMANN K., WERRES S. 2008. Guidelines for the handling of the *Rhododendron* leaf test to detect *Phytophthora* spp. in root, soil and water samples. Braunschweig, Julius Kühn Institut (JKI) - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau und Forst: 5 s.
- WATERHOUSE G. M., 1963. Key to the species of *Phytophthora* (De Bary). *Mycol Papers*, 92: 1-22.

PHYTOPHTHORA SPP. IN OAK THICKETS

SUMMARY

The aim of our work was to determine presence of *Phytophthora* spp. on oak trees (*Quercus petraea*, *Quercus robur*). *Phytophthora* spp. is an important plant pathogen that can cause serious damage in forestry. Evaluation of symptoms was provided for two years. There were 25-year-old trees of five localities (Plasy, Netolice, Malenovice, Troubky, Tvrdonice) evaluated. For the identification of the mentioned pathogen exudate on the bottom parts of the trunk was observed, as well as occurrence of small and yellow leaves in upper part of crown, and marked nervation of leaves.

Overall, three sampling procedures were provided within the period from May 2008 to July 2009. Samples of soil rhizosphere were taken around declining tree at a distance approximately 1 m and at a depth of 30 cm. For detection of *Phytophthora* spp. methods like direct isolation from infected rootlets and baiting method of leaf tissues were used.

The 2008 results of experiments proved presence of *Phytophthora* spp. in all the localities except for the Plasy locality. *Phytophthora* spp. was observed in 26 cases of 67 samples whereas in the year 2009 in 35 cases of 80 samples. The presence of *Phytophthora* spp. in the year 2009 was proven in the some localities as in the year preceding. There were four species of *Phytophthora* spp. determined: *Phytophthora quercina* in the localities Troubky, Tvrdonice and Netolice, *P. citricola* in the localities Malenovice, Troubky and Tvrdonice, *P. syringae* in the localities Malenovice and Netolice and *P. cactorum* in the localities Malenovice and Tvrdonice.

According to the present research no *Phytophthora* spp. should be found in 25-year-old oak stand, however, our findings in these stands presence of *Phytophthora* spp. confirmed.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jolana Kyseláková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice
Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice, Česká republika
tel.: 572 420 916; e-mail: kyselakova@vulhmuh.cz

HISTORICKÉ GRADACE BEKYNĚ MNIŠKY (*LYMANTRIA MONACHA* L.) NA ÚZEMÍ VOJENSKÉHO ÚJEZDU BRDY

HISTORICAL OUTBREAKS OF *LYMANTRIA MONACHA* L. IN THE TERRITORY OF THE BRDY MOUNTAINS

HANA UHLÍKOVÁ - OTO NAKLÁDAL

Katedra ochrany lesa a myslivosti, Fakulta lesnická a dřevařská, ČZU Praha

ABSTRACT

The survey of historical data about *Lymantria monacha* L. outbreaks in the Brdy Mountains was processed for purpose of dendrochronological research. Eight greater outbreaks occurred in the past which led to total defoliation in some stands. The first record of *Lymantria monacha* outbreak in this area was observed in the second half of 1800s, the last outbreak in this area was in the years 1993 - 1995.

Klíčová slova: *Lymantria monacha*, historické gradace, Brdy, Česká republika

Key words: *Lymantria monacha*, historical outbreaks, Brdy Mountains, Czech Republic

ÚVOD

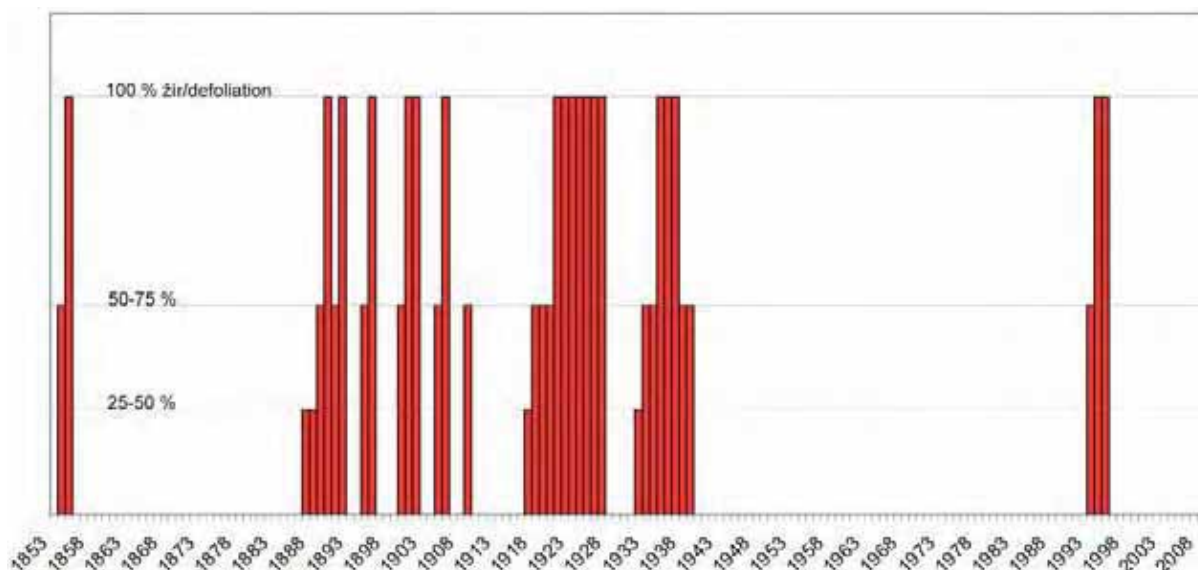
Bekyně mniška (*Lymantria monacha* L.) je polyfág na jehličnatých a listnatých dřevinách. Vyskytuje se především na smrku, borovici a modřínu, ale při kalamitním přemnožení napadá také většinu ostatních dřevin a dokáže způsobit v lesích rozsáhlé holozírny. Přestože se mniška projevuje jako vážný lesní škůdce nejen v České republice, existuje velice málo studií, které by v dlouhodobém časovém horizontu hodnotily její gradace. Většinou se jedná pouze o krátkodobé sekvence popisující průběh a rozsah konkrétní gradace. V rámci ČR to byli např. BLÁŽEK (1932), MOKRÝ (1923), LIŠKA, ŠRŮTKA (1994), v Polsku WELLENSTEIN (1942), v Německu ALTENKIRCH (1986) nebo v Dánsku BEJER (1986). Dále se lze setkat se zhodnocením stavu v daném roce a prognózy do let dalších (LIŠKA, ŠRŮTKA 1995, LIŠKA 1996, 1999, ZAHRADNÍK et al. 1995 aj.), případně se studiemi, které sledují rozšíření a početnost pomocí feromonových pastí (CESCATTI, BATTISTI 1992). Určitý přehled gradací v České republice udává např. ŠVESTKA (1998). Nejrozsáhlejší dílo, které se zabývá bekyní mniškou, je práce KOMÁRKA (1931) týkající se největší mniškové kalamity v letech 1917 - 1927 v České republice. Typickými gradačními oblastmi u nás jsou okraje Plzeňské kotliny, Křivoklátsko, Rakovnícko, Brdy, Posázaví, Českomoravská vrchovina, Písecko, Jindřichohradecko a Jemnicko (ŠVESTKA et al. 1996). Jednou z klíčových oblastí v České republice, kde mniška zpravidla začíná gradovat, jsou centrální Brdy, ale i tady podrobnější studie k jejím gradacím dosud chybí.

CÍL A METODIKA

Cílem práce bylo zmapovat veškeré historické gradace bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) na území vojenského újezdu Brdy tak, aby bylo možno nadále získaná data pohotově využít. Vzhledem k tomu, že jsou Brdy považovány v rámci České republiky jako jedno z primárních žirovišť bekyně mnišky, budou tato data dále využita pro různé prognózy a analýzy (např. rekonstrukce flukтуаčních cyklů atd.).

Při získávání historických údajů o gradacích bekyně mnišky se spolupracovalo s divizí VLS Hořovice, s lesní správou Jince, Strašice, Mirošov, Nepomuk a Obecnice. Všechny uvedené instituce byly navštíveny osobně (některé i opakovaně) s cílem získat veškeré dostupné informace o mnišce. Byly okopírovány nebo nafoceny především údaje z kronik (např. Anonymous 1939, 1999, Anonymous a, b), zápisy z jednání, mapy a jednotlivé formuláře různých typů kontrol bekyně mnišky. Neméně důležitá byla i ústní sdělení zaměstnanců. Dále byl navštíven archiv ÚHUL ve Staré Boleslavi a archiv ÚHUL v Brandýse nad Labem. Zde byly prohledány veškeré historické průzkumy, které se dané oblasti týkaly. Také byl zkontaktován Městský úřad v Rokycanech. Zároveň byla hledána data v časopisech (ŽÁN 1994, LIŠKA 1996, 1999, ŠKODA, FRANK 1996, LIŠKA, ŠRŮTKA 1994, 1995, 1997, ŠRŮTKA 1996, ZAHRADNÍK et al. 1995) a knihách (MOKRÝ 1923, KOMÁREK 1931, KAZIMOUR 1933, KUDLER 1954, HOŠEK 1981, INEMAN 1998, ŠEFL 2005, ŠTASTNÝ et al. 2006).

Ze všech dostupných informací z výše uvedených zdrojů byla sestavena databáze v programu MS Excel. Celkem zahrnuje 67 údajů o výskytu mnišky na území Brd. V databázi byl každý záznam výskytu podrobně rozepsán do 14 podrobnějších údajů: rok, období, LHC/LS, velkostatek, revír, konkrétně (porost, oddělení), plocha žíru, stupeň výskytu, intenzita žíru, velikost těžby, dřeviny, stáří porostu, poznámka a zdroj. Do kolonky Rok se zazname-



Obr. 1.

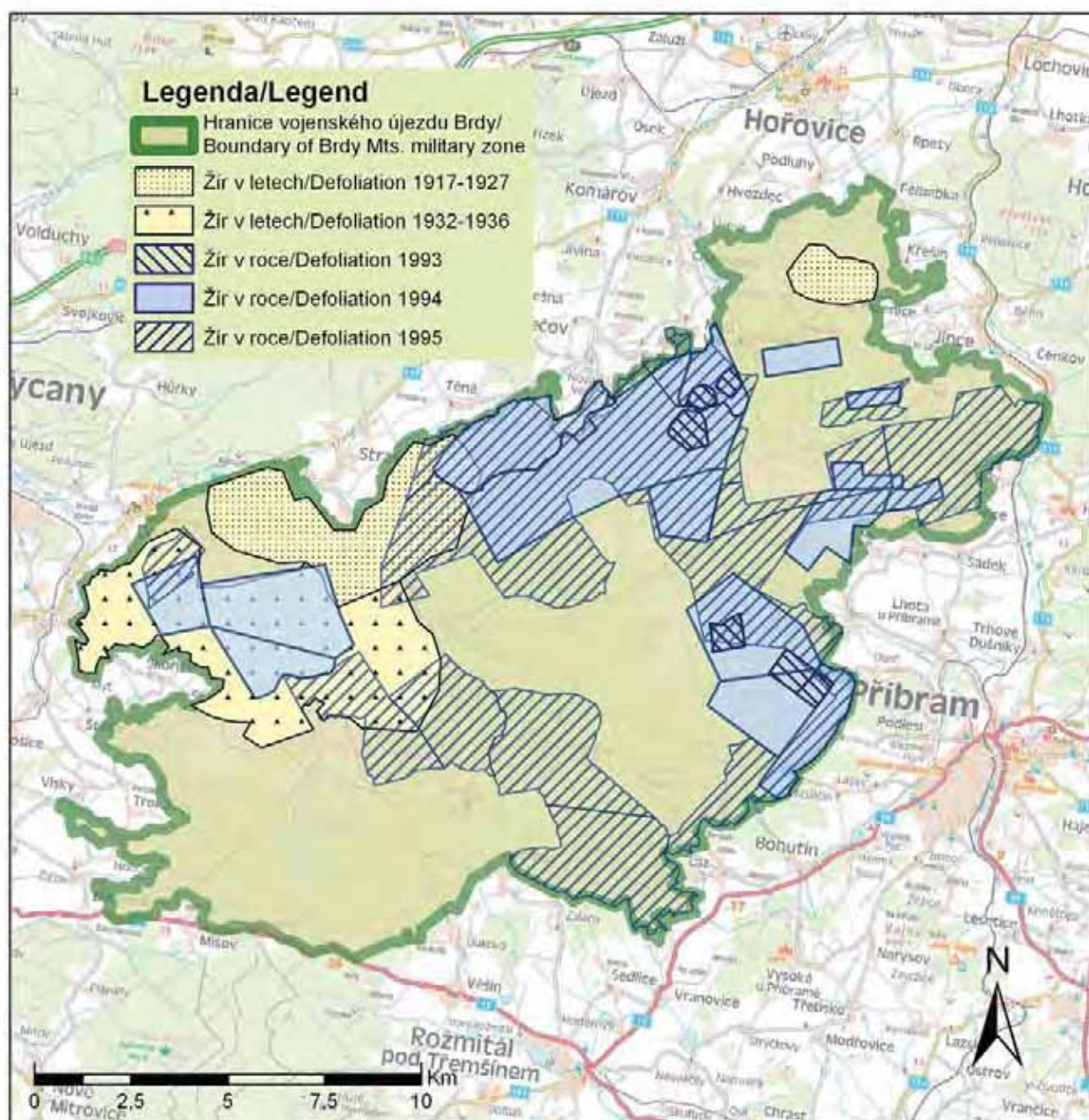
Časové distribuce gradací a intenzity žírů bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) v oblasti vojenského újezdu Brdy
 Years of recorded nun moth (*Lymantria monacha* L.) outbreaks and defoliation intensity in the Brdy Mts. military zone

nává přesné časové určení výskytu mnišky. Často nejsou uvedeny konkrétní roky, ale pouze rozmezí let výskytu. Takováto informace byla zapsána do kolonky Období. Kolonky LHC/LS, Velkostatek, Revír slouží k lokalizaci výskytu. Pokud se najde přesná lokalizace výskytu (např. víme konkrétní oddělení či porosty), zaznamená se do sloupce Konkrétně (porost, oddělení). Zaznamenaná Plocha žíru v hektarech se vztahuje zároveň ke Stupni výskytu. Informace o stupni výskytu jsou v primárních zdrojích poměrně variabilní (někdy také velice strohé). Z tohoto důvodu byla vytvořena kolonka Intenzita, do které se každému řádku po pečlivém přezkoumání přidala hodnota intenzity. Hodnotu 1 mají údaje, u nichž bylo zřejmé, že došlo k holožír. Hodnotu 2 dostaly řádky se silným žírem (resp. 25 - 70 %). Hodnotu 3 získaly údaje, které říkaly, že došlo k slabému žíru. U údajů, u nichž nebylo možné určit stupeň intenzity, je uvedeno x. Do sloupce Vytěženo byl zapsán objem vytěženého dřeva, tedy pouze v tom případě, že bylo zřejmé, že tento objem je čistě z mniškového dříví. Pokud bylo zjištěno, na jakých dřevinách žír probíhal a případně, jak starých porostů se týkal, uvedly se do sloupců Dřevina a Stáří porostu. Do kolonky Poznámky se vepisují veškeré další zajímavé informace o výskytu mnišky. Neméně důležitá informace je, z jakého zdroje byl údaj získán, k čemuž slouží kolonka Zdroj.

Na základě vytvořené databáze vznikl graf a mapa historických gradací v oblasti vojenského újezdu Brdy (obr. 1 a 2).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Podle dochovaných zpráv je znám první výskyt bekyně mnišky v oblasti Brd z poloviny 50. let 19. století. Druhá vlna mniškových kalamit začala v roce 1887 (ŠEFL 2005). V této době zde mniška byla na vzestupu a bylo zaznamenáno několik invazí, které vyvrcholily v letech 1892, 1896, 1901 a 1906. V roce 1909 byl zaznamenán zvýšený výskyt v tehdejší obecní revíru na smrkových porostech III. třídy (NOVÁK 1967a). Další záznamy hovoří o mnišce v období 1917 - 1927, kdy celou Českou republiku zasáhla největší mnišková kalamita v Čechách. Žír započal v porostech u Ohrazenice, v okolí Chaloupek a Hrachovišť. Holožír pokračoval jižně od Zaječova směrem na Okrouhlík, dále k obci Těně a v prostoru Tiského potoka na kótu Lipovsko k hájovně Amerika, k údolí Padrtského potoka přes severní svah kóty Kamenná a údolím Padrtského potoka a potoka Ledného k Dobřív. Z lokality u Běbrovny bylo vidět až na Dobřív. Po holožír zmizely lesy z východních straní v údolí Černého potoka mezi Strašicemi a Dobřívem (ŠEFL 2005). V roce 1918 byla zjištěna mniška na obecní revíru a to na ploše 48 ha. K rozsáhlé mniškové kalamitě došlo v letech 1919 - 1923 na hořovickém velkostatku. Žír vyvrcholil v roce 1921 a ve stejném roce mnišku zasáhla polyedrie. Žír zasáhl v největší míře polesí Sokolovice, kde vzniklo 329,05 ha holožír a 49,95 ha porostů bylo žírem silně proředěno. Celkem zde padlo v důsledku žíru 89 000 plm dřeva. V revíru Bezdědice to bylo 3 100 plm dřevní hmoty. Celkem zde vzniklo 59,94 ha holožír a 12,71 ha proředěných porostů (NOVÁK 1967b). V kronice z let 1933 - 1939 LS Strašice se píše o holožírech mnišky ve 20. letech 20. stol (Anonymous 1939). Bohužel konkrétní kroniku z 20. let se nepodařilo dohledat. V letech 1932 - 1936 se mniška přemnožila na celé LS Mirošov. Díky holožír bylo tenkrát vidět od obce Skořice na vrch Kamenná (ústní sdělení p. Bejček z LS Mirošov 2008). V letech 1934 - 1940 se vyskytla mniška v hořovických lesích,



Obr. 2.

Prostorová distribuce gradací bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) na území vojenského újezdu Brdy
Spatial outbreaks distribution of nun moth (*Lymantria monacha* L.) in the Brdy Mts. military zone

přestože už v mnohem menší míře než v předchozích invazích. Její výskyt dosáhl maxima v roce 1936. Ohnisko výskytu leželo opět v polesí Sokolovice v odd. 35 - 43 a mělo výměru jen asi 22 ha. Slabě ovšem byla postižena celá plocha velkostatku o rozloze 3 800 ha (Novák 1967b). Poté se mniška na dlouhých padesát let odmlčela a objevila se až při velkém přemnožení v letech 1993 - 1995. První ohniska žíru byla v roce 1993 zaregistrována na území LS Jince a Obecnice, kde došlo dokonce k lokálním holožírům v modřínových porostech. Na základě následně provedených kontrol feromonovými pastmi, Wellensteino-ovou metodou a pochůzkovou metodou byl zmapován plošný výskyt

bekyně mnišky v Brdské oblasti a hustota její populace. Podle metodiky Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., byly lokality jejího výskytu rozděleny do třech kategorií: „A“ = lokality s kritickým stavem škůdce s očekávaným žírem 70 % listové plochy a silnější, „B“ = lokality se zvýšeným stavem škůdce s očekávanými žíry do 70 % a „C“ lokality s mírně zvýšeným stavem škůdce, s očekávanými slabými žíry, přesto gradací populace (ŠKODA 1993). Na základě tohoto rozdělení byl v následujícím roce 1994 proveden letecký chemický zásah proti mnišce na celkové ploše 5 998 ha, z toho na 3 277 ha s kalami-tním a kritickým stavem škůdce. Po vyhodnocení tohoto

zásahu bylo zřejmé, že rok 1995 bude rokem gradace bekyně mnišky v Brdské oblasti VLS. V roce 1995 byl proveden letecký zásah na ploše 9 100 ha. Po podrobném venkovním šetření bylo rozhodnuto opakovat v tomto roce chemický zásah na ploše 500 ha u LS Jince, Obecnice a Nepomuk. Jarní výsledky lepopování v roce 1996 ukázaly, že mniška je opět na základním stavu (ŠKODA, FRANK 1995).

Na základě databáze výskytu mnišky v Brdech byl vytvořen graf (obr. 1). Na ose *x* jsou uvedeny jednotlivé roky a na ose *y* je vynesena výše mniškového žíru. Nejvyšší sloupce znamenají holožír, poloviční sloupce silný žír a nejmenší sloupce představují slabý žír. První zmínka o mnišce v Brdech pochází z 50. let 19. století. Nejdéle trvající holožíry spadají do období 20. let 20. století. Pravděpodobně největší mniškovou kalamitou v Brdech byla ta z 90. let minulého století, kterou se podařilo nakonec zdolat leteckými postřiky, přestože v rámci celé České republiky byla největší mnišková kalamita v letech 1917 - 1927.

Mapa (obr. 2) znázorňuje některé historické gradace v Brdech, přesněji řečeno gradace od roku 1917 do současnosti. Do mapy nebylo možné zanést všechny zjištěné gradace na území vojenského újezdu Brdy, protože u některých přemnožení (zejména z 19. století a začátku 20. století) nebylo možné zjistit přesnou lokalizaci.

ZÁVĚR

Na území vojenského újezdu Brdy proběhlo v historii osm větších gradací bekyně mnišky, při nichž vznikly holožíry. První výskyt bekyně mnišky v oblasti Brd byl zaznamenán v polovině 50. let 19. století (ŠEFL 2005). Poslední gradace mnišky na tomto území byla v letech 1993 - 1995. Přesná lokalizace distribuce gradací mnišky se dá zjistit až od roku 1917. Dřívější údaje, především z 19. století, se většinou sumárně vztahují k jednotlivým velkostatkům. Nejdéle trvající gradace spadají do období 20. let 20. století. Zřejmě největší mniškovou kalamitou v Brdech byla ta z 90. let 20. století, kterou se podařilo nakonec, s velkým nasazením, zdolat leteckými postřiky.

Poděkování:

Poděkování patří zaměstnancům divize VLS ČR, Hořovice, zvláště panu Ing. P. Frankovi, Ing. V. Pernégrovi a historiku panu J. Šeflovi, za vstřícný přístup při poskytování informací. Tato práce vznikla za podpory projektů IGA 200843150010 „Využití historických dat o prostorové distribuci bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) v oblasti Brd pro zhodnocení rizika gradací“ a NAZV-QH71094 „Využití dendrochronologie na rekonstrukci fluktuálních cyklů bekyně mnišky a bekyně velkohlavé ve střední Evropě“.

LITERATURA

- ALTENKIRCH W. 1986. Die Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Nord-westdeutschland 1977 - 1980. Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 59: 67-74.
- Anonymous 1939. Pamětní kniha vojenské lesní správy Strašice 1933 - 1939. Kronika depon. In LS Strašice.
- Anonymous 1999. Kronika vojenských lesů Strašice 1972 - 1999. Kronika depon. In LS Strašice.

- Anonymous a. Kronika vojenských lesů Jince. Kronika depon. In LS Jince.
- Anonymous b. Pamětní kniha LS Obecnice. Kronika depon. In LS Obecnice.
- BEJER B. 1986. Outbreaks of nun moth (*Lymantria monacha* L.) in Denmark with remarks on their control. Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 59: 86-89.
- BLÁŽEK F., DYK A., GERL F., IRMANN K., KOMÁREK J., MALEC J., MALLAT J., PFEFFER A., RAŠEK J., SEKANINA J., SIGOMOND J., STRAŇÁK F., ŠKVÁŘIL J., VODA S., VRABEC J. Situační zpráva o mnišce za r. 1932. Tábor, Knihotiskárna Petra Franka 1932: 27 s.
- CESCATTI A., BATTISTI A. 1992. Distribution and ecology of *Lymantria monacha* L. and *Cephalcia* ssp. in non-outbreak areas of Trentino Italy. Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umwelt-schutz, 65: 92-99.
- HOŠEK E. 1981. Studie o výskytu kalamit na území ČSR od roku 1900. Brandýs nad Labem, Lesprojekt, ústav inženýrské činnosti: 105 s.
- INEMAN J. 1998. 70 let vojenských lesů a statků Hořovice. VLS ČR státní podnik, divize Hořovice. 78 s.
- KAZIMOUR J. 1933. Státní péče o lesy v Čechách v letech 1754 - 1852, část 1. do válek napoleonských. Praha, Československé zemědělské muzeum: 169 s.
- KOMÁREK J. 1931. Mnišková kalamita v letech 1917 - 1927. In: Sborník Výzkumných ústavů zemědělských ČSR: 1-256 + 4 mapy.
- KUDLER J. 1954. Mniška a boj proti ní. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 50 s.
- LIŠKA J. 1996. Bekyně mniška – vývoj přemnožení v roce 1996 a prognóza na rok 1997. Zpravodaj ochrany lesa, č. 3, s. 16-17.
- LIŠKA J. 1999. Listožravý hmyz, s. 21-27. In: Kolektiv LOS VÚLHM (eds): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 1998 a jejich očekávaný stav v roce 1999. Zpravodaj ochrany lesa, Suppl. 1: 62 s. + 2 přílohy.
- LIŠKA J., ŠRŮTKA P. 1994. K nebezpečí velkoplošné gradace bekyně mnišky. Zpravodaj ochrany lesa, č. 1, s. 7-8.
- LIŠKA J., ŠRŮTKA P. 1995. Bekyně mniška – stav v roce 1994 a prognóza vývoje v roce 1995. Zpravodaj ochrany lesa, č. 2, s. 3-7.
- LIŠKA J., ŠRŮTKA, P. 1997. Některé zajímavé bionomické a gradologické aspekty přemnožení bekyně mnišky (*Lymantria monacha*) v českých zemích v letech 1993 - 1996. Zprávy lesnického výzkumu, 42/3: 16-20.
- MOKRÝ T. 1923. Z mých zkušeností o bekyni sosnové. Písek, vlastním nákladem: 79 s.
- NOVÁK A. 1967a. Historický průzkum lesů LHC Sokolovice, Hluboš a Příbram, LZ Příbram. Praha, ÚHUL Zvolen, pobočka Ďáblice: 794 s. + přílohy.
- NOVÁK A. 1967b. Historický průzkum lesů LHC Sokolovice, Hluboš a Příbram, LZ Příbram, díl 1. Praha, ÚHUL Zvolen, pobočka Ďáblice: 325 s. + přílohy.
- ŠEFL J. 2005. Povídání o Brdech. In: Sborník Muzea Dr. Bohuslava Horáka Rokycany, Suppl. L. Příroda 3/2004. Rokycany, Muzeum Dr. Bohuslava Horáka: 121 s.
- ŠKODA A. 1993. Žádost o vyjádření k leteckému ošetření porostů proti kalamitnímu škůdci bekyni mnišce u VLS Hořovice o. z. v oblasti Brd. Sep. Depon. In VLS Hořovice, 3 s.
- ŠKODA A., FRANK P. 1995. Zkušenosti o. z. VLS Hořovice v boji proti kalamitnímu škůdci bekyni mnišce. Sep. Depon. In VLS Hořovice, 5 s.
- ŠKODA A., FRANK P. 1996. Bekyně mniška v brdských lesích neuspěla. Zkušenosti o. z. VLS Hořovice v boji proti bekyni mnišce. Lesnická práce, 11: 397-399.

- ŠRŮTKA P. 1996. Kombinovaný vliv insekticidního zásahu a přirozených nepřátel na gradující mnišku. Zpravodaj ochrany lesa, č. 3, s. 18-19.
- ŠTASTNÝ V., HRACHOVÁ H., UHERSKÝ M., KRAFT J., KRAFT P., ŽÁN M. 2006. Vrch Ždár u Rokycan. Grafart Studio: 140 s.
- ŠVESTKA M. 1998. Ohlédnutí za gradacemi bekyně mnišky. Lesnická práce, 12: 452-454.
- ŠVESTKA M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V. 1996. Praktické metody v ochraně lesa. Praha, Silva Regina: 309 s.
- WELLENSTEIN G. 1942. Die Nonne in Ostpreußen (1933 - 1937). Freilandstudien der Waldstation für Schädlingbekämpfung in Jagdhaus Rominten. Berlin, Parey: 682 s.
- ZAHRADNÍK P., ŠRŮTKA P., LIŠKA J., KNÍŽEK M., KAPITOLA P., DIVÍŠ K. 1995. Přehled výskytu lesních škodlivých činitelů v roce 1994 a jejich očekávaný stav v roce 1995. Zpravodaj ochrany lesa, Suppl.: 18 s. + 37 příloh.
- ŽÁN M. 1994. Návrat bekyně mnišky na Rokycansko. Rokycany, Tilia, 2/3: 16-20.

HISTORICAL OUTBREAKS OF *LYMANTRIA MONACHA* L. IN THE TERRITORY OF THE BRDY MOUNTAINS

SUMMARY

Nun moth (*Lymantria monacha* L.) is strongly polyphagous pest feeding on conifers and broadleaves. Spruce, larch and pine are typical host plants but nun moth also causes extensive defoliations of other tree species during its outbreaks. Despite the fact that nun moth caused huge damages several times in managed forests, no complex reliable study evaluating its outbreaks exists in the Czech Republic. Only single regional outbreaks are described.

According to published data Křivoklát, Rakovník, Písek, Jindřichův Hradec and Jemnice areas, southern part of the Brdy Mountains, Posázaví region, Českomoravská vrchovina uplands, Plzeňská kotlina territory are typical outbreak regions of nun moth (*Lymantria monacha* L.) in the Czech Republic. Furthermore the Brdy Mountains are a region with the first seasonal outbreak. The aim of this contribution was to summarize known outbreaks in the Brdy Mountains as a base for consequential studies (prognosis, reconstruction of fluctuation cycles etc.). Following the data from books, journals and from local sources (chronicles and record keepings of Jince, Strašice, Mirošov, Nepomuk and Obecnice forest districts) were used to establishing of nun moth outbreaks database.

Eight significant nun moth outbreaks were recorded in the Brdy Mountains. The first recorded total defoliation is known from the second half of the 19th century and the last one appeared in 1993 - 1995 in this area. Considering the historical data there is a problem with exact localization of defoliated sites before 1917 because these data are mostly associated with whole forest districts. The outbreak that appeared in the 1920s was the longest period. Probably the largest outbreak in the Brdy Mountains was that from the 1990s (despite the fact that the outbreak from 1917 - 1927 was the largest in the Czech Republic) which was stopped by aerial spraying.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Hana Uhlíková, Katedra ochrany lesa a myslivosti, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita
Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 382 570; e-mail: uhlíkova@fld.czu.cz

EKONOMIKA OBHOSPODAŘOVÁNÍ LESNÍCH MAJETKŮ

ECONOMICS OF FOREST PROPERTIES MANAGEMENT

JOSEF LENOCH
MZLU Brno

ABSTRACT

The work deals with a methodology proposal of forest enterprise special financial analysis as well as with a new methodology of forest properties financial analysis which would determine, more exactly and objectively than any other method, the quality and expertise of forest property economic management. The forest management economics comprehends forest as the so-called forest capital of forest enterprise that can create an economic profit if connected with the so-called utility capital of forest enterprise and with human labour. The so-called forestry adjusted net profit total of forestry company is processed and used that balances the various forestry activities under the annual performance of forestry and marketing plan taking into account changes in the valuation of operating capital forestry company. The work follows possibilities of forest properties economics for securing their viability and competitiveness for sustainable development at present conditions.

Klíčová slova: les, lesní majetek, lesní podnik, ekonomika lesního podniku, management lesního podniku, finanční analýza lesního podniku, ekonomická životaschopnost, ekonomická konkurenceschopnost, trvale udržitelný rozvoj

Key words: forest, forest property, forest enterprise, forest enterprise economics, forest enterprise management, financial analysis of forest enterprise, economic viability, economic competitiveness, sustainable development

ÚVOD

Les je přirozenou součástí naší kulturní krajiny, je pro nás zdrojem dřevní suroviny a zajišťuje mnoho dalších funkcí, které úzce souvisí s vývojem a fungováním přírodních ekosystémů. Význam lesa pro lidskou společnost spočívá v poskytování obnovitelných přírodních zdrojů a vytváření základního životního prostoru. Les je přírodním bohatstvím společnosti, ale současně také majetkem, který má konkrétního vlastníka. Zájmy společnosti mohou být v porovnání se zájmy vlastníka v celé škále: od shodných, přes odlišné až k protichůdným. Dá se obecně uvést, že zájmy společnosti kladou důraz zejména na ekologickou stránku a celospolečenské funkce. Oproti tomu zájmem vlastníka bývá zcela pochopitelně i ekonomické hledisko, neboť je přirozené, že vlastnictví majetku existuje za účelem dosahování zisku.

Zajištění trvale udržitelného rozvoje lesního hospodářství předpokládá zajištění také dlouhodobé ekonomické soběstačnosti a konkurenceschopnosti lesních majetků. To si zase vyžaduje ekonomický přístup k vlastnictví a obhospodařování lesa od jejich majitelů. Žijeme už dvacet let v tržní demokracii, kde většina podnikatelských aktivit člověka je dána tržním přístupem k vlastnictví a obhospodařování majetku tj. i lesních majetků. Tento základní atribut činnosti člověka je třeba respektovat i v lesnictví.

Základní prioritou vývoje lesního hospodářství České republiky je trvale udržitelný rozvoj lesa a lesního hospodářství. Trvale udržitelný rozvoj je podle Deklarace vídeňského summitu pro život lesů, vídeňské rezoluce (Ministerská konference o ochraně evropských lesů MCPFE, Vídeň, 27. - 29. 4. 2003) postaven na třech pilířích, které představují: skupinu ekonomických funkcí lesa, skupinu ekologických funkcí lesa a skupinu sociálních funkcí lesa. Strategie-

kým cílem skupiny ekonomických funkcí lesa je dlouhodobé zlepšování ekonomické životaschopnosti a konkurenceschopnosti lesního hospodářství.

Základní požadavky na zajištění ekologických a sociálních funkcí lesa vlastníkově lesa, lesnímu správci a osobě provádějící lesnické činnosti ukládá platná legislativa České republiky, která tímto vytváří základní rámec pro zajištění trvale udržitelného rozvoje lesa a lesního hospodářství v oblasti ekologických a sociálních funkcí lesa. Jejich základní zajišťování je tedy dáno legislativně a každý, kdo by tato pravidla nerespektoval, porušuje legislativní předpisy. Zajištění základních ekonomických funkcí lesa není legislativně zaručeno a ekonomická stránka obhospodařování lesa je tedy plně v kompetenci vlastníka lesního majetku. Na základě tohoto konstatování lze vytvořit přístup, kdy ekonomicky svobodné nakládání s lesním majetkem při dodržování všech platných legislativních předpisů vytváří podmínky pro zajištění trvale udržitelného rozvoje lesa a lesního hospodářství a to v oblasti ekonomické, ekologické i sociální. To tedy znamená, že vlastník lesa, lesní správce a osoba provádějící lesnické činnosti jsou povinni se řídit platnou legislativou, čímž povinně zajišťují základní rámec ekologických a sociálních funkcí lesa. Veškeré další lesnické činnosti a rozhodování při obhospodařování lesa, které nejsou legislativně omezeny, jsou zcela v jejich svobodném rozhodování, na základě kterého se dosahuje při obhospodařování lesních majetků podnikatelsky zasloužených ekonomických výsledků.

MATERIÁL A METODIKA

Na tento dosavadní tradiční přístup je dnes možno navázat a posunout tuto problematiku dále. Použití tohoto nového přístupu je možné pouze u lesních majetků, které svojí výměrou lesů a složením věkových stupňů splňují tzv. zásadu těžební vyrovnanosti a nepřetržitosti. Ta představuje možnost přibližně vyrovnaného každoročního objemu těžby dřeva. Místo nákladů a výnosů každé jednotlivé porostní skupiny lesa se tak bude posuzovat ekonomika lesního majetku jako celku, a to při vyrovnaných a nepřetržitých lesnických činnostech na jeden rok.

Skutečnost, že tento nový přístup nepracuje s dobou obmýtní a není vázán na systém věkových stupňů, umožňuje jeho použití u mnoha různých podob lesa, a to jak lesa holosečného, výběrného, tak i podroštního. Proto tento nový přístup může najít uplatnění i u lesních majetků, které používají přírodě bližší způsoby obhospodařování lesa, např. les bohatých struktur, výběrný hospodářský způsob, apod.

Les, tj. lesní půda s porostem lesních dřevin, je na trhu sice omezeně, ale přesto směřitelnou komoditou, která má svoji úřední cenu (cenu zjištěnou podle předpisu) a tržní cenu (cenu obvyklou). Vyjádření ekonomického potenciálu lesního majetku prostřednictvím jeho ocenění je svým způsobem poměrně přesné. Tato cena odráží produkční možnosti lesa, okolní trh, místní ekonomické podmínky a aktuální i předpokládanou cenu peněz. K obhospodařování lesa je zapotřebí další majetek, kapitál, který má také určitou cenu na trhu a dá se přesně finančně vyjádřit. Pokud budeme v ukazatelích navrhované metodiky používat v co nejvyšší míře pouze ekonomické parametry vč. jejich kombinací a vyhneme se na nezbytně nutné minimum technickým, typologickým a jiným lesnickým jednotkám, tak lze dojít k používání mnohem objektivnějších metod hodnocení ekonomiky lesního majetku a kvality práce jejího managementu. Pokud budeme vztahovat jednotlivé finanční ukazatele k ocenění lesa a dalšího kapitálu, pak můžeme dosáhnout mnohem objektivnějších výsledků hodnocení ekonomického obhospodařování lesa než dosavadní vztahování finančních ukazatelů na ha lesa či na m³ těžby dřeva.

Speciální finanční analýza lesních podniků představuje soubor metod, které nejsou všeobecně používány v běžné finanční analýze a které jsou zde speciálně zpracovány pro lesní podniky. Pro účely této nové metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků je zavedena substituce:

A) Rozdílné výrobní podmínky, rozdílné přírodní a porostní charakteristiky lesního majetku vyjádříme jeho úřední či tržní cenou. Stanovení úřední či tržní ceny lesního majetku je záležitostí speciálního vědního oboru, a tím je oceňování lesa. Základním kamenem speciální finanční analýzy lesních podniků je reálný a logický předpoklad, že ocenění lesního kapitálu lesního podniku a obslužného kapitálu lesního podniku (tyto pojmy vysvětleny v následujícím odstavci) vytváří finanční ukazatele, které objektivněji než jednotky objemu těžby dřeva či výměry lesa vyjadřují ekonomický potenciál lesního majetku a mnohem přesněji než jiné ekonomické ukazatele vystihují odlišnost výrobních podmínek, přírodních a porostních poměrů. Navíc na rozdíl od technických, fytoecologických, typologických, apod. ukazatelů jsou tyto ukazatele ocenění vyjádřeny v Kč a jsou tudíž dobře použitelné v podílových finančních ukazatelích.

B) V rámci vlastnictví lesa a jeho obhospodařování veškerý majetek tohoto subjektu, tj. lesního podniku pojmenovaný zde jako tzv. celkový kapitál lesního podniku (CKLP), rozdělíme na dvě skupiny:

- 1) Lesní kapitál lesního podniku (LKLP) – který představuje les tj. lesní půdu, lesní porost a vše ostatní, co je přímo a neoddělitelně spojeno s lesem a co se zpravidla k jiným účelům než obhospodařování konkrétního lesního majetku nedá použít (lesní dopravní síť, drobné lesní stavby, apod.).
- 2) Obslužný kapitál lesního podniku (OKLP) – tj. ostatní majetek, který není lesním kapitálem lesního podniku a má povahu majetku potřebného k obhospodařování lesa. Tento majetek je shodný s majetkem subjektu, který les nevlastní, ale jen zajišťuje jeho obhospodařování.

Pro účely tohoto příspěvku se bude ve spojení s finanční analýzou používat pojem lesní podnik, který lépe vystihuje vlastnictví lesního i obslužného kapitálu lesního podniku. Lesní podnik je pojem mnohem přesněji definovatelný a použitelný než obecně používaný pojem lesní majetek. Lesní majetek je v této práci používán ve spojení zejména s vlastnictvím pouze lesního kapitálu lesního podniku, tj. lesa.

Formy lesního podniku

- Lesní podnik, který vlastní pouze lesní kapitál, tj. vlastní pouze les. Obhospodařování lesa provádí jiný subjekt, který má tento les např. pronajatý nebo na základě jiného typu vztahu.
- Lesní podnik, který vlastní jak lesní kapitál, tak i obslužný kapitál. Jedná se o případ, kdy např. obec les vlastní a současně jej sama obhospodařuje.
- Lesní podnik, který vlastní pouze obslužný kapitál. Jedná se o případ, kdy tento subjekt les nevlastní, ale pouze obhospodařuje les, který má např. pronajatý od vlastníka lesa.

Mohou existovat i další podoby lesního podniku, které je však třeba pro použití metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků příslušným způsobem upravit.

Lesní kapitál lesního podniku lze vyjádřit buď cenou úřední (cenou zjištěnou podle předpisu) nebo cenou tržní (cenou obvyklou). Obslužný kapitál lesního podniku lze vyjádřit buď účetní hodnotou nebo cenou tržní (cenou obvyklou) (SEBERA 2004).

Majitel lesa má tedy majetek ve formě kapitálu, který by mohl a může případně na trhu směnít za peníze a ty potom investovat v jiné oblasti podnikatelských aktivit. Předpokládá se, že jeho motivací je dosáhnout co nejvyšší rentability tohoto kapitálu jako základního důvodu vlastnictví majetku a jako základní cíl ekonomických aktivit. Pokud má být lesnictví svobodným a podnikatelsky zdravým, ekonomicky dlouhodobě životaschopným a konkurenceschopným sektorem s respektováním vlastnických práv majitelů lesa, pak je nezbytné vlastníkům lesních majetků tento přístup respektovat.

Společnost prostřednictvím svých politických a státních orgánů vytváří legislativní prostředí pro lidské aktivity v oblasti podnikání a prosazování ekonomických zájmů. V lesním hospodářství to jsou legislativní předpisy pro vlastníka lesa a lesního správce, kteří jsou povinni je dodržovat. V modelu obhospodařování vlastního lesa majitel lesa (majitel lesního podniku) vlastní lesní kapitál a obslužný kapitál, k oběma jej váže vlastnický vztah. Od lesního kapitálu očekává vlastník lesa zdroj příjmů prostřednictvím využívání komerčních funkcí lesa a od obslužného kapitálu očekává co nejvyšší rentabilitu tohoto kapitálu. Lesní kapitál poskytuje navíc společnosti celospolečenské funkce, jejichž fungování je dáno legislativně přes povinnosti vlastníka a správce lesa. Lesní správce má

k lesnímu kapitálu a obslužnému kapitálu pouze správcovský vztah, tj. nakládá s cizím majetkem za účelem snahy realizování cílů vlastníka lesa. Vztah mezi správcem lesa a vlastníkem lesního a obslužného kapitálu je dán nejčastěji pracovní či nájemní smlouvou.

VÝSLEDKY

Ve výrobním procesu na sebe vzájemně působí tři základní faktory - práce, kapitál a půda, přičemž každý faktor je samostatným zdrojem hodnoty. Teorii výrobních činitelů používá i neoklasická škola (HINDLS, HOLMAN, HRONOVÁ 2004). Základní myšlenkou speciální finanční analýzy lesních podniků je hodnocení ekonomického obhospodařování lesního majetku podle toho, jak lesní podnik zhodnocuje tyto tři základní faktory.

Výsledky navržené metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků lze prezentovat v podobě těchto nových ukazatelů.

a) Speciální finanční analýza u lesních podniků na principu rentability kapitálu

Speciální finanční analýza na principu rentability kapitálu hodnotí ekonomiku obhospodařování lesních majetků podle zhodnocení kapitálu a půdy jakožto dvou ze tří základních faktorů výrobního procesu. Les, tj. lesní půda s porostem a majetek potřebný k obhospodařování lesa jsou zde brány jako určitý kapitál (lesní a obslužný kapitál lesního podniku), který je možno zhodnocovat a který je zdrojem hodnoty. Podle míry vytváření této hodnoty je posuzováno, jak kvalitně je lesní majetek (lesní podnik) ekonomicky obhospodařován.

Pro potřeby metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků je zaveden tzv. lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku (LUVHCLP), kde:

$$LUVHCLP = (VHC + OF I. + OF II.)$$

Zde je:

VHC – výsledek hospodaření celkem lesního podniku před zdaněním dle účetní závěrky,

OF I. – opravný faktor římská jedna, který představuje virtuální roční úpravu výsledku hospodaření celkem před zdaněním lesního podniku podle rovnoměrného plnění jednotlivých lesnických činností a rovnoměrného plnění závazných ustanovení lesního hospodářského plánu. Opravný faktor I. navzájem vyrovnává náklady a výnosy alespoň základních lesnických činností tak, aby odpovídaly dlouhodobě vyrovnanému obhospodařování lesa. Tímto opravný faktor I. kompenzuje účetně nevyjádřené budoucí náklady a výnosy základních lesnických činností, které lesnický podnik navazuje na činnosti běžného roku, ale účetně budou započítány až v budoucích letech. Opravný faktor I. také kompenzuje náklady a výnosy běžného roku, které se vztahují k lesnickým činnostem provedeným v předchozích letech. Např. po těžbě následuje obnova lesa, účetně může jeden rok proběhnout těžba a jiný rok obnova lesa, tj. v oddělených účetních obdobích, ale lesnický podnik je jeden na sebe navazující celek. Virtuálním vyrovnáním celkové roční plochy těžby a obnovy se přiblížíme tzv. vyrovnaným nákladům odpovídajícím vyrovnaným výnosům jakoby při ideálně dlouhodobě vyrovnaném a nepřetržitém obhospodařování lesa.

OF II. – opravný faktor římská dvě, který představuje virtuální meziroční úpravu výsledku hospodaření celkem před zdaněním lesního podniku podle změny ocenění obslužného kapitálu lesního podniku.

$$OF II. = OOKLP_{AO} - TCOKLP_{PO}$$

Zde je:

$OOKLP_{AO}$ – ocenění obslužného kapitálu lesního podniku na konci aktuálního účetního období,

$TCOKLP_{PO}$ – ocenění obslužného kapitálu lesního podniku na konci předchozího účetního období.

Dále podrobněji k opravnému faktoru římská jedna.

$$OF I. = OF A + OF B + OF C + OF D + OF E$$

Opravný faktor římská jedna (OF I.) představuje pět lesnických významných faktorů, které běžně velmi zkreslují ekonomickou stránku obhospodařování lesních majetků a které je možno matematicky vyjádřit. Tyto faktory jsou vybrány na základě osobních zkušeností a odborných úsudků. Opravný faktor římská jedna (OF I.) je dán součtem opravného faktoru A (OF A), opravného faktoru B (OF B), opravného faktoru C (OF C), opravného faktoru D (OF D) a opravného faktoru E (OF E), kde:

- Opravný faktor A představuje opravný faktor přírůstku holin těžbou a úbytku holin obnovou. Spočítá se tak, že se od plochy ročního přírůstku holin (ha) odečte plocha úbytku holin obnovou (ha) a výsledná plocha se vynásobí průměrným ročním rozdílem výnosů a nákladů na ha obnovy lesa v Kč/ha.

$$OF A = (\text{plocha ročního přírůstku holin těžbou} - \text{plocha úbytku holin obnovou}) * \text{Průměrný roční rozdíl výnosů a nákladů na ha obnovy lesa}$$

- Opravný faktor B představuje faktor péče o lesní kultury. Zde průměrný roční rozdíl výnosů a nákladů na péči o lesní kultury se vydělí plochou, kde je v tom roce péče o lesní kultury skutečně provedena. Průměrný roční rozdíl výnosů a nákladů na péči o lesní kultury se vydělí plochou, na které bude z obnovy v tomto roce v budoucnosti péče o lesní kultury prováděna. Tyto dvě hodnoty se od sebe odečtou a vynásobí plochou, na které bude z letošní obnovy v budoucnosti prováděna péče o lesní kultury. Předpokládá se, že počet opakování zásahů na jedné ploše v rámci péče o lesní kultury je každoročně stejný.

$$OFB = PO_r * n \left(\frac{RVNr}{\sum_{i=1}^n PO_r - i} - \frac{RVNr}{PO_r * n} \right)$$

Zde je:

RVN_r – rozdíl ročních výnosů a nákladů na péči o lesní kultury v příslušném roce r

PO_r – plocha úbytku holin obnovou v roce r

PO_{r-i} – plocha úbytku holin obnovou v roce $r - i$

r – příslušný rok, ve kterém provádíme finanční analýzu

n – průměrná doba v letech péče o lesní kultury, kde probíhá obnova

Další úpravou tohoto vzorce dostaneme výraz:

$$OFB = \frac{PO_r * n * RVN_r}{\sum_{i=1}^n PO_r - i} - RVN_r$$

Další úpravou tohoto vzorce dostaneme konečný výraz:

$$OFB = RVN_r \left(\frac{PO_r * n}{\sum_{i=1}^n PO_r - i} - 1 \right)$$

- Opravný faktor C představuje faktor plnění náležitých prořezávek. Použije se pouze v případě, kdy rozdíl skutečného ročního a průměrného ročního minimálního plánovaného rozsahu náležitých prořezávek je záporný, tj. pokud skutečný roční rozsah prořezávek je nižší než jedna desetina rozsahu náležitých prořezávek podle lesního hospodářského plánu. Pokud je skutečný roční rozsah prořezávek vyšší než jedna desetina rozsahu náležitých prořezávek podle lesního hospodářského plánu, pak je to svobodné rozhodnutí lesního správce. Předpokládá se, že nejprve se realizují náležitá prořezávky. Opravný faktor C se spočítá tak, že absolutní hodnota rozdílu skutečného ročního a průměrného ročního minimálního plánovaného rozsahu náležitých prořezávek se vynásobí průměrným ročním rozdílem výnosů a nákladů na ha prořezávek.

$OF C = |\text{skutečný roční rozsah náležitých prořezávek} - \text{průměrný roční minimální plánovaný rozsah náležitých prořezávek}| * \text{průměrný roční rozdíl výnosů a nákladů na ha prořezávek}$

- Opravný faktor D představuje opravný faktor plnění náležitých probírek do 40 let věku. Použije se pouze v případě, kdy rozdíl skutečného ročního a průměrného ročního minimálního plánovaného rozsahu náležitých probírek do 40 let věku je záporný, tj. pokud skutečný roční rozsah náležitých probírek do 40 let věku je nižší než jedna desetina rozsahu náležitých probírek do 40 let věku podle lesního hospodářského plánu. Pokud je skutečný roční rozsah probírek do 40 let věku vyšší než jedna desetina rozsahu náležitých probírek do 40 let věku podle lesního

hospodářského plánu, pak je to svobodné rozhodnutí lesního správce. Předpokládá se, že nejprve se realizují náležitá probírková do 40 let věku. Opravný faktor D se spočítá tak, že absolutní hodnota rozdílu skutečného ročního a průměrného ročního minimálního plánovaného rozsahu náležitých probírek do 40 let věku se vynásobí průměrným ročním rozdílem výnosů a nákladů na ha probírek do 40 let věku.

$OF D = |\text{skutečný roční rozsah náležitých probírek do 40 let věku} - \text{průměrný roční minimální plánovaný rozsah náležitých probírek do 40 let věku}| * \text{průměrný roční rozdíl výnosů a nákladů na ha probírek do 40 let věku}$

- Opravný faktor E představuje opravný faktor kompenzace ekonomické újmy. Kompenzace ekonomické újmy se do výpočtu lesnický upraveného výsledku hospodaření celkem lesního podniku započítá pouze v případě, že nebyla lesnímu podniku finančně uhrazena. Kompenzace ekonomické újmy vychází z omezení vlastníka při obhospodařování lesa, kdy v rámci uplatňování strategie managementu na územích se zvláštním statutem ochrany lze důvodně očekávat nejen předpokládané pozitivní dopady na posílení mimoprodukčních funkcí dotčených lesních ekosystémů, ale rovněž i negativní dopady (ekonomické újmy) na hospodaření konkrétních vlastníků, nájemců a správců lesních majetků v důsledku požadavků na intenzifikaci mimoprodukčních funkcí lesa. Podrobněji o kompenzaci ekonomické újmy viz ŠIŠÁK (2005).

Pokud je lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku kladný, pak jej nazveme lesnický upravený zisk lesního podniku (LUZLP), pokud je záporný, pak jej nazveme lesnický upravená ztráta lesního podniku.

Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku se snaží virtuálně eliminovat některé nedostatky tradičního posuzování ekonomiky lesního majetku:

- Nerovnoměrné plnění jednotlivých lesnických činností, zejména rozdíl přírůstku holin těžbou a jejich úbytku obnovou v rámci jednoho roku a dále zejména rozdíl rozdílu výnosů a nákladů na péči o lesní kultury, které proběhly v daném roce, a rozdílu výnosů a nákladů na péči o lesní kultury, na které se založilo obnovou v tomto roce a uskutečnil se v následujících letech.
- Nerovnoměrné roční plnění závazných ustanovení lesního hospodářského plánu, konkrétně minimálního rozsahu náležitých prořezávek a náležitých probírek do 40 let věku.
- Kompenzace ekonomické újmy kompenzují zájem společnosti na celospolečenských funkcích. Tyto újmy nejsou zatím vždy kompenzovány formou dotací či příspěvků a přitom mohou konkrétního vlastníka lesního podniku negativně ekonomicky ovlivňovat při legislativně daných omezeních obhospodařování lesa.
- Změnou ocenění obslužného kapitálu lesního podniku se snaží eliminovat změnu výsledku hospodaření celkem lesního podniku způsobenou snížením či zvýšením čisté hodnoty obslužného kapitálu lesního podniku.

a1) Speciální finanční analýza u lesních podniků bez obslužného kapitálu

U lesních podniků (lesních majetků), které neprovádí práce při obhospodařování lesa ve vlastní režii, ani nezaměstnávají technicko-hospodářské pracovníky a jejich velikost obslužného kapitálu je tedy nulová či zanedbatelná, je zapotřebí se zaměřit na zjišťování ukazatelů vztahujících se k lesnímu kapitálu, např. rentabilita lesního kapitálu, tj. finančních ukazatelů vztažených k ocenění vlastního lesa.

Pokud lesní podnik les pronajímá k obhospodařování, pak:

- Rentabilita lesního kapitálu lesního podniku s pouze lesním kapitálem lesního podniku = $\text{Roční nájemné v Kč} / \text{Ocenění lesního kapitálu lesního podniku}$

a2) Speciální finanční analýza u lesních podniků s lesním kapitálem a s obslužným kapitálem

► Ukazatele vztažené k lesnímu kapitálu lesního podniku

Pokud jeden subjekt vlastní lesní kapitál lesního podniku i obslužný kapitál, tak se neplatí nájem, a pak je nemožné přesně zjistit, jaká je rentabilita pouze lesního kapitálu a jaká je rentabilita pouze obslužného kapitálu. Protože nelze u takového lesního podniku zjistit, jaká část zisku je z titulu vlastnictví lesního kapitálu lesního podniku a jaká část zisku je z titulu vlastnictví obslužného kapitálu, nelze v tomto případě určit ani zvlášť rentabilitu lesního kapitálu a zvlášť rentabilitu obslužného kapitálu.

Pro účely této speciální finanční analýzy lesního podniku lze pak celý zisk vztáhnout pouze k lesnímu kapitálu lesního podniku, a takto počítat tzv. nepravou rentabilitu lesního kapitálu lesního podniku. Tento ukazatel lze porovnávat pouze u lesních podniků v rámci oborových průměrů lesního hospodářství. Zde:

- Nepravá rentabilita lesního kapitálu lesního podniku = $\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku} / \text{Ocenění lesního kapitálu lesního podniku}$

Dalším ukazatelem pro účely této speciální finanční analýzy lesního podniku může být tzv. koeficient čistoty lesního kapitálu lesního podniku, kde:

- Koeficient čistoty lesního kapitálu lesního podniku = $(\text{Ocenění lesního kapitálu lesního podniku} - \text{Ocenění obslužného kapitálu lesního podniku}) / \text{Ocenění lesního kapitálu lesního podniku}$

Předpokládá se, že lesní kapitál lesního podniku je vyšší než obslužný kapitál lesního podniku. Pokud by to nebylo splněno, vzoreček se nepoužije.

Koeficient čistoty lesního kapitálu lesního podniku vychází z poznání, že základem je lesní kapitál lesního podniku, ke kterému musíme přidat obslužný kapitál lesního podniku, a teprve potom nám lesní kapitál lesního podniku může vytvářet zisk. Jako kdyby si majitel lesa od věřitele půjčil finanční prostředky na pořízení obslužného kapitálu, lesem ručil a pořízení obslužného kapitálu na dluh mu snížilo cenu lesního kapitálu (lesa) o výši obslužného kapitálu.

Na základě koeficientu čistoty lesního kapitálu lesního podniku je možno pro účely této speciální finanční analýzy lesního podniku zjistit tzv. rentabilitu čistého lesního kapitálu lesního podniku. Tento ukazatel lze porovnávat pouze u lesních podniků v rámci oborových průměrů lesního hospodářství. Zde:

- Rentabilita čistého lesního kapitálu lesního podniku = $\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku} / (\text{Ocenění lesního kapitálu lesního podniku} - \text{Ocenění obslužného kapitálu lesního podniku})$

Předpokládá se, že lesní kapitál lesního podniku je vyšší než obslužný kapitál lesního podniku. Pokud by to nebylo splněno, vzoreček se nepoužije.

► Ukazatele vztažené k obslužnému kapitálu lesního podniku

Problémem je zjistit, jaká je rentabilita pouze lesního kapitálu lesního podniku a jaká je rentabilita pouze obslužného kapitálu lesního podniku, pokud jeden subjekt vlastní lesní kapitál i obslužný

kapitál. Protože nelze zjistit, jaká část zisku je z titulu vlastnictví lesního kapitálu a jaká část zisku je z titulu vlastnictví obslužného kapitálu, nelze v tomto případě určit ani zvlášť rentabilitu lesního kapitálu lesního podniku a zvlášť rentabilitu obslužného kapitálu.

Pro účely této speciální finanční analýzy lesního podniku pak lze celý zisk vztáhnout pouze k obslužnému kapitálu a takto počítat tzv. nepravou rentabilitu obslužného kapitálu. Tento ukazatel lze porovnávat pouze u lesních podniků v rámci oborových průměrů lesního hospodářství. Zde:

- Nepravá rentabilita obslužného kapitálu lesního podniku = $\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku} / \text{Ocenění obslužného kapitálu lesního podniku}$

Na základě výše uvedených vztahů pak lze definovat tzv. kapitálový koeficient lesního podniku. Tento ukazatel lze porovnávat pouze u lesních podniků v rámci oborových průměrů lesního hospodářství. Zde:

- Koeficient kapitálu lesního podniku = $\text{Ocenění lesního kapitálu lesního podniku} / \text{Ocenění obslužného kapitálu lesního podniku} = \text{Nepravá rentabilita obslužného kapitálu lesního podniku} / \text{Nepravá rentabilita lesního kapitálu lesního podniku}$

► Ukazatele vztažené k celkovému kapitálu lesního podniku

Celkový kapitál lesního podniku lze jednoduše zjistit součtem lesního kapitálu lesního podniku a obslužného kapitálu lesního podniku. Jeho rentabilita se pak vypočítá:

- Rentabilita celkového kapitálu lesního podniku = $\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku} / \text{Ocenění celkového kapitálu lesního podniku}$

a3) Speciální finanční analýza u lesních podniků pouze s obslužným kapitálem

Lesní podniky, které mají pouze obslužný kapitál, tak les samy nevlastní a pouze jej obhospodařují např. na základě nájemní smlouvy.

► Ukazatele vztažené k obslužnému kapitálu lesního majetku

Pro účely této speciální finanční analýzy lesního podniku lze výsledek hospodaření celkem lesního podniku vztáhnout pouze k obslužnému kapitálu lesního podniku, který zde představuje celkový kapitál toho subjektu. Tento ukazatel lze porovnávat u lesních podniků v rámci oborových průměrů lesního hospodářství. Zde:

- Rentabilita obslužného kapitálu lesního podniku s pouze obslužným kapitálem lesního podniku = $\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku} / \text{Ocenění obslužného kapitálu lesního podniku}$, tj. ocenění obslužného subjektu

► Ukazatele vztažené k celkovému kapitálu lesního podniku

Celkový kapitál lesního podniku lze jednoduše zjistit součtem lesního kapitálu a obslužného kapitálu. Jeho rentabilita se pak vypočítá:

- Rentabilita celkového kapitálu lesního podniku = $(\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku} + \text{Nájemné}) / \text{Ocenění celkového kapitálu lesního podniku}$

b) Speciální finanční analýza lesních podniků na principu efektu lidské práce

Speciální finanční analýza na principu efektu lidské práce hodnotí ekonomiku obhospodařování lesních majetků podle zhodnocení lidské práce jakožto jednoho ze tří základních faktorů výrobního procesu. Lidskou práci lze ekonomicky zhodnocovat a považovat

ji za zdroj hodnoty. Podle míry vytváření této hodnoty je posuzováno, jak kvalitně je lesní majetek ekonomicky obhospodařován. Lesní podniky jsou dnes tržním okolím tlačeny ke snižování pracovní a zvyšování produktivity práce. Tento přístup je jedním z hlavních oblastí, kde lze nacházet rezervy a zvyšovat možnosti lepší ekonomické životaschopnosti a konkurenceschopnosti lesních podniků.

b1) Speciální finanční analýza lesních podniků bez vlastních zaměstnanců

U lesních podniků, které neprovádí práce při obhospodařování lesa ve vlastní režii a ani nezaměstnávají technicko-hospodářské pracovníky a jejich počet zaměstnanců, a tím i objem vlastní práce je nulový, nelze stanovit efekt lidské práce lesních podniků.

b2) Speciální finanční analýza lesních podniků s vlastními zaměstnanci

U lesních podniků, které zaměstnávají technicko-hospodářské pracovníky a provádí alespoň část prací při obhospodařování lesa ve vlastní režii a mají tedy vlastní obslužný kapitál lesního podniku lze zjišťovat tzv. efekt lidské práce lesního podniku.

- $\text{Efekt lidské práce zaměstnanců lesního podniku} = \frac{\text{Lesnický upravený výsledek hospodaření celkem lesního podniku}}{\text{Přepočtený počet zaměstnanců lesního podniku}}$

Efekt lidské práce zaměstnanců lesního podniku (ELPZLP) vychází jako roční zisk na jednoho zaměstnance lesního podniku. Počet úvazků je přepočten jako počet celých zaměstnaneckých úvazků na celý rok.

c) Speciální finanční analýza lesních podniků kombinující rentabilitu kapitálu lesního podniku a efekt lidské práce lesního podniku

Kombinací ukazatelů speciální finanční analýzy lesních podniků založených na principu rentability kapitálu (zhodnocení kapitálu a půdy) a principu efektu lidské práce (zhodnocení práce) lze vytvořit ukazatele, které objektivně vypovídají o kvalitě ekonomického obhospodařování lesních majetků.

Speciální finanční analýza kombinuje rentabilitu kapitálu lesního podniku a efekt lidské práce lesního podniku a hodnotí ekonomiku obhospodařování lesních majetků podle zhodnocení kapitálu, půdy a práce jakožto všech tří základních faktorů výrobního procesu. Kapitál, půdu a práci lze ekonomicky zhodnocovat a považovat je společně za zdroj hodnoty. Podle míry vytváření této hodnoty je objektivně posuzováno, jak kvalitně je lesní majetek ekonomicky obhospodařován.

Cena lesního kapitálu lesního podniku je stanovena podle reálné dosažitelnosti běžné míry obecného finančního zhodnocení lesa. Účetní hodnota či tržní cena obslužného kapitálu lesního podniku je libovolně přizpůsobitelná každému lesnímu kapitálu, protože její výše je dána rozhodnutím managementu lesního podniku. Objem lidské práce investované do obhospodařování lesního majetku je od určité minimální hodnoty (dané legislativou podle povinností vlastníka či správce lesa) dán také rozhodnutím managementu lesního podniku. Na základě těchto zjištění lze tvrdit, že management každého lesního podniku může přizpůsobovat velikost svého obslužného kapitálu a objem práce investované do lesa konkrétním přírodním a porostním podmínkám lesa, odlišnostem podmínek lesní výroby, tj. velikosti lesního kapitálu lesního podniku tak, aby mohl dosáhnout ideálního ekonomického obhospodařování lesního majetku.

c1) Speciální finanční analýza lesních podniků bez obslužného kapitálu a bez vlastních zaměstnanců

U lesních podniků, které neprovádí práce při obhospodařování lesa ve vlastní režii, ani nezaměstnávají technicko-hospodářské pracovníky a jejich velikost obslužného kapitálu lesního podniku je tedy nulová či zanedbatelná, nelze použít ukazatele finanční analýzy kombinující rentabilitu kapitálu lesního podniku a efekt lidské práce zaměstnanců lesního podniku.

c2) Speciální finanční analýza lesních podniků s lesním kapitálem, s obslužným kapitálem a s vlastními zaměstnanci

U lesních podniků, které vlastní les a zaměstnávají technicko-hospodářské pracovníky a provádí alespoň část prací při obhospodařování lesa ve vlastní režii a mají tedy obslužný kapitál významné účetní hodnoty či tržní ceny, je možné použití ukazatelů finanční analýzy kombinující rentabilitu celkového kapitálu lesního podniku a efekt lidské práce zaměstnanců lesního podniku.

- $\text{Koefficient ekonomického efektu hospodaření lesního podniku} = ((A * (\frac{\text{Rentabilita celkového kapitálu lesního podniku}}{\text{Oborový průměr rentability celkového kapitálu lesního podniku v LH ČR}})) + (B * (\frac{\text{Efekt lidské práce zaměstnanců lesního podniku}}{\text{Oborový průměr efektu lidské práce zaměstnanců lesního podniku v LH ČR}})))$

Zde hodnoty A a B představují koeficienty, jejichž součet je roven jedné a které nastavují vzájemnou důležitost (významnost) mezi rentabilitou celkového kapitálu lesního podniku a efektem lidské práce zaměstnanců lesního podniku.

Podmínkou výpočtu je skutečnost, aby oborový průměr rentability celkového kapitálu lesního podniku v LH ČR i oborový průměr efektu lidské práce zaměstnanců lesního podniku v LH ČR nebyl roven nule a dosahoval kladné hodnoty. Tato skutečnost se u podnikatelských aktivit na volném trhu předpokládá jako přirozená.

Koefficient ekonomického efektu hospodaření lesního podniku představuje hodnotu, která vypovídá, jak ekonomicky efektivně se v konkrétním lesním podniku zhodnocuje celkový kapitál a jak efektivně se využívá lidská práce zaměstnanců. Hodnota jedna znamená průměrnou hodnotu koeficientu ekonomického efektu hospodaření lesního podniku v lesním hospodářství České republiky. Čím je tato hodnota menší, tím se ekonomicky hospodář méně efektivně, a čím je tato hodnota vyšší, tím se hospodář efektivněji.

Pokud lesní podnik má vlastní obslužný kapitál a vykonává pouze částečně práce vlastními zaměstnanci, tak zpravidla využívá toho, že někteří vlastní zaměstnanci by byli dražší než práce dodané jiným subjektem. Tato metodika dokáže tento efekt také zpracovat.

c3) Speciální finanční analýza lesních podniků pouze s obslužným kapitálem a s vlastními zaměstnanci

U lesních podniků, které nevlastní les a které zaměstnávají technicko-hospodářské pracovníky a provádí alespoň část prací při obhospodařování lesa ve vlastní režii a mají tedy obslužný kapitál významné účetní hodnoty či tržní ceny, je možné použití ukazatelů finanční analýzy kombinující rentabilitu obslužného kapitálu a efekt lidské práce zaměstnanců.

- $\text{Koefficient ekonomického efektu hospodaření lesního podniku pouze s obslužným kapitálem lesního podniku} = ((A * (\frac{\text{Rentabilita obslužného kapitálu lesního podniku}}{\text{Oborový průměr rentability obslužného kapitálu lesního podniku v LH ČR}})) + (B * (\frac{\text{Efekt lidské práce zaměstnanců lesního podniku}}{\text{Oborový průměr efektu lidské práce zaměstnanců lesního podniku v LH ČR}})))$

Zde platí stejný komentář k tomuto vzorci jako v kapitole c2), jen místo rentability celkového kapitálu lesního podniku je třeba použít rentabilitu obslužného kapitálu lesního podniku.

NÁVRH AUTOMATIZACE VÝPOČTŮ SPECIÁLNÍ FINANČNÍ ANALÝZY LESNÍCH PODNIKŮ

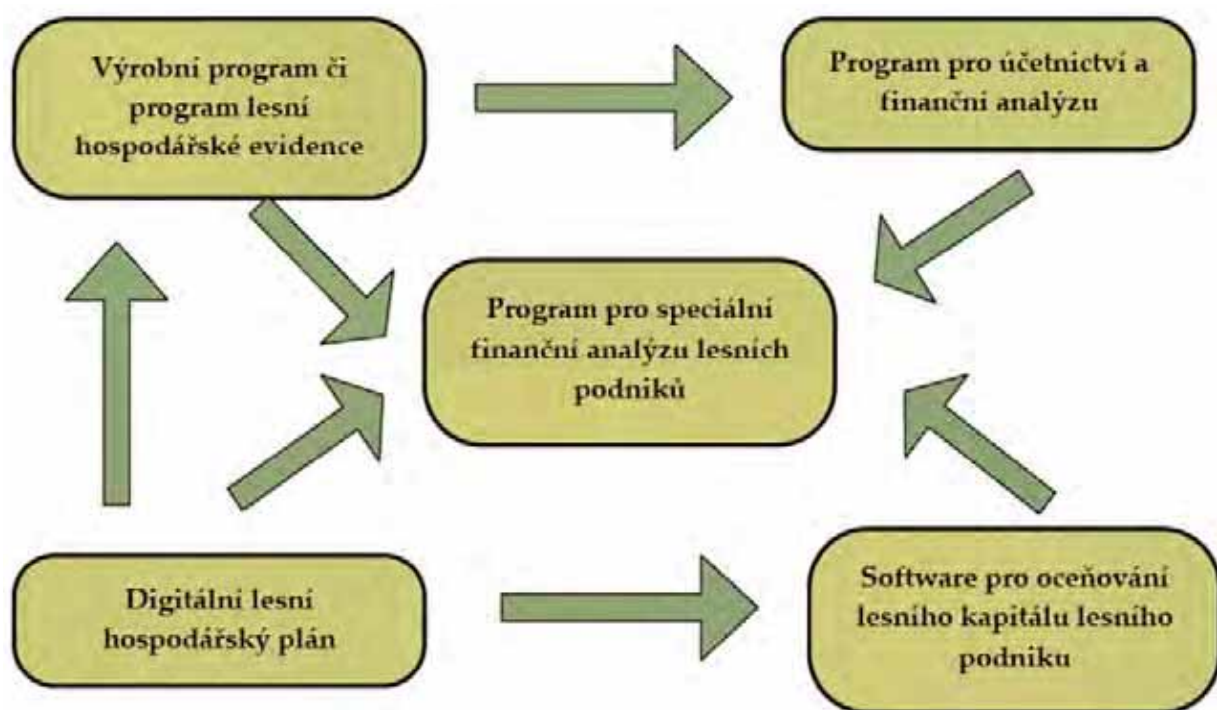
Speciální finanční analýza lesních podniků je postavena na principu propojení třech základních informačních databází obhospodařování lesních majetků: První informační databáze je účetnictví lesního podniku, resp. software v oblasti účetnictví a finanční analýzy, který podává obraz finančního hospodaření lesního podniku. Druhá informační databáze je lesní hospodářský plán, který podává údaje o stavu lesa a zahrnuje závazná a doporučující ustanovení tohoto plánu. Třetí informační databáze je lesní hospodářská evidencí, která je vedena speciálním lesnickým softwarem či jiným výrobním programem. Podává informace o lesnických činnostech a plnění lesního hospodářského plánu.

Již v současnosti je technicky proveditelné vytvoření komplexního softwarového produktu, který by tyto tři informační databáze propojoval, či dokonce v sobě obsahoval.

Uvedený model softwarového propojení těchto programů a jejich informačních databází by umožňoval lesnímu podniku automatické vypracování navržené metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků.

DISKUSE

Lze předpokládat, že předkládaný návrh může obsahovat i některá kontroverzní témata, přístupy a stanoviska, která nejsou dnes v lesnickém sektoru těmi oblíbenými a většinovými. Práce používá čistě ekonomický pohled na obhospodařování lesních majetků v době, kdy se sice začíná zdůrazňovat ekonomická životaschopnost a konkurenceschopnost lesních podniků, ale také kdy se klade čím dál vyšší důraz na celospolečenské funkce lesů. Snaha o zpracování čistě ekonomického pohledu a ekonomických zájmů vlastníka lesního podniku otevírá citlivé téma lesnictví a využívání obnovitelných přírodních zdrojů. Pro zajištění trvale udržitelného rozvoje ekonomické životaschopnosti a konkurenceschopnosti lesních majetků a podnikatelských subjektů v lesním hospodářství je však toto téma aktuální a potřebné.



Obr. 1.

Návrh komplexního software pro automatické výpočty speciální finanční analýzy lesních podniků

Proposal for a comprehensive software for automatic calculation of forest enterprise special financial analysis

Tento návrh metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků je zpracováván formou určité hypotézy. Je to jen jeden z mnoha úhlů pohledu a názorů na tuto problematiku, což může v některých částech vyznívat jednostranně. Některé výroky a formulace vyznívající jako tvrzení jsou platné v rámci této hypotézy, která bude v dalším výzkumu ještě dále ověřována.

Tato práce staví metody speciální finanční analýzy lesních podniků na ocenění lesního kapitálu a na ocenění obslužného kapitálu. Lesní kapitál je možné vyjádřit úřední nebo tržní cenou, obslužný kapitál je možné vyjádřit účetní hodnotou nebo tržní cenou. Stanovení úřední ceny lesního kapitálu lesního podniku a stanovení účetní hodnoty obslužného kapitálu lesního podniku je středně pracné a přitom metodicky přesně dané. Stanovení tržní ceny lesního kapitálu a stanovení tržní ceny obslužného kapitálu je hodně pracné a přitom metodicky nejednotné a obtížnější. Zpracování metodiky speciální finanční analýzy lesních podniků vychází z toho, že vědní obor oceňování lesa umí odborně všechny tyto ceny stanovit.

Návrh metodiky speciální finanční analýzy byl zpracováván v průběhu let 2005 - 2008, ke konci tohoto období se stala v České republice aktuální problematika ohledně možnosti vést lesní porosty v účetnictví lesního podniku jako součást aktiv ve formě tzv. ocenění biologických aktiv. V zahraničí již fungují různá zohlednění v účetnictví, např. tzv. irský či švédský model (podle ústního sdělení, DOMES 2008). Problematika ocenění biologických aktiv v účetnictví lesního podniku není součástí tohoto příspěvku.

V současné době byla již tato metodika speciální finanční analýzy lesních podniků zpracována a ověřena na třech vybraných lesních podnicích. Zpracované ukazatele speciální finanční analýzy lesních podniků byly následně porovnány a vyhodnoceny s tradičními ekonomickými ukazateli obhospodařování lesních majetků a s ukazateli standardní (běžně všeobecně používané) finanční analýzy podniků. Z důvodu omezeného rozsahu tohoto článku bude metodika zveřejněna podrobněji v dalším samostatném příspěvku.

ZÁVĚR

Z porovnání ekonomické teorie a praxe lesního hospodářství vyplývá, že od roku 1989 je vyvíjen intenzivní tlak, aby se ekonomika lesnického provozu rychle a intenzivně přizpůsobovala okolnímu tržnímu prostředí a globálním ekonomickým tlakům. Pod tímto tlakem se může ekonomika lesního hospodářství vyvíjet rychleji než ekonomická teorie lesního hospodářství. To může způsobovat rozdíly v teoretickém a praktickém pohledu na ekonomickou stránku obhospodařování lesních majetků. Lesnická ekonomická teorie by přitom měla vycházet z reality lesnického provozu a jejím požadavkům se snažit co nejvíce přiblížit.

Lesnický sektor České republiky je poměrně konzervativním a tradicionalistickým odvětvím lidské činnosti. Zažité způsoby myšlení a přetrvávající přístup z minulosti komplikují modernizaci lesnictví a lesního hospodářství. Přitom současné podnikatelské okolí je charakteristické svoji globalizací, propojováním a rychlým vývojem v mnoha oblastech. A to samozřejmě vyvíjí silné tlaky na neustálé přizpůsobování se a modernizaci všech odvětví včetně lesního hospodářství.

Pro zajištění ekonomické životaschopnosti a konkurenceschopnosti lesních podniků je třeba přistupovat k lesu jako ke kapitálu, který vlastníkovvi může přinášet očekávaný ekonomický zisk. Ne tedy pohledem pouze lesního správce, který nemusí být spokojený s finanční odměnou za svoji práci, pokud si sám na sebe nevydělá. Nelze předpokládat a vyžadovat, aby vlastníci lesních majetků v demokratické společnosti byli pouze altruisté, kteří hospodaří v lese, a tím uskutečňují ekonomickou činnost, pouze z důvodu kladného vztahu k životnímu prostředí a okolní společnosti, a to jak v případě soukromých vlastníků, obcí tak i státu.

Tento příspěvek se pokouší pro tento úhel pohledu na ekonomiku lesního hospodářství, kdy se v rámci příslušného legislativního rámce lesní podniky snaží o co nejlepší ekonomickou životaschopnost a konkurenceschopnost zpracovat návrh metodiky speciální finanční analýzy, která by umožňovala přesněji a objektivněji posuzovat kvalitně, odborně a zodpovědně čistě po stránce ekonomické lesní majetek, který je lesním podnikem obhospodařován. Tržní tlaky a zájem lesnického provozu jsou shodné s tímto přístupem k ekonomice lesních majetků, proto je žádoucí zkusit vykročit vědeckým přístupem tímto směrem.

LITERATURA

- Akční plán EU pro lesnictví. 2006.
 HINDLS R., HOLMAN R., HRONOVÁ, S. 2004. Ekonomický slovník. Praha, Nakladatelství C. H. Beck: 519 s. ISBN 80-7179-819-3.
 Deklarace vídeňského summitu pro život lesů. 2003.
 Pracovní verze NLP II. 2006.
 SEBERA J. 2004. Oceňování lesa. Brno, MZLU: 114 s. ISBN 80-7157-818-5.
 ŠIŠÁK L. 2005. Návrh kalkulace ekonomické újmy a kompenzace z omezení hospodaření v lesích. In: Sborník z Mezinárodní vědecké konference Financovanie 2005 Lesy – Drevo. Zvolen: Technická univerzita. ISBN 80-228-1520-9.

Internetové zdroje:

- <http://www.foresta.cz/>
<http://www.mvcr.cz/sbirka/>
<http://www.uhul.cz/>

ECONOMICS OF FOREST PROPERTIES MANAGEMENT

SUMMARY

This work deals with a methodology proposal of forest enterprise financial analysis which could determine, more exactly and objectively than other methods, the quality, proficiency and responsibility of forest property management, regardless different production, natural and stand conditions. The methodology is important for improving the viability and competitiveness of forest enterprises and for securing sustainable development in the Czech Republic.

Based on traditional understanding of forest management economics this work treats and assesses Czech and foreign dissertations which approach the problems of objective assessment of forest properties management from the economic point of view. The basic theoretical information of commonly used financial analysis methods is presented.

The special financial analysis of forest enterprises differentiates the so-called forest capital of forest enterprise, represented by forest – i. e. forest land and forest stand – and then the so-called utility capital of forest enterprise, which is represented by the capital necessary for forest management, i. e. the capital of forest enterprise without the forest. The total forest enterprise capital is formed as a total of forest and utility capital of forest enterprise. The forest capital of forest enterprise can be expressed by book value or market price. The valuation of forest and utility capital of a forest enterprise means financial quantification of economic potential of forest enterprise capital at the given conditions. The work uses the so-called forestry adjusted result of management to total of the forest enterprise before taxation, which eliminates any so-called optimization of management results, which appears due to unintended or deliberate failure to balance individual annual forestry activities, taking into account any compensation for economic damage as well as use of any profit to increase the valuation of the forest enterprise capital or a reduction in the valuation of forest use of forest enterprise capital in favour of an increase in profits (reduction).

The special financial analysis of forest enterprises is represented by indicators on the basis of capital profitability which apply economic result of forest enterprise adjusted to forestry conditions to particular types of forest enterprise capital (forest, utility, total), by indicators on the basis of labour effect which apply economic result of forest enterprise adjusted to forestry conditions to converted staff number and by indicator combining capital profitability and labour effect.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Josef Lenocho, Ph.D., Ústav lesnické a dřevařské ekonomiky a politiky, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 076; e-mail: josef.lenoch@seznam.cz

JSOU MARGINÁLNÍ BUKOVÉ POROSTY EKOTYPEM TOLERANTNÍM K SUCHU?

Pro budoucnost lesního hospodářství střední Evropy se vzhledem k očekávané zvýšené frekvenci výskytu období sucha stávají důležitými dřeviny s vyšší tolerancí k nedostatku vody. Mezi ně můžeme zařadit bukové porosty, na které se v posledních letech soustřeďuje stále větší pozornost vzhledem k nutnosti zajistit biodiverzitu lesa.

Pokus, při kterém byly sledovány předpoklady růstu a vývoje bukových porostů, probíhal v pokusné botanické zahradě univerzity v německém Göttingenu. Pro pokus bylo použito semeno buku (*Fagus sylvatica* L.) dvou proveniencí, pocházejících z oblasti středního Německa a jihovýchodního Polska. Semena obou proveniencí byla vyseta do plastických kontejnerů v pokusné botanické zahradě univerzity v Göttingenu 19. dubna 2006 a do září téhož roku byla pěstována a zavlažována ve skleníku. Suchu byly semenáčky vystaveny po 14 týdnech růstu v dobře zavlažovaném prostředí, tj. od 25. července 2006. Celkem bylo pěstováno 36 sazenic buků, z nichž každých 12 bylo pěstováno v prostředí s odlišnou intenzitou zavlažování (kontrola 40% zavlažování, 20% zavlažování a 10% zavlažování). V září byly odebrány a spočítány listy, zbývající výmladky byly odříznuty u kořenového krčku po jejich změření délky a tloušťky kmene. Všechny rostlinné orgány byly vysušeny a zváženy, byl stanoven obsah uhlíku a dusíku.

Byly sledovány dvě hypotézy: i) bukové porosty z východních marginálních (polských) oblastí rostoucí v oblasti mírnějšího podnebí jsou méně náročné na půdní vlhkost; ii) kořenový systém bukových semenáčků je citlivější na suchu a brání stromu v přístupu k vodě. Bylo sledováno a vyhodnoceno 20 fyziologických, morfolo- gických, chemických a růstových parametrů stromů vystavených mírnému i stresovému nedostatku vody a porovnávalo s kontrolním dobře zavlaženým porostem.

Relativní rychlost růstu marginálních (polských) proveniencí byla nižší v porovnání s porosty ze středního Německa. Marginální semenáčky vykazovaly vyšší objem celkové biomasy. Suchu snížilo produkci biomasy u obou proveniencí, poměr kořenů a výmladků byl nižší u německé proveniencie. Menší rozsah kořenové části, pozorovaný u polské proveniencie, znamená lepší přizpůsobení stromu na nižší přísun vody.

Z pokusu vyplynulo, že polská (marginální) populace se lépe vyrovnává s nedostatkem vláhy pravděpodobně díky většímu objemu žaludů, díky kterým stromy přežívají lépe suchu během prvního roku růstu. Marginální stromy mají též výhodnější poměr kořenů a výmladků včetně většího kořenového objemu. Zdá se, že marginální, v tomto případě polská proveniencie, je odolnější vůči suchu než proveniencie pocházející ze středního Německa. Pro potvrzení rezistence různých proveniencí bukových porostů je třeba se nadále zabývat jejich reakcí na dlouhodobé období sucha.

Eur. J. For. Res., 128, 2009, č. 4, s. 335-343.

Kp

KONCENTRACE PRVKŮ A JEJICH AKUMULOVÁNÍ V NADZEMNÍ BIOMASE VÁPŇNĚHO A NEVÁPŇNĚHO POROSTU SMRKU ZTEPILÉHO

Nedostatek živin v středoevropských lesích zapříčiňují kromě kyselých dešťů, které ovlivňují půdní kyselost, také současné zvýšené požadavky na les jako obnovitelný zdroj energie. V Německu je tento problém řešen aplikací dolomitického vápence nebo jinými formami hnojení.

V zimě 2007/2008 bylo v lokalitě Höglwald nedaleko Mnichova prováděno srovnávání vápněných a nevápněných porostů smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) H. KARST.) na dvou pokusných plochách, které se nacházejí v nadmořské výšce 570 m v pásmu suboceánského klimatu. Průměrné roční srážky jsou v této oblasti 875 mm, ve vegetačním období 540 mm. Svrchní vrstva půda je vysoce kyselá. Před zalesněním smrkem ztepilým předcházela na pokusných plochách bukový porost.

Obě pokusné plochy leží v těsné blízkosti a vykazují malé rozdíly jak v růstu, tak ve výnosu. V roce 2008 bylo na nevápněné ploše 536 stromů a na vápněné 542 stromů. Ruční vápnění na jedné části lokality bylo uskutečněno v roce 1984 ve stáří porostu 77 let, mezi roky 1983 a 2005 bylo odstraněno méně než 10 % poškozených stromů.

V listopadu 2007 bylo na obou plochách pokáceno 5 stromů smrku ztepilého, byla změřena jejich délka, šířka koruny, vzdálenost mezi přesleny, byla určena čerstvá váha 8 - 14 přeslenů koruny. Kotouče odebírané ve výčetní tloušťce a v intervalech 4,1 m a jedna větev z každého váženého přeslenu byly laboratorně zpracovány, po vysušení bylo odděleno jehličí a zváženo.

V nadzemní biomase smrkového vápněného a nevápněného porostu byly stanoveny průměrné koncentrace uhlíku, dusíku, fosforu, síry, vápníku, hořčíku a draslíku a vypočítán variační koeficient v procentech. Z výsledků vyplynulo, že vyšší koncentrace vápníku a hořčíku a nižší koncentrace draslíku a fosforu vykazují vápněné porosty všech věkových kategorií.

Podstatné rozdíly v koncentraci prvků byly pozorovány v kůře stromů. Nízké koncentrace hořčíku, draslíku, síry a fosforu se nacházely v kůře vápněných porostů. Překvapivé byly nízké koncentrace hořčíku v kůře vápněných stromů, ale vyšší koncentrace ve větvičkách a jehličí v porovnání s nevápněnou variantou. Koncentrace živin ve dřevu byly v obou variantách stejné ve stejném období měření.

Nízké koncentrace draslíku v kůře a jehličí naznačují omezený příjem tohoto prvku po vápnění způsobený pravděpodobně antagonismem vápníku a draslíku. Zdá se, že hořčíkem je kompenzován relativní nedostatek draslíku. Malé rozdíly v akumulaci živin vápněných i nevápněných stromů svědčí o tom, že nadzemní biomasa v těchto pokusných porostech smrku ztepilého neovlivňuje přísun vápníku a hořčíku ke stromu.

Eur. J. For. Res., 128, 2009, č. 5, s. 437-445.

Kp

VLIV ZÁPOJE NA RŮST A MORTALITU VE SMÍŠENÉ TYČKOVINĚ BĚHEM PŘIROZENÉHO PROŘEĐOVÁNÍ

Mezidruhové rozdíly výšky jednotlivých dřevin jsou jedním z velmi důležitých činitelů, protože ovlivňují světelné podmínky v porostu a tím i růst a mortalitu dřevin. Výzkum dostupnosti světla na vývoj tyčkovin byl sledován na pokusných plochách středního Nizozemí v porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (MIRB. FRANCO), kde se ještě nacházely bříza bradavičnatá (*Betula pendula* ROTH.) a dva nepůvodní druhy - borovice lesní (*Pinus sylvestris* (L.) a modřín japonský (*Larix kaempferi* (CARR.)). Průměrná roční teplota této oblasti je 9,4 °C, nejteplejší měsíc je červenec (17,2 °C v průměru), nejstudenější únor (-0,6 °C), průměrné roční srážky jsou kolem 860 mm.

Výzkum se zaměřil na to, zda je růst různých druhů tyčkovin s rozdílnými světelnými nároky odlišný a zda pomalý růst stromu může zapříčinit jeho mortalitu. Pokusnou plochou byla hustě zalesněná lokalita, na které bylo vyznačeno pět plně regenerovaných kotlíků, které nebyly dříve prořezávány ani jiným způsobem obhospodařovány a vznikly buď přirozeným zmlazením nebo uměle.

Na jaře a v létě 2005 byly vytěženy ze středu kotlíků živé i odumřelé stromky. Živé vzorky byly vybírány náhodně a klasifikovány podle následující pětibodové stupnice: stromek nemá přístup k přímému světlu, stromek má přístup k bočnímu světlu, světlo zasahuje část koruny, světlo dopadá na celou korunu a koruna je přístupná světlu ze všech stran. Od každé dřeviny rostoucí na pokusné ploše bylo vytěženo 6 živých exemplářů, takže dohromady byl získán materiál o rozsahu 120 jedinců.

Spolu s živými jedinci byly do výzkumu zahrnuty i odumřelé stromky, které pravděpodobně nedávno uhynuly z důvodů nedostatečného přístupu ke světlu. Termín nedávno znamenal, že u stromku se ještě nacházely zbytky koruny, tj. větvičky, nikoliv však olistění, kořeny stromku nebyly shnilé a strom nebyl obrostlý mechem nebo napaden houbami.

Jakmile byla zaznamenána pozice stromu v zápoji, jeho výška a výčetní tloušťka, byly jak vybrané živé, tak odumřelé stromky pokáceny a odebrány kmenové kotouče. Ty byly vysušeny a určeny šířky letokruhů. Nakonec byla odhadnuta mortalita. Byl analyzován radiální růst stromku, jeho počáteční růst, jeho konečný růst a pozice koruny, byl vypočítán průměr pětiletého růstu a modelována mortalita.

Výsledky ukázaly, že pokud je přísun světla dostatečný, všechny stromy na ploše prospívají. Rozdíly se začínají projevovat při nedostatku světla. Radiální růst měřený na přízemní úrovni během času většinou ustává, snižující se dostupnost světla přispívá k omezení růstu s výjimkou douglasky tisolisté. Stromy odumírají, jakmile jejich radiální růst je redukován na 0,5 mm za rok. Mortalita všech zkoumaných vzorků, kromě borovice lesní, byla závislá na předcházejícím průběhu jejího růstu. Nicméně lze předpokládat, že vzhledem k vztahu radiálního růstu a dostupnosti světla a jejímu malému radiálnímu a výškovému přírůstu křivka mortality borovice lesní bude stoupat a borovice lesní se postupně bude z porostu vytrácet. Přístup stromu ke světlu ovlivňuje také větvení stromu, které je závislé na přísunu uhlíku.

Světelná konkurence v porostu je pouze jednou z příčin mortality. V hustém porostu není světelná konkurence jediným činitelem ovlivňujícím přirozené zmlazování. K mortalitě přispívá též krátkodobý i dlouhodobý stres a další faktory jako různý evoluční vývoj druhu hlavně v uměle založených porostech.

Eur. J. For. Res., 128, 2009, č. 5, s. 455-466.

Kp

ZÁSABA A OBĚH FOSFORU NA DLOUHODOBĚ MONITOROVANÝCH LESNÍCH PLOCHÁCH V NĚMECKU

V rámci programu ICP Forests – úroveň II byly sledovány zásoba a rovnováha mezi příjmem a výdajem fosforu na pokusných plochách v Německu po dobu 10 let. Do výzkumu bylo zahrnuto 85 dlouhodobě monitorovaných ploch s porosty buku lesního (15 %), obou druhů dubu (10 %), borovice lesní (23 %), smrku ztepilého (28 %), zbytek (24 %) tvořily ostatní dřeviny. Všechny výzkumné plochy se nacházejí v kulturním listnatém nebo jehličnatém porostu, porosty smrku ztepilého jsou většinou monokulturou a leží v oblasti s nižšími ročními teplotami a vyššími srážkami, porosty borovice lesní jsou v oblasti s vyššími teplotami a nižšími srážkami. Půdní charakteristiky jsou velmi rozdílné pro jednotlivé typy porostů.

Výzkum se uskutečnil v letech 1994 až 2004 a jeho cílem bylo stanovení zásoby a oběhu fosforu v jednotlivých porostech. Ze všech pokusných stanovišť byly shromažďovány listy i jehličí buď v ročním nebo dvouletém intervalu, listy (100 ks) a jehličí (1 000 ks) byly usušeny a ze sušiny byl určen poměr dusíku a fosforu. Podkorunové srážky byly zachycovány do plastických lahví, průsak se měřil tensiometry, fosfor byl stanovován také v minerálních i humusových vrstvách. Příjem fosforu byl určen z podkorunových srážek a stoku po kmeni, výdej v průsaku. Získané údaje byly statisticky zpracovány.

Výsledky výzkumu ukázaly, že dva porosty s bukem lesním a čtyři porosty smrku ztepilého vykazují nedostatek fosforu a to po dobu 3 až 9 let. Vzhledem k tomu, že na těchto plochách je nedostatek i jiných živin, je třeba se zaměřit na to, zda nedostatek fosforu ovlivňuje vitalitu stromu nebo zda je nedostatek fosforu omezen schopnostmi půdy. Dubové porosty a porosty s borovicí lesní se zdají být dobře zásobeny fosforem. Výzkumné plochy vykazovaly stabilní stav fosforu, pokud nebyl uvažován pokles zásoby fosforu při těžbě, v případě těžby byla rovnováha narušena a následně došlo k úbytku fosforu.

Eur. J. For. Res., 128, 2009, č. 5, s. 481-492.

Kp

SEKVESTRACE UHLÍKU V LESNÍM POROSTU VE FINSKU VE VZTAHU K ROZDÍLNÝM ZPŮSOBŮM TĚŽBY A KLIMATICKÝM SCÉNÁŘŮM

Předpokládané klimatické změny, tj. očekávaný vzestup průměrných teplot spolu s prodlouženým vegetačním obdobím, se mohou odrazit ve zvýšené produktivitě lesních porostů a tím i ve vyšším procentu ukládání uhlíku v dřevní masě stromů. Na základě tohoto předpokladu byl ve Finsku prováděn odhad sekvestrace uhlíku pro roky 2003 – 2053. Byl analyzován, kromě dvou různých těžebních scénářů, i vliv klimatických změn na vývoj lesních porostů.

Studijní plocha zabírala celé území Finska, které bylo rozděleno na menší lesní centra. Vstupní data byla převzata z národní inventarizace lesa, jejich zpracování bylo provedeno lesnickým modelem MELA. Do studie byly zahrnuty čtyři kombinace klimatických změn a dva scénáře obhospodařování lesa: současné a postupné oteplování, strategie lesního hospodaření odpovídající rozdílné úrovni využití těžebního potenciálu.

Na základě výsledků lze vyvodit, že ukládání uhlíku v lesních porostech bude závislé nejen na klimatu, ale také na strategiích lesního hospodářství, které se však mohou v příštích letech měnit v závislosti na trhu a jiných vnějších okolnostech.

Eur. J. For. Res., 128, 2009, č. 5, s. 493-504.

Kp

POKYNY PRO ZPRACOVÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ DO ZPRÁV LESNICKÉHO VÝZKUMU

Zprávy lesnického výzkumu jsou recenzovaným vědeckým časopisem, ve kterém jsou uveřejňovány výsledky výzkumu vztahující se k lesním ekosystémům a naplňování funkcí lesa. Přináší informace pro lesnickou vědu a praxi, přičemž prezentují výsledky jak z Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., tak z jiných institucí. Náplň časopisu tvoří vědecké články a doplňkově odborná sdělení. Příležitostně jsou zařazovány příspěvky z lesnické historie a recenze. Stálou rubrikou je příloha Lesnické aktuality, která uvádí stručné výtahy ze zahraniční literatury, občasnou rubrikou Bulletin TEI. Časopis je vydáván v českém nebo slovenském jazyce s anglickým doprovodem (abstrakt, klíčová slova, souhrn, popisky tabulek, grafů, obrázků a fotografií). Vychází 4x ročně v 500 výtiscích a je excerpcován do řady zahraničních bibliografií, databází (mimo jiné CABI) a referátových časopisů.

Časopis je řízen ediční radou, která spolupracuje s odborníky z mnoha pracovišť, odkud získává specializované recenze. Ediční rada zasedá jednou do roka a schvaluje dodané návrhy příspěvků do jednotlivých čísel následujícího ročníku (ediční plán). Předložené příspěvky jsou po redakční úpravě zasílány dvěma recenzentům. Na základě recenzních posudků je článek buď bez dalších úprav přijat nebo postoupen autorovi k úpravám. Lhůta pro zpracování posudků je maximálně 3 neděle a pro dodatečné autorské úpravy 10 dnů, maximálně však 2 týdny. Příspěvky zaslané během roku mimo ediční plán jsou schvalovány průběžně, následně rozesílány recenzentům a po případných autorských úpravách zařazovány do nejbližších čísel. Autorovi se doporučuje uvést 3 potenciální recenzenty svého článku včetně jejich adresy, telefonu, faxu a e-mailu.

Požadavky na rukopis příspěvku

Předkládaný příspěvek musí odpovídat výše uvedenému zaměření časopisu. Obvyklá stavba vědeckého příspěvku by měla zahrnovat úvod s nástinem problematiky, metodiku, výsledky, diskusi a závěr. Autor článku doplní stručným anglickým abstraktem, klíčovými slovy v češtině a angličtině a anglickým maximálně jednostránkovým souhrnem obsahujícím stručný popis metodiky, výsledků a závěrů práce. Text článku musí být připraven v editoru MS Word (okraje 2,5 cm, doporučené písmo Times New Roman 12, řádkování dvojité). Textový soubor se na disketu, resp. na CD ukládá bez dělení slov a bez zarovnání do bloků. Stránky musí být očíslovány a rovněž řádky musí být průběžně číslovány. Rukopis je žádoucí upravit podle normy ČSN 01 6910 O správné úpravě písemností. Rukopis musí být dodán v e dvojím vyhotovení, a to na disketě nebo CD a v jedné vytištěné kopii. Kontrolní výtisk musí být na volných listech formátu A4 s textem po jedné straně. Tabulky, grafy a obrázky musí mít kromě dvojjazyčného názvu i vnitřní popisky v obou jazycích. Rozsah práce by neměl přesáhnout 30 stran v požadované úpravě včetně tabulek, obrázků atd.

Obrázky, grafy, fotografie, tabulky

Tyto materiály je třeba dodávat nezabudované do textu a vytištěné na samostatných listech. Materiály musí být zároveň poskytnuty v elektronické podobě, a to v samostatných souborech. U obrázků a fotografií se doporučují formáty GIF, JPG, TIF, EPS s dostatečným rozlišením (alespoň 600 dpi, nejméně 300 dpi při reprodukci 1 : 1). Jestliže jsou grafy vytvořeny v programu EXCEL, je potřeba je dodat uložené v tomto programu (nestačí grafy importované do programu WORD). Tabulky musí být psány stejným typem písma jako text rukopisu. Odkazy na obrázky, grafy, fotografie a tabulky je třeba v textu rukopisu vyznačit. Popisky k těmto materiálům musí být na zvláštním listě a průběžně číslovány.

Literatura

Seznam citované literatury se uvádí na konci článku a musí obsahovat všechny práce citované v rukopisu (viz vzor). Citace se v seznamu řadí abecedně převážně podle autorů (eventuálně podle korporace, např. ÚHÚL, nebo podle prvního slova z názvu dokumentu). V případě více citací jednoho autora se záznamy řadí vzestupně podle roku vydání. Práce autora vydané v témže roce se rozliší malými písmeny. Citace dokumentů se doporučuje uvádět v plném znění (bez zkratk).

Ukázky citací literatury

Citace knihy

SMOLÁK J., MUSIL S. 1985. Ochrana rostlin. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství : 338 s. ISBN

Citace článku v periodiku

Zavadil Z. 1991. Zakládání semenných plantáží ve Švédsku. Zprávy lesnického výzkumu, 17: 3-9.

Citace příspěvku ve sborníku

PETR J. 1970. Problémy ochrany a bezpečnosti práce. In: Novák P., Novotný J. (eds.), Ochrana, bezpečnost a hygiena při práci v lesním hospodářství. České Budějovice: Dům techniky: 67-95.

Ukázky odkazů na citovanou literaturu v textu rukopisu

a) V literatuře se uvádí (Brabec 1978), že

b) BRABEC (1978) uvádí, že