

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 42, No. 6, 1996

OBSAH – CONTENTS

Šišák L.: Návštěvnost lesa obyvateli České republiky – Frequentation of forests by inhabitants of the Czech Republic	245
Saniga M.: Vplyv rôznej sily a rôzneho druhu výberu na vybrané znaky kvantitatívnej štruktúry a stability smrekovej žrdkoviny – The effect of thinning of different intensity and type on some traits of the qualitative structure and stability of a spruce small pole-stage stand	254
Krajňáková J., Longauer R.: Culture initiation, multiplication and identification of <i>in vitro</i> regenerants of resistant hybrid elms – Zakladanie kultúr, množenie a identifikácia <i>in vitro</i> regenerantov odolných hybridných brestov	261
Šprtová M., Marek M. V.: Vysoké dávky sluneční radiace – významný přirozený stresor fotosyntetické aktivity horských smrčín – High rates of solar radiation – an important natural stress factor of the photosynthetic activity of mountainous Norway spruce stands	271
Fertál D.: Stanovenie ekonomického limitu opráv vozoviek lesných ciest – Determination of economic limit of forest road pavement repairs	277
REFERÁT	
Hýsek J.: Carbon and nitrogen cycles in some forest soils related to the content of humus and microbial activity – Uhlíkový a dusíkový cyklus v některých lesních půdách ve vztahu k obsahu humusu a k mikrobiální aktivitě	287

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Managing Editorial Board – Redakční rada

Chairman – Předseda

Prof. Ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Praha

Members – Členové

Prof. Ing. Jiří Bartuňek, DrSc., Brno

Ing. Josef Běle, CSc., Praha

Prof. Ing. Mirjam Čech, CSc., Praha

Ing. Josef Gross, CSc., Teplice

Prof. Ing. Jan Koubek, CSc., Praha

Ing. Vladimír Krejmer, CSc., Praha

Ing. Václav Lochman, CSc., Praha

Ing. František Šach, CSc., Opočno

Ing. Milan Švestka, DrSc., Znojmo

Advisory Editorial Board – Mezinárodní poradní sbor

Prof. Dr. Don J. Durzan, Davis, California, U.S.A.

Prof. Dr. Lars H. Frivold, Aas, Norway

Ing. Ladislav Greguss, CSc., Banská Štiavnica, Slovak Republic

Doc. Ing. Milan Hladík, CSc., Zvolen, Slovak Republic

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Freising, Germany

Dr. Jack R. Sutherland, Victoria, B.C., Canada

Prof. Dr. Nikolaj A. Voronkov, Moskva, Russia

Executive Editor – Vedoucí redaktorka

Mgr. Radka Chlebečková, Praha, Czech Republic

Odborná náplň: Časopis publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví, mající vztah k evropským lesním ekosystémům.

Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1996.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Mgr. Radka Chlebečková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41-9, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden-prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1996 je 588 Kč.

Scope: The journal publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems.

Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 42 appearing in 1996.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Mgr. Radka Chlebečková, executive editor, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41-9, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of receipt.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January-December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1996 is 148 USD (Europe), 154 USD (overseas).

NÁVŠTĚVNOST LESA OBYVATELI ČESKÉ REPUBLIKY

FREQUENTATION OF FORESTS BY INHABITANTS
OF THE CZECH REPUBLIC

L. Šišák

Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 165 21 Praha-Suchbát

ABSTRACT: The paper presents selected results of research describing particularly frequentation of forests by inhabitants of the Czech Republic (CR) and its reasons. The research was conducted as a questionnaire survey in a representative sample of CR inhabitants and is a part of larger-scale research focused on the importance of non-timber-producing functions of the forest for the society, and will also involve value assessments in its final stage. The results of research conducted in 1994 provide among other things these data: on average 90% of CR inhabitants older than 15 years go to the forest within the year, the frequentation per inhabitant and year is 25.3 visits, the frequentation per 1 ha of the forest accessible to the public at large is 105.7 visits. The main reason for 42.5% frequentation is short-time recreation (relaxation) while the main reason for 28.3% frequentation is the picking of forest fruits, mushrooms and medicinal plants and special interest activities cover 12.2% frequentation of the forest. The paper contains a more detailed analysis of the results with respect to different demographic aspects in the CR.

forest; analysis of frequentation; questionnaire survey

ABSTRAKT: Příspěvek pojednává o vybraných výsledcích výzkumu, které se týkají zejména návštěvnosti lesů obyvateli České republiky (ČR) a jejich účelů. Úkol byl řešen na základě dotazníkového šetření v reprezentativním vzorku obyvatel ČR a je součástí širšího výzkumu významu mimodřevní produkce lesa pro společnost, který bude zahrnovat v konečné fázi i hodnotová vyjádření. Z výsledků výzkumu realizovaného v r. 1994 mj. vyplývá, že v průměru 90 % obyvatel ČR starších 15 let navštěvuje les během roku, na jednoho obyvatele připadá ročně 25,3 návštěv, na 1 ha lesa přístupného veřejnosti připadá ročně 105,7 návštěv. Krátkodobá rekreace (relaxace) je hlavním účelem pro 42,5 % návštěv, sběr lesních plodů, hub a léčivých rostlin je hlavním důvodem pro 28,3 % návštěv, zájmová činnost pro 12,2 % návštěv lesa. V příspěvku jsou podrobněji analyzovány výsledky podle různých demografických aspektů v ČR.

les; analýza návštěvnosti; dotazníkové šetření

ÚVOD

V současné době je les ve vyspělých zemích světa chápán především jako obnovitelný přírodní zdroj, jehož externality* nabývají v čase a s rostoucí sociálně ekonomickou vyspělostí společnosti stále většího významu. V mnoha oblastech je význam externalit lesa vyšší než význam internalit a tento vyšší význam byl společností i zřetelně legislativně deklarován (u nás, ale i jinde např. lesy ochranné, zvláštního určení apod.).

Avšak také obecně se při peněžním vyjadřování významu externalit lesa ve velké většině případů dochází k podstatně vyšším hodnotám, než činí význam internalit (u nás v dřívějších letech např. Papánek, 1978; Zachar, 1988; ve světě např. Loesch, 1981; Walsh, 1991, aj.). Konečně nejen v naší teorii, ale i praxi se tato skutečnost odráží v souvislosti s poplatkem za odnětí, o kterém pojednává § 17 a příslušná příloha Zákona o lesích. Poplatek za odnětí v podstatě vyjadřuje význam lesa v peněžní formě z titulu plnění

* Externality, externí, vnější účinky, jsou chápány podle Samuelsona, Nordhouse (1991) jako vnější k trhu. Jedná se o přelévání účinků mimo trh. Existují v situaci, ve které činnost jednoho subjektu ovlivňuje pozitivně nebo negativně jiné subjekty mimo sféru trhu, aniž je za výstupy své činnosti odškodňován nebo za ně musí platit jiným. Poskytování pozitivních externalit (v případě lesa např. „mimoprodukčních funkcí“) není ve skutečnosti placeno těmi, kteří je užívají, a za působení negativních externalit nejsou poškozování odškodňováni. Externality lesa mají význam především pro společnost a subjekty mimo les a lesní hospodářství. Externalita je dopad chování jednoho subjektu na blaho jiného subjektu, přičemž tento dopad se neodráží v peněžních nebo tržních transakcích. Naopak internality jsou užité hodnoty, účinky nebo komodity, které trhem procházejí (produkce lesa, produkční funkce lesa). Internality lesa mají význam především pro podnikatelské subjekty a majitele v rámci lesního hospodářství.

mimoprodukčních funkcí ve srovnání s významem funkce dřevoprodukční. Základem pro odvození poplatku je tzv. faktor ekologické váhy lesa, který je i pro kategorii lesa hospodářského větší než jedna (1,4). K úrovni faktoru ekologické váhy lesa, metodice jeho odvození a zejména metodice odvození poplatku lze mít vážné odborné výhrady. Přesto však, byli-li takto přijati, znamená to, že jej stát a společnost uznávají.

Na druhé straně je náhled hospodářských orgánů, státní správy a zákonodárných sborů různý – např. v deklaraci mezinárodní konference o ochraně lesů v Helsinkách v r. 1993 se hovoří o tom, že produkce dřeva je a v budoucnu zůstane podstatnou funkcí lesa (i když se tento pojem nekryje s pojmem „hlavní“). Zásady nové švédské lesní politiky uvádějí však ekologické a produkční cíle jako rovnocenné, a např. Brühlhardt (1993) uvádí, že až „hluboko do 20. století byla produkce dřeva na mnohých místech nejdůležitější funkcí švýcarských lesů“ – tj. v čase minulém. Liší se i názory hospodářských orgánů a ekonomů od ministerstev životního prostředí a ekologů. Lze říci, že není totéž hovořit o významu toho, pro co jsou lesy obhospodařovány konkrétními subjekty, a o tom, pro co a jak jsou lesy ve společnosti významné.

To vše vede k tomu, že se usilovně hledají cesty, jak vyjádřit právě význam lesa jako veřejného statku, jeho společenský význam, odvíjející se od funkcí lesa, které nemají přímo tržní povahu a bezprostředně výrobní, produkční, ekonomický charakter.

Z komplexu funkcí lesa povahy externalit, tj. nepřímých tržních funkcí (v podstatě ochranných ekologických) a mimotržních funkcí (zdravotně-hygienických ekologických funkcí a kulturně-naučných funkcí), je velmi obtížné vyjádřit význam především posledně jmenovaných funkcí mimoeconomického, netržního, mimoprodukčního charakteru. Z bloku zdravotně-hygienických funkcí se jedná zvláště o význam rekreační funkce lesa.

V mnoha zemích jsou zpracovávány studie o problematice návštěvnosti lesa, kvantitě, kvalitě a jejím charakteru. Z naší literatury je známa řada významných prací, pojednávajících o rekreaci v lese, rekreačních kvalitách lesa, rekreační vybavenosti lesa a jeho úpravě, zonaci apod., jsou známy i dílčí práce – případové studie – o návštěvnosti konkrétních oblastí lesa a území. Rozsáhlé sociologické šetření z hlediska celostátního provedla Snětišová (1971). Do značné míry se uvedenou problematikou zabýval Poleno (1978, 1982, 1985, aj.). Prof. Poleno rovněž poskytl autorovi příspěvků informace a práce, které umožňují v některých případech srovnání výsledků po zhruba dvacetileté periodě. Dané téma bylo v širším kontextu náplní prací dalších autorů, např. Míchala (1974), Majera (1977), Vysloužilá (1985) aj.

V posledních letech se však u nás nevyvíjela adekvátní snaha v oblasti zjišťování návštěvnosti lesa, chápáné jako počet návštěv lesa, intenzita a účel (který není jen rekreační) v rámci celé společnosti a lesů v České republice. Žádné konkrétní údaje o četnosti návštěv lesa a jejich účelech v členění podle území, sí-

del, profesí, věku atd. v rámci celé České republiky z poslední doby u nás nebyly nalezeny.

Příspěvek prezentuje vybrané základní výsledky výzkumné práce v tomto směru u nás. Je třeba dodat, že ani příspěvek, ani výzkumná práce není vyčerpávajícím materiálem v dané oblasti jak z důvodů věcných, tak finančních. Soustřeďuje se na některé aspekty v rámci širšího výzkumu, o nichž se lze domnívat, že mohou být využitelné pro vyjádření významu části mimotržních mimoprodukčních funkcí lesa v peněžní formě. Problematika, týkající se analýzy účelů návštěv lesa, významu mimodřevní produkce lesa a hodnoty rekreační funkce lesa na bázi metody ochoty platit, se dále výzkumně zpracovává.

METODIKA

Daná část řešeného úkolu byla realizována prostřednictvím dotazníkového šetření ve spolupráci s Institutem pro výzkum veřejného mínění (IVVM) s využitím sítě jeho profesionálních tazatelů. Jednalo se v podstatě o metodu řízených rozhovorů. Šetření bylo provedeno v reprezentativním vzorku obyvatelstva ČR o rozsahu 856 respondentů starších 15 let. Dotazy se vztahovaly k průměrnému roku v rámci delšího několikaletého období, nevztahovaly se jen k poslednímu roku, v němž bylo vlastní šetření prováděno (1994) a který může být výjimečný.

Soubor respondentů byl vytvořen na základě tzv. kvótního výběru, tj. podle podílu zastoupení jednotlivých kategorií obyvatel v základním souboru celé ČR. V tomto případě se jednalo o pohlaví, věk, vzdělání, velikost místa bydliště a kraj. Podíly, tj. četnost jednotlivých kategorií respondentů ve výběru, odpovídaly podílům jednotlivých kategorií v ČR.

Podle kvótního výběru byl sestaven výběrový plán pro 1 200 dotazníků (respondentů), v němž byly požadavky na respondenty dané kategorie a četností rozepsány na jednotlivé příslušné instruované profesionální tazatele sítě IVVM. Z 1 200 dotazníků se ke zpracování vrátilo 856 formulářů; návratnost tedy činila 71,3 %.

V rámci výzkumu byly zformulovány a reprezentativnímu vzorku respondentů položeny dotazy, týkající se návštěvnosti lesa, hlavních důvodů návštěvy lesa, vzdálenosti navštěvovaného lesa od bydliště, sběru hub a lesních plodů, sběru léčivých rostlin, ochoty platit za vstup do lesa. V příspěvku analyzujeme problematiku, týkající se především prvních dvou okruhů a částečně třetího okruhu dotazů.

K otázce, jak často navštěvuje respondent les, byly odpovědi členěny následovně: vůbec ne, jednou až dvakrát za rok, jednou za měsíc, jednou týdně, vícekrát týdně. Informace o návštěvnosti lesa je považována za velmi důležitou pro hodnocení významu lesa v rámci společnosti, pro potřeby lesnické politiky a pro mezinárodní srovnávání významu lesa.

Vzdálenost lesa od bydliště byla v dotazu členěna do následujících tříd: do 1 km, do 5 km, do 20 km, do

50 km, nad 50 km. Údaj charakterizuje nepřímo význam návštěvy lesa pro návštěvníka, náklady a úsilí, které na návštěvu lesa vynakládá.

K otázce, za jakým hlavním účelem dochází respondent nejčastěji do lesa, byly odpovědi členěny následovně: na palivo, na lesní plody, projit se, zájmová činnost, rekreace (míněna dlouhodobější), jiná odpověď. Jedná se o zásadní informaci pro vyhodnocení důvodů, proč vlastně v ČR lidé les navštěvují a o preference těchto důvodů.

Odpovědi respondentů byly tříděny jednak podle územního členění státu (země, oblasti – bývalé kraje), podle velikosti sídel (počtu obyvatel) v členění do 499, 500 – 1 999, 2 000 – 4 999, 5 000 – 19 999, 20 000 – 99 999, nad 100 000, jednak podle věkových kategorií v členění 15–29 let, 30–44, 45–59, nad 60 let, pohlaví a zaměstnání respondenta.

VÝSLEDKY

Z šetření uskutečněného v r. 1994 (Šišák, 1994) vyplývá, že v průměru za několik posledních let připadá na jednoho obyvatele ČR 25,3 návštěv lesa ročně. Les nenavštěvuje vůbec 10 % obyvatel, 26,9 % obyvatel navštěvuje les jednou až dvakrát ročně, 31,8 % jednou měsíčně, 21,8 % jednou týdně a 9,4 % častěji (tedy nejméně dvakrát týdně).

Do určité míry je možné uvedené zjištění porovnat s výsledky šetření, které provedla Snětivá v r. 1971 obdobnou metodikou, avšak v reprezentativním souboru obyvatel pro celou tehdejší ČSSR, tj. včetně Slovenska. Nebyla sice vyjadřována návštěvnost lesa za rok na obyvatele, ale tu lze ze struktury dané otázky rekonstruovat s přiměřenou mírou přijatelnosti.

Z uvedených výsledků autorů vyplývá, že ze souboru 1 313 respondentů nenavštěvovalo les vůbec 26 %, tj. 314 dotázaných – daleko více než v r. 1994. Ale z ostatních navštěvovalo les dvakrát týdně a častěji (tj. přibližně v průměru třikrát týdně) 16 % osob, jednou týdně 25 %, jednou až dvakrát měsíčně 22 % a občas (jako průměr přibližně čtyřikrát ročně) 37 % návštěvníků. Je zřejmé, že v r. 1971 byl počet návštěv lesa z rekreačních důvodů (jsou svým způsobem užší než návštěvy lesa v pojetí šetření z r. 1994, i když zahrnují určité další aspekty) podstatně vyšší než v r. 1994. V průměru připadalo na jednoho dotazovaného v souboru respondentů z celé ČSSR tehdy přibližně 32 návštěv lesa ročně. V této souvislosti je průměr 25 návštěv lesa ročně na jednoho obyvatele ČR v r. 1994 výsledkem a vývojem velmi překvapivým, neboť všeobecně se v sedmdesátých letech předpokládalo ve světě i u nás značný další růst návštěvnosti lesa do roku 2000, a ne podstatný pokles.

Podle Polena (1978) byl růst rekreační návštěvnosti lesa v zahraničí předpokládán z úrovně konce šedesátých a počátku sedmdesátých let na dvojnásobek až pětinásobek k roku 2000, u nás (Kolář, 1973, in Poleno, 1978) růst o 50 %. Obecně se očekával další vzestup návštěvnosti – na základě tehdejších zkušeností

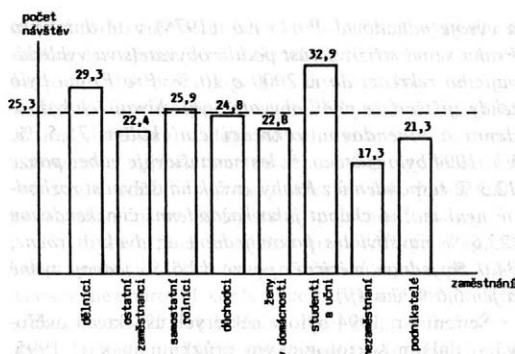
a vývoje odhadoval Poleno (1978) v té době pro Prahu velmi střízlivě růst podílu obyvatelstva vyhledávajícího rekreaci do r. 2000 o 10 %. Pro Prahu bylo tehdy zjištěno, že podíl obyvatel vyhledávajících každodenní a víkendovou rekreaci činí kolem 75,5 %. V r. 1994 bylo zjištěno, že les nenavštěvuje vůbec pouze 12,3 % respondentů z Prahy, avšak návštěvnost rozhodně není možné chápat jako každodenní či víkendovou (23,6 % navštíví les pouze jednou až dvakrát ročně, 34,0 % jednou měsíčně, pouze 13,6 % jednou týdně a jen 6,6 % častěji).

Šetření z r. 1994 bylo v některých aspektech ověřováno dalším sociologickým průzkumem v r. 1995. Z dosud zpracovaných výsledků plyne, že úroveň návštěvnosti lesa byla v podstatě potvrzena, a to s tendencí k poklesu. Dotazování ze souboru 991 respondentů v r. 1995 vedli (při obdobné metodice jako v r. 1994), že 17,7 % les nenavštěvuje, les navštěvuje občas (v průměru lze odhadnout na hodnotu čtyřikrát ročně) 38 %, častěji – jednou měsíčně 21,1 %, často – jednou týdně 16,8 %, velmi často (odhad průměru třikrát týdně) 6,4 %. Ve srovnání s šetřením v r. 1994 vidíme, že podíl dotazovaných, kteří les nenavštěvují, se zvýšil a podíl těch, kteří les navštěvují, se snížil v každé třídě návštěvnosti. Uvedenému zjištění odpovídá v průměru 22 návštěv lesa na jednoho respondenta ročně. Tendenci k poklesu mimoekonomických aktivit obyvatelstva (návštěvnost kulturních a sportovních zařízení apod.) v posledních letech v důsledku snižujícího se objemu volného času ukazují různá sociologická šetření IVVM.

Z výzkumu v r. 1994 vyplývá, že les navštěvují častěji především mladší lidé a spíše muži než ženy (což koresponduje s výsledky sociologického šetření v r. 1971 – Snětivá, 1971). Ve věkové skupině 15–29 let navštíví jeden občan ročně les v průměru 27,7krát, ve skupině 30–44 let 25,1krát, ve skupině 45–59 let 24,0krát a ve věku nad šedesát let 24,2krát. Rozdíly v návštěvnosti lesa podle věku nejsou výrazné, přesto však lze pozorovat klesající tendenci v návštěvnosti lesa se stoupajícím věkem obyvatel. Hodnota χ^2 při 19 stupních volnosti (čtyři kategorie respondentů, pět tříd četnosti návštěv) 51,77 znamená, že rozdělení je odlišné proti očekávanému rozdělení na hladině významnosti 1 % (kritická hodnota χ^2 36,2).

Muži navštěvují les ročně v průměru 29,2krát, ženy 21,9krát. Hodnota χ^2 15,31 pro devět stupňů volnosti (dvě kategorie respondentů, pět tříd četnosti) znamená, že výsledné rozdělení odpovídá očekávanému rozdělení na hladině významnosti 1 % (kritická hodnota χ^2 21,7).

S uvedeným zjištěním koresponduje v podstatě četnost návštěvnosti lesa podle zaměstnání. Nejčastěji navštěvují les studenti a učni – v průměru 32,9 návštěv ročně, následují dělníci – 29,3 návštěv, zatímco nejméně často navštěvují les nezaměstnaní – 17,3 návštěv a podnikatelé – 21,3 návštěv. Návštěvnost lesa ostatních skupin se pohybuje kolem průměru 25,3 návštěv ročně (bliže obr. 1). Hodnota χ^2 65,5 při 39 stupních volnosti (osm kategorií návštěvníků, pět tříd četnosti) znamená, že výsledné rozdělení je na hranici očekáva-



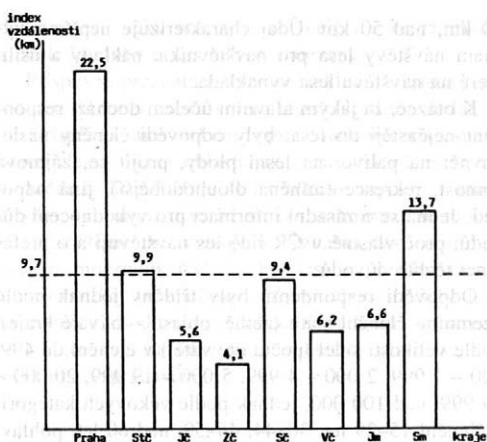
1. Počet návštěv na obyvatele za rok podle zaměstnání – Number of visits per inhabitant and year by profession

ného rozdělení na hladině významnosti 0,5 % (kritická hodnota χ^2 65,5).

Vzdálenost navštěvovaného lesa od bydliště do 1 km udává 37,8 % respondentů, následně do 5 km 31,7 %, do 20 km 16,6 %, do 50 km 8,6 % a nad 50 km 5,3 %. Rozdíly v tomto směru mezi oblastmi (bývalými kraji) jsou značné. Podle údajů mají nejbližší do lesa obyvatelé západních Čech (bývalého Západočeského kraje) – do 1 km 56,1 % respondentů, do 5 km 31,8 %, do 20 km 6,1 %, do 50 km 6,1 % a nad 50 km 0 % návštěvníků lesa. Naproti tomu údaje pro Prahu jsou podle odpovědí respondentů následující: do 1 km 27,5 %, do 5 km 13,0 %, do 20 km 15,9 %, do 50 km 27,5 % a nad 50 km 15,9 %. Sněti (1971) udává podstatně větší vzdálenosti navštěvovaného lesa pro celou tehdejší ČSSR, které mohly být částečně ovlivněny větší rozlohou republiky a tedy domácích rekreačních možností (na větší vzdálenost se cestovalo především do Vysokých Tater, Krkonoše a jihočeských lesů). Autorkou udávané vzdálenosti z r. 1971 (39 % do 5 km, 31 % do 30 km, 12 % do 60 km, 16 % nad 60 km, 2 % se nevyjádřilo) jsou podstatně bližší údajům pro Prahu, zjištěným v r. 1994.

Index vzdálenosti navštěvovaného lesa, vyjádřený jako součet součinů středů tříd vzdálenosti a příslušného podílu návštěvníků (v podstatě aritmetický průměr středů tříd vzdáleností, vážený podílem návštěvníků), je uveden podle bývalých krajů na obr. 2. Střed třídy do 1 km vzdálenosti byl stanoven na 0,5 km a střed třídy nad 50 km vzdálenosti byl stanoven na 65 km, přičemž podíl obyvatel navštěvujících les na tuto vzdálenost je poměrně nízký. Hodnota χ^2 104,8 při 39 stupních volnosti znamená, že výsledné rozdělení je odlišné proti očekávanému na hladině významnosti 1 % (kritická hodnota 62,4).

Výrazně nejintenzivněji navštěvují les obyvatelé sídel o velikosti 2 až 5 tisíc obyvatel (na jednoho obyvatele připadá v průměru 33,4 návštěvy lesa ročně), což je jediná výjimka v klesajícím vývoji intenzity návštěv lesa se stoupající velikostí sídel. Ve skupině nejmenších sídel do 500 obyvatel navštíví občan les ročně průměrně 27,5krát, zatímco ve skupině měst nad 100 000 oby-



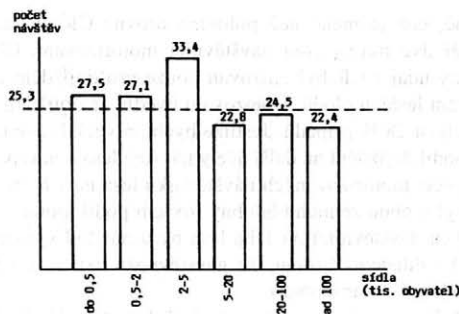
2. Průměrná vzdálenost navštěvovaných lesů podle krajů – Average distance of visited forests by regions

vatel 22,4krát (bližší obr. 3), přičemž obyvatel Prahy navštíví les ročně 18,4krát (obr. 5). Hodnota χ^2 22,7 při 29 stupních volnosti (šest kategorií sídel, pět tříd vzdálenosti) znamená, že výsledné rozdělení není odlišné od očekávaného na hladině významnosti 1 % (kritická hodnota χ^2 49,6).

Uvedené zjištění se podstatně liší od výsledků z konce šedesátých a ze sedmdesátých let, kdy autoři docházeli k závěru, že procentuální podíl počtu obyvatelstva na víkendové rekreaci, ale i na rekreaci každodenní se právě naopak s velikostí sídla zvyšuje (Poleno, 1978, 1985). Rovněž tak v rámci výzkumu Sněti (1971) odpovídali respondenti na otázku „Vyhledáváte alespoň někdy les k osvěžení, k odpočinku, pro rekreaci“ tak, že podíl odpovědí „ano“ rostl od sídel s velikostí 2 tis. obyvatel až po sídla s velikostí do 100 tis. obyvatel a pak mírně poklesl. Ale je zřejmé rozdíl mezi pojetím návštěvnosti jen jako rekreační a širší návštěvnosti lesa se všemi dalšími účely. Rovněž tak má úlohu četnost návštěv podle velikostních kategorií sídel.

Rozhodující příčina vysoké návštěvnosti lesa obyvateli v podstatě městeček a malých měst spočívá zřejmě v tom, že les je vzhledem ke vzdálenosti od nich pro návštěvnost výrazně nejdostupnější. Průměrná vzdálenost lesa od těchto sídel vyjádřená jako aritmetický průměr středů tříd vzdálenosti navštěvovaného lesa, vážený podílem návštěvníků, činí pouze 2,48 km. Z obr. 4 je patrné, že index vzdálenosti navštěvovaného lesa klesá od nejmenších sídel právě až po sídla o velikosti 2 až 5 tis. obyvatel a pak roste, přičemž v případě Prahy činí 22,5 km (obr. 2). V daném případě hodnota χ^2 155,8 znamená, že na hladině významnosti 1 % (kritická hodnota 49,6) je výsledné rozdělení značně odlišné proti očekávanému a uvedené vzdálenostní poměry by zřejmě vyžadovaly další detailnější šetření.

To, že se značně narůstající vzdálenosti navštěvovaného lesa u jednotlivých skupin sídel nad 5 tis. obyvatel nekoresponduje prakticky změna intenzity návštěvnosti lesa, a to ani v případě Prahy (18,4 návštěv ročně na



3. Počet návštěv na obyvatele za rok podle velikosti sídel – Number of visits per inhabitant and year by the size of residential seats

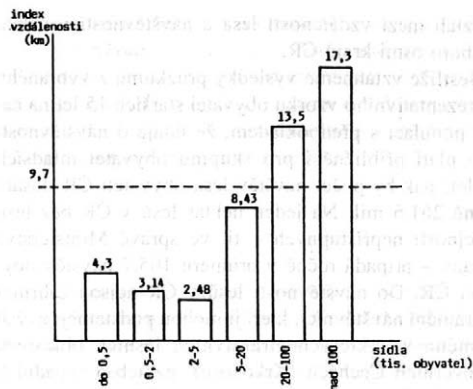
jednoho obyvatele), lze zřejmě vysvětlit zvláště třemi následujícími faktory (nelze je považovat za vyčerpávající), které ve svém souhrnu brzdí snižování intenzity návštěvnosti lesa s růstem velikosti sídel a jejich vzdálenosti od lesa.

1. Předpokládá se, že tendence příjmových možností obyvatel roste v průměru s velikostí sídla a tedy finančně se les nestává tak nedostupným, jak by ukazovala rostoucí vzdálenost.
2. Větší vzácnost lesa a volné přírody roste se zvětšující se velikostí sídla a lidé jsou ochotni zaplatit za návštěvu relativně vyšší částky než lidé z menších sídel, bližších k lesu a přírodě.
3. Se zvětšující se velikostí sídla roste i podíl obyvatel, vlastních rekreačních chatů či chalupu na venkově, kam jezdí na víkend, a les mohou navštívit relativně častěji.

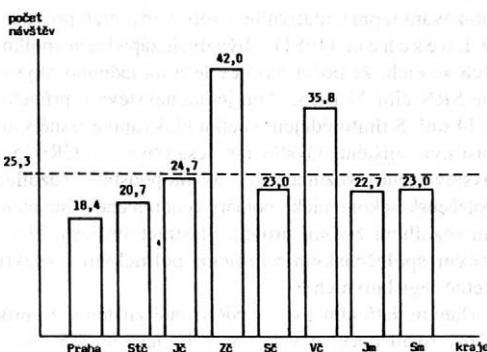
Počet návštěv lesa připadajících na jednoho obyvatele kolísá podle oblastí, tj. bývalých krajů. Na nižší správní územní jednotky či dokonce přírodní oblasti nebylo již možné v daném případě výzkum členit. Nejčastěji navštěvují les obyvatelé bývalého Západočeského kraje – na jednoho obyvatele připadá v průměru ročně 42,0 návštěv. Nejméně často navštěvují les Pražané – 18,4 návštěv lesa ročně (bližší obr. 5). Hodnota χ^2 59,2 znamená, že při 39 stupních volnosti se výsledné rozdělení neliší od očekávaného na hladině významnosti 1 % (kritická hodnota 62,4).

Návštěvnost lesa podle krajů, tak jak je uvedena na obr. 5, potvrzuje souvislost návštěvnosti s dostupností lesa pro obyvatele, jež mají důležité charakteristikami jsou vzdálenost, příjmové možnosti a vlastnictví rekreačních objektů. Obyvatelé Západočeského kraje, kteří mají do navštěvovaného lesa nejbližší, navštěvují les nejčastěji, obyvatelé Prahy, jejichž vzdálenost od navštěvovaného lesa je největší, navštěvují les nejméně často, ne ale tak málo, jak by odpovídalo pouze daleko největší vzdálenosti (na tuto skutečnost mají zřejmě vliv vyšší výdělkové možnosti a větší podíl rekreačních chat a chalup, ale i větší přitažlivost lesního a venkovského prostředí než u obyvatel ostatních krajů).

Do podstatně vyšší návštěvnosti lesa obyvateli Západočeského kraje, než by odpovídalo vzdálenosti navště-



4. Průměrná vzdálenost navštěvovaných lesů podle velikosti sídel – Average distance of visited forests by the size of residential seats



5. Počet návštěv na obyvatele za rok podle krajů – Number of visits per inhabitant and year by regions

vovaného lesa (byť nejmenší), se zřejmě promítá velmi výrazná turistická, přírodní, sportovní a lázeňská atraktivita lesního prostředí Šumavy a lesů v okolí světoznámých lázní. Také ve výrazně vyšší návštěvnosti lesa obyvateli Východočeského kraje (druhá nejvyšší návštěvnost) se kromě vzdálenosti (třetí nejvyšší) odráží zřejmě relativní blízkost a pro obyvatele tohoto kraje snadná dostupnost v ČR turisticky, přírodně a sportovně nejznámější, nejceněnější a nejvybavenější oblasti Krkonoš, Krkonošského národního parku a dalších pohorí v jejich blízkosti.

Na druhé straně relativně vyšší návštěvnost lesů obyvateli Severomoravského kraje (4.–5.), než by odpovídalo vzdálenosti navštěvovaného lesa (7., tj. druhá největší po Praze), je ovlivněna zřejmě podílem rekreačních objektů, výdělkovými možnostmi a atraktivitou přírodního – lesního – prostředí. Obdobné příčiny, i když v poněkud oslabené míře, ovlivňují pravděpodobně i návštěvnost lesa obyvateli Středočeského kraje (6. největší vzdálenost lesa, ale 4.–5. nejvyšší návštěvnost). Uvedené „anomální kraje“ z pohledu vztahu vzdálenosti navštěvovaného lesa a jeho návštěvnosti ovlivňují pořadí návštěvnosti

a vztah mezi vzdáleností lesa a návštěvností v celém souboru osmi krajů ČR.

Jestliže vztáhneme výsledky průzkumu z vybraného reprezentativního vzorku obyvatel starších 15 let na celou populaci s předpokladem, že údaje o návštěvnosti lesa platí přibližně i pro skupinu obyvatel mladších 15 let, pak by počet návštěv lesa obyvateli ČR dosáhl ročně 261,6 mil. Na jeden hektar lesů v ČR bez lesů veřejnosti nepřístupných – tj. ve správě Ministerstva obrany – připadá ročně v průměru 105,7 návštěv obyvatel ČR. Do návštěvnosti lesů v ČR nejsou zahrnuti zahraniční návštěvníci, kteří ji mohou podstatněji zvýšit zejména v některých atraktivních lesních oblastech v severních Čechách (Krkonosy), jižních a západních Čechách (Šumava, okolí světověznámých lázeňských středisk).

Pokud jde o srovnání návštěvnosti našich lesů s návštěvností lesů v zahraničí, tak např. v SRN uvádí Ripken (1991), který se odvolává na výzkum metodou dotazování reprezentativního vzorku obyvatel, prováděný Loeschem (1981) v bývalých západních spolkových zemích, že počet návštěv lesa na jednoho obyvatele SRN činí 24 ročně, tzn. jedna návštěva v průměru za 14 dní. S tímto údajem vcelku překvapivě těsně souhlasí nyní zjištěná návštěvnost lesa obyvateli ČR (25,3 návštěv ročně), vezmeme-li v úvahu podstatně rozdílné společensko-ekonomické poměry (podmíněné přinejmenším rozdílnou životní úrovní, vlastnictvím lesů, historickým společenským vývojem, politickými aspekty včetně legislativních).

Daným šetřením bylo v SRN dále zjištěno, že průměrný roční počet návštěv na 1 ha lesa je 225. Počet návštěv lesa na stejnou plochu v ČR je v tomto srovnání zhruba poloviční (105,7). Pro 80 % návštěvníků lesa v SRN je les vzdálen do 2 km od jejich bydliště (pro srovnání – v ČR pro téměř 70 % návštěvníků do 5 km). Loeschovy údaje jsou přebírány i pro kalkulace v rámci jednotlivých spolkových zemí – např. pro Dolní Sasko včetně Brém a Hamburku na přelomu osmdesátých a devadesátých let.

Pro Velkou Británii (V. B.) uvádějí Benson, Willis (1992), že podle nedávných šetření v domácnostech v Anglii, Walesu a Skotsku lze odhadnout počet návštěv, které je možné vztáhnout na státní lesy Commission woods and forests (lesy ve správě lesnické komise V. B. – Forestry Commission of G. B.) v rozmezí 38–47 milionů ročně z celkového počtu přibližně 120 mil. návštěv, které respondenti chápou jako návštěvy lesa. Odhaduje se, že v poměrech V. B. reprezentují návštěvy lesa kolem 10 % všech návštěv a výletů v krajině, což autoři považují za zajímavé v souvislosti s tím, že kolem 10 % území Velké Británie je kryto „stromy“.

Autoři upozorňují na základě kombinace výsledků předchozích studií, názorů místních lesníků a údajů státní správy pro krajinu jako celek, že počet motorizovaných návštěvníků lesů spravovaných lesnickou komisí V. B. je nejméně 24 milionů.

Z uvedených údajů můžeme odvodit, že počet návštěv na 1 ha lesa se ve V. B. pohybuje mezi 40–50

ročně, což je méně než polovina úrovně ČR, z toho téměř dvě třetiny jsou návštěvníci motorizovaní. Obdobný údaj z ČR byl zjišťován pouze pro dojíždění za sběrem lesních plodů. Dotazovaní uvedli, že dojíždějí v necelých 28 % případů. Jestliže bychom vztáhli uvedený podíl dojíždění na další účely návštěv lesa u nás, pak by počet motorizovaných návštěvníků lesa na 1 ha ročně byl v obou zemích obdobný (ovšem podíl motorizovaných návštěvníků na 1 ha lesa by u nás byl výrazně nižší vzhledem k tomu, že návštěvnost lesa je v ČR v podstatě dvojnásobná).

Počet návštěv lesa na jednoho obyvatele V. B. je podstatně menší než u nás a dosahuje v průměru něco málo přes dvě návštěvy ročně, což zřejmě souvisí se značně menší lesnatostí, větší vzdáleností navštěvovaného lesa a zejména s omezením či přímou zakázaným vstupem na soukromé lesní majetky.

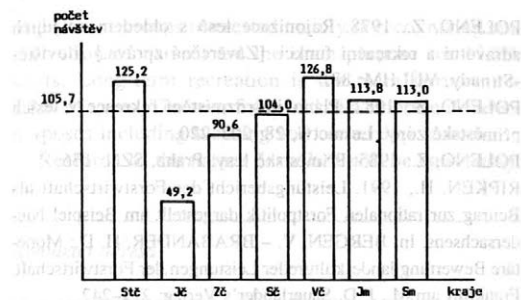
Na návštěvnosti lesů v jednotlivých krajích ČR se podílejí především obyvatelé regionu. Mezikrajová výměna návštěvníků je méně významná vzhledem k udávaným vzdálenostem navštěvovaných lesů a navíc lze předpokládat, že je do určité míry reciproční. Návštěvnost lesů především v českých krajích však výrazněji ovlivňují obyvatelé Prahy.

Z údajů výzkumu lze odvodit, že 40,5 % obyvatel Prahy navštěvuje les do vzdálenosti 5 km od bydliště, což znamená, že se z velké většiny jedná o návštěvu lesních porostů především uvnitř hranic Prahy. Potom by při průměrném počtu 18,4 návštěv lesa ročně na jednoho obyvatele a 1,214 mil. obyvatel připadalo ročně na lesy v hranicích Prahy a v jejich těsné blízkosti přibližně 9,1 mil. pražských návštěvníků, na lesy Středočeského kraje (vzdálenost 5 až 50 km) 9,7 mil. návštěvníků a na lesy ostatních čtyř českých krajů v průměru přibližně po 0,9 mil. návštěvníků.

Při zohlednění počtu návštěv na jednoho obyvatele podle krajů (obr. 5), počtu obyvatel krajů, počtu pražských návštěvníků a výměry lesů v krajích (bez lesů ve správě Ministerstva obrany) by byla průměrná návštěvnost 1 ha lesa přístupného veřejnosti v jednotlivých krajích taková, jako ukazuje obr. 6.

Návštěvnost lesů je zřejmě daleko více diferencovaná v rámci jednotlivých krajů. Obecně lze předpokládat, že je nejvyšší kolem velkých měst a ostatních sídel (Poleno, 1978, 1985) a v kulturně, turisticky, zdravotně a sportovně atraktivních územích. Kromě toho ve Středočeském kraji má pravděpodobně intenzita návštěvnosti lesa obecně klesající tendenci s rostoucí vzdáleností od Prahy. Ve Východočeském kraji mají podstatně vyšší návštěvnost pohraniční pohoří, v Západočeském kraji Šumava a území kolem lázeňských míst, v Jihočeském kraji Šumava, v Severomoravském kraji turisticky a rekreačně významné části Jeseníků a Beskyd.

Specifickou problematikou je návštěvnost lesů v hranicích Prahy. Platí-li podle informací o katastrálním území, že v hranicích Prahy (dříve 10, nyní 15 pražských obvodů) má les výměru 4 797 ha, pak při 9,1 mil. návštěv (uváděných jako návštěva lesa – ne parku nebo jiné zeleně) to znamená, že na 1 ha lesa v hranicích Prahy



6. Počet návštěv na hektar a rok podle krajů – Number of visits per hectare and year by regions

připadá v průměru ročně 1 897 návštěv*, což je v průměru více než pět návštěv na 1 ha za den. Je to téměř 15krát více, než průměrná návštěvnost 1 ha lesů nejnavštěvovanějšího Východočeského kraje (necelých 127 návštěv na 1 ha lesa ročně).

Lze předpokládat, že charakter návštěv lesa souvisí s jejich účelem. Návštěvnost lesů není také rovnoměrně rozložena během roku. Soustřeďuje se do letního období (Snětíva, 1971; Poleno, 1985), víkendových dnů a období, kdy rostou houby a zrají lesní plody. Kromě těchto období je návštěvnost velké většiny lesů nižší a nepříznivější obvykle lesnímu hospodářství problém.

Jako hlavní důvod návštěv lesa uvedlo 4 % dotazovaných, kteří les navštěvují, sběr paliva, 28,3 % sběr lesních plodů (včetně léčivých rostlin a hub), 42,4 % krátkodobý odpočinek, 12,2 % zájmovou činnost – v ní má zřejmě významnou úlohu myslivost, sport, poznávání přírody a různé společenské aktivity spojené s ochranou přírody. Dále 7,8 % uvedlo delší vícedenní rekreaci a 5,4 % jiné důvody (z toho část pravděpodobně pracovní účely a vlastnické zájmy).

Uvedené zjištění se svým způsobem liší od hlavních účelů návštěv zjišťovaných v rámci sociologického šetření v r. 1971 (Snětíva, 1971). Jedním z hlavních důvodů však může být relativně značný rozdíl ve struktuře dotazu. Podle autorky se účely návštěv členily na: zdravé lesní ovzduší (41 % dotazovaných), možnost klidných procházek (30 %), sběr lesních plodin (9 %), pozorování lesní přírody (9 %), turistika (6 %), myslivost (3 %), fotografování v lese (1 %). Zdravé lesní prostředí i možnost klidných procházek lze však považovat za přirozenou vnitřní součást dalších aktivit. Překvapením tehdy bylo zejména pouze 9 % podílu sběru

lesních plodin, zvláště v souvislosti s jiným dotazem, a to s nevhodnější charakteristikou lesa pro odpočinek, kterou zaujala na prvním místě pro 88 % dotazovaných odpověď „les s dostatečným množstvím lesních plodin“ a až na čtvrtém místě (66 % dotazovaných) „les uzpůsobený pro klidné procházky“.

ZÁVĚR

Lze konstatovat, že návštěva lesa je důležitým faktorem pro značnou část obyvatel České republiky, který – ať chceme či ne – podstatně ovlivňuje úvahy a záměry lesopolitického charakteru u nás. Podle šetření z let 1994 a 1995 prakticky 90 % a 83 % dotazovaného reprezentativního vzorku obyvatel ČR nad 15 let věku navštěvuje les, což lze vztáhnout v podstatě na celou populaci, která z různých osobních a zdravotních důvodů je vůbec schopna les navštívit. Les má značný kulturní a sportovní význam pro vyžití obyvatel v uvedeném směru. Velká část obyvatel chápe v tomto smyslu les jako veřejný statek, jehož využívání a dostupnost je umožněna bez rozdílu všem, kteří ho chtějí užívat.

Dané pojetí lesa vychází u nás především z vlastních společenských historických kořenů, není však jen naší specifikou. S obdobným chápáním lesa se můžeme setkat v mnoha zemích Evropy. Ve Velké Británii byla otázka přístupnosti lesa pro veřejnost rozhodující pro parlamentní nepřechodnost řady různých modifikovaných návrhů na privatizaci státních lesů v osmdesátých letech.

Velký význam a přínos má pro veřejnost v našich poměrech i sběr produkce lesa – kromě dřeva zvláště hub a lesních plodů, ale v určité míře i léčivých rostlin. Hlavní účely návštěv lesa včetně sběru mimodřevních produktů lesa se dále výzumně zpracovávají.

Realizované šetření vyvolává v mnoha směrech zřejmě další otázky, které by bylo třeba zodpovědět podrobnějšími analýzami, šetřeními a výzkumem, a to detailnějšího charakteru. Uvedená šetření jsou ovšem náročná z věcného a finančního hlediska. Na jejich základě by však význam lesa pro společnost mohl být rozlišen daleko objektivněji. Při využití následných expertních metod by pak mohl být pro určité účely odvozen i význam v peněžní formě.

Řešení daných otázek bylo umožněno prostřednictvím Grantové agentury ČR – grantu č. 504/94/0291 a za podstatné pomoci odvětví lesního hospodářství MZe ČR.

* Pro srovnání např. Schelbert-Syfrig, Maggi (1989) uvádějí na základě fyzického sčítání návštěvníků v lesích města Zürichu – Zürichberg/Adlisbergwald, že lesy o výměře 820 ha navštívilo během jednoho roku na přelomu let 1986/1987 1,2 mil. návštěvníků, což činí 1 463 návštěvníků na 1 ha za rok. Merlo, Signorello (1991) uvádějí z pěti lokalit v severovýchodní hornaté části Itálie jako nejnavštěvovanější regionální park Consiglio Plateau, kde bylo na ploše 4 320 ha v r. 1986 napočítáno během léta 469 tis. návštěv, avšak v blízkém parku Val Cimoliana, jehož nejvyšší partie dosahují výšek nad 2 000 m, bylo ve stejnou dobu na ploše 6 286 ha napočítáno 38 tis. návštěv (tj. šest návštěv na 1 ha). V USA se podle Walshe (1991) považuje za rekreačně vysoce zatíženou oblast národních lesů Arapaho, Roosevelt, Pike a San Isabel, které se nacházejí ve východní části Skalnatých hor ve státě Colorado. V oblasti Front Range Forests bylo napočítáno v r. 1980 1 800 návštěvních dnů na 1 čtvereční míli, což je 695 návštěvních dnů na 1 ha. Autor uvádí, že je to 2,3krát více, než činí průměr v USA (to by znamenalo 302 návštěvních dnů na 1 ha ročně).

- BENSON, J. F. – WILLIS, K. G., 1992. Implications of recreation demand for forest expansion in Great Britain. Department of town and country planning, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne. Regional studies, Vol. 27: 29–39.
- BRÜLHART, A., 1993. Základné otázky managementu v lesnom hospodárstve Švajčiarska. In: Organizácia a management v súkromných a verejných lesoch Švajčiarska. Sbor. ref. ze sem. 21.–23. 9. 1993. Zvolen, Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR.
- LOESCH, G., 1981. Typologie der Waldbesucher. Betrachtung eines Bevölkerungsquerschnitts nach dem Besucherverhalten, der Besuchsmotivation und der Einstellung gegenüber Wald. [Dissertation.] Universität Göttingen: 156.
- MAJER, V., 1977. Rajonizace lesů v ČR podle významu jejich rekreační funkce. Práce VÚLHM, 50: 169–189.
- MERLO, M. – SIGNORELLO, G., 1991. Alternative estimates of outdoor recreation benefits in Italy. In: BERGEN, V. – BRABÄNDER, H. D.: Monetäre Bewertung landeskultureller Leistungen der Forstwirtschaft. Frankfurt am M., J. D. Sauerländer's Verlag: 133–147.
- MÍCHAL, I., 1974. Rekreační využitelnost lesa a jeho estetická hodnota. Lesnictví, 20: 383–405.
- PAPÁNEK, F., 1978. Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva. Lesn. štúd. Zvolen, VÚLH: 218.
- POLENO, Z., 1978. Rajonizace lesů s ohledem na jejich zdravotní a rekreační funkci. [Závěrečná zpráva.] Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 88.
- POLENO, Z., 1982. Plánovitě rozmístění rekreace v leších příměstské zóny. Lesnictví, 28: 203–220.
- POLENO, Z., 1985. Příměstské lesy. Praha, SZN: 176.
- RIPKEN, H., 1991. Leistungsbericht der Forstwirtschaft als Beitrag zur rationalen Forstpolitik dargestellt am Beispiel Niedersachsens. In: BERGEN, V. – BRABÄNDER, H. D.: Monetäre Bewertung landeskultureller Leistungen der Forstwirtschaft. Frankfurt am M., J. D. Sauerländer's Verlag: 232–242.
- SAMUELSON, P. A. – NORDHAUS, W. D., 1991. Ekonomie. Praha, Svoboda: 1011.
- SCHELBERT-SYFRIG, H. – MAGGI, R., 1988. Wertvolle Umwelt. Zürcher Kantonalbank: 90.
- SNĚTIVÁ, M., 1971. Rekreace a lesy. Praha, Ústav pro výzkum veřejného mínění: 87.
- ŠIŠÁK, L. et al., 1994. Význam produkce lesa mimo dřevo v České republice. [Dílčí závěrečná zpráva.] Praha, LF VŠZ: 84.
- VYSLOUŽIL, J., 1985. Význam hospodářského lesa pro rozvoj rekreace. Lesnictví, 31: 913–925.
- WALSH, R. G., 1991. Evaluating social benefits of forest quality. In: BERGEN, V. – BRABÄNDER, H. D.: Monetäre Bewertung landeskultureller Leistungen der Forstwirtschaft. Frankfurt am M., J. D. Sauerländer's Verlag: 115–124.
- ZACHAR, D. et al., 1988. Hodnotenie a oceňovanie funkcií lesa. [Závěrečná zpráva.] Zvolen, VÚLH: 93.

Došlo 1. 8. 1995

FREQUENTATION OF FORESTS BY INHABITANTS OF THE CZECH REPUBLIC

L. Šišák

Czech University of Agriculture, Faculty of Forestry, 165 21 Praha-Suchbát

The investigation is based on a sociological survey performed in 1994, on asking questions a representative sample of inhabitants of the Czech Republic (personal contacts). The representative sample of respondents was formed in accordance with basic demographic features of inhabitants of the Czech Republic (CR) aged above 15 years. Questions about the number of forest visits, main purpose of forest visits, distance of usually visited forest from the residence of the respondent are related to a mean year of a period of last years according to the opinion of the respective respondent.

Respondents' answers were classified according to the following aspects: geographic regions of the CR, number of inhabitants of the residential seat (size of the seat), age, sex and profession of the respective respondent.

The following estimated data result from the survey briefly described. Forests in the CR (apart from forests under administration of the Ministry of Defense) are yearly burdened on average by almost 106 visits per hectare. Only 10% of inhabitants do not visit forests.

The other part – 90% of inhabitants visit forests at least once or twice a year and they represent almost all population able to visit forests. On average, about 25 visits of forests (25.3) fall to one inhabitant of the CR per year.

Forests are visited rather by younger people (on average 27.7 visits per 1 inhabitant and year from the group aged 15–29) than older people (24.2 visits per inhabitant aged above 60). Men visit forests more frequently (29 visits per year) than women (22 visits). Relationships between the number of visits on one side and other aspects on the other side are shown in Figs. 1 to 6. The number of visits is influenced to a great extent by the size of residential place, by a distance of the visited forest area, by sex, age and profession of visitors.

As for the main purpose of visits, a short-term relaxation takes the 1st place with 42.5% visits. The second place is occupied by the picking of non-timber forest products, which is the main purpose of 28.3% visits. Hobby reasons (hunting, sports, nature activities

of different groups interested mainly in recognizing and protection of nature) are the main purpose for 12.2% visits. Long-term recreation is the main purpose for 7.8% of visits. The rest, 5.4% of visits embrace different purposes including working and ownership reasons.

Research of the nature described will be continuing.

The importance (value) of non-timber forest products (berries, mushrooms, medicinal plants) picked freely by people in forests of the CR and the importance (value) of recreation functions of forests are in the process of investigation and data obtained will be analysed in a more profound and detailed way.

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Luděk Šišák, CSc., Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 165 21 Praha-Suchbát, Česká republika

RECENZE

ERDEI FA- ÉS CSERJEFAJOK ELŐFORDULÁSA MAGYARORSZÁGON (Výskyt lesných stromov a krov v Maďarsku)

D. Bartha, Cs. Mátyás

Sopron, 1995, 223 pp.

Súčasná rozloha lesov Maďarskej republiky (k 1. 1. 1990) je 1 551 300 ha, čo predstavuje lesnatosť 17,3 %. Autori knihy sa podujali na neľahkú úlohu zmapovať súčasný stav výskytu všetkých drevín (s výnimkou taxonomicky komplikovaného rodu *Rosa*), rastúcich na území Maďarskej republiky.

Údaje o výskyte a rozšírení lesníckych dôležitých druhov boli získané z databanky Ústavu pre hospodársku úpravu lesov. Pre zobrazenie zvolili sústavu 1 000 bodov rozmiestnených tým spôsobom, že každý bod reprezentuje výmeru 1 500 ha. Zastúpenie dreviny na príslušnom území znázornili päťstupňovou škálou odpovedajúcou príslušnému percentuálnemu zastúpeniu príslušnej dreviny. Tento spôsob zachytenia údajov dovoľuje vypočítať plošné zastúpenie tej-ktorej dreviny na danom území (1 % = 15 ha). Hranice lesných oblastí a podoblastí (podľa Babosa, 1954) slúžia na ekologickú orientáciu.

Pre spracovanie výskytu zriedkavejších stromových a všetkých krovitých druhov zvolili bodové znázornenie v štandardnej sieti (1/6 stupňa zemepisnej dĺžky x 0,1 stupňa zemepisnej šírky, t.j. asi 12,8 x 11,1 km), používanej pre mapovanie flóry strednej Európy (Nikfeld, 1971). Grafickými symbolmi sú rozlíšené nasledujúce údaje: výskyt, vyhlásenie, subsponťanný výskyt nepôvodných druhov a pochybný výskyt. Sprievodný text obsahuje rozšírenie, výskyt, ekologickú charakteristiku, kategorizáciu z hľadiska ochrany prírody, poznámku a použité literárne pramene. Niektoré kritické – v nedávnej minulosti rozdelené a v lesníckej praxi ešte nerozlišované – druhy spracovali podľa staršieho pojatia, na čo v jednotlivých prípadoch zvlášť upozorňujú. Z nepôvodných druhov sa zaoberajú iba tými, ktoré pokladajú za významnejšie. Pri mapovaní nezohľadnili materiál botanických záhrad, parkov, arborét, provenienčných pokusov a i.

Kniha prichádza v čase, kedy lesné hospodárstvo stojí pred úlohou znovu formulovať svoje poslanie a ciele. Zverejnenie rozšírenia drevín prispeje k poznaniu významu druhovej diverzity a predstavuje užitočnú pomôcku nielen pre lesníkov, ale aj pre záujemcov o dendroflóru a ochranu prírody.

Ing. Ladislav Greguss, Lesnícky výskumný ústav, Výskumná stanica Banská Štiavnica

VPLYV RÔZNEJ SILY A RÔZNEHO DRUHU VÝBERU NA VYBRANÉ ZNAKY KVANTITATÍVNEJ ŠTRUKTÚRY A STABILITU SMREKOVEJ ŽRDKOVINY

THE EFFECT OF THINNING OF DIFFERENT INTENSITY AND TYPE ON SOME TRAITS OF THE QUALITATIVE STRUCTURE AND STABILITY OF A SPRUCE SMALL POLE-STAGE STAND

M. Saniga

Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

ABSTRACT: The paper presents an evaluation of the results of 10-year research on different cultural treatments in a spruce stand from the stage of young growth to small pole-stage; the stand was established by artificial regeneration in the rows of 2 x 1 m spacing. Besides the control plot, there were plots with geometric, combined and selection thinning with intensity of 25% to 33% trees out of the remaining ones. Average height, average diameter $d_{1,3}$, branch diameter, average crown width, length and volume as dendrometric traits were the indicators of the effect of cultural treatments. To evaluate the stability of spruce stand from young growth to small pole-stage particularly with respect to snow damage, slenderness coefficient and Euler formula were used to calculate the critical loading of spruce stem with snow. The result interpretation did not confirm any effect of cultural treatments of different type and intensity on the selected growth traits of spruce small pole-stage. The effect of geometric thinning on branch diameter was not proved either. The trial demonstrated the positive effect of combined thinning and finally of geometric thinning with 33% intensity on the stability of spruce small pole-stage with respect to snow damage.

spruce; young growth; small pole-stage; geometric thinning; selection thinning; combined thinning

ABSTRAKT: V práci sú zhodnotené výsledky desaťročného výskumu rôznych spôsobov výchovy smrekovej mladiny do štádia žrdkoviny, ktorá vznikla umelou obnovou v radoch sponu 2 x 1 m. Okrem kontrolnej plochy bol použitý schematický, kombinovaný a selektívny výber so silou od 25 % do 33 % z počtu ostávajúcich jedincov. Ukazovateľmi vplyvu sú dendrometrické znaky priemerná výška, priemerná hrúbka $d_{1,3}$, hrúbka vetiev, priemerná šírka, dĺžka a objem koruny. Pre posúdenie stability smrekovej mladiny až žrdkoviny hlavne voči snehu bol použitý štihlостný koeficient a Eulerov vzorec pre výpočet kritického zaťaženia smrekového kmeňa snehom. Rozbor výsledkov nepotvrdil vplyv rôzneho druhu výberu a sily zásahu na vybrané rastové ukazovatele smrekovej žrdkoviny. Nepotvrdil sa tiež vplyv schematického výberu na hrúbku vetiev. Pokus potvrdil pozitívny vplyv kombinovaného výberu a v závere schematického výberu so silou 33 % na stabilitu smrekovej žrdkoviny voči snehu.

smrek; mladina; žrdkovina; schematický výber; selektívny výber; kombinovaný výber

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Smrek obyčajný je drevinou s najvyšším zastúpením v lesoch strednej Európy. Okrem autochtónneho areálu jeho rozšírenia sa pre vysokú produkciu, rýchly rast, technické vlastnosti a vysokú kvalitu rozšíril aj do nižších polôh. Ekonomická lukrativnosť tejto drevinu cez spomenuté vlastnosti a ich zaistenie do rubného veku potrebuje udržanie bezpečnosti produkcie.

Základným predpokladom je systematická a včasná výchova smrekových porastov s cieľom posilniť hlavne prvky stability, pretože ich kvalitatívna štruktúra s ohľadom na malú tvarovú premenlivosť je zachovaná. V našich podmienkach bolo zistené (Piskun, 1969; Mráček, Pařez, 1986), že v prípade umelej obnovy smreka smrekové porasty založené v hustom až strednom sponu, t. j. v počte 10 000 – 4 444 kusov sadeníc na hektár sa na bohatších stanovištiach zapájajú

v druhej polovici prvého decénia života porastov. S prvým zásahom do smrekového porastu by sa malo začať v dobe tesne pred úplným zapojením mladiny, t. j. vtedy, keď začínajú usychať spodné vetvy stromkov, siahajúce až po zem (Jurča, Chroust, 1973).

Otázka koncepcie výchovy v smrekových mladinách prakticky do polovice šesťdesiatych rokov bola orientovaná na selektívny výber. Až v tomto období hlavne v škandinávskych krajinách, bývalej SRN a NDR (Kramer, 1980; Kramer, Bjerg, 1978; Kohldorf, 1978; Klein, 1978, 1981) sa začali používať schematické prerezávky, ale aj prebiekali (Kramer, Keuffer, 1974; Kramer, Bjerg, 1977; Kramer, Spellmann, 1980; Kramer, Jünemann, 1985). Poznatky z použitia schematických výberov možno zhrnúť do nasledovných princípov, ktoré majú všeobecnejšie uplatnenie.

V zapojených smrekových mladinách väčšej hustoty ako 4 000 ks.ha⁻¹ je potrebný prvý zásah pomerne silný (50%), to znamená odstrániť každý druhý rad. V príslušných radoch selektívnym výberom treba odstrániť ešte 20 % jedincov, t. j. z piatich jedincov jedného smreka v zmysle negatívneho výberu. Uvedený zásahy predstavovali maximálne únosnú silu z pohľadu budúceho perspektívneho vývoja smrekového porastu. Kramer (1980) odporúča v smrekových porastoch, ktoré boli vysadené v radovom sponu do 5 000 ks.ha⁻¹, na priemerných stanovištiach použitie kombinovaných alebo schematických výberov. Prvý zásah má byť vo forme schematického výberu so silou 25 % (vyberie sa každý štvrtý rad), druhý zásah je schematický výber so silou 33 % (vyberie sa stredný rad). Ďalej, to už je fáza žrdkoviny, by sa mal použiť len individuálny (selektívny) výber. Podľa Kleina (1978, 1981) v smrekových porastoch ohrozených snehom je potrebné medzi 15. až 24. rokom (t. j. pri hornej výške 3,2 až 9,5 m) použiť radový výber. Autor použil rôzne alternatívy schematického a kombinovaného výberu vo veku 5 a 11 rokov rastu smrekového porastu. Výskum potvrdil najlepšie skúsenosti so schematickým výberom so silou 50 %, t. j. vybratím každého druhého radu. Dobré ukazovatele sa dosiahli pri kombinovanom výbere 33%, resp. 40%, kde sa použil 25% schematický a 8%, resp. 15% selektívny výber.

Podľa niektorých autorov (Mráček, Pařez, 1986) pri sponoch 2 x 1 m, resp. 3 x 1 m nie je radový výber vhodný, nakoľko pri vytáčení celých radov by vznikli pomerne veľké medzery, ich zapojenie by si vyžadovalo dlhší čas a zároveň by sa nepriaznivo ovplyvnila hrúbka vetiev a prirodzené čistenie kmeňa.

V súvislosti so zakladaním porastov na nelesných pôdach, kde smrek tvorí významnú časť, sa perspektívne do budúcnosti budú používať v rastovej fáze mladiny väčšinou kombinované výbery. Demonštračný objekt Vrch Dobroč, oblasť, kde sa v priebehu 20 rokov zalesnilo skoro 15 000 ha, je ideálnou bázou na overenie vplyvu všetkých druhov výberu pre drevinu smrek v súvislosti s jeho budúcou kvantitatívnou štruktúrou a stabilitou.

Pokusné plochy pre sledovanie vplyvu rôzneho druhu výberu a rôznej sily zásahu sme založili na Demonštračnom objekte (DO) Vrch Dobroč. Tento demonštračný objekt sa nachádza v centre rozsiahleho komplexu (viac ako 7 000 ha) mladých porastov, ktoré vznikli v pramennej oblasti Iplá a Rimavice s cieľom zvýšiť lesnatosť uvedenej oblasti a tým retenčnú schopnosť lesa kvôli jarným a jesenným záplavám týchto riek.

Porasty sa nachádzajú na bývalých poľnohospodárskych pôdach, z toho viac ako polovicu tvoria porasty smrekové. V týchto porastoch pracovníci Katedry pestovania lesa Lesníckej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene založili viac ako 30 trvalých výskumných plôch (TVP) alebo poloprevádzkových plôch (PPP). Séria pokusných plôch sa nachádza v nadmorskej výške 850 m. Geologické podložie tvorí kryštalinikum. Prevažujúcim pôdnym typom je hnedá lesná pôda piesčito-hlinitá. Priemerná ročná teplota je 6 °C (vo vegetačnej dobe 12 °C), priemerný ročný úhrn zrážok 900 mm. Účelom výskumných prác v DO je teoreticky zdôvodniť a prakticky overiť jednoduché, účinné, pre lesníkov jasné pestovné metódy v smrekových porastoch, ktorými bude možné s malou prácnosťou a pomerne nízkymi nákladmi pri vysokej istote dosiahnuť produkčné a funkčné ciele.

Pokus bol založený v parcele 165, ktorá bola zalesnená v roku 1972 2/1 sadenicami smreka v sponu 2 x 1 m.

Pre sledovanie a získanie informačnej hodnoty uvedeného problému bola založená na jeseň roku 1981 séria poloprevádzkových pokusných plôch o výmere každého variantu 40 x 30 m (0,12 ha). Sledované varianty boli nasledovné:

1. PPP – kontrolná plocha (bez zásahu);
2. PPP – plocha, kde v rokoch 1981, 1986, 1991 bol vykonaný selektívny výber so silou 33 %;
3. PPP – pestovný program bol tento:
 - r. 1981 – kombinovaný výber 33% (25% schematický, vybratý každý štvrtý rad) a 8% selektívny – z príslušných radov vybratý jeden z ôsmich jedincov smreka,
 - r. 1986 – 33% výber schematický (stredný rad z ostávajúcich troch bol vybratý),
 - r. 1991 – 33% selektívny výber;
4. PPP – r. 1981 – výber 33% kombinovaný (20% schematický, vybratý každý piaty rad) a 13% selektívny – z príslušných radov ku vybratému sa vyberal jeden zo štyroch smrekov,
 - r. 1986 – výber kombinovaný 33% (25% schematický, vyberal sa každý štvrtý rad; v príslušných radoch bol vykonaný 8% selektívny výber jedného z ôsmich smrekov),
 - r. 1991 – výber 33% schematický, vyberal sa stredný rad zo zostávajúcich troch radov;
5. PPP – r. 1981 – 20% schematický výber (odstránil sa každý piaty rad),
 - r. 1986 – 25% schematický výber (odstránil sa každý štvrtý rad),

SPOTREBA ČASU PRI REALIZÁCI ZÁSAHOV

r. 1991 – 33% schematický výber (odstránil sa stredný rad z troch ostávajúcich radov).

Každý zásah bol realizovaný ľahkou motorovou pilou 020 AVP Stihl, pričom bola zisťovaná spotreba živej práce pri každom výchovnom variante (poloprevádzkovej pokusnej ploche), ktorá sa potom prepočítala na jeden hektár.

MERANIE BIOMETRICKÝCH VELIČÍN

V kontrolnej ploche sa v rokoch 1981, 1986, 1991 meralo 10 radov smreka (300 stromov), čo bol vzhľadom na malú tvarovú premenlivosť a variabilitu znakov dostatočný rozsah výberového súboru. Na ostatných plochách (PPP) sa 300 ks smreka meralo v roku 1981. V rokoch 1986 a 1991 sa merali všetky jedince smreka na pokusnej ploche. Merali sa tieto znaky:

- h – výška jedincov výškomernou latou s presnosťou na 10 cm,
- hrúbka $d_{1,3}$ – priemerkou s presnosťou na 1 mm,
- šírka koruny b – pásomom s presnosťou na 10 cm,
- dĺžka koruny l – výškomernou latou s presnosťou na 10 cm.

Okrem uvedených znakov sa v roku 1991 na PPP 1 a 3 merala hrúbka vetiev v radoch a kolmo na rady vo výške 1,3 m tesne pri kmeni. Na PPP 3 sa merala hrúbka vetiev v štvrtom rade, ktorý ostal celú dobu sledovania v rovnakom stave. Hrúbka vetiev sa merala s presnosťou na 0,1 mm posuvným merítkom.

Pri výpočtoch boli použité bežné štatistické metódy.

Pre výpočet kritického zaťaženia kmeňa smreka snehom sme použili Eulerov vzorec (Vicena et al., 1979)

$$P_{K-sm} = \frac{1782 \cdot d_{1,3}^4}{4 \cdot (h - \frac{2}{3}l - 1,3)^2} \text{ (MPa)}$$

Pre výpočet objemu korún sa použil vzorec (Jurčá, 1968)

$$C_K = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot b^2 \cdot l$$

Pestovný program v rastovej fáze mladiny a začiatku rastovej fázy žrďoviny má prvky racionalizácie cez možnosť použitia mechanizačných prostriedkov. Hoci vlastná realizácia schematického a selektívneho výberu bola vykonaná motorovou pilou, sledovala sa spotreba času pri použití oboch výberov a sumárna spotreba času na zásah pri jednotlivých variantoch v prepočte na hektár. Informačná hodnota pri rôznych spôsoboch výberu je uvedená v tab. I. Ak posudzujeme celkovú spotrebu času (schematického a selektívneho výberu) v jednotlivých obdobiach vykonávania výchovných zásahov, je tu určitá diferencia. V roku 1981 bola spotreba na PPP 2 až 4 prakticky málo rozdielna napriek tomu, že sa jednalo o rôzny podiel schematického a selektívneho výberu, napr. dalo sa predpokladať, že variant 2 (selektívny výber so silou 33 %) bude mať väčšiu spotrebu času ako oba varianty rovnakej sily s kombinovaným výberom (PPP 3 a 4). Najnižšia spotreba času na realizáciu výchovného zásahu sa zistila na PPP 5, kde sa použil len schematický výber so silou o 13 % nižšou ako pri predchádzajúcich variantoch. Podobná situácia bola v roku 1986. V roku 1991 je zaujímavý rozdiel pri porovnaní PPP 2 s PPP 3, kde napriek tomu, že sa jedná o rovnaký druh výberu s rovnakou silou, je spotreba času rozdielna o 2,2 hodiny. Uvedená diferencia ide na vrub individuálnej produktivity práce, nakoľko zásah na pokusných plochách vykonávali dvaja pilčíci.

Záverom možno konštatovať, že sumárna spotreba času pri jednotlivých variantoch výchovy je výrazne rozdielna. Ak porovnáme len selektívny výber so silou 33 % (PPP 2) so schematickým výberom (PPP 5), je tu rozdiel v spotrebe času 11,1 hod. Dôležitou informáciou bude posúdenie rastových procesov a stability uvedených smrekových porastov.

UKAZOVATELE RASTU

Rozbor základných dendrometrických znakov obsahujú tab. II a III. Pri hodnotení priemernej výšky možno

I. Spotreba času (hod) pri realizovaní výchovných opatrení pomocou motorovej pily na jednotlivých PPP v prepočte na 1 ha – Time consumption (hours) to implement cultural treatments using a power saw on the particular pilot plots (PP), as converted per 1 ha

Poloprevádzkové plochy ¹	Roky ²								
	1981			1986			1991		
	Schematický výber ³	Selektívny výber ⁴	Celkom ⁵	Schematický výber ³	Selektívny výber ⁴	Celkom ⁵	Schematický výber ³	Selektívny výber ⁴	Celkom ⁵
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	19,7	19,7	–	16,1	16,1	–	14,3	14,3
3	15,6	3,1	18,7	14,1	–	14,1	–	16,5	16,5
4	12,1	5,3	17,3	13,1	3,5	16,6	13,7	–	13,7
5	13,8	–	13,8	12,4	–	12,4	12,8	–	12,8

¹pilot plots, ²years, ³geometric thinning, ⁴selection thinning, ⁵total

Poloprevádzkové plochy ¹	Výška ² $h \pm s_x$	Hrúbka ³ $d_{1,3}$ $d_{1,3} \pm s_x$	Šírka koruny ⁴ $b \pm s_x$	Dĺžka koruny ⁵ $l \pm s_x$	Objem koruny ⁶ $c_k \pm s_x$
	(m)	(cm)	(m)	(m)	(m ³)
Rok ⁷ 1981					
1	4,0 ± 0,9	3,4 ± 0,5	1,3 ± 0,3	4,0 ± 0,9	1,73 ± 0,26
2	4,3 ± 0,9	3,6 ± 0,6	1,1 ± 0,3	4,0 ± 0,9	1,68 ± 0,24
3	4,1 ± 0,8	3,4 ± 0,6	1,2 ± 0,3	4,1 ± 0,8	1,75 ± 0,27
4	4,2 ± 0,7	3,5 ± 0,7	1,1 ± 0,4	4,2 ± 0,7	1,70 ± 0,24
5	4,3 ± 0,9	3,3 ± 0,7	1,3 ± 0,3	4,0 ± 0,9	1,67 ± 0,22
Rok ⁷ 1986					
1	6,9 ± 1,2	6,4 ± 0,9	2,4 ± 0,7	5,2 ± 0,9	10,30 ± 1,8
2	7,7 ± 1,4	8,3 ± 0,9	2,8 ± 0,7	6,5 ± 1,4	10,42 ± 1,9
3	7,3 ± 1,2	8,1 ± 0,9	2,9 ± 0,8	6,1 ± 1,0	11,12 ± 1,7
4	7,5 ± 1,5	8,0 ± 0,8	2,8 ± 0,7	6,3 ± 1,1	11,53 ± 1,9
5	7,7 ± 1,4	8,4 ± 1,1	2,9 ± 0,9	6,0 ± 1,0	11,47 ± 1,8
Rok ⁷ 1991					
1	10,5 ± 1,9	10,0 ± 1,1	2,9 ± 0,9	7,2 ± 1,3	20,8 ± 3,0
2	11,7 ± 2,3	13,9 ± 1,7	3,4 ± 1,1	8,1 ± 1,6	24,1 ± 3,9
3	11,5 ± 2,1	13,3 ± 1,5	3,7 ± 1,4	8,5 ± 1,5	25,3 ± 4,5
4	11,1 ± 2,4	13,6 ± 2,1	3,5 ± 1,2	8,3 ± 1,4	23,9 ± 3,1
5	11,4 ± 2,2	13,1 ± 2,0	3,3 ± 1,2	8,4 ± 1,5	24,3 ± 3,7

¹pilot plots, ²height, ³diameter, ⁴crown width, ⁵crown length, ⁶crown volume, ⁷year

III. Priemerná hrúbka vetiev v rámci radov (d_{v1}) a kolmo na rady (d_{v2}) na PPP 1 a 3 – Average branch diameter within the rows (d_{v1}) and in a perpendicular direction to the rows (d_{v2}) on PP 1 and 3

PPP ¹	Priemerná hrúbka vetiev ² (cm)				t-test ³
	$d_{v1} \pm s_x$	n	$d_{v2} \pm s_x$	n	
1	1,2 ± 0,25	80	1,4 ± 0,21	120	1,23
3	1,3 ± 0,28	80	1,5 ± 0,25	120	1,41

¹PP, ²average branch diameter, ³t-test

uviesť nasledovné skutočnosti: rozbor uvedenej veličiny v roku 1981 ukázal, že priemerná výška pri všetkých pokusných plochách je rovnaká, testom sa nepotvrdil štatisticky významný rozdiel. Podobné konštatovanie možno vysloviť aj pri ostatných dendrometrických znakoch – hrúbke $d_{1,3}$, dĺžke a šírke koruny a priemernom objeme koruny. Je to pochopiteľné, nakoľko sa jedná o jednu parcelu, založenú v rovnakom spone (2 x 1 m) a prvé namerané biometrické znaky sú výsledkom počiatočného prirodzeného vývoja smrekovej mladiny.

V ďalšom období sledovania (roky 1986, 1991), kedy sa už prejavil efekt rôzneho druhu výberu a rôznej sily zásahu, možno konštatovať zaujímavú skutočnosť. Efekt spomínaných dvoch pestovných ukazovateľov sa významne neprejavil na výškovom, hrúbkovom raste a raste koruny. Potvrdil sa len vplyv výchovy v porovnaní s variantou smreka, ktorý bol ponechaný na pri-

rodzený vývoj (PPP 1), čo je pochopiteľné. Ak hodnotíme budúcu kvalitu smrekovej žrdkoviny cez priemernú hrúbku vetiev meranú v radoch a kolmo na rady (voľné plochy), zisťovanú pri dvoch PPP, na PPP 1 (plocha ponechaná na prirodzený vývoj) a PPP 3, kde sa uskutočnil na začiatku systematický výber 25%, kde sa merali vetvy v treťom rade, ktorý sa prakticky od roku 1981 vyvíjal vo voľnom postavení, možno uviesť, že priemerná hrúbka vetiev nie je rozdielna (tab. III).

ČIASTKOVÝ ZÁVER

Možno zhrnúť, že efekt rôzneho druhu výberu – resp. ich kombinácie a rôznej sily zásahu od 20 % do 33 % – sa v rastovej fáze smrekovej mladiny, resp. žrdkoviny významne neprejavil ani na rastových ukazovateľoch, ani na kvalite smrekovej žrdkoviny.

IV. Zmeny štíhlostného koeficienta $\frac{h}{d_{1,3}}$ na jednotlivých PPP v obdobiach 1981–1991 – Variations in slenderness coefficient $\frac{h}{d_{1,3}}$ on the particular PPPs in 1981–1991

PPP ¹	Štíhlostný koeficient v roku ²		
	1981	1986	1991
1	117,6	107,8	105
2	119,4	92,7	84,2
3	120,6	90,1	86,5
4	120,0	93,7	81,6
5	130,0	91,7	87,0

¹PPP, ²slenderness coefficient in

V. Zmena kritického zaťaženia smrekového kmeňa snehom P_k v MPa na jednotlivých PPP – Variations in the critical snow loading of spruce stem P_k in MPa on the particular PPPs

PPP ¹	Kritické zaťaženie kmeňa snehom P_k (MPa)		
	1981	1986	1991
1	–	0,001639	0,002301
2	–	0,004928	0,006652
3	–	0,005142	0,006793
4	–	0,004555	0,008389
5	–	0,003844	0,006477

¹PPP, ²critical snow loading of spruce stem P_k

VI. Dynamika početnosti smreka vplyvom pestovných zásahov a autoredukciou (PPP1) na jednotlivých poloprevádzkových skusných plochách (PPP) po troch prerezávkach – Dynamics of spruce frequency as a result of cultural treatments consisting in selfreduction (PP1) on the particular pilot experimental plots (PP) after three thinings

PPP ¹	Počet jedincov v kusoch ²	
	0,12 ha	1 ha
1	600	5 000
2	396	3 300
3	396	3 300
4	396	3 300
5	480	4 000
po zásahu v roku 1986 ³		
1	600	5 000
2	261	2 178
3	261	2 178
4	261	2 178
5	360	3 000
po zásahu v roku 1991 ⁴		
1	594	4 950
2	172	1 437
3	172	1 437
4	170	1 430
5	235	1 960

¹PPP, ²tree number, ³after thinning in 1986, ⁴after thinning in 1991

STABILITA SMREKOVEJ MLADINY, RESP. ŽRDKOVINY

Stabilita smrekovej mladiny (resp. žrdkoviny) bola hodnotená pomocou štíhlostného koeficienta a Eulerovho vzorca pre kritické zaťaženie kmeňa snehom (tab. IV a V).

Rozbor tab. IV, ktorá informačne charakterizuje dynamiku zmeny štíhlostného koeficienta, jasne poukazuje na efekt výchovy na stabilitu smrekovej mladiny. Prakticky všetky varianty smrekovej žrdkoviny, ktoré boli vychované rôznym druhom výberu (resp. kombináciou výberov), majú štíhlostný koeficient pod hodnotou 100 od obdobia, keď sa verifikantne prejavil vplyv výchovy. Kontrolná plocha (PPP 1) za celé obdobie má štíhlostný koeficient nad kritickú hodnotu 100 (Jurčá, 1968).

Keď sa pozrieme na kritické zaťaženie voči snehu (tab. V), vidíme väčšie rozdiely medzi PPP 1 (kontrolná plocha) a ostatnými poloprevádzkovými pokusnými plochami, kde je rozdiel štatisticky vysoko významný.

Ak hodnotíme záverečné obdobie (rok 1991), je rozdiel medzi PPP 4 a ostatnými PPP, ktoré boli vychované iným druhom výberu, tiež štatisticky významný. Variant s kombinovaným výberom so silou 33 % v závere so schematickým výberom 33% sa ukazuje ako najvhodnejší pre uvedený východiskový spon smreka, nakoľko aj ostatné rastové ukazovatele nie sú v porovnaní s ostatnými variantmi výchovy rozdielne. V tejto fáze smrekového porastu je rozhodujúca stabilita voči snehu, ktorá sa ukázala pri variante PPP 4 ako najvyššia.

DISKUSIA

Pokus s poloprevádzkovými pokusnými plochami smreka s rôznym druhom a silou výberu patria do série pokusu zameraného na možnosť racionalizácie jeho výchovy v rastovej fáze mladiny až začiatku rastovej fázy žrdkoviny. Pokus, ktorý je založený na Demonstráčnom objekte Vrch Dobroč, kde boli delimitované poľnohospodárske pôdy zalesnené jamkovou sadbou s počtom sadeníc od 5 000 do 7 000 ks.ha⁻¹, nám umožňuje pri rôznych sponoch, variantoch výchovy dať cez informačnú hodnotu biometrických znakov odpoveď na optimálny variant výchovy s využitím maximálnej racionalizácie.

Použitie schematických zásahov pri sponoch 2 x 1 m a 3 x 1 m neodporúčajú Mráček, Pařez (1986) s odôvodnením, že sa zhoršuje kvalita v ostávajúcich radoch, pokiaľ sa týka hrúbky vetiev. Náš pokus ukázal, že napriek použitiu schematického výberu už na začiatku rastovej fázy smrekovej mladiny (zásah – 25% schematický výber) sa v priebehu 10 rokov v porovnaní s kontrolnou plochou hrúbka vetiev štatisticky významne nezmenila.

Korekciu uvedeného poznatku nám potvrdil aj sponový pokus smreka, kde vzdialenosť medzi radmi sa pohybovala od 1,41 m po 5 m už pri založení pokusu.

Výsledky ukázali, že rozdielne hrúbky vetiev sa potvrdili po 14 rokoch (rastová fáza žrdkoviny) len pri extrémne asymetrických sponoch, kde rady boli vzdialené viac ako 3 m (Korpeľ, Saniga, 1995).

Rôzne pokusy s výchovou smrekových porastov, ktoré boli založené umelou obnovou v radovom sponse, a cez ne dosiahnuté výsledky treba brať z pohľadu širokého spektra podmienok a ekotypov smreka, majúcich svoje uplatnenie v konkrétnych prírodných podmienkach. Náš experiment predstavuje poznatkovú úroveň aplikovateľnú pre bývalé poľnohospodárske pôdy, ktoré boli zalesnené smrekom v radovom sponse. Koncepcia výchovy cez kombinované výbery so silou zásahu 33 % predstavuje jeden z optimálnych variantov ich výchovy s dôrazom na prvky racionalizácie.

ZÁVER

Pokus s výchovou smrekovej mladiny až žrdkoviny, založenej v sponse 2 x 1 m, kde sa použili rôzne varianty výberu (schematický, selektívny a kombinovaný so silou 33 %) s výnimkou jedného variantu, kde sa na začiatku použil schematický výber 20%, ukázal pri hodnotení základných rastových dendrometrických znakov na nasledovné skutočnosti. Rastový rytmus smrekovej mladiny (resp. žrdkoviny) bol pri použití všetkých variantov výberov so silou 33 % a v jednom prípade 25 % prakticky rovnaký. V priemerných biometrických znakov ako je výška (h), hrúbka $d_{1,3}$, dĺžka, šírka a objem koruny sa medzi porovnávanými variantmi nepotvrdili štatisticky významné rozdiely. Pri hodnotení stability smrekovej žrdkoviny sa potvrdil vplyv kombinovaného 33% výberu a v závere schematického výberu 33% štatisticky významne na zlepšenie štihlостného koeficientu a hodnoty statického zaťaženia kmeňa smreka snehom.

Pokus nepotvrdil vplyv schematického výberu, ktorý bol uskutočnený na začiatku experimentu (rok 1981), na zvýšenie hrúbky vetiev v porovnaní s hrúbkou vetiev smrekov, ktoré rástli na ploche ponechanej na prirodzený vývoj.

- JURČA, J., 1968. Pěstební analytika. Praha, SZN: 305.
- JURČA, J. – CHROUST, L., 1973. Racionalizace výchovy mladých lesních porostů. Praha, SZN: 183.
- KLEIN, M., 1978. Der Einfluß verschiedener Behandlungen von Fichtenjungbeständen auf deren Massen- und Wertleistung sowie die Bestandessicherheit gegen Wind und Schnee. Diss. Univ. Göttingen: 178.
- KLEIN, M., 1981. Der Einfluß verschiedener Behandlungen von Fichtenjungbeständen auf deren Massen- und Wertleistung sowie die Bestandessicherheit gegen Wind und Schnee. Forstwiss. Cbl., 100: 96–100.
- KOHLDOERF, E., 1978. Möglichkeiten der Intensivierung der Fichtenwirtschaft im Hügelland durch Berücksichtigung des Zeitfaktors. TU Dresden Seck. Forstwirtschaft II. Vorträge: 24–33.
- KORPEL, Š. – SANIGA, M., 1995. Vplyv rozdielneho počtu sadeníc a sponu na rast a formovanie smrekových porastov. Ved. štúdie 3. TU Zvolen: 42.
- KRAMER, H., 1980. Biologische, technische und wirtschaftliche Aspekte der Jungbestandespflege. Schriften aus der Forst. Univ. Göttingen, Band 67: 346.
- KRAMER, H. – JÜNEMANN, D., 1985: Der Einfluß starke individueller und schematischer Jungdurchforstung auf das Wachstum der Fichte. Forstarchiv, 56: 253–258.
- KRAMER, H. – KEUFFER, W., 1974. Gassendurchforstung. Allg. Forstz., 29: 137–140.
- KRAMER, H. – BJERG, N., 1977. Zur Durchforstung weitstündig begründeter Fichtenbestände. Forst- u. Holzwirt, 32: 21–25.
- KRAMER, H. – BJERG, N., 1978. Biologische Aspekte zur Jungbestandespflege der Fichte. Schr. Reihe. Forst. Fak. Univ. Göttingen, Bd. 55: 286.
- KRAMER, H. – SPELLMANN, H., 1980. Beiträge zur Bestandesbegründung. Schr. Reihe. Forst. Fak. Univ. Göttingen, Bd. 64: 221.
- MRÁČEK, L. – PAŘEZ, J., 1986. Pěstování smrku. Praha, SZN: 203.
- PISKUŇ, B., 1969. Rozhodující činitele při voľbe sponov lesných kultúr. Les, 4: 148–151.
- VICENA, I. – PAŘEZ, J. – KONÓPKA, J., 1979. Ochrana lesa proti polomům. Praha, SZN: 244.

Došlo 26. 9. 1995

THE EFFECT OF THINNING OF DIFFERENT INTENSITY AND TYPE ON SOME TRAITS OF THE QUALITATIVE STRUCTURE AND STABILITY OF A SPRUCE SMALL POLE-STAGE STAND

M. Saniga

Technical University, Faculty of Forestry, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

The paper evaluates the influence of various methods of selection used in the course of the tending of spruce thicket and pole-stage stand which were created

by artificial regeneration (hole planting) at 2 x 1 m spacing on previous agricultural lands in the Demonstrative Facility Dobroč Hill at an altitude of 900–950 m.

The silvicultural programme was as follows:

1. PPP – control plot (without treatment);
2. PPP – a plot where in 1981, 1986, 1991 selective thinning was carried out at 33% intensity;
3. PPP – silvicultural programme was as follows:
1981 – combined selective 33% thinning (25% geometric, every 4th row was taken out) and 8% selective from the adjacent rows 1 in 8 spruce individuals were taken out),
1986 – 33% geometric selection (the middle row from the remaining 3 was taken out),
1991 – 33% selective choice;
4. PPP – 1981 – 33% combined selection (20% geometric, every 5th row was taken out and 13% selective from the adjacent rows, when 1 out of 4 spruce-trees were taken out),
1986 – combined 33% selection (25% geometric, every 4th row was taken out; in the adjacent rows 8% selective thinning was carried out, when 1 out of 8 spruce-trees was taken out),
1991 – 33% geometric selection, the middle row from the remaining 3 rows was taken out;
5. PPP – 1981 – 20% geometric selection (every 5th row was taken out),
1986 – 25% geometric selection (every 4th row was taken out),
1991 – 33% geometric selection (the middle row from the remaining 3 rows was taken out).

The tested coefficients of influence were the measured dendrometric traits, that is average height, average diameter $d_{1.3}$, diameters of branches on two PPP (the checkplot, the plot with the geometric selection), the crown average width, length and volume.

For evaluation of the influence of the different tending measures on the stability of the spruce thicket and the pole-stage stand against snow, the slenderness ratio and the Euler formula for calculation of the critical loading of the spruce stem with snow were used.

The analysis of the results confirmed that the growth rhythm of the spruce thicket or the pole-stage stand was practically the same, using all variants of selection with 33% intensity and in one case 25%. In the average biometrical traits such as height (h), diameter $d_{1.3}$, crown length, width volume, there were not any statistically significant differences between the compared treatments.

At evaluation of the stability of the spruce pole-stage stand, the influence of tending variant 4 (combined 33% selection, and in 1991 geometric 33% selection) on the improvement of the slenderness coefficient and on the improvement of the static loading of spruce stem with snow was confirmed as statistically significant.

The trial did not confirm the influence of the geometric selection (which was carried out at the beginning of the experiment in 1981) on the increments of branch diameters in comparison with the diameter of spruce branches growing on the trial plot.

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Milan Saniga, DrSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

Lindroth, A. – Cienciala, E.: Water use efficiency of short-rotation *Salix viminalis* at leaf, tree and stand scales (Účinnost využití vody u vrby košíkářské v systémech listu, stromu a porostu)

Tree Physiology, 16, 1996, s. 257–262 – 5 obr., lit. 18

Výzkum v tomto směru probíhal v r. 1990 a 1992 v blízkosti Uppsaly ve Švédsku. Byl podnícen zájmem o rychlorostoucí vrby s krátkou obmětní dobou. V jižním Švédsku bylo v roce 1994 využito kolem 12 000 ha zemědělské půdy pro pěstování vrby a plocha používaná pro rychlorostoucí dřeviny se ve švédských podmínkách zvyšuje ročně o 2000 až 3000 ha. Až na úzký pruh západního pobřeží této severské země jsou srážky během vegetační doby jen v rozsahu 350 až 550 mm. Proto byla prováděna biometrická měření – a to proudění vody a CO_2 v systému listu, stromu a porostu za použití porometru, komory a mikrobiologické techniky. Ve všech třech úrovních obráží proudění vody a CO_2 sociální postavení vzorků. Průměrná efektivita dlouhodobého využití vody podle měření na porostní úrovni byla 6,3 g suché biomasy na 1 kg transpirované vody. Ve srovnání s hodnotami jiných dřevin je tato hodnota vysoká a může být spojována s vysokou koncentrací listového dusíku. Výsledky výzkumu ukazují, že disponibilita vody bude kritickým faktorem v lesnickém obhospodařování vrboven s krátkým obmětním, i když vrba košíkářská má relativně vysokou efektivnost ve využití vody. – M. Pagač

CULTURE INITIATION, MULTIPLICATION AND IDENTIFICATION OF *IN VITRO* REGENERANTS OF RESISTANT HYBRID ELMS

ZAKLADANIE KULTÚR, MNOŽENIE A IDENTIFIKÁCIA *IN VITRO* REGENERANTOV ODOLNÝCH HYBRIDNÝCH BRESTOV

J. Krajňáková, R. Longauer

Forestry Research Institute, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

ABSTRACT: Responses of six Dutch elm cultivars, representatives of *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck. and *Ulmus minor* Mill., to *in vitro* cultivation were studied. The main goal was to study culture initiation. Large differences were observed in the response of genotypes to *in vitro* cultivation in all experiments. Contrasting response of clone 494 originating from different sites observed in culture initiation has not been observed during multiplication. All clones (except 274 and 568) were successfully regenerated. Isozyme markers were utilized for identification of elm clones and verification their regenerants. Eleven putative loci were surveyed. Multilocus isozyme matrices are unique for each propagated clones. Zymograms obtained from leaf tissues of regenerants representing cultivars 296 and 496 were the same as those of the donor plants, i.e. no somaclonal variability following *in vitro* regeneration was revealed.

Ulmus; micropropagation; cultures initiation; isozymes; clone identification

ABSTRAKT: Reakcia šiestich hybridných holandských kultivarov brestov a klonov *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck. a *Ulmus minor* Mill. bola študovaná v podmienkach *in vitro*. V práci je podrobne analyzované zakladanie kultúr. Pri všetkých experimentoch bola zaznamenaná prísne individuálna reakcia testovaných genotypov. Rozdielna reakcia explantátov kultivaru 494 pochádzajúcich z dvoch rôznych TVP, pozorovaná pri zakladaní pokusov, sa neprejavila v priebehu multiplikácie. Všetky genotypy (okrem kultivaru 274 a 568) boli úspešne regenerované. Izoenzýmové markéry boli použité na verifikáciu klonov ich regenerantov. Získané multilokusové izoenzymové matrice sú unikátne pre každý kultivar. Zymogramy regenerantov kultivaru 296 a 496 odpovedali zymogramom materských jedincov, tj. nebola zistená odchýlka, ktorá by mohla byť spôsobená somaklonálnou variabilitou.

Ulmus; mikropropagácia; zakladanie kultúr; izoenzymy; identifikácia klonov

INTRODUCTION

During the last two decades, successful *in vitro* regeneration of commercially important forest tree species (Chalupa, 1987; Bonga, von Aderkas, 1992, for review) makes a large scale application of micropropagation in the forestry possible. Besides successful regeneration, effective application of this method in the clonal forestry is predetermined by regeneration of plants identical „true to type“ with selected donor clones. The *in vitro* regeneration ability of tree species apparently varies among species of the same genus. In addition, notable differences in organogenesis, embryogenesis, and regeneration, have also been observed among individuals within the same species. Strong genetic control might explain this variation

among tree species and individual trees (Ahuja, 1983; Ahuja et al., 1988).

Many authors (e.g. Glock, Gregorius 1986; Glock, 1988; Coleman, Ernst, 1989; Read, 1992) refer to the important role of genotype in the success of *in vitro* regeneration. Genotype is sometimes superior to such factors of cultivation as composition of media or concentration of growth stimulators. The individual micropropagation technology is necessary, especially if interspecific hybrids are regenerated.

During *in vitro* cultivation, stable cytological modifications persisting during the organogenesis of regenerants and somatic embryos might occur. However, the genetic identity of regenerated plants with the donor tree is even more important in the micropropagation of forest trees than in perennial plants (Ahuja, 1987).

Several authors have reported application of biochemical genetic markers in the verification of propagated material, detection of somaclonal variability, and study of morphogenesis (Srivastava, Steinhauer, 1981; Richard et al., 1992, etc.). Only a few authors have attempted to prove experimentally the genetic identity of plants regenerated *in vitro* (Kosinski et al., 1988). Kosinski et al. (1988) and Noh, Minocha (1990) studied changes in isozyme patterns of peroxidase, esterase, shikimic dehydrogenase, isocitric dehydrogenase, phosphoglucose isomerase and 6-phosphogluconate dehydrogenase during long term *in vitro* cultivation of *Populus tremuloides*. The authors of both articles concluded that isozyme phenotypes of regenerants did not deviate from donor plants after 14 months of *in vitro* cultivation, which might suggest the absence of somaclonal variability and true-to-type identity of propagated material.

Cheliak (1993) refers to the importance of verification of bred and vegetatively propagated plant material due to possibly incorrect record of donor plants' pedigree and identification of regenerants. Mistakes in the pedigree originate especially in contamination of controlled crosses. Verification methods have to be able to prove or reject the identity of each individual, regardless of the clone, cultivar (variety), or species that are examined. Following the same author, strong genetic control of applied traits represents a general prerequisite of reliable verification. The influence of the environment might reduce applicability of the discriminating trait (Mast, 1975, in Cheliak, 1993). Nevertheless, many morphological and biochemical traits (e.g. such secondary metabolites as alkanes, tanins and monoterpenes, Miksche, 1976) are applied in verification of the origin of plant material. Heimler et al. (1993) utilized flavonoidic glycosides for discrimination of hybrids of *Ulmus parvifolia*, *U. carpinifolia*, and *U. pumila*.

Especially the isozyme gene markers have been applied in the identification of plant material. Tobolski, Kemery (1992) applied isozymes for identification of cultivars of sugar maple (*Acer saccharum* L.). Isozymes of *Adh*, *Per*, *Pgi*, *Got*, *Lap*, *Mdh*, *6Pgd* were surveyed. Multilocus isozyme genotypes allowed to discriminate examined cultivars in 15 out of 18 surveyed loci.

Samimiy, Cummins (1992) employed six isozyme systems (*Adh*, *Gpi*, *Pgm*, *6Pgd*, *Mdh*, *Per*) in the identification of 13 *Malus domestica* rootstocks. Multilocus isozyme genotypes enabled direct discrimination among all of the rootstocks thanks to the variation in *6Pgd* and *Pgm* loci. The authors also tested tissue specificity of surveyed loci. Both the leaf and cambium tissues provided the same isozyme patterns.

Since 1990, the micropropagation methods of elm hybrids tolerant to *Ophiostoma ulmi* have been developed in the framework of the breeding program in the Forest Research Institute Zvolen (Krajňáková, Greguss, 1992). All the experiments were focused

on commercially applicable micropropagation technology for resistant Dutch hybrid cultivars (Krajňáková, 1993, 1994). Even the first experiments revealed the genotype specific response of elm clones to the *in vitro* cultivation. We were working with six Dutch cultivars, two geographically distinct progenies of *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck, and plus trees of *Ulmus minor*.

In the study of multiplication, the optimal cytokinin concentration, effect of cytokinin and auxin concentrations as well as various growth media, were investigated in order to maximize the multiplication coefficient. We also tried to find out the most suitable rooting medium and optimal IBA concentration for individual clones in the study of rooting (Krajňáková, 1993).

From among the tested genotypes, four Dutch elm clones resistant to the DED, several clones of *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck, and *Ulmus minor*, were regenerated *in vitro*. Acclimatized regenerants were transplanted to the nursery beds, where preliminary adaptation and growth characteristics are monitored.

In this article, we focused on the first stage of micropropagation – culture initiation. Our experiments were designed for the study of:

- the behavior of individual genotypes from the moment of bud flushing until the shoot formation,
- the influence of the time of collection on the physiological state of primary explants. The results obtained in 1991 and 1992 are presented,
- the effect of site conditions on *in vitro* culture initiation and multiplication.

Performance of primary explants originating from two different experimental plots was studied.

In addition to micropropagation, we also attempted to work out reliable identification of donor plants and propagated material using the isozyme gene markers. Regenerants of two clones were submitted to isozyme analysis in order to check their identity and occurrence of somaclonal variability in surveyed isozyme gene loci.

MATERIAL AND METHODS

Dormant buds represented a source material for *in vitro* cultivation. Six Dutch hybrid clones (no. 274, 296, 454, 494, 496, 568) planted in the two field tests (Horná Žďána and Palárikovo), selected clones of *Ulmus pinnato-ramosa* Dieck, from Tashkent and Beijing (no. 160 and no. 161), were involved in our experiments.

All the resistant elm hybrids were released within the Dutch breeding program in the sixties. They were grafted in the research plots Palárikovo and Horná Žďána in 1972 and 1976, respectively (Greguss, 1986). Rootstocks of *U. pinnato-ramosa* and *U. glabra* Huds. were utilized. Donor trees of *U. pinnato-ramosa* denominated as 160 are the approx. 15 years old progeny of trees obtained from Tashkent in 1965. Trees denominated as 160 represent Hungarian generatively propagated cultivar Pusztá, obtained in 1982. Detailed

description of donor trees was published in Krajňáková, Greguss (1992).

Primary explants were collected in the first week of March. After the harvest, branchlets with dormant buds were rinsed with the tap water for one hour and treated with a 0.4% solution of fungicide Chinosol-W for three hours. Then they were stored in the moist cellulose at 4 °C.

INITIATION OF CULTURES AND MULTIPLICATION

Primary explants (dormant buds) were sterilized using a 0.1% HgCl₂ solution during 15–20 minutes and then rinsed with sterile distilled water for 3 x 5 min before cultivation. These media with chemically defined composition were applied for cultivation: Murashige-Skoog medium (MS, Murashige, Skoog, 1962), Woody Plant Medium (WPM, Lloyd, McCown, 1981), and our own DX medium (Krajňáková, 1993). Four different concentrations (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mg.l⁻¹) of 6-benzylaminopurine (BAP) were applied to induce multiplication. The concentration of agar (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) was 7 g.l⁻¹. Saccharose (20 g.l⁻¹) was utilized as a carbon source. Sterilization of media at 121 °C and 1.2 kPa lasted for 20 minutes.

Buds were decontaminated and placed in the cultivation medium. The *in vitro* cultures were kept in the cultivation room with day and night temperatures of 22 ± 2 and 20 ± 2 °C, respectively. Photoperiod with 8 kLux intensity lasted 16 hours.

The experiments were evaluated in 28 days from the beginning of cultivation for the first time. The presence and length of adventitious shoots (mm) were evaluated in order to characterize the *in vitro* performance of individual genotypes. During multiplication, the percentage of multiplication shoot cultures and average number of shoots per bud were recorded.

IDENTIFICATION OF MICROPROPAGATED GENOTYPES USING ISOZYME GENETIC MARKERS

We attempted to work out a method for the certification of donor plants using isozyme gene markers. Two hundred regenerants of Dutch elm clones no. 296 and 496 were genotyped to test applicability of isozymes for the check of their identity and detection of somaclonal variability. Dormant buds from donor trees and leaf tissues from regenerants were utilized for isozyme analyses.

Eight enzyme systems totalling 18 assumed loci were surveyed: aconitase (E.C. 4.2.1.3, 2 loci), alanine aminopeptidase (*Aap*, E.C. 3.4.11.1, 1 locus), glutamate-oxaloacetate transaminase (*Gor*, 1.4.13, 3 loci), isocitrate dehydrogenase (*Idh*, E.C. 1.1.1.42, 1 locus), menadien reductase (*Mnr*, E.C. 1.6.99.2, 1 locus), malate dehydrogenase (*Mdh*, E.C. 1.1.1.37, 4 loci), per-

oxidase (*Px*, E.C. 1.11.1.7, 2 loci), phospho-glucose isomerase (*Pgi*, EC 5.3.1.9, 1 locus), and 6-phosphogluconate dehydrogenase (*6-Pgd*, E.C. 1.1.1.44, 2 loci). The interpretation of zymograms on individual loci was adopted from Sherman-Broyles et al. (1992).

Electrophoresis was performed using a 12% horizontal starch gel electrophoresis. Three buffer systems were applied:

- + system A: gel stock: pH 8.3, 0.05 M trizma base titrated with 1 M citric acid; electrode tray: pH 8.3, 0.2 M boric acid, 0.05 M LiOH; gel buffer formulated with 90% stock and 10% tray buffer;
- + system B: gel stock: pH 8.8, 0.1 M trizma base titrated with 1 M citric acid; electrode tray: pH 8.0, 0.3 M boric acid titrated with conc. NaOH solution;
- + system C: gel stock: pH 8.0, 0.03 M trizma base titrated with 1 M citric acid; electrode tray (pH 8.0, 0.135 M trizma base titrated with 1 M citric acid).

Tissues were homogenized in the 100 µl of extraction buffer (0.2 M Tris-HCl pH 7.3 with addition of 1% (v/v) of PEG, Tween and mercaptoethanol, 1% (w/v) PVP 40, PVP 80 and EDTA II, and 4% (v/v) of 1M Na-ascorbate). Ca 30 mg of insoluble PVP (m.w. 360) was added to each well of the pre-cooled homogenization plate before homogenization. The extracts were absorbed onto 3 x 5 (8) mm paper wicks (Whatman #5 paper, Northfolk Products, Tumwater, WA, USA).

Wicks with the extracts were inserted onto gels and removed 10 min after the run started. Electrophoresis was then continued until the borate front (or reference dye) had migrated 9 cm from the origin at the anode. System A was migrated with a voltage stabilized at 225 V (approx. 5 hours), system B at 175 V (approx. 3.5 hours), and system C with a constant current of 80 mA (approx. 6 hours).

The anodal portion of gels was sliced horizontally into four to five sections (1.5–2 mm thick). The slices from buffer system A were stained for *Aap*, *Aco*, *Lap*, *Px* and *Pgi*; B for *Gor*; and C gels for *Idh*, *Mnr*, *Pgi* and *6Pgd*. Then they were incubated in the staining solutions at 37 °C. Staining recipes were modified slightly from Conkle et al. (1982) and Wang, Szmidt (1989).

Isozyme analyses were carried out in the biochemical laboratory at the Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Technical University Zvolen.

STATISTICAL PROCEDURES

Data were processed using the SAS package of statistical programs (SAS Institute, Cary, NC, USA). Variance analysis, Duncan's test, *t*-test, and χ^2 -test were employed for the evaluation of data. Percentages were transformed using arcsin transformation. Differences at $\alpha = 0.05$ were considered statistically significant (single

I. Effect of genotype and year of cultivation on initial *in vitro* growth

Source of variability	N	Sum of squares	Variance	F-test
Genotype	6	4,858.73	809.78	13.75**
Year	1	5,764.18	97.84	156.35**
Genotype* Year	6	1,849.42	308.23	5.23**
Residual	738	43,477.64	58.91	
Total	751	55,949.99		

asterisks) and at $\alpha = 0.01$ statistically highly significant (double asterisks).

RESULTS AND DISCUSSION

CULTURE INITIATION

Time of collection and the initial *in vitro* growth of primary explants

In 1991 and 1992, buds from six Dutch cultivars and two representatives of *U. pinnato-ramosa* Dieck. (no. 160 and 161) were cultivated in MS medium without growth stimulators. The experiments were carried out in two repetitions. Number of buds representing each genotype depended upon the success of sterilization. The average length of shoots, according to individual genotypes, was evaluated after four weeks of cultivation.

In 1991, Dutch elm cultivar no. 494 was the best growing, while *Ulmus pinnato-ramosa*, no. 161 was the inferior one. On the contrary, both representatives of *U. pinnato-ramosa* were the best growing clones in 1992. The contrasting behavior of no. 161 might be explained

by problems with sterilization of extremely small buds which possibly caused the damage of meristem tissues in 1991.

Average length of shoots in individual clones, taking the two-year average, is presented in Fig. 1. Clones differ in their *in vitro* growth. Especially the good response of Dutch clone no. 494 and *U. pinnato-ramosa*, no. 160, and the poor growth of no. 568 and no. 454 is contrasting.

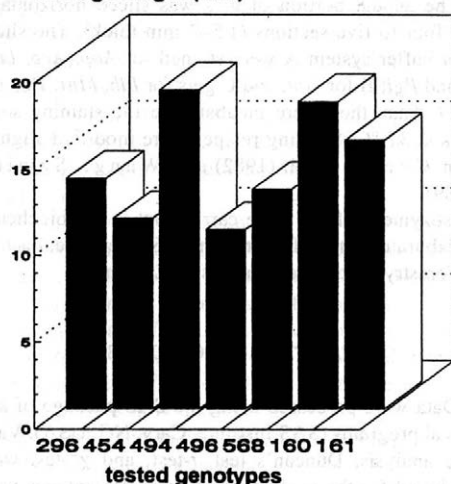
Experiments were evaluated using ANOVA (procedure GLM). Years and genotypes were the considered sources of variability. Results are presented in Tab. I. Both factors contributed significantly to the existing differences. Interaction between them was also significant.

The growth differences between individual clones, tested using the Duncan's test are presented in Tab. II.

The effect of the year of cultivation on the length growth is presented in Fig. 2. Pooling the genotypes, the average length of shoots was 10.42 mm in 1991, and 15.87 mm in 1992. This statistically significant difference is attributable especially to contrasting precipitation and temperature conditions preceding the collection of primary explants in the field tests.

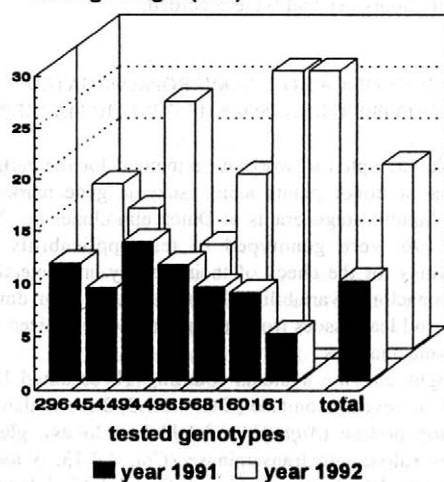
Taking the classification of Brown, Sommer (1982), Chalupa (1987) and Aitken-Chris-

average length (mm)



1. Average shoots length in individual genotypes (effect of the year of cultivation is neglected)

average length (mm)



2. Average length of sprouts in individual genotypes on MS medium in 1991 and 1992

Genotype	Average shoot length (mm)	296	454	494	496	568	160	161
296	12.20	X						
454	9.60	*	X					
494	16.01	*	*	X				
496	13.22	-	*	*	X			
568	9.28	*	-	*	*	X		
160	13.90	-	*	-	-	*	X	
161	11.44	-	-	*	-	-	-	X

tie, Connet (1992), the obtained results suggest that the genotype specific response can be observed and plays a major role during the first phase of micropropagation – culture initiation.

Origin of primary explants and *in vitro* growth of elm clones

The existence of two parallel field tests with Dutch elm cultivars enabled us to study the influence of the place of origin on growth performance and *in vitro* multiplication of elm clones. Results were evaluated using *t*-test and ANOVA.

The average shoot length was evaluated with respect to the origin of primary explants from different localities (Tab. III). This effect of the place of origin was statistically significant in the majority of cultivated clones. The biggest difference was revealed in Dutch clones 296 and 494. Statistically significant differences were also found in Dutch clones 496 and 568, and no variation in clone 454.

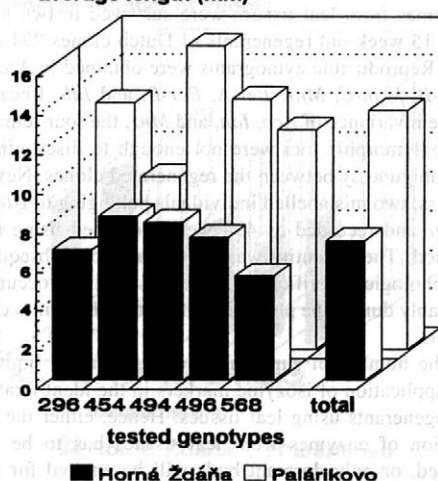
The same experiment was evaluated also by means of the two-factorial ANOVA. Clone and place of origin were considered as sources of variation. Besides the

genotype, also the place of origin contributed significantly to the total variation (Tab. IV).

The initial growth of individual clones with respect to the origin of primary explants is presented in Fig. 3. The average shoot length was 12.519 in Palárikovo, while only 7.405 in Horná Žďána. Generally better initial *in vitro* growth of explants from Palárikovo (lowlands in southern Slovakia) than in those from Horná Žďána (central Slovakia) was proved also using the Duncan's test. The obtained results correspond well with *in vivo* growth of Dutch clones in these two field tests (Greguss et al., 1993). Apparently better physiological state and growth of explants from Palárikovo is attributable to more favorable climatic and site conditions (longer vegetation, higher average temperatures, more available water, etc.). On the other hand, the research plot Horná Žďána was planted in the former forest nursery where the low amount of nutrients and possible soil contamination by herbicides and pesticides have taken place. Also the influence of rootstock might contribute to the variation: *Ulmus glabra* was utilized as a rootstock in Palárikovo while *Ulmus pinnato-ramosa* in Horná Žďána.

Debergh, Read (1991) defined the zero stage of micropropagation. Besides sterilization of primary explants, it should also involve a short term pre-cultivation of donor plants in controlled greenhouse conditions – regarding possible fungal contamination and positive influence of controlled photoperiod and tem-

average length (mm)



3. Average shoots length in individual clones originating from two different research plots Horná Žďána and Palárikovo

III. Growth performance of individual clones if primary explants were collected in two different research plots Horná Žďána (1) and Palárikovo (2)

Clone	Origin of primary explants	Average shoot length (mm)	Standard deviation s_x	<i>t</i> -test
296	1	6.737	4.5196	**
	2	12.660	4.0938	
454	1	8.429	5.8100	ns
	2	8.843	5.4973	
494	1	8.123	7.2310	**
	2	15.581	9.0136	
496	1	7.375	2.8252	*
	2	12.800	4.4432	
568	1	5.381	3.0079	*
	2	11.233	8.4880	

IV. Effect of genotype and origin of primary explants on initial *in vitro* cultivation evaluated using two-factorial ANOVA

Source of variation	N	Sum of squares	Variance	F-test
Genotype	4	1,306.8264	326.7066	7.08**
Place of origin (locality)	1	2,257.4362	2,257.4362	48.95**
Residual	368	16,971.0661	46.1170	
Total	373	20,535.3288		

V. Effect of medium and place of origin on *in vitro* multiplication of cultivar no. 494 Dodoens

Medium	Origin of primary explants (locality)				Comparison between localities	
	Horná Zďaňa		Palárikovo			
	Percentage of multiplication shoot cultures	Average number of shoots	Percentage of multiplication shoot cultures	Average number of shoots	Percentage of multiplication shoot cultures	Average number of shoots
K1	46.60	3.39	46.51	3.40	ns	ns
K2	34.92	3.86	22.22	3.66	ns	ns
K3	32.60	2.33	50.00	2.93	ns	ns
K4	29.41	2.70	29.16	3.57	ns	ns
DX1	15.90	2.28	34.28	3.08	ns	ns
DX2	44.44	2.80	21.87	4.57	*	*

perature. Also a treatment of donor plants with growth stimulators in order to prevent problems with maturation of tissues was proposed (Bong a, 1982; Bong a, 1987). This approach does not completely eliminate, however, genotype-specific behavior.

Effect of origin on multiplication of Dutch elm cultivar no. 494

With respect to the origin of primary explants, the multiplication coefficient of cultivar no. 494 Dodoens was evaluated. Multiplication was studied at different concentrations of BAP in WPM and DX media (WPM: K1 = 0.5 mg.l⁻¹, K2 = 1 mg.l⁻¹, K3 = 1.5 mg.l⁻¹, K4 = 2.0 mg.l⁻¹; DX: DX1 = 0.5 mg.l⁻¹, DX2 = 1.0 mg.l⁻¹). The percentage of multiplication shoot culture and average number of shoots according to the culture medium and origin of primary explants is presented in Tab. V. The effect of origin on the average number of shoots is also presented in Fig. 4a and 4b.

The effect of the medium on the average number of shoots and percentage of multiplication shoot cultures was evaluated by the *t*- and χ^2 -tests, respectively, and two-factorial ANOVA. Results of ANOVA are presented in Tab. VI. Both considered factors (place of origin and multiplication media) appeared to be significant.

CERTIFICATION OF DONOR PLANTS AND IDENTIFICATION OF REGENERANTS BY MEANS OF ISOZYME GENETIC MARKERS

Dormant buds of Dutch elm clones (no. 274, 296, 454, 494, 496, 568), two representatives of *Ulmus pinato-ramosa* Dieck. (tree no. 160 and 161) originating

from Tashkent and Beijing, and one individual of *Ulmus minor* Mill., were analysed.

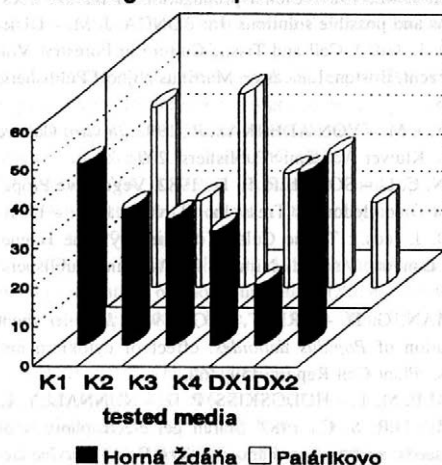
Donor plants were discriminated by the phenotypes of putative loci of *Aap*, *Aco-A*, *Per-A*, *-B*, *Mdh-B*, *Got-A*, *-B*, *-C* and *Pgi-A*, *Aco-B*, *6Pg-A*, *-B*, *Mdh-A*, *-C*, *-D*, and *Idh* appeared completely invariant. Isozyme phenotypes of donor plants are presented in Fig. 5. Obtained multilocus phenotypes were unique for each of donor plants. The isozyme analysis of dormant bud tissues allows direct identification and verification of cultivated elm clones. The discrimination among donor trees was feasible also due thanks to the inter-specific hybrid origin of the Dutch elm cultivars. Specific combinations of genes were found in each of them.

In order to detect possible somaclonal variability, isozymes from leaf tissues were surveyed in two hundred 15 week-old regenerants of Dutch clones 294 and 496. Reproducible zymograms were obtained in *Aco-B*, *Mdh-B*, *Mdh-C*, *Mnr*, *Per-A*, *Per-B*, and *Idh*. Because of the invariance of *Aco*, *Idh*, and *Mnr*, the four remaining polymorphic loci were not enough to discriminate unambiguously between the regenerated clones. Nevertheless, two mislabelled individuals belonging to *Ulmus minor* and recorded as 494 were identified using this method. Their identity was proved also by subsequent morphological verification. The mislabelling occurred probably during the plantation of rooted plants into containers.

The number of surveyable loci is a factor limiting the application of isozyme markers in the identification of regenerants using leaf tissues. Hence, either the extraction of enzymes from leaf tissues has to be improved, or only dormant buds will be applied for this purpose. Leaf tissues were analyzed in order to avoid lethal damage of very young (15 weeks old) plantlets if other organs (buds or root tips) are used.

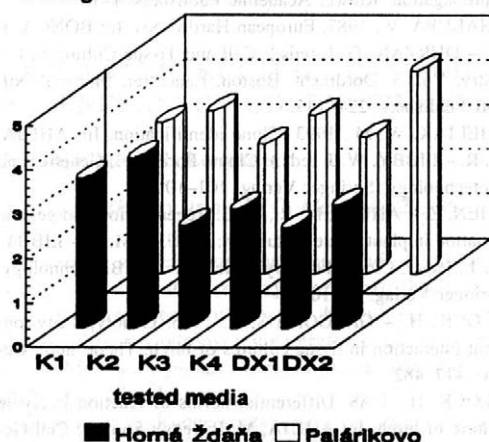
Evaluated characteristics: Percentage of multiplication shoot cultures				
Source of variability	N	Sum of squares	Variance	F-test
Locality	1	0.0027	0.0027	0.00ns
Medium	5	685.5660	137.1132	1.05ns
Residual	5	655.6698	131.1339	
Total	11	1,341.2385		
Evaluated characteristics: Average number of shoots				
Source of variability	N	Sum of squares	Variance	F-test
Locality	1	9.08561	9.0856	2.76ns
Medium	5	27.16794	5.4335	1.65ns
Residual	184	606.14434	3.2942	
Total	190	642.39790		

Percentage of multiplication shoot cultures



A

average number of shoots



B

4. Comparison of basic multiplication characteristics in Dutch clone 494 if primary explants were collected from two different research plots

No variation due to somaclonal variability was detected. On the other hand, the number of surveyed loci and analyzed plants seems to be low to draw any general conclusion.

Besides publications mentioned in the introductory part, there are only a few works aimed at the monitoring of somaclonal variability in forest trees using other categories of genetic traits than isozymes for detecting somaclonal variability of tree species. It was detected e.g. in brambles (*Rubus hirtus*), where the size of leaves, fruit and chlorophyll pigments varied in individuals regenerated from the same clone (Schwartz et al., 1983). Several authors have also reported the somaclonal variability when anther cultures were cultivated (e.g. Chen, Ahuja, 1993).

Locus	Multilocus phenotypes							
	274	296	454	494	496	568	160	161
<i>Px-A</i>	-	-	=	-	-	-	=	-
<i>Px-B2</i>	-	-	=	-	-	-	-	-
<i>Aco-A</i>	=	-	=	=	=	-	-	-
<i>Aco-B</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aap</i>	-	-	=	-	-	=	-	-
<i>GPgl-A</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>GPgl-B</i>	-	=	-	-	-	-	-	-
<i>Mdh-A</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mdh-B</i>	-	-	-	-	-	=	=	-
<i>Mdh-C</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mdh-D</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gat-A</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gat-B</i>	-	-	-	-	-	-	=	-
<i>Gat-C</i>	-	-	-	-	=	=	=	=
<i>Mnt-A</i>	=	=	=	=	=	=	=	=
<i>Pgi-A</i>	-	-	=	=	=	-	-	-

5. Multilocus isozyme phenotypes of Dutch elm cultivars and representatives of *U. pinnato-ramosa*

DNA methods make a higher number of genotypic markers available. They might be therefore also more suitable than isozymes for this purpose. But they are often too laborious and thus applicable only to a limited number of individuals. RFLPs methods were applied to identification of somatic embryos of *Juglans regia* (Aly et al., 1992), and in the monitoring of somaclonal variability in *Picea abies* (Heize et al., 1992).

CONCLUSIONS

The origin of primary explants predetermines their physiological state and significantly contributes to the success of *in vitro* cultivation of resistant Dutch elm clones. Bud explants originating from the site with better environmental conditions showed significantly better growth performance. Besides the site, also climatic conditions preceding the time of collection significantly influenced the physiological state of cultivated material. The effect of origin of primary explants from two different research plots was studied in the hybrid clone no. 494. This effect was not observed during multiplication. Hence, the cultivation medium plays a more important role during induction of organogenesis and the initial physiological state is a crucial factor only in the first weeks of cultivation.

Isozymes analyzed in dormant buds allowed direct identification of cultivated elm clones. Reproducible zymograms were obtained in eighteen putative loci. Phenotypes of *Aap*, *Aco-A*, *Got-A*, *-B*, *-C*, *Mdh-B*, *Per-A*, *-B*, and *PGI* were polymorphic. The multilocus isozyme phenotypes have been unique for each of the examined elm clones.

Verification of identity of regenerated plantlets, leaf tissues were utilized. Five loci were polymorphic out of the eight scorable ones. This number appeared to be insufficient for direct discrimination among regenerated clones. Nevertheless, the method allowed to identify some mislabelled individuals among examined regenerants.

No deviation due to the somaclonal variability was detected among the studied regenerants of two of the clones. With respect to the a priori low expected frequency of somaclonal variation, study of this phenomenon requires having a more genetic markers available surveyed in a high number of examined regenerants. Hence, no general conclusions about the absence of somaclonal variation can be drawn if only a several genetic markers are employed in the analysis.

References

- AHUJA, M. R., 1983. Somatic cell genetics and rapid clonal propagation of aspen. *Silvae Genet.*, 32: 131-135.
- AHUJA, M. R., 1987. Somaclonal variation. In: BONGA, J. M. - DURZAN, D. J. (eds.): *Cell and Tissue Culture in Forestry*. Vol. 1. Dordrecht, Boston, Lancaster, Martinus Nijhoff Publishers: 272-285.
- AHUJA, M. R. - KRUSCHE, D. - MELCHIOR, G. H., 1988. Determination of plantlet regeneration capacity of selected aspen clones *in vitro*. In: AHUJA, M. R. (ed.): *Somatic Cell Genetics of Woody Plants*. Kluwer Academic Publishers: 127-135.
- AITKEN-CHRISTIE, J. - CONNETT, M., 1992. Micropropagation of forest trees. In: KURATA, K. - KOZAI, T. (eds.): *Transplant Production Systems*. Kluwer Academic Publishers: 163-194.
- ALY, M. A. M. - FJELLSTROM, R. G. - McGRANAHAN, G. H. - PARFITT, D. E., 1992. Origin of Walnut Somatic Embryos Determined by RFLP an Isozyme Analysis. *Hortscience*, 27, 61-63.
- BONGA, J. M., 1982. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity, and rejuvenation. In: BONGA, J. M. - DURZAN, D. J. (eds.): *Tissue Culture in Forestry*. The Hague, Boston, London, Martinus Nijhoff, Dr. W. Junk Publishers: 387-412.
- BONGA, J. M., 1987. Clonal propagation of mature trees: Problems and possible solutions. In: BONGA, J. M. - DURZAN, D. J., (eds.): *Cell and Tissue Culture in Forestry*. Vol. 1. Dordrecht, Boston, Lancaster, Martinus Nijhoff Publishers: 237-245.
- BONGA, J. M. - VON ADERKAS, P., 1992. *In vitro* Culture of Trees. Kluwer Academic Publishers: 209.
- BROWN, C. L. - SOMMER, H. E., 1982. Vegetative Propagation of Dicotyledonous Trees. In: BONGA, J. M. - DURZAN, D. J. (eds.): *Tissue Culture in Forestry*. The Hague, Boston, London, Martinus Nijhoff, Dr. W. Junk Publishers: 109-149.
- COLEMAN, G. D. - ERNST, S. G., 1989. *In vitro* shoot regeneration of *Populus deltoides*: effect of cytokinin and genotype. *Plant Cell Report*, 459-462.
- CONCKLE, M. T. - HODGSKISS, P. D. - NUNNALLY, L. B. - HUNTER, S. C., 1982. Starch gel electrophoresis of conifer seeds: a laboratory manual. USDA Forest Service General Techn. Report PSW-64: 18.
- DEBERGH, P. C. - READ, P. E., 1991. Micropropagation. In: DEBERGH, P. C. - ZIMMERMAN, R. H. (eds.): *Micropropagation*. Kluwer Academic Publishers: 1-13.
- CHALUPA, V., 1987. European Hardwoods. In: BONGA, J. M. - DURZAN, D. J. (eds.): *Cell and Tissue Culture in Forestry*. Vol. 3. Dordrecht, Boston, Lancaster, Martinus Nijhoff Publishers: 224-245.
- CHELIAK, W. M., 1993. Clone identification. In: AHUJA, M. R. - LIBBY, W. J. (eds.): *Clonal Forestry I, Genetics and Biotechnology*. Springer Verlag: 101-109.
- CHEN, Z. - AHUJA, M. R., 1993. Regeneration and genetic variation in plant tissue culture. In: AHUJA, M. R. - LIBBY, W. J., (eds.): *Clonal Forestry I, Genetics and Biotechnology*. Springer Verlag: 87-100.
- GLOCK, H. - GREGORIUS, R. 1986. Genotype environment interaction in tissue cultures of birch. *Theor. appl. Genet.*, 477-482.
- GLOCK, H., 1988. Differential norms of reaction in tissue culture of birch. In: AHUJA, M. R. (eds.): *Somatic Cell Genetics of Woody Plants*. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers: 123-125.
- GREGUSS, L., 1986. Rast a klimatická adaptabilita odolných brestov. *Zprávy lesn. Výzk.* 31, č. 4: 11-14.

- GREGUSS, L. – KRAJŇÁKOVÁ, J. – LONGAUER, R., 1993. Selekcja a množenie odolných hybridov ohrozených domácich a perspektívnych cudzokrajných drevín pre zhoršené ekologické podmienky. [Záverečná správa.] Zvolen, LVÚ: 84.
- HEIMLER, D. – PIERONI, A. – MITTEMPERGHER, L. – BUZZINI, P., 1993. The use of flavonoid glycosides for the identification of elm hybrids. *Can. J. For. Res.*, 23, 611–616.
- HEIZE, B. – WESTCOTT, R. – SCHMIDT, J., 1992. Monitoring clonal fidelity in Norway spruce somatic embryogenesis using RAPD fingerprinting – preliminary results. In: International Conifer Biotechnology Working Group at Radisson Governors Inn, Research Triangle Park, NC: 23–28.
- KOSINSKI, G. – GORDON, A. M. – BROWN, I. R., 1988. Isozyme analysis of micropropagated *Betula pendula* Roth. In: AHUJA, M. R. (ed.): Somatic Cell Genetics of Woody Plants. Kluwer Academic Publishers: 143–145.
- KRAJŇÁKOVÁ, J. – GREGUSS, L., 1992. Micropropagation of resistant elm cultivars using the organ cultures. *Acta Inst. for. zvolen.*, 8: 9–20.
- KRAJŇÁKOVÁ, J., 1993. Aplikácia explantátových kultúr v geneticko-šľachtiteľských programoch lesných drevín (na modeli rodu *Ulmus*). [Kandidátska dizertačná práca.] Bratislava, Prírodovedecká fakulta UK: 128.
- KRAJŇÁKOVÁ, J., 1994. Skúsenosti s mikropropagáciou odolných brestov. In: Zbor. ref. z Dendrologických dní, Nitra 21.–22. 6. 1994: 162–167.
- LLOYD, G. – McCOWN, B. H., 1980. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel (*Kalmia latiflora*) by use of shoot tip culture. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, 30: 421–427.
- MAST, H., 1975. The organisation and work of UPOV. *Seed Sci. Technol.*, 3: 377–386.
- MIKSCH, J. P. (ed.), 1976. Modern methods in forest genetics. Berlin, Heidelberg, New York, Springer: 345.
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15: 473–497.
- NOH, E. W. – MINOCHA, S. C., 1990. Pigment and isozyme variation in aspen shoots regenerated from callus culture. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 23: 39–44.
- READ, P. E., 1992. Environmental and hormonal effects in micropropagation. In: KURATA, K. – KOZAI, T. (eds.): Transplant Production Systems. Kluwer Academic Publishers: 231–246.
- RICHARD, S. – CHEN, R. D. – LALIBERTÉ, S. – TABAI-ZADEH, Z., 1992. Isoenzyme analysis of *in vitro* propagated hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry). In: International Conifer Biotechnology Working Group at Radisson Governors Inn, Research Triangle Park, NC, April 23–28 1992.
- SAMIMY, C. – CUMMINS, J. N., 1992. Distinguishing Apple Rootstocks by Isozyme Banding Patterns. *Hortscience*, 27: 829–831.
- SCHWARTZ, H. J. – GALLETTA, G. J. – ZIMMERMAN, R. H., 1983. Field performance and phenotypic stability of tissue-culture-propagated thorn blackberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 108: 285–290.
- SHERMAN-BROYLES, S. C. – BROYLES, S. B. – HAMRICK, J. L., 1992. Geographic distribution of allozyme variation in *Ulmus crassifolia*. *Syst. Botany*, 17: 33–41.
- SRIVASTAVA, P. S. – STEINHAEUER, A., 1981. Isozymes in differentiating shoot bud cultures of *Betula pendula* Roth. *Z. Pfl.-Physiol.*, 103: 341–346.
- TOBOLSKI, J. J. – KEMERY, R. D., 1992. Identification of Red Maple Cultivars by Isozyme Analysis. *Hortscience*, 27: 169–171.
- WANG, X. R. – SZMIDT, A. E., 1989. Staining recipes for starch gel electrophoresis for use with *Pinus tabulaeformis* Carr. Dept. Forest Genetics & Tree Breeding. Umea, Swedish Univ. Agric. Sc.: 42.

Received 25 May 1995

ZAKLADANIE KULTÚR, MNOŽENIE A IDENTIFIKÁCIA *IN VITRO* REGENERANTOV ODOLNÝCH HYBRIDNÝCH BRESTOV

J. Krajňáková, R. Longauer

Lesnícký výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

Práca sa zaoberá podmienkami *in vitro* kultivácie brestov a možnosťou izoenzymovej certifikácie takto získaných regenerantov šiestich hybridných holandských kultivarov odolných voči grafioze, klonov *Ulmus minor* Mill. a *U. pinnato-ramosa* Dieck. rôzneho geografického pôvodu.

V práci je podrobne analyzované prvé štádium mikropropagácie – zakladanie kultúr. Pokusy boli zamerané na tri okruhy problémov:

– sledovanie správania kultivovaných genotypov pri prerastaní púčikov do výhonkov,

– porovnanie fyziologickej dispozície kultivovaného materiálu s ohľadom na rôzne doby odberu,

– vplyv pôvodu materiálu z rôznych stanovišť na úspech zakladania kultúr a multiplikáciu.

Ďalším cieľom bolo charakterizovať množené genotypy genetickými izoenzymovými markermi. Pri vybraných kultivároch sme urobili aj analýzu regenerantov s cieľom zistenia možnosti využitia izoenzymových analýz pre certifikáciu namnožených genotypov v prevádzkovom merítku, resp. na zachytenie somaklonálnej variability v priebehu mikropropagácie.

Pre všetky experimentálne práce slúžili dormantné púčiky získané z holandských kultivarov (klony 274, 296, 454, 494, 496, 568), brestov odolných voči grafioze, ako aj potomstvá botanického druhu *Ulmus pinato-ramosa* rôzneho geografického pôvodu (označené ako č. 160 – Peking a 161 – Taškent) a klony *U. minor* Mill. (PUM1 a 2).

Pri experimentoch zameraných na zakladanie kultúr uvedených klonov sme zistili výrazne individuálnu reakciu pri prerastaní púčikov do výhonkov. Fyziologická kondícia materiálu zas odrážala klimatické podmienky predchádzajúce dobe odberu materiálu. Tento poznatok bol získaný porovnaním výsledkov materiálu zozbieraného v sezónach 1991 a 1992.

Na základe našich výsledkov konštatujeme, že na úspechu kultivácie sa najmä v prvých fázach kultivácie výrazne podieľa aj pôvod materiálu. Explantáty pochádzajúce z priaznivejších podmienok (z TVP Palárikovo) reagovali na *in vitro* kultiváciu zreteľne lepšie.

Rozdielna reakcia explantátov kultivaru 494, pochádzajúcich z dvoch rôznych TVP, bola pozorovaná pri zakladaní pokusov. Neprejavila sa však v priebehu

multiplikácie. Predpokladáme, že počas indukcie organogenézy explantát reaguje predovšetkým na živné médium a jeho fyziologická kondícia zohráva dôležitú úlohu len v prvých týždňoch kultivácie.

Izoenzýmy sú použiteľné na certifikáciu holandských kultivarov vtedy, ak sú analyzované v dormantných púčikoch. Multilokusové izoenzymové matrice získané týmto spôsobom sú unikátne pre každý brestový kultivar. Z hľadiska identifikácie množenia materiálu sú použiteľné *Per-1*, *-2*, *Mdh-2*, *Mnr-2*, *Got-1*, *-2*, *-3* a *Pgi-1*.

Pre overenie identity regenerantov kultivarov 296 a 496 sme použili aj listové pletivá. V listových pletivách boli spoľahlivo interpretovateľné lokusy *Mdh-2*, *Mdh-3*, *Per-1*, *Per-2*, *Aco-1*, *-2* a *Mnr-2*. Získané zymogramy všetkých analyzovaných regenerantov odpovedali zymogramom materských jedincov. Pri regenerantoch klonov 296 a 496 nebola v lokusoch *Aco-1*, *-2*, *Mdh-2*, *-3* a *Per-2*, *-3* ani v jednom prípade zistená odchýlka od pôvodných klonov, ktorá by mohla byť spôsobená somaklonálnou variabilitou.

Kontaktná adresa:

RNDr. Jana Krajňáková, CSc., Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Slovenská republika

This is **BALTIC FORESTRY** – a newly issued scientific forestry journal on your table!

Here you will find articles on forestry and forest science in the **Baltic countries – Estonia, Latvia and Lithuania**.

The Baltic region is unique due to the environment and geographico-political conditions: climate of temperate maritime transitional zone has formed mixed coniferous and deciduous stands of high productivity and biodiversity; the forestry and forest science has been influenced by the ideas both from the East and the West.

So forest research institutes and universities from Estonia, Latvia and Lithuania joined their efforts to publish **BALTIC FORESTRY** in which articles will deal with any aspects of forestry, including tree growth, morphogenesis, physiology, genetics, silviculture, economics, forest education and extension.

BALTIC FORESTRY will be published twice a year. Thus you have a good opportunity to know more about our forests, forestry research, you are welcome to subscribe to **BALTIC FORESTRY**.

Price is 20 USD per year. **Subscribe to BALTIC FORESTRY!**

Our bank account:

Beneficiary: Lietuvos Miškus institutas

Account No. 1064202/103070671

Beneficiary's Bank: Litimpex Bank, Lithuania

SWIFT: LBAS LT 2X

Intermediary Bank: Svenska Handelsbanken, Stockholm

Corr. account No. USD – 9947080949

SWIFT: HAND SE SS

VYSOKÉ DÁVKY SLUNEČNÍ RADIACE – VÝZNAMNÝ PŘIROZENÝ STRESOR FOTOSYNTETICKÉ AKTIVITY HORSKÝCH SMRČIN

HIGH RATES OF SOLAR RADIATION – AN IMPORTANT NATURAL STRESS FACTOR OF THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF MOUNTAINOUS NORWAY SPRUCE STANDS

M. Šprtová, M. V. Marek

Ústav ekologie krajiny AV ČR, Květná 8, 603 00 Brno

ABSTRACT: Photosynthetic activity can be regarded as the basis of biomass productivity and vitality of forest trees, respectively. Moreover, this activity is under the strong influence of environment. Excess of photosynthetically active radiation (PhAR) can be a harmful factor of environment which is the reason of photoinhibition. Photoinhibition is demonstrated by a decrease of photosynthetic rate. An analysis of the influence of PhAR excess on function of the assimilatory apparatus of Norway spruce during summer days was done in the present paper. The strong influence of PhAR excess on values of parameters of photosynthesis reflecting changes in the level of quanta capture and electron transport chain was observed. The comprehensive description of the method of chlorophyll *a* is given. Excess of PhAR caused rapid changes of assimilatory apparatus function and thus this PhAR excess can be regarded as a significant stress of production activity of Norway spruce stands under field conditions.

photosynthetic activity; fluorescence of chlorophyll *a*; photoinhibition; Norway spruce

ABSTRAKT: Fotosyntetická aktivita, která je základem produkce biomasy a vitality lesních dřevin, je silně ovlivňována faktory vnějšího prostředí. K těmto faktorům, které mohou ovlivňovat fotosyntetickou aktivitu i negativně, patří nadměrné dávky sluneční radiace, konkrétně její fotosynteticky aktivní složky (FAR). Nadměrná ozáření vysokými hodnotami FAR může vést k fotoinhibici, která se projevuje ve snížení rychlosti fotosyntézy. Podrobně je popsána i použitá metoda sledování primárních reakcí fotosyntézy, tj. fluorescence chlorofylu *a*. V práci je analyzován vliv nadměrné ozáření na parametry fotosyntetické aktivity u smrku ztepilého v průběhu slunných letních dnů. Je prokázáno, že nadměrná ozáření FAR významně mění parametry fotosyntézy, které souvisejí s procesy zachytu kvant zářivé energie a s transportem elektronů. Bylo zjištěno, že nadměrná ozáření FAR způsobuje rychlé změny funkce asimilačního aparátu a může být považována za významný přirozený stresor produkční aktivity smrků. Význam tohoto stresoru tkví především v tom, že je přirozenou součástí prostředí dřevin a že prahové hodnoty FAR, způsobující fotoinhibici smrku, jsou poměrně nízké a tedy frekvence jejich výskytu v přírodě je velmi častá.

fotosyntetická aktivita; fluorescence chlorofylu *a*; fotoinhibice; smrk ztepilý

ÚVOD

Fyziologickým základem produkce biomasy lesních porostů je fotosyntéza, která je spojena celou řadou vazeb s vnějším prostředím. Tyto vazby vyplývají z klíčového postavení, jež fotosyntéza zaujímá v metabolismu rostlin, ale na druhé straně jsou i příčinou toho, že fotosyntetický proces je silně závislý na kvalitě vnějšího prostředí. Již delší dobu je znám negativní účinek celé řady stresorů – např. vzdušné škodliviny, nedosta-

tek vody, extrémní teploty – na fotosyntetickou aktivitu lesních dřevin. K těmto stresorům je nutné přiřadit i působení nadměrných dávek sluneční radiace, konkrétně její světelné složky (rozsah vlnových délek 400 až 700 nm), známé pod pojmem fotosynteticky aktivní radiace (FAR). Právě tato složka sluneční radiace je účinná ve fotosyntetickém procesu, neboť je zdrojem kvant zářivé energie. Je-li pigmentem světlosběrných komplexů asimilačního aparátu absorbováno více kvant zářivé energie než může být reakčními centry využito pro

pohon fotochemických reakcí fotosyntézy, pak se tato reakční centra uzavřou. Tím se zvyšuje pravděpodobnost toho, že mohou přímo v asimilačním aparátu (chloroplastech) vznikat reaktivní kyslíkaté radikály, které mohou způsobovat závažné destrukce jednotlivých složek světlosběrných komplexů a tak poškodit asimilační aparát (Schoner, Krause, 1990) a tím snížit rychlost fotosyntézy s možnými důsledky v redukci produkce nové biomasy. Toto negativní působení nadměrných dávek FAR se projevuje fotoinhibicí asimilačního aparátu, v horším případě jeho fotodestrukci.

Termín fotoinhibice se užívá pro situaci, kdy působení nadměrných dávek FAR vede k redukci fotosyntetické kapacity, která není spojena s trvalými změnami v obsahu fotosyntetických pigmentů (chlorofyly, karotenoidy), změnami na úrovni transportu elektronů či ve změnách v otevřenosti průduchů (Powles, 1984). Při fotoinhibici dochází k redukci fotosyntetické kapacity na úrovni světelné fáze fotosyntézy, tedy v procesech zachytu a přenosu kvant zářivé energie. Dlouhodobější působení nadměrné FAR vede k fotodestrukci asimilačního aparátu, při které dochází k vybělování fotosyntetických pigmentů. To znamená, že FAR je zcela specifickým parametrem vnějšího prostředí dřevin, který nejen že řídí fotosyntetickou aktivitu, ale je i potenciálním škodlivým faktorem vedoucím k poškození asimilačního aparátu.

Vzhledem k tomu, že lesní dřeviny jsou dlouhodobě organismy trvale vázané na své stanoviště, je jejich asimilační aparát (listy, jehlice) vystaven vnějším vlivům a trvale reaguje na jejich změny. Navíc asimilační aparát jehličnanů pravidelně prochází stresovým obdobím přechodu „podzim – zima“, kdy nedostatečná adaptace na zimu a častý výskyt vysokých ozáření způsobuje fotoinhibiční jev. Totéž platí i pro přechod „zima – jaro“. Mimo tato kritická období je možný výskyt fotoinhibičního stresu v obdobích působení vysokých dávek slunečního záření. Smrk ztepilý na základě své fotosyntetické charakteristiky patří ke dřevinám s poměrně značnou citlivostí asimilačního aparátu k vysokým dávkám FAR (Špunda et al., 1993). Saturační hodnoty FAR, při kterých již nedochází ke zvyšování rychlosti fotosyntézy i při zvyšování příkonu FAR, činí pro smrk 800 $\mu\text{mol kvant m}^{-2}\text{s}^{-1}$, což je přibližně 400 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ (Marek et al., 1989). Přitom se tato hodnota FAR vyskytuje často v průběhu dne a vegetační sezony a asimilační aparát exponovaných korunových částí je proto této nadměrné radiaci vystaven po dlouhou dobu. To zvyšuje potenciální ohrožení fotosyntetické aktivity v důsledku možné fotoinhibice. Znamená to tedy, že kromě obvyklých a v přírodních podmínkách lesních porostů často se vyskytujících limitací fotosyntetické aktivity (vodní stres, extrémní teploty, imise, polední deprese) se vyskytuje nový jev, kterým je fotoinhibice způsobená nadměrnou FAR.

V příspěvku je podán příklad působení nadměrné ozářenosti FAR v letních měsících na asimilační aparát smrku ztepilého v horských podmínkách. Fotosyntetická aktivita je analyzována metodou fluorescence chlo-

rofyly *a*, která umožňuje zachytit počáteční velice rychlé změny a je schopna na základě svých charakteristik spolehlivě indikovat fotoinhibiční jev. Fluorescence chlorofylu *a* charakterizuje procesy, ke kterým dochází při zachytu kvant zářivé energie především na úrovni fotosystému dva (PS II).

MATERIÁL A METODY

Měření kinetiky uzavírání reakčních center v různých světelných podmínkách u rostlin adaptovaných na vysokou úroveň ozářenosti (HI) a nízkou úroveň ozářenosti (LI) bylo provedeno v červenci roku 1993. Experiment se uskutečnil na Experimentálním ekologickém pracovišti Bílý Kříž (993 m n. m.) v Moravskoslezských Beskydech. Podrobný popis pracoviště uvádí Marková (1992).

Jako rostlinný materiál byly použity šestileté sazenice smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.], rozdělené do dvou variant. Varianta HI představovala sazenice umístěné na volné ploše po celou vegetační sezonu, tj. sazenice vystavené dlouhodobě působení přímé sluneční radiace a adaptované na vysokou úroveň ozářenosti. Varianta LI představovala sazenice adaptované na nízkou úroveň ozářenosti, které bylo dosaženo trvalým zastíněním sazenic (simulace situace pod dospělým porostem). Úroveň záření dopadajícího na sazenice tvořila asi 2 % vnější hodnoty FAR, což je velice podobná situace pro nálet sazenic pod hustým dospělým porostem. Hodnoty FAR byly snímány kvantovým čidlem LI-109S (LI-COR., USA).

V den měření byly sazenice ráno zatemněny, aby bylo dosaženo maximálních fluorescenčních signálů, a pak z nich byly připraveny vzorky (pět intaktních jehlic ročníku 1993). Před vlastním měřením byly vzorky uloženy na 20 minut do tmy.

K analýze kinetiky uzavírání reakčních center bylo využito měření rychlé fáze fluorescenčního indukčního jevu (FIJ) s následnou aplikací silného saturačního pulzu (Schreiber et al., 1988). FIJ je časovou závislostí fluorescence a má svou grafickou podobu ve formě fluorescenčního indukčního křivky, která má svůj charakteristický průběh dále využitelný pro fyziologickou interpretaci, neboť poskytuje informace o funkčním stavu fotosyntetického aparátu. Z tohoto časového průběhu se FIJ dělí na rychlou a pomalou fázi. Pro účely interpretace stavu fotosyntetického aparátu sazenic smrku byly vybrány dva důležité body křivky FIJ: bod *I*, který je prvním inflexním bodem křivky FIJ, a bod *P*, který tvoří rozhraní mezi rychlou a pomalou fází FIJ.

Těto metody lze využít jednak pro stanovení fotochemického zhášení fluorescence (*qP*), které souvisí s tím, jak energie kvant odtéká do fotosyntetických procesů, kde je využita k tvorbě protonového gradientu, vedoucímu k formování molekul ATP a NADPH. Dále je touto metodou možné stanovit nefotochemické zhášení fluorescence (*qN*), které souvisí s deexcitací v podobě tepelných ztrát. Dalším parametrem je hodnota

1 - qP v různých bodech fluorescenční indukční křivky, v našem případě v bodě I a P.

Po změní FIJ byl vzorek na jednu minutu přisvětlen světlem o intenzitě $1\ 130\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Po vypnutí tohoto světla se měřil FIJ ve sledu 1, 3, 5, 10 a 20 minut po osvětlení. Pro odečtení hodnot fluorescence ve všech bodech fluorescenční indukční křivky byly vypočteny hodnoty sledovaných parametrů fluorescence chlorofylu a s využitím následujících vzorců.

Pro nefotochemické zhášení platí:

$$qN = 1 - \frac{F_v'}{F_v}$$

kde F_v a F_v' jsou hodnoty variabilní fluorescence, tj. hodnoty fluorescence stanovené jako rozdíl hodnoty maximální (F_M) a minimální (F_0) fluorescence před expozicí světlem o intenzitě $1\ 130\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a po ní.

Dalším sledovaným parametrem byl $(1 - qP)_P$, tedy hodnota $1 - qP$ v bodě P fluorescenční křivky. Tento parametr udává tu část primárního akceptoru elektronů (Q_A) předaných od RC PS II, která se nachází v redukované formě (Demmig, Winter, 1988). Hodnota tohoto parametru je mírou uzavírání reakčních center PS II (RC) a je stanovena ze vztahu:

$$(1 - qP)_P = \frac{F_t - F_0}{F_M - F_0}$$

kde za F_t dosadíme hodnotu fluorescence F_P , kterou odečteme přímo z fluorescenční křivky.

K získání informací o poměru inaktivních reakčních center se využívá parametr $1 - qP$ měřený v bodě I křivky FIJ, tedy parametr označený jako $(1 - qP)_I$. Hodnota tohoto parametru se získá ze vztahu:

$$(1 - qP)_I = \frac{F_t - F_0}{F_M - F_0}$$

když za F_t dosadíme hodnotu F_I .

K doplnění výsledků získaných měřeními rychlého FIJ bylo v rámci experimentu provedeno ještě stanovení obsahu asimilačních pigmentů Lichtenthalerovou metodou (Lichtenthaler, 1987).

Fluorescence chlorofylu a jehlic smrků byla stanovena s využitím fluorimetru PAM 101, 102 a 103 (Walz, Effeltrich, Německo), který měří intenzitu fluorescence na principu pulzně amplitudové modulace. Zdrojem budícího světla fluorescence je dioda (LED, maximum emise 650 nm), která je frekvenčně modulovaná. Aktinické světlo je emitováno diodou (102 L, maximum emise 650 nm). Během experimentu byla intenzita analytického červeného světla nastavena na hodnotu $0,1\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Intenzita kontinuálního aktinického bílého světla byla nastavena na hodnotu asi $120\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Intenzita saturačního pulzu byla $3\ 500\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnoty byly měřeny kvantovým čidlem LI-180 (LICOR, Lincoln, Nebraska, USA). Naměřená data byla vyhodnocena pomocí programu DA 100.

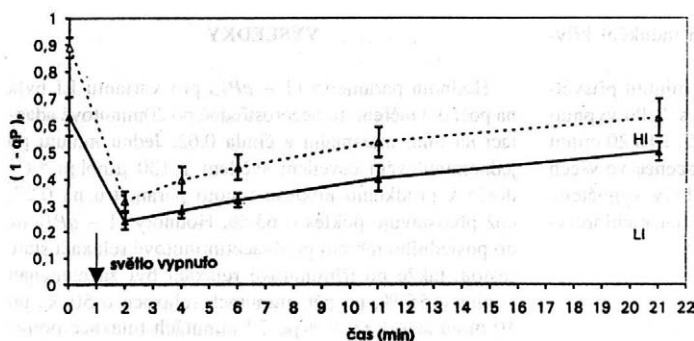
K analýze asimilačních pigmentů bylo využito dvou-paprskového absorpčního spektrofotometru UV/VIS Specord M400 (Carl Zeiss Jena, SRN).

VÝSLEDKY

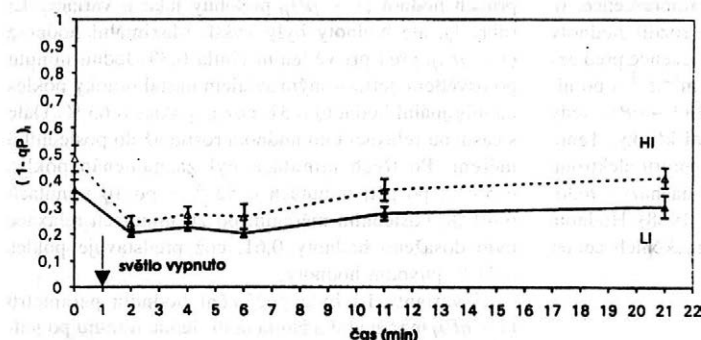
Hodnota parametru $(1 - qP)_P$ pro variantu LI byla na počátku měření, tj. bezprostředně po 20minutové adaptaci na tmu, maximální a činila 0,62. Jednu minutu po jednodominutovém osvětlení světlem $1\ 130\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ došlo k prudkému poklesu tohoto parametru na 0,23, což představuje pokles o 63 %. Hodnoty $(1 - qP)_P$ až do posledního měření po dvacetiminutové relaxaci stále rostou, takže po třímínutové relaxaci byl zaznamenán pokles o 55 %, po pěti minutách relaxace o 50 %, po 10 minutách o 35 % a po 20 minutách relaxace pouze o 20 % původní hodnoty (obr. 1). Pro variantu HI je průběh hodnot $(1 - qP)_P$ podobný jako u varianty LI (obr. 1), ale hodnoty byly vyšší. Maximální hodnota $(1 - qP)_P$ před přisvětlením činila 0,89. Jednu minutu po osvětlení definovaným světlem nastal prudký pokles na minimální hodnotu 0,31, což je pokles o 65 %. Dále s časovou relaxací tato hodnota rostla až do posledního měření. Po třech minutách byl zaznamenán pokles o 56 %, po pěti minutách o 52 % a po 10 minutách o 40 %. Posledním měřením po 20 minutách relaxace bylo dosaženo hodnoty 0,61, což představuje pokles o 31 % původní hodnoty.

U varianty LI byla počáteční hodnota parametru $(1 - qP)_I$ maximální a činila 0,36. Jednu minutu po jednodominutovém přisvětlení došlo k prudkému poklesu na minimální dosaženou hodnotu 0,2, což představuje 44 %. Po třech minutách relaxace činil pokles 39 % a po pěti minutách 44 %. Po 10 minutách relaxace byl zaznamenán nárůst hodnoty $(1 - qP)_I$. V tomto čase představoval pokles vůči maximální hodnotě 28 % a po 20 minutách relaxace 22 % (obr. 2). Pro variantu HI byla při prvním měření rychlého FIJ po 20minutové adaptaci na tmu stanovena pro parametr $(1 - qP)_I$ maximální hodnota 0,48, která v následujícím měření provedeném jednu minutu po přisvětlení světlem o intenzitě $1\ 130\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ klesla na minimální hodnotu 0,23, což představuje pokles o 52 %. S časovou relaxací hodnoty $(1 - qP)_I$ stále rostly (obr. 2). Po třech minutách relaxace představoval pokles 46 % a po pěti minutách asi 48 %. Pokles o 25 % byl zaznamenán 10 minut po osvětlení a po 20 minutách relaxace došlo k poklesu o 21 %.

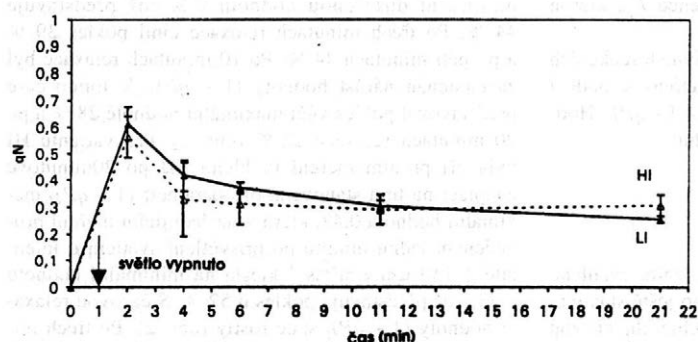
Jednu minutu po jednodominutovém osvětlení světlem o intenzitě $1\ 130\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ došlo u varianty LI k velkému nárůstu nefotochemického zhášení. Koeficient qN dosáhl v tomto čase maximální hodnoty 0,61. V dalších časových intervalech tato hodnota klesala (obr. 3). Po třech minutách po osvětlení hodnota klesla o 33 %, po pěti minutách o 39 % a po 10 minutách asi o 52 %. Poslední měření se provádělo po 20 minutách relaxace, kdy pokles činil asi 56 % a dosažená hodnota byla 0,27. U varianty HI došlo v porovnání s variantou LI k menšímu nárůstu nefotochemického zhášení. Maximální qN získané měřeními rychlé fáze FIJ jednu minutu po jednodominutovém osvětlení definovaným světlem dosáhlo hodnoty asi 0,55. Tři minuty po osvětlení klesla hodnota qN o 42 %, po pěti minutách asi o 45 %



1. Časový průběh parametru relaxace redukované formy primárního akceptoru elektronů v bodě P indukční křivky fluorescence $(1 - qP)_P$ u sazenic kultivovaných na nízkém (varianta LI) a vysokém (varianta HI) světle – The time behavior of relaxation parameter of a reduced form of primary electron acceptor at point P of fluorescence induction curve $(1 - qP)_P$ plants grown under low-intensity (LI variant) and high-intensity (HI variant) light



2. Časový průběh parametru relaxace redukované formy primárního akceptoru elektronů v bodě I indukční křivky fluorescence $(1 - qP)_I$ u sazenic kultivovaných na nízkém (varianta LI) a vysokém (varianta HI) světle – The time behavior of relaxation parameter of a reduced form of primary electron acceptor at point I of fluorescence induction curve $(1 - qP)_I$ plants grown under low-intensity (LI variant) and high-intensity (HI variant) light



3. Časový průběh relaxace nefotochemického zhášení fluorescence (qN) u sazenic kultivovaných na nízkém (varianta LI) a vysokém (varianta HI) světle – The time behavior of relaxation of nonphotochemical fluorescence extinction (qN) in plants grown under low-intensity (LI variant) and high-intensity (HI variant) light

a po 10 minutách asi o 49 %. Posledním měřením prováděným po 20minutové relaxaci byla zaznamenána hodnota qN totožná s hodnotou qN po 10 minutách relaxace (obr. 3).

Analýzou asimilačních pigmentů bylo u varianty HI zjištěno o 20 % méně celkového množství chlorofylu $a + b$ ($Chl a + b$) v porovnání s variantou LI. Naproti tomu poměr $Chl a/b$ je u varianty HI větší o 92 %. U varianty HI je asi jen o 2 % více karotenoidů než u LI a poměr celkového množství $Chl a + b$ car je u HI o 27 % menší než u LI (tab. I).

DISKUSE

Lam et al. (1984) uvádějí standardní hodnoty poměru $Chl a/b$ světlosběrného komplexu (LHC). Tyto

komplexy jsou lokalizovány kolem fotosystému dva a jedna (PS II, PS I). U PS II činí 1 : 1, pro PS I je tento poměr 3,5 : 1. Na základě toho lze soudit, že nižší obsah $Chl a$ a vyšší poměr $Chl a/b$ u varianty HI má příčinu ve zmenšení obsahu chlorofylu v LHC II (tab. I). Důsledkem toho je pak zmenšení poměru LHC II k vlastnímu jádru antény PS II. Pro rostliny adaptované na vysokou úroveň ozáření v porovnání s rostlinami adaptovanými na nízkou úroveň ozáření uvádějí Chow et al. (1988) vyšší poměr $Chl a/b$ a menší LHC II. Přitom pokles obsahu chlorofylu pozorovaný u rostlin adaptovaných na přímou sluneční radiaci neznamená ještě nutné poškození fotosyntetického aparátu (Dietz et al., 1988), ale naopak částečně přispívá k adaptaci fotosyntetického aparátu na vysokou úroveň ozáření, což lze dokumentovat i zvýšenou rychlostí fotosyntézy u jehlic varianty HI než u LI (Špunda et al., 1993).

I. Výsledky analýzy obsahu asimilačních pigmentů ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ suché hmotnosti jehlic) pro varianty sazenic kultivovaných na nízkém (LI) a vysokém (HI) světle – The results of analysis of assimilating pigment content ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ needle dry weight) for the variants of plants grown under low-intensity (LI) and high-intensity (HI) light

Varianta			Chla + b	carx + c	cha/b	cha + b/car
LI	$n = 10$	průměr	1,46	0,31	1,46	4,75
		sd	0,032	0,008	0,033	0,089
HI	$n = 10$	průměr	1,17	0,313	2,82	3,48
		sd	0,078	0,027	0,033	0,146

Chla + b – celkový obsah chlorofylů – total chlorophyll content

carx + c – celkový obsah karotenů – total carotene content

cha/b – poměr chlorofylu a : b – chlorophyll a to b ratio

cha + b/car – poměr celkového obsahu chlorofylů ke karotenu – total chlorophyll content to carotene ratio

průměr – aritmetický průměr – mean – arithmetical mean, sd – standardní odchylka průměru – standard deviation of the mean

Vyšší hodnoty parametru $(1 - qP)_p$ u varianty HI v porovnání s LI (obr. 1) jsou důkazem vyššího procenta uzavřených reakčních center PS II (Havaux, 1988). Porovnáním s výsledky analýzy obsahu chlorofylů v jehlicích, který je nižší u varianty HI, lze usuzovat na blokování přenosu elektronů z primárního akceptoru na další členy transportního řetězce v důsledku toho, že anténní komplexy jsou menší a tedy je oslaben příliv zářivé energie nutné pro pohon primárních reakcí fotosyntézy.

U varianty HI byly stanoveny vyšší hodnoty parametru $(1 - qP)_I$. Právě vysoká počáteční hodnota tohoto parametru indikuje výraznou zásobu inaktivních reakčních center (RC). Tato inaktivní centra mohou tvořit zásobník RC, která pak nahrazují poškozená aktivní RC v důsledku působení vysoké sluneční radiace. To potvrzuje rychlejší relaxace $(1 - qP)_I$ u varianty HI (po 20 minutách pouze 20% pokles v porovnání s 38% poklesem u varianty LI). Počáteční vyšší hodnoty parametru qN u LI značí překročení ochranných disipačních procesů energie po aplikaci vysoké ozáření (obr. 2). Překročení těchto disipačních procesů pak vede k přexcitování PS II RC (Adams et al., 1990) a k nástupu fotoinhibičního poškození. S ohledem na menší LHC II u varianty HI lze u této varianty usuzovat i na efektivní disipaci nadbytečné ozáření v anténách obklopující RC PS II (Chow, Anderson, 1987).

Analýza FIJ tedy ukazuje na zásadní funkční změny asimilačního aparátu, který je vystaven odlišnému radiačnímu režimu. Je zřejmé, že asimilační aparát má k dispozici jisté ochranné mechanismy, které slouží k disipaci přebytečné energie v podmínkách vysokých dávek FAR. Tyto mechanismy souvisejí s nezářivou disipací v podobě tepelných ztrát či s formováním dodatečných zářivých disipací (nefotochemické zhášení). Na základě uvedené analýzy fluorescenčních parametrů asimilačního aparátu smrku lze konstatovat, že nadměrný příkon zářivé energie fotosynteticky aktivní radiace v přirozených podmínkách je reálným a významným stresorem fotosyntetické aktivity.

Literatura

- ADAMS, W. W. – DEMMIG-ADAMS, B. – WINTER, K., 1990. Relative contributions of zeaxanthin related and zeaxanthin unrelated types of „high-energy state“ quenching of chlorophyll fluorescence in spinach leaves exposed to various environmental conditions. *Plant Physiol.*, 92: 302–309.
- CHOW, W. S. – ANDERSON, J. M. – HOPE, A. B., 1988. Variable stoichiometries of photosystem II to photosystem I reaction centres. *Photosynth. Res.*, 17: 277–281.
- CHOW, W. S. – ANDERSON, J. M., 1987. Photosynthetic response of *Pisum sativum* to an increase in irradiance during growth. I. Photosynthetic activities. *Aust. J. Plant Physiol.*, 14: 1–8.
- DEMMIG, B. – WINTER, K., 1988. Characterisation of three components of non-photochemical fluorescence quenching and their response to photoinhibition. *Austral. J. Plant. Physiol.*, 15: 163–177.
- DIETZ, B. – MOORS, I. – FLAMMERSFELD, U. – RUHLE, W. – WILD, A., 1988. Investigation on the occurrence of novel forest decline. I. The photosynthetic electron transport. *Z. Naturforsch.*, 43c: 581–588.
- HAVAU, M. – ERNEZ, M. – LANOYE, R., 1988. Tolerance of poplar (*Populus* sp.) to environmental stresses. II. Photosynthetic characteristic of poplar clones grown at low and high light intensities. *J. Plant Physiol.*, 132: 664–670.
- LAM, E. – ORTIZ, W. – MALKIN, R., 1984. Chlorophyll a/b proteins of photosystem I. *FEBS Letters*, 168: 10–14.
- LICHTENTHALER, H. K., 1987. Chlorophylls and carotenoids – pigments of photosynthetic membranes. In: COLOWICK, S. P. – KAPLAN, N. O. (eds.): *Methods in enzymology*, 148. San Diego – New York – Berkeley – Boston – London – Sydney – Tokyo – Toronto, Academic Press: 350–382.
- MAREK, M. – BARTÁK, M. – PIROCHTOVÁ, M., 1989. Vertical topography of photosynthetic activity and crown structure in Norway spruce. *Přírodov. Pr. Úst. ČSAV Brno*, XXIII: 120.
- MARKOVÁ, I., 1992. Radiační režim v korunové vrstvě smrkové monokultury. [Kandidátská dizertační práce.] Brno, Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV: 130.

POWLES, B., 1984. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. *A. Rev. Plant Physiol.*, 35: 15–44.

SCHONER, S. – KRAUSE, G. H., 1990. Protective systems against active oxygen species in spinach: response to cold acclimation in excess light. *Planta*, 180: 383–389.

SCHREIBER, U. – BILGER, W. – KLUGHAMMER, C. – NEUBAUER, C., 1988. Application of the PAM Fluorometer in stress detection. In: LICHTENTHALER, H. K. (ed.): *Ap-*

plication of Chlorophyll Fluorescence. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ.: 151–155.

ŠPUNDA, V. – KALINA, J. – NAUŠ, J. – KUROPATWA, R. – MASLÁN, M. – MAREK, M., 1993. Response of photosystem II photochemistry and pigment composition in needles of Norway spruce saplings to increased radiation level. *Photosynthetica*, 28: 401–413.

Došlo 23. 11. 1995

HIGH RATES OF SOLAR RADIATION – AN IMPORTANT NATURAL STRESS FACTOR OF THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF MOUNTAINOUS NORWAY SPRUCE STANDS

M. Šprtová, M. V. Marek

Institute of Landscape Ecology, Czech Academy of Sciences, Květná 8, 603 00 Brno

Photosynthetic activity can be regarded as the basis of both biomass production and vitality of forest tree. Moreover, this activity is in a strong relation to environment and is under strong environmental influence. The photosynthetically active radiation (PhAR) is responsible not only for the radiation energy supply of photosynthetic electron transport but it is a harmful factor if it is in excess. The excess of PhAR can be a reason of photoinhibition. Photoinhibition of photosynthesis is demonstrated by the decrease of primary reaction of photosynthesis, especially by the level of electron transport chain. The target of photoinhibition due the PhAR excess in the photosystem II (PS II). Thus the excess of PhAR can be regarded as a natural stress factor occurring very often under field conditions especially of open reforested areas. Norway spruce assimilatory apparatus seems to be very sensitive to photoinhibition. The threshold value of PhAR which can be regarded as potentially responsible for photoinhibition in Norway spruce assimilatory apparatus is low, approximately $800 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. This PhAR value occurs very often under field conditions and thus danger of photoinhibition is high.

The powerful method for investigation of primary photosynthetic reaction is the fluorescence of chlorophyll *a*. The parameters of fluorescence are able to give comprehensive information about individual steps of primary reaction of PS II. Basic information about the structure of assimilatory apparatus was obtained by the analysis of pigment content (chlorophylls and carotenoids).

An analysis of the influence of PhAR excess on parameters of Norway spruce assimilatory apparatus dur-

ing summer days is given. The comparison of two types of assimilatory apparatus was done. The first variant is the assimilatory apparatus fully adapted to high irradiance (variant HI), the second is the variant of plants adapted to low irradiance (variant LI). The comparison of chlorophyll *a* fluorescence of these two types of assimilatory apparatus was done. Especially the value of the reduction state of the primary electron acceptor Q_A was higher in variant HI compared with LI indicating the higher capacity to utilize the PhAR in sunn adapted plants. This capacity is related to higher supply of inactive reaction centres of PS II. These centres are able to replace damaged ones under the conditions of PhAR excess influence. The values of non-photochemical quenching coefficient of chlorophyll *a* fluorescence indicate the very early overwhelming of protective dissipative processes under the influence of excessing irradiance especially in variant LI. Lower chlorophyll *a* content and higher ratio on chlorophyll *a* to chlorophyll *b* in variant HI is an expression of reduction of pigment content in light harvesting complex of PS II and can be regarded as an important adaptation mechanism of assimilatory apparatus to sunny conditions.

The performed analysis of chlorophyll *a* fluorescence indicate the important changes in assimilatory apparatus function under the influence of different radiation regimes. A certain level of protective mechanism of primary photosynthetic reaction was confirmed. Summarizing, the potential harmful action of excess of PhAR on Norway spruce under field conditions can be expected. It is necessary to involve the excess of PhAR into a set of natural stress factors of Norway spruce environment.

Kontaktní adresa:

Mgr. Mirka Šprtová, Ústav ekologie krajiny AV ČR, Květná 8, 603 00 Brno, Česká republika

STANOVENIE EKONOMICKÉHO LIMITU OPRÁV VOZOVIEK LESNÝCH CIEST

DETERMINATION OF ECONOMIC LIMIT OF FOREST ROAD PAVEMENT REPAIRS

D. Fertál

Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

ABSTRACT: The paper presents the method of determination of the area limit for economic pavement repairs. The development of destruction and wear of the pavement surface of forest hauling roads with the upper course of penetration macadam was described for this purpose. Analysis of pavement courses, their damage and repair was done, and repair outlays were calculated. An equation was derived from the outlays for pavement repairs, from the outlays for road construction and repair area percentage to calculate the limit of pavement repair in such way that the cost of pavement repair will be lower than the acquisition expense. A critical year when the limit is reached was also determined.

pavement construction; pavement destruction; limit of repair area

ABSTRAKT: Príspevok rieši zistenie limitu plochy ekonomickej opravy vozovky. Pre tento účel sa stanovil vývoj poškodzovania a opotrebovanie povrchu vozoviek lesných odvozných ciest s krytom z penetračného makadamu. Vykonala sa analýza konštrukčných vrstiev vozoviek, ich poškodenie, oprava a vypočítali sa ceny opráv. Z cien opráv vozoviek, z ceny za vybudovanie vozovky a percenta plochy opráv sa odvodila rovnica pre výpočet limitu plochy opráv vozovky tak, aby bola oprava vozovky menšia, ako je nadobúdacia cena. Zároveň sa určil kritický rok dosiahnutia limitu.

konštrukcie vozoviek; poškodenie vozoviek; limit plochy opráv

ÚVOD

V zahraničí aj v Slovenskej republike sa sprístupňovanie lesov uskutočňuje cestami rôznej technickej dokonalosti. Lesné cesty s vozovkou z nestmeleného materiálu, v podkladovej vrstve a s krytom z penetračného makadamu uzavretého živcovým náterom, patria do skupiny technicky najdokonalejších. Bezpečná úprava povrchu vozoviek a nepriepustnosť jej povrchu pre vodu boli tie kritériá, ktoré zaradili tieto vozovky do skupiny s vyššou kvalitatívnou úrovňou. Aj vozovky s krytom z penetračného makadamu majú po určitom čase používania opotrebovaný a poškodený povrch. Poškodenie a opotrebovanie povrchu vozoviek je treba opraviť.

METODIKA A MATERIÁL

Cieľom príspevku je uviesť novú metódu výpočtu takého rozsahu opravy vozovky z penetračného makadamu, pri ktorom sa vynaložia menšie finančné prostriedky, ako sa vynaložili na jej vybudovanie.

Riešenie na dosiahnutie cieľa vychádza z informácií o klasifikácii a hodnotení poškodenia a opotrebovania povrchu vozoviek (Fertál, 1976). Meranie opotrebovania a poškodenia povrchu vozoviek sa vykonalo v minulom období (Fertál, 1984, 1986) a využíva sa pre riešenie v tejto práci. Z archivovaných projektov pre výstavbu lesných ciest sa získali informácie o konštrukciách vozoviek (Fertál, 1985). Výpočet cien prác za opravu vozoviek sa vykonával pomocou fyzických jednotiek poškodenia a opotrebovania vrstiev vozoviek, čo je zrejme v nasledujúcej časti. Jednotkové ceny stavebných prác sa použili z cenníkov v Smerných orientačných cenách 93 CENEKON, ktoré sú v kolónke Orientačné ceny 93. V zmysle tejto rady cenníkov nie sú v cenách započítané náklady súvisiace s umiestnením stavby, ktoré sú uvedené v cenníku pod písmenom a) až f), na strane 20, Úvodná časť 800-0.

Vývoj maloplošného a celoplošného poškodzovania povrchu vozoviek sa odvodil z trendov, ktoré sa získali z použitého štatistického súboru ciest. Uvádzam konkrétny postup.

VÝSLEDKY

VÝSTAVBA VOZOVIEK ODVOZNÝCH LESNÝCH CIEST

Od roku 1960 sa v SR vozovky odvozných lesných ciest budovali s krytom z penetračného makadamu. Táto skupina ciest s najväčším zastúpením sa v príspevku vyhodnocuje. Štruktúra konštrukčných vrstiev a plošné zastúpenie je uvedené v tab. I. až IV. Približne 70 % vozoviek malo konštrukčnú hrúbku od 29 do 49 cm. Ochranná vrstva zo štrkopiesku bola priemerne hrubá 10,45 cm, podkladová nosná vrstva nestmelená 21,53 cm. Kryt z penetračného makadamu mal hrúbku 9 cm. Výsledky sú spracované zo súboru 135 ciest z celého územia SR.

OPOTREBOVANIE A POŠKODENIE POVRCHU VOZOVIEK

Meranie opotrebovania a poškodenia povrchu vozoviek sa vykonalo na každej ceste zo súboru odvozných lesných ciest o celkovej dĺžke 422,6 km s plochou povrchu krytu 1 690 905 m².

Výsledkom merania sú údaje uvedené v tab. V. Odvozné lesné cesty v SR o celkovej dĺžke 6 569 km mali v roku 1985 maloplošné poškodenie a opotrebovanie, ktoré bolo treba opraviť, na ploche 3 162 682 m². Celoplošné poškodenie vyžadovalo opraviť 4 256 975 m². Celkom bolo treba vykonať stavebné práce opráv na ploche 7 419 657 m², t.j. na 29,63 % z plochy vozoviek.

Tento stav avizoval už v minulosti nedostatok vo vykonávaní údržby a opráv vozoviek, čo vyplývalo z nevybavenosti lesných závodov príslušnou technológiou na opravu vozoviek s bezprašnou úpravou krytu.

Z údajov o poškodení a opotrebovaní povrchu vozoviek sa vykonala analýza vo vzťahu k dobe používania vozoviek (Fertál, 1986). Medzi základné poznatky patrí zistenie, že vozovky majú priemernú životnosť osem rokov. Do štvrtého roku používania vozoviek sa prejavujú účinky špecificky lesníckych stavebno-výrobných podmienok. V tomto roku treba vykonať opravu, aby sa poškodenie nadmerne nezväčšovalo. Poškodenie vozoviek vyjadrené mozaikou trhlín a opotrebovanie obrusom sa zväčšuje s dĺžkou obdobia ich používania. Poškodenie sa zväčšuje intenzívnejšie ako opotrebovanie. Opravou vozovky vo štvrtom roku používania je možné predĺžiť jej životnosť z 8 na 12 rokov pri väčšine vozoviek.

VÝVOJ POŠKODZOVANIA A OPOTREBOVANIA POVRCHU VOZOVIEK

Lesná cesta má diferencovanú životnosť. Vozovka má značne kratšiu životnosť ako zemné teleso. Pre prevádzkovú výkonnosť a spôsobilosť lesných odvozných

I. Podiel hrúbok podsypových vrstiev živcových vozoviek – Share of sub-base course thickness in bituminous pavements

Hrúbka podsypovej vrstvy ¹ (cm)	Plocha vozoviek ² (m ²)	Relatívny podiel ³ (%)
1	2	3
0	680 290	42,53
15	551 429	34,47
20	295 980	18,50
25	61 553	3,85
30	10 267	0,65
Priemerná hrúbka ⁴ 10,45 cm		

¹sub-base course thickness, ²pavement area, ³relative share, ⁴average thickness

II. Podiel hrúbok nosnej podkladovej vrstvy živcových vozoviek – Share of base course thickness in bituminous pavements

Hrúbka nosnej podkladovej vrstvy ¹ (cm)	Plocha vozoviek ² (m ²)	Relatívny podiel ³ (%)
1	2	3
do 15	137 366	8,59
15	160 840	10,05
20	693 749	43,37
25	438 751	27,43
30	113 506	7,10
35	29 689	1,86
40	25 618	1,60
Priemerná hrúbka ⁴ 21,53 cm		

¹base course thickness, for 2–4 see Tab. I

III. Zastúpenie hrúbok živcových vozoviek – Representation of the thickness in bituminous pavements

Hrúbka vozovky ¹ (cm)	Plocha vozoviek ² (m ²)	Relatívny podiel ³ (%)
1	2	3
24	83 817	5,24
29	252 807	15,81
34	204 858	12,80
39	221 269	13,83
44	356 327	22,28
49	334 674	20,92
54	92 726	5,80
59	39 503	2,47
64	13 538	0,85
Priemerná hrúbka ⁴ 40,77 cm		

¹pavement thickness, for 2–4 see Tab. I

ciest je dôležité, aby týmto požiadavkám vyhovovala najmä vozovka, ktorej oprava je náročnejšia ako oprava zemného telesa.

Hrúbka nosnej podkladovej vrstvy ¹ (cm)	Hrúbka ochrannej podsypovej vrstvy ² (cm)	Hrúbka krytu vozovky ³ (cm)	Celková hrúbka vozovky ⁴ (cm)	Zastúpenie plochy povrchu vozovky ⁵ (%)
1	2	3	4	5
20	0	9	29	15,80
20	15	9	44	16,10
20	20	9	49	9,30
25	0	9	34	12,80
25	15	9	49	9,80
30	20	9	39	6,10
Spolu ⁶				69,90

¹base course thickness, ²protective sub-base course thickness, ³surface course thickness, ⁴total pavement thickness, ⁵share of pavement surface area, ⁶total

Medzi poškodením a opravou je úzky vzťah. V našom prípade je o to užší, lebo meranie poškodenia a opotrebovania sa metodicky vykonalo tak, že plocha poškodenia sa rovná ploche opravy.

Za základ vývoja poškodzovania a potreby opráv vozoviek s krytom z penetračného makadamu môžeme použiť rok 1986 so zisteným rozsahom poškodenia v roku 1985 (tab. VI.).

Na základe poznatkov o dynamike poškodzovania vozoviek, ktoré sú sčasti uvedené, je vývoj maloplošného a celoplošného poškodzovania obsiahnutý v tab. VI, stĺpce č. 6, 7, 8, 9, 10 a 11. Pre získanie vývoja poškodzovania povrchu vozoviek sa najskôr vypracoval trend výstavby.

Údaje v tab. VI sú výsledkom zistenej skutočnosti od roku 1985 vo výstavbe aj v poškodení vozoviek od roku 1956. Pre roky 1986 až 1990 sa tiež získali údaje od roku 1956, v tabuľke sa uvádzajú len údaje od roku 1985. Do roku 2000 sú údaje o výstavbe použité z prognózy *Technika a technológia lesného stavebníctva* (Fertáľ, 1993). Údaje pre ďalšie obdobie sa vypočítali nasledovne. V roku 1986 sa vybudovalo 120 km ciest s plochou vozovky 457 440 m². K údajom za rok 1985 o dĺžke 6 569 km sa pripočítala dĺžka 120 km, čím sa získal údaj 6 689 km očakávaného vývoja v stĺpci č. 4. Do stĺpca č. 5 sa pripočítala plocha 457 440 m² a tak sa získal údaj očakávaného vývoja plochy vozovky 25 498 468 m² (25 041 028 + 457 440 m²). Obdobným postupom sa vypočítali údaje pre ďalšie roky (1987 až 2000) v stĺpcoch č. 2 a 3 a očakávaný vývoj v stĺpcoch č. 4 a 5.

Pre vývoj poškodzovania vozoviek za obdobie ich používania sa zistilo (Fertáľ, 1986), že degradácia vozovky sa ročne zväčšuje priemerne o 1 % a v 12. roku používania treba v priemere vykonať celoplošnú opravu. V zmysle týchto poznatkov je vykonaný výpočet v stĺpcoch č. 6 a 8, k čomu sa využili údaje z obdobia pred rokom 1985. Celoplošné poškodenie povrchu vozovky napr. v roku 2000 sa vypočítalo ako súčet údajov v roku 1999, ku ktorému sa pripočítala hodnota 266 840 m² povrchu vozoviek, ktoré sa vybudovali

V. Poškodenie a opotrebovanie povrchu odvozných ciest s krytom z penetračného makadamu – Damage and wear of the surface of hauling roads with a wear course from penetration macadam

Poradové číslo ¹	Názov ²	Ukazovateľ ³ (%)
1.	Poškodenie deštrukciami	4,62
2.	Poškodená obrusná vrstva	0,72
3.	Odrhnutá obrusná vrstva	2,32
4.	Pozdĺžna rebrovitosť	2,14
5.	Mozaika trhlín	0,01
6.	Mozaika trhlín s hlavnou trhlinou	0,01
7.	Trhlina	0,46
8.	Výtlk	0,07
9.	Zlom	0,36
10.	Prelomená vozovka	0,07
	Iné poškodenia	0,07
	Deštrukcie spolu	10,78
	Opotrebovanie fyzické	
	Obrus obrusnej vrstvy	1,85
	Celkom treba opraviť	12,63

¹no., ²specification, ³indicator (%)

pred 12 rokmi, t.j. v roku 1987. Maloplošné poškodenie v roku 2000 sa vypočítalo ako súčet údajov z roku 1999 (6 659 523 m²) a hodnoty 1 % z 26 996 584 m².

Poškodzovaním a opotrebovaním povrchu vozovky sa hodnota vozovky, vyjadrená finančne, znižuje. Percento vyjadrujúce podiel plochy poškodeného povrchu vozovky môžeme pokladať z praktického hľadiska aj ako ukazovateľa degradácie vložených finančných prostriedkov na vybudovanie 1 m² vozovky. Ak v roku 1993 je cena priemernej vozovky (podľa hrúbok vrstiev z tab. I. až IV.) 145,80 Sk.m⁻² bez doplnkových nákladov, tak pri jej degradácii mozaikou trhlín v rozsahu 30,3 % v roku 2005 bude mať len hodnotu 102,05 Sk.m⁻². Použitá presnosť cien nám postačuje pre uvedenie ďalších výpočtov ako metódy.

Kalendárny rok ¹	Ročná výstavba ciest ²		Očakávaný vývoj lesných ciest ³		Poškodenie vozovky ⁴					
	dĺžka ⁵ (km)	plocha vozovky ⁶ (m ²)	dĺžka ⁵ (km)	plocha vozovky ⁶ (m ²)	celoplošné ⁷		maloplošné ⁸		spolu ⁹	
					(m ²)	(%)	(m ²)	(%)	(m ²)	(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1985	161,5	615 638	6 569	25 041 028	4 256 975	17	3 162 682	13	7 419 657	30
1986	120	457 440	6 689	25 498 468	4 334 740	17	3 220 457	13	7 555 196	30
1987	100	381 200	6 789	25 879 668	5 064 357	20	3 475 441	14	8 539 798	33
1988	70	266 840	6 859	26 146 508	5 655 217	22	3 734 237	14	9 389 454	36
1989	70	266 840	6 929	26 413 348	6 045 185	23	3 995 702	15	10 040 887	38
1990	9	34 308	6 939	26 447 656	6 700 087	25	4 259 835	16	10 959 922	42
1991	12	45 744	6 950	26 493 400	7 518 905	28	4 524 311	17	12 043 216	46
1992	17	64 804	6 967	26 558 204	8 407 101	32	4 789 245	18	13 196 346	50
1993	13	49 556	6 980	26 607 760	9 156 921	34	5 054 827	19	14 211 748	53
1994	15	57 180	6 995	26 664 940	9 942 193	37	5 320 904	20	15 263 097	57
1995	10	38 120	7 005	26 703 060	10 669 903	40	5 587 553	21	16 257 456	61
1996	17	64 804	7 022	26 767 864	11 336 622	42	5 854 583	22	17 191 205	64
1997	10	38 120	7 032	26 805 984	11 952 260	45	6 122 261	23	18 074 521	67
1998	15	57 180	7 047	26 863 164	12 409 700	46	6 390 320	24	18 800 020	70
1999	15	57 180	7 062	26 920 344	12 790 900	47	6 659 523	25	19 450 423	72
2000	20	76 240	7 082	26 996 584	13 057 740	48	6 929 488	26	19 987 228	74

¹calendar year, ²annual road construction, ³expected development of forest roads, ⁴pavement wear, ⁵length, ⁶pavement area, ⁷overall, ⁸small-area, ⁹total

VII. Plocha deštrukcií podľa foriem v roku 2000 – Area of destruction according to the forms in the year 2000

Forma deštrukcie ¹	Plocha deštrukcie ² (m ²)
1	2
1. Porušená obrusná vrstva	194 025,66
2. Odrhnutá obrusná vrstva	672 160,33
3. Pozdĺžna rebrovitosť	1 018 634,70
4. Mozaika trhlín	2 099 634,80
5. Mozaika trhlín s hlavnou trhlinou	97 012,83
6. Trhlina	83 153,86
7. Výtlik	1 635 359,60
8. Zlom	110 871,80
9. Prelomená vozovka	880 044,97
10. Iné poškodenie	138 589,76
Obrus obrusnej vrstvy	215 300,00

¹destruction form, ²destruction area

KRITÉRIÁ OPRAV VOZOVIEK

Z hľadiska fyzického stavu povrchu vozovky je žiaduce opraviť každé poškodenie jej celistvosti. Z analýzy degradácie povrchu vozovky sa zistilo, že vo štvrtom roku používania vozovky treba vykonať opravu. V ploš-

nom chápaní treba vykonávať opravu maloplošnú, veľkoplošnú a celoplošnú. Z ekonomického hľadiska je vynakladanie finančných prostriedkov na opravu vozovky za jej životnosť nie vždy jednoznačne efektívne. Vzniká otázka, aké sú možnosti vyjadriť potrebu opravy z ekonomického zorného uhla.

Z cien opráv vozoviek s určitou formou deštrukcie vyplýva (tab. IX, stĺpec č. 2), že najnákladnejšia oprava je oprava mozaiky trhlín, mozaiky trhlín s hlavnou trhlinou a prelomené vozovky. Cena celkom 196,49 Sk.m⁻² je vážená priemerná cena, váhami sú plochy opráv.

Vlastník cesty a tým aj vozovky vykonáva údržbu a opravy vozovky podľa uznávaných ekonomických zásad tak, aby splnila funkčné poslanie. Životnosť vozovky lesnej odvoznice cesty z penetračného makadamu sa zistila v SR osem rokov pri jej súčasnej cene 145,80 Sk.m⁻². Aká veľká plocha opravy vozovky môže byť, aby náklady na jej opravu sa rovnali (alebo boli menšie) jej cene, vyjadruje vzorec

$$S \cdot CV \leq PO \cdot S \cdot CO \quad (1)$$

kde: S – celková plocha povrchu vozovky (m²),

CV – cena vozovky (Sk.m⁻²),

PO – percentuálny podiel povrchu vozovky, na ktorom treba vykonať opravu (%),

CO – cena opravy vozovky (Sk.m⁻²).

Rovnicu (1) je možné upraviť na tvar

$$CV \leq PO \cdot CO \quad (2)$$

VIII. Výpočet ploch opráv vrstiev vozovky – Calculation of repair area of pavement courses

Poradové číslo ¹	Technológia opravy ²	Podkladová vrstva ³				Ložná vrstva ⁴		Obrusná vrstva ⁵	
		nosná vrstva ⁶		ochranná vrstva ⁷		plocha ⁸ (m ²)	hrúbka ⁹ (cm)	plocha ⁸ (m ²)	plocha ⁸ (m ²)
		plocha ⁸ (m ²)	hrúbka ⁹ (cm)	plocha ⁸ (m ²)	hrúbka ⁹ (cm)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Penetračný makadam								
	a) Deštrukcie	kamenivo drvené 32–63 resp. 63–125		štrkopieskový podsyp		PAH štrk 32–63		NZA drvina 12–16	NUA drvina 4–8
	Výmera: 1. Porušená obrusná vrstva								194 025,66
	2. Odtŕhnutá obrusná vrstva	–	–	–	–	–	–	672 160,33	672 160,33
	3. Pozdĺžna rebrovitosť	–	–	–	–	–	–	1 018 634,70	1 018 634,70
	4. Mozaika trhlín	2 099 634,80	21,35	2 099 634,80	10,45	2 099 634,80	9,00	2 099 634,80	2 099 634,80
	5. Mozaika trhlín s hlavnou trhlinou	97 012,80	21,35	97 012,80	10,45	97 012,80	9,00	97 012,80	97 012,80
	6. Trhlina	–	–	–	–	–	–	–	83 153,86
	7. Výtlk	–	–	–	–	–	–	1 635 359,60	1 635 359,60
	8. Zlom	–	–	–	–	–	–	–	110 871,80
	9. Prelomená vozovka	880 044,97	21,35	880 044,97	10,45	880 044,97	9,00	880 044,97	880 044,97
	10. Iné poškodenie	138 589,76	21,35	138 589,76	10,45	–	–	138 589,76	138 589,76
	b) Obrus krytu	3 215 282,36	21,35	3 215 282,36	10,45	3 076 692,50	9,00	6 541 436,99	6 929 488,31
		–	–	–	–	–	–	–	215 300,00
	Spolu – technológia postrekovej techniky	3 215 282,36	21,35	3 215 282,36	10,45	3 076 692,50	9,00	6 541 436,99	7 144 788,31
2	Zmes obaleného kameniva živickou								
	a) Deštrukcie								
	Výmera: 7. Výtlk	1 635 359,60	5,00	–	–	1 635 359,60	9,00	–	–
	8. Zlom	–	–	–	–	110 871,80	9,00	–	–
	10. Iné poškodenie	–	–	–	–	138 589,76	9,00	–	–
	Spolu – technológia obaleného kameniva živickou	1 635 359,60	5,00	–	–	1 884 821,16	9,00	–	–
3	Infiltračný postrek – zálievka								
	a) Deštrukcie								
	Výmera: 6. Trhlina	–	–	–	–	–	–	–	83 153,86
	7. Výtlk	1 635 359,60	–	–	–	–	–	–	–
	8. Zlom	–	–	–	–	–	–	–	110 871,80
	Spolu – technológia infiltračného postreku	1 635 359,60	–	–	–	–	–	–	194 025,66

¹ no., ² repair technology, ³ base course, ⁴ bed course, ⁵ wearing course, ⁶ bearing course, ⁷ protective course, ⁸ area, ⁹ thickness

Forma deštrukcie ¹	Finančný náklad v Sk na opravu ²	
	1 m ²	celkom ³
1	2	3
1. Porušená obrusná vrstva	10,66	2 068 701
2. Odrhnutá obrusná vrstva	25,29	17 003 873
3. Pozdĺžna rebrovitosť	25,46	25 935 455
4. Mozaika trhlín	377,14	791 869 107
5. Mozaika trhlín s hlavnou trhlinou	377,14	36 587 418
6. Trhlina	13,08	1 087 984
7. Výtlk	69,75	114 069 077
8. Zlom	122,13	13 540 563
9. Prelomená vozovka	377,14	331 900 160
10. Iné poškodenie	198,67	27 533 865
Obrus obrusnej vrstvy	25,46	5 478 309
Celkom	196,49	1 367 674 512

¹destruction form, ²outlays in Sk for repair, ³in total

Tvar rovnice (2) vyjadruje cenu vozovky a jej opravu za m². S ohľadom na PO (%), ktoré sa vypočíta, je platné pre celú vozovku ako aj pre priemerný m² vozovky. To znamená, že nemusíme v rovnici (2) poznať celú plochu vozovky.

Výpočet percentuálneho podielu povrchu vozovky, na ktorom treba vykonať opravu (PO), sa vypočíta pomocou vzorca

$$PO = \frac{Sp \cdot o}{S} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3)$$

kde: Sp.o – celková plocha poškodenia a opotrebovania povrchu krytu vozovky, na ktorej treba vykonať opravu (m²).

Pomocou uvedených rovníc (nerovnic) je možné rozhodnúť o limite plochy opravy vozovky lesnej cesty, kedy cena za jej opravu bude rovnaká (menšia), ako bola cena za jej vybudovanie (napr. 145,80 Sk.m⁻²). Rovnako je možné z hľadiska ekonomických trendov vyjadriť limit plochy opráv za akúkoľvek organizačnú či územnú jednotku.

Termínom lesná cesta sa rozumie lesná cesta ako stavba, ktorá bola vybudovaná v jednom dodávateľskom termíne a ako celok kolaudovaná a uvedená do používania. Doplnením vysvetlenia môže byť príklad, že v jednej doline môže byť vybudované niekoľko lesných ciest (etáp), fyzicky a časovo za sebou. Cestné dopravné spojenie môže byť výsledkom vybudovania čiastkových úsekov s vlastným názvom – napr. Lesná cesta Lubochňa I., Lesná cesta Lubochňa II. atď., s rôznou dĺžkou, konštrukciou, cenou, termínom výstavby, termínom kolaudácie a s rôznou dobou používania k určitému dátumu.

Na lesnej ceste môže nastať prípad, že časť cesty účinkom dopravy a veľmi zlých podmienok prostredia sa opakovane deštruuje. V takomto prípade treba fyzický stav vozovky a ekonomické posúdenie použiť vo

vzájomnej väzbe a rozhodnúť o oprave tak, aby fyzické kritérium a ekonomické neboli v protirečení logickému mysliu. To znamená, že ekonomické kritérium predpokladá určitú homogenitu, resp. rovnomernosť rozloženia poškodenia na celom povrchu vozovky.

VÝPOČET LIMITU PERCENTA PLOCHY OPRAV VOZOVKY LESNEJ CESTY

Príkladom môžu byť údaje v tab. X. Lesné cesty uvedené pod poradovým číslom 1. a 2. sa prvýkrát opravili v roku 1989 a 1994.

Aby sa zachovala ekonomická zásada opravy, bolo možné vykonať opravu na ploche 85,76 % a 45,56 % pri priemernej cene opravy 170,00 a 320,00 Sk za m². Hodnoty limitu boli vypočítané podľa vzorca (2).

Na lesnej ceste č. 3 je možné vykonať opravu na ploche o 41,66 % väčšej ako je plocha povrchu vozovky. Opravu v cene 120,00 Sk je možné vykonať neobmedzene na celej vozovke. V skutočnosti sa vykonala oprava len na ploche 17 %.

Na lesnej ceste č. 4, ktorá je staršia, sa už vykonali tri opravy. V roku 1982 uskutočnená oprava je obdobou opravy na lesnej ceste č. 3. Pri druhej oprave v roku 1986 je treba cenu opráv za roky 1982 a 1986 sčítať a tak vypočítať limit opravy 133,75 %. Obdobný je postup v roku 1990, kedy môžeme vykonať opravu už len na ploche do 76,43 %. V skutočnosti sme vykonali opravu len na ploche 43 % (15 + 12 + 16), čo je síce menej ako limit, ale rozhoduje cena opravy.

Je úlohou ekonómov, či pri vyhodnotení použiť cenu vozovky, za ktorú sa vybuďovala, zostatkovú hodnotu vozovky po odpočítaní odpisov, alebo cenu vozovky vypočítať podľa cien v roku vyhodnocovania limitu a pod.

X. Limit percenta plochy opráv vozovky lesnej cesty – Limit of the per cent of repair area of forest road pavement

Poradové číslo ¹	Názov lesnej cesty ²	Cena ³			Limit percenta plochy opráv ⁴ (%)	Skutočná opravená plocha vozovky ⁵ (%)	
		vozovky ⁶	maloplošnej opravy ⁷				
		(Sk.m ⁻²)	priemer Sk.m ⁻²	rok opravy ⁸			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Javorová	145,80	170,00	1989	85,76	20	
2.	Pod Makovisko	145,80	320,00	1994	45,76	15	
3.	Slaná	170,00	120,00	1993	141,66	17	
4.	Žakýl	160,50	70,00	1982	229,29	15	15
			50,00	1986	133,75	12	27
			90,00	1990	76,43	16	43

¹no., ²forest road name, ³outlays for, ⁴per cent limit of repair area, ⁵actual repaired pavement area, ⁶pavement, ⁷small-area repair, ⁸year of repair

XI. Výpočet limitu percenta plochy opráv vozoviek súboru lesných ciest pre časový horizont – Calculation of the per cent limit of repair area of pavements in a forest road set for time horizon

Rok ¹	Cena prác opráv ²			Cena vozovky ³ (93) (Sk.m ⁻²)	Percento plochy opráv vozovky ⁴ (stl. 5 : stl. 4) (%)
	celoplošná ⁵ Sk.m ⁻² (%)	maloplošná ⁶ Sk.m ⁻² (%)	vážený priemer ⁷ (Sk.m ⁻²)		
1	2	3	4	5	6
1995	197,86 39,95	196,49 20,92	197,35	145,80	73,88
2000	197,86 48,37	196,49 25,66	197,38	145,80	73,87

¹year, ²repair work outlays, ³pavement outlays, ⁴per cent of pavement repair area, ⁵overall, ⁶small-area, ⁷weighted mean

VÝPOČET LIMITU PERCENTA PLOCHY OPRAV VOZOVIEK SÚBORU LESNÝCH CIEST

Pre tento účel sa využijú údaje, ktoré sa vypočítali v tab. I až IX a vzorec (2). Do vzorca dosadíme cenu vozovky $CV = 145,80 \text{ Sk.m}^{-2}$ a cenu opravy $CO = 196,49 \text{ Sk.m}^{-2}$ (tab. IX):

$$PO = \frac{CV}{CO} \cdot 100$$

$$PO = 74,20 \%$$

Vypočítaný limit percent plochy maloplošných opráv vozoviek súboru lesných ciest udáva, že opravu môžeme vykonávať dovtedy, pokiaľ oprava nebude väčšia ako 74,20 % z plochy povrchu vozovky pri priemernej cene opravy 196,49 Sk.m⁻².

Ak do rovnice (2) dosadíme údaje za celoplošné a maloplošné opravy vozoviek súboru lesných ciest spolu, môžeme vypočítané percento porovnávať so skutočnou plochou poškodenia v tab. VI.

Vypočítaný limit pre rok 1995 a 2000 je uvedený v tab. XI, stĺpec č. 6. Vypočítané hodnoty majú niekoľko nedostatkov. Základným je skutočnosť, že v cenách opráv (stĺpec č. 4) nie sú započítané ceny za práce, ktoré sa už v minulosti vykonali. Tým by sa hodnota v stĺpci č. 6 znížila. Napriek tomuto i ďalším nedostat-

kom je metóda výpočtu limitu percenta plochy opráv vozoviek súboru ciest použiteľná. Ak porovnáваме hodnotu v stĺpci č. 6 – približne 74 % – s hodnotou v tab. VI, stĺpec č. 11, tak zistíme, že 74 % poškodenia plochy povrchu vozoviek je možné očakávať v roku 2000 alebo tesne pred ním. Do roku 2000 treba urobiť maximálny rozsah opráv vozoviek, nakoľko po tomto termíne (alebo krátko pred ním) sa poruší téza, že náklady na opravu vozovky nemajú prekročiť náklady na jej výstavbu.

ODHAD POŠKODENIA A OPOTREBOVANIA VOZOVIEK LESNÝCH CIEST A FINANČNÝCH PROSTRIEDKOV NA OPRAVU K URČITÉMU ČASOVÉMU HORIZONTU

Reálny odhad vývoja poškodzovania povrchu vozoviek s krytom z penetračného makadamu je uvedený v tab. VI. Rok 2000 môžeme pokladať za kritický rok. K tomuto obdobiu vyjadríme technické aj finančné ukazovatele za štatistický súbor (tab. VII a IX).

V roku 2000 bude rozsah opotrebovania a poškodenia povrchu vozoviek maloplošnými deštrukciami v takom rozsahu, ako je to uvedené v tab. VII. V tab. VIII je vykonaný výpočet ploch opráv vrstiev vozovky. Napriek tomu, že každá jednotlivá oprava poškodenia vo-

zovky je špecifická rozsahom prác, je možné s určitou presnosťou vyjadriť náklady na jej vykonanie (tab. IX).

Zložitejšie je vyjadriť v cenách celoplošnú opravu vozoviek z tab. VI, stĺpec č. 6. Sťažuje to skutočnosť, že nie je známe, na akej ploche treba odstrániť zvyšky starej vozovky až na podlažie, aby sa odvodnilo, a na akej ploche je možné vybudovať novú vrstvu na obnovu únosnosti vozovky a uzavretie povrchu. Optimistický variant uvažuje potrebu 1,565 mld Sk (zriadiť podkladovú vrstvu hrúbky 150 mm, kryt s náterom v približnej cene 102 Sk.m⁻² bez doplnkových nákladov). Realistický variant uvažuje potrebu 2,573 mld Sk (70 % podľa optimistického variantu a 30 % obnoviť celú vozovku aj s odvodnením podlažia).

Celkom do roku 2000 bude treba vykonať opravu vozoviek v hodnote od 2,93 do 3,94 mld Sk. Je prirodzené, že tieto peniaze treba rozdeliť na opravu vozoviek s krytom z penetračného makadamu už od r. 1996 do r. 2000.

DISKUSIA

Z fyzického hľadiska je poškodenie vozoviek sústredené najmä na plochu vozovky (pásov), kde sa pohybujú kolesá vozidiel. Šírka pásov jász kolies je rôzna na ceste v priamke a v zákrute. Odvodiť sa dá len pravdepodobná šírka. Pre 60% pravdepodobnosť zo smerodajnej odchýlky opakovania jazdy kolies vozidiel v jednej stope (Fertál, 1992) je šírka pásov $a = 1,626$ m a pre 95% pravdepodobnosť je šírka $b = 2,626$ m. Pri priemernej šírke vozovky v SR 3,812 m je podiel so šírkou 1,626 m 42,65% a so šírkou 2,626 m je podiel 68,89%, priemerne 55%. Ak obidve stopy budú poškodené po celej dĺžke povrchu vozovky, bude rozsah poškodenia priemerne 55%. Z daného vyplýva, že vozovky lesných ciest nemajú prekročiť maloplošným poškodením, resp. maloplošnou opravou 55% z povrchu plochy vozovky. Z fyzického hľadiska je 55% poškodenia povrchu vozovky kritickou hodnotou takého poškodenia, ktoré vyžaduje obnovu vozovky v stopách jász kolies vozidiel. Z ekonomického hľadiska je limitná plocha podstatne menšia.

Pri dĺžke vozoviek 7 082 km v roku 2000 je podiel plochy poškodenia (z 6 929 488 m²) pre šírku a 60% a pre šírku b 37%. Priemerná hodnota 48,5% je značne blízka údaju 55% (fyzického poškodenia), čo potvrdzuje, že pre rozsah maloplošného poškodenia je kritickým rok 2000.

Zväčšovaním priemernej ceny za opravu 1 m² vozovky sa zmenšuje výmera plochy vozovky, na ktorej ešte môžeme vykonať opravu tak, aby cena za jej výstavbu bola menšia ako cena za jej opravu. Čím väčší bude podiel opráv mozaiky trhlín, mozaiky trhlín s hlavnou trhlinou a prelomenia vozovky, tým menšia plocha vozovky sa dá ekonomicky opraviť. Napr. pri cene opravy mozaiky trhlín 377,14 Sk.m⁻² a cene vozovky 145,80 Sk.m⁻² je ekonomicky únosná oprava

mozaiky trhlín do 38,66% z plochy vozovky za podmienky, že sa tam nevyskytuje žiadne iné poškodenie.

Rovnicu (2) je možné použiť pre výpočet limitu plochy opravy za každú jednotlivú cestu, ale aj za súbor ciest. Za štatistický súbor ciest je výsledok menej presný, ale použiteľný. Vyjadriť limit plochy opravy vozovky, ktorou sa neprekročí cena za vybudovanie vozoviek celého súboru. Ak sa tento limit plochy prekročí, je predpoklad, že celoplošná obnova vozovky bude menej nákladná ako oprava. Podobne ako fyzické údaje aj vypočítaný limit môže byť ekonomickým kritériom opráv vozoviek.

ZÁVER

Na základe údajov a poznatkov o poškodení povrchu vozoviek z penetračného makadamu určil sa vývoj poškodzovania vozoviek odvozných lesných ciest s krytom z penetračného makadamu v SR. Vypracovala sa metóda výpočtu limitu percenta plochy opráv vozoviek, ktorej cena bude menšia, ako bola cena novovybudovanej vozovky. Základom je rovnica

$$PO = \frac{CV}{CO} \cdot 100$$

kde: PO – percento limitu plochy opráv vozoviek,
CV – cena vozovky (Sk.m⁻²),
CO – priemerná cena opráv vozovky (Sk.m⁻²).

Výpočet je možné vykonať pre jednu vozovku a lesnú cestu ako aj pre súbor vozoviek lesných ciest. Pomocou výpočtu limitu plochy opráv vozoviek vykonal sa odhad potreby finančných prostriedkov na opravu k určitému časovému horizontu.

Literatúra

- FERTÁL, D., 1976. Hodnotenie poškodenia povrchu živcových vozoviek lesných ciest. Lesn. Čas., 22: 29–40.
FERTÁL, D., 1984. Výskum teplotného a vlhkostného režimu na lesných cestách a jeho vplyvu na ekonomiku výstavby lesných ciest a ich životnosť. [Záverečná správa.] Zvolen, VÚLH: 151.
FERTÁL, D., 1985. Súčasný stav a možnosti použitia technológií pre údržbu a opravy vozoviek odvozných lesných ciest v SR. [Štúdia.] Zvolen, VÚLH: 187.
FERTÁL, D., 1986. Súhrn poznatkov z výskumu teplotného a vlhkostného režimu na lesných cestách a ich využitie v projekcii a prevádzke lesného hospodárstva. Odborná lesnícka aktualita č. 20. Bratislava, Príroda: 54.
FERTÁL, D., 1992. Šírka lesných odvozných ciest pre súčasnú dopravnú techniku. Lesn. Čas. – Forestry Journal, 38: 133–145.
FERTÁL, D., 1993. Technika a technológia lesného stavebníctva In: Prognóza, ZS. [Rukopis.] Zvolen, LVÚ: 6.

Došlo 24. 2. 1995

DETERMINATION OF ECONOMIC LIMIT OF FOREST ROAD PAVEMENT REPAIRS

D. Fertál

Forest Research Institute, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

The goal of this paper is to present a new calculation method of pavement repair with the wear course from penetration macadam for which less financial means will be spent than were spent for its construction.

The solution uses the classification and assessment of damage and wear of pavement wear course as well as the results of damage measurement (Fertál, 1976, 1986). Information on pavement construction (Tabs. I to IV) has been obtained from the filed projects for forest roads construction. The calculation of work price for pavement repair was executed by help of the physical units of damage and wear of the pavement layers. The individual prices of the construction works from the 93 CENEKON price list have been used.

The measurement of damage and wear of pavement surface was executed on each road of the 135-road file of the total length of 422.6 km with the wear of wear course area of 1,690,905 m². Data in Tab. V are the result of the measurement. The analysis relating to the period of pavement using (Fertál, 1986) was executed based on the data on damage and wear of pavement wear course. The basic information is that the pavements have an average service life of eight years. Based on the pavement repair in the 4th year of its using it is possible to extend its service life from 8 to 12 years. For the pavement damage development it has been found out that pavement degradation is being increased annually on average approximately by 1% and in the 12th year of service life on average it is necessary to execute an all-area repair. The result of knowledge is used in this Tab. VI.

The value of pavement expressed by price is being reduced based on damage and wear of pavement surface. If the price of average pavement was 145.80 Sk.m⁻² in the year 1993, than it will have the value 102.05 Sk.m⁻² only based on degradation in the extent of 30.3%.

Regarding the physical state of pavement surface it is necessary to repair every damage of its compactness for the reason of its life service. In the year 2000 the area of destruction is expected to be according to particular forms as it is given in Tab. VII. The repair of damage and its areas are calculated in Tab. VIII. Based on the repairs given in Tab. VIII the prices are calculated for each form of repair and they are in Tab. IX, column no. 2. For a repair of destruction in the year 2000, the financial means for small-area repair of pavements will be necessary at an amount as they are given in Tab. IX, column no. 3.

From the economic point of view the financial outlays for repair of pavement on its service life are not always efficient evidently. The question arisen is expected to be solved based on the following methods.

From the prices of pavement repairs based on the certain form of destruction it follows (Tab. IX, column no. 2) that the most expensive repair is the repair of mosaic of tissues in lines no. 4, 5 and broken pavement in line 9. The average weighted price of repair 196.49 Sk.m⁻² is considerably higher than the price of pavement at construction amounting to 145.80 Sk.m⁻². What kind of area of pavement repair could be so as the expenses for pavement repair are equal to (or less than) its price at construction. The presented idea is possible to be expressed by the formula:

$$S \cdot CV \leq PO \cdot S \cdot CO \quad (1)$$

where: S – the total area of pavement surface (m²),

CV – pavement price (Sk.m⁻²),

PO – per cent – share of pavement surface on which the repair should be executed (%),

CO – price of pavement repair (Sk.m⁻²).

Equation (1) is possible to be adjusted to the form:

$$CV \leq PO \cdot CO \quad (2)$$

The form of equation (2) expresses the pavement price and price of its repair per 1 m². Based on equations (1) and (2) it is possible to calculate the area of pavement (in per cent) on which the repair could be executed at keeping CV and CO .

The calculation of areal per cent limit of one pavement repair of forest road is presented in Tab. X. The roads marked as no. 1, 2, 3 have been repaired once. In column no. 6 there is a per cent of pavement area on which the repair could be executed, and in column no. 7 there is a per cent of pavement area on which the repair was actually executed. On the road no. 4 the repair has been executed 3 times.

The same relations from formulae (1) and (2) can be used for calculation of limit from pavement group. For this purpose the data from Tabs. I to IX and formula (2) will be used. The pavement price $CV = 145.80$ Sk.m⁻² and repair price $CO = 196.49$ Sk.m⁻² can be inserted into the formula. The area of repair will be 74.20%. The repair on pavements can be executed until it is on the larger area than 74.20%. In Tab. XI the limit for pavement group for the years 1995 and 2000 is calculated.

If we compare the calculated value of 74.20% and the value in Tab. XI, column no. 6 (where the per cent is also closer to the value 74%) with Tab. VI, column no. 11, line of the year 2000, we will find out that 74% of damage of pavement surface area is possible to be expected in the year 2000 or around it. The maximum of pavement repair extent of the group used is necessary to be done by the year 2000, for the reason that after

this date the cost for repair will be higher than the price of pavement at construction. In the further text the estimate of the need of financial means for repair of road group in the year 2000 is presented.

Equation (2) can be used for calculation of the limit of repair area per each particular road as well as per set of roads.

Kontaktná adresa:

Dr. Dušan Ferták, Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Slovenská republika

MEZIVLÁDNÍ PANEL O LESÍCH (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON FORESTS – IPF)

Rozhodnutím Hospodářské a sociální rady OSN byl v červnu 1995 ustaven Mezivládní panel o lesích. Stalo se tak na základě doporučení třetího zasedání Komise pro trvale udržitelný rozvoj (CSD), které se konalo v dubnu 1995 v New Yorku a v návaznosti na závěry Konference OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED, Rio de Janeiro, červen 1992), kde se stala jedním z nejvýznamnějších přijatých dokumentů deklarace o lesích.

Mezivládní panel o lesích by měl ve své činnosti vycházet ze zkušeností a informací shromážděných organizacemi, zaměřenými na danou problematiku, a to jak v rámci OSN, tak mimo ni, jakož i jednotlivými zeměmi. Činnost bude zajišťovat sekretariát na základě dobrovolných finančních příspěvků jednotlivých států. První – průběžná – zpráva by měla být předložena na čtvrtém zasedání Komise pro trvale udržitelný rozvoj v r. 1996 a závěrečná (spolu s doporučeními) na pátém zasedání Komise v r. 1997. Měla by obsahovat čtyři části, shrnující:

- Výsledky dosažené v řešení otázek souvisejících s lesy a hospodařením v nich v období od Konference OSN o životním prostředí a rozvoji v r. 1992.
- Doporučení politických opatření na národní i mezinárodní úrovni.
- Nové závazky související s řešením otázek lesů včetně vzájemné vazby obchodu a životního prostředí a nástrojů mezinárodní politiky.
- Opatření pro posílení mezinárodní spolupráce – především ve formě finanční podpory a přenosu vhodných technologií.

Otázky budou projednávány na zasedáních expertů. Komise se má sejít celkem čtyřikrát.

První zasedání, které se uskutečnilo ve dnech 11.–15. září 1995 v New Yorku, projednalo organizační záležitosti a program činnosti Panelu. Ten je velmi úzce provázán s činností mezinárodních organizací a úmluv, vážících se k živým složkám životního prostředí. S některými z nich již byly uzavřeny dohody o spolupráci. Je mezi nimi Organizace OSN pro výživu a zemědělství (FAO), Program OSN pro životní prostředí (UNEP), Rozvojový program OSN (UNDP), sekretariát Úmluvy o biologické rozmanitosti (CBD), Mezinárodní organizace pro tropické dřevo (ITTO) a Světová banka. Na prvním zasedání bylo přijato doporučení sekretariátu, aby se Centrum pro mezinárodní lesnický výzkum (CIFOR) účastnilo jednání jako pozorovatel. Na jednáních se projeví určité názorové rozdíly mezi rozvinutými a rozvojovými zeměmi v otázkách jako je vlastní kontrola států nad lesy a lesními produkty, vypracování kritérií a indikátorů, přístup na jednání navrhovaných meziodvětvových seminářů, vztahu obchodu a zájmů životního prostředí či možnost zapojení nevládních organizací. Vlády zemí byly vyzvány k poskytnutí dobrovolných příspěvků, které by umožnily rozvoj činnosti Panelu. Zasedání se zúčastnili zástupci 35 členských států Komise pro trvale udržitelný rozvoj, jako pozorovatelé zástupci dalších členských i nečlenských států OSN a mezinárodních organizací (např. FAO, UNESCO, UNIDO, Mezinárodní obchodní komora, IUCN a další).

Velmi úzce se k otázkám lesů váže Úmluva o biologické rozmanitosti, která má za cíl ochranu všech ekosystémů (včetně lesních). Za hlavní oblast spolupráce s Úmluvou označilo první zasedání Panelu ochranu a možnosti využití znalostí domorodých obyvatel ve vztahu k lesům, jejich zkušeností a praktik. V návaznosti na jednání Panelu bylo na Druhém zasedání smluvních stran Úmluvy o biologické rozmanitosti, konaném v Jakartě ve dnech 4.–18. listopadu 1995, přijato prohlášení, zdůrazňující význam lesů pro uchování biologické rozmanitosti na Zemi a doporučující opatření pro zachování a trvalé využívání lesů.

Druhé zasedání Mezivládního panelu o lesích se konalo ve dnech 11.–22. března 1996 v Ženevě, třetí proběhne v termínu 2.–13. září 1996. V souvislosti s vytyčeným programem činnosti budou organizovány za podpory vlád některých zemí tematicky zaměřené mezinárodní semináře či konference (podle předběžného plánu to bude deset akcí). Mezi ně se řadí např. Mezinárodní konference o certifikaci a označování lesních produktů, jež se konala v květnu v australském Brisbane, a seminář zaměřený na trh se dřevem, recyklaci a výrobu energie ze dřeva, pořádaný začátkem září v Hamburku.

Milena Roudná, Ministerstvo životního prostředí

REFERÁT

CARBON AND NITROGEN CYCLES IN SOME FOREST SOILS RELATED TO THE CONTENT OF HUMUS AND MICROBIAL ACTIVITY*

UHLÍKOVÝ A DUSÍKOVÝ CYKLUS V NĚKTERÝCH LESNÍCH PŮDÁCH VE VZTAHU K OBSAHU HUMUSU A K MIKROBIÁLNÍ AKTIVITĚ

J. Hýsek

Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Jíloviště-Strnady

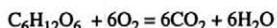
Relations between carbon and nitrogen cycles were studied. The connective factor was the content of humus. The studies were done in forest soils of Krušné hory Mts. (North-West Bohemia). There were four different forest stands: spruce, mountain ash, birch and *Pinus uncinata*. Forest soils have three significant horizons: F – A01, H – A02 and A (F – fermentative, H – humic). Although basic respiration and ammonification were highest from F horizon of *Pinus uncinata*, its content of humus was very low (17.63%). The ratio C/N was only about 18%. Spruce and birch F – horizon had the values of C/N below 20 and the amount of humus was below 50%. In F – A01 mountain ash horizon the value of C/N was 20 and also the level of humus 50% (59.01). Other results were from H – A02 horizon. The ratios C/N (mountain ash, birch, *Pinus uncinata*) were 20 and also their humus content was below 50% (mountain ash 15.46, birch 42.36, *Pinus uncinata* 34.45%). Basic respiration was highest in the soil of H – A02 mountain ash horizon (1,355 mg CO₂ per kg of dry soil), but the per cent of humus was lowest. The counts of aerobic and aerobic ammonification bacteria were approximately the same in the soil of four forest stands. The soil of horizon A had only a low content of humus, and low values C/N, and counts of bacteria. The nitrification from three soil horizons had only low values. The area of Krušné hory Mts. is still polluted by sulphur dioxide and nitrogen oxides and ozone (41–104 µg of sulphur dioxide, the daily average in cubic meter of the air, being NO_x 16–25 µg per cubic meter of the air, NO₂ 16–23 µg per cubic meter of the air, NO 16–23 µg per cubic meter of the air, flying dust 44 µg per cubic meter – all daily averages).

carbon; nitrogen; forest soils; pollution; content of the humus; soil biological characteristics

INTRODUCTION

The decomposition of litterfall is related to the cycles of carbon and nitrogen. Microbial biomass itself has been recognized as an important source of nutrients because of its fast turnover. The importance of microbiota in the mineralization of organic matter in compost and other organic fertilizers is generally known. During 10 days of soil incubation at 25 °C 0.1–0.2 g C.kg⁻¹ soil (0.1–0.5% of total soil C) was released and 1–5 mg N.100 g⁻¹ soil (0.1–1.5% of total soil N) was mineralized (Díaz-Raviña et al., 1993). The contribution of pure sugars, fats and proteins to carbon decomposition can be expressed by respiratory quotient (RQ). RQ

is the ratio CO₂/O₂ – i.e. needed oxygen and released carbon dioxide. The decomposition could be written (for sugars) in the following form:



$$RQ = \frac{6 CO_2}{6 O_2} = 1$$

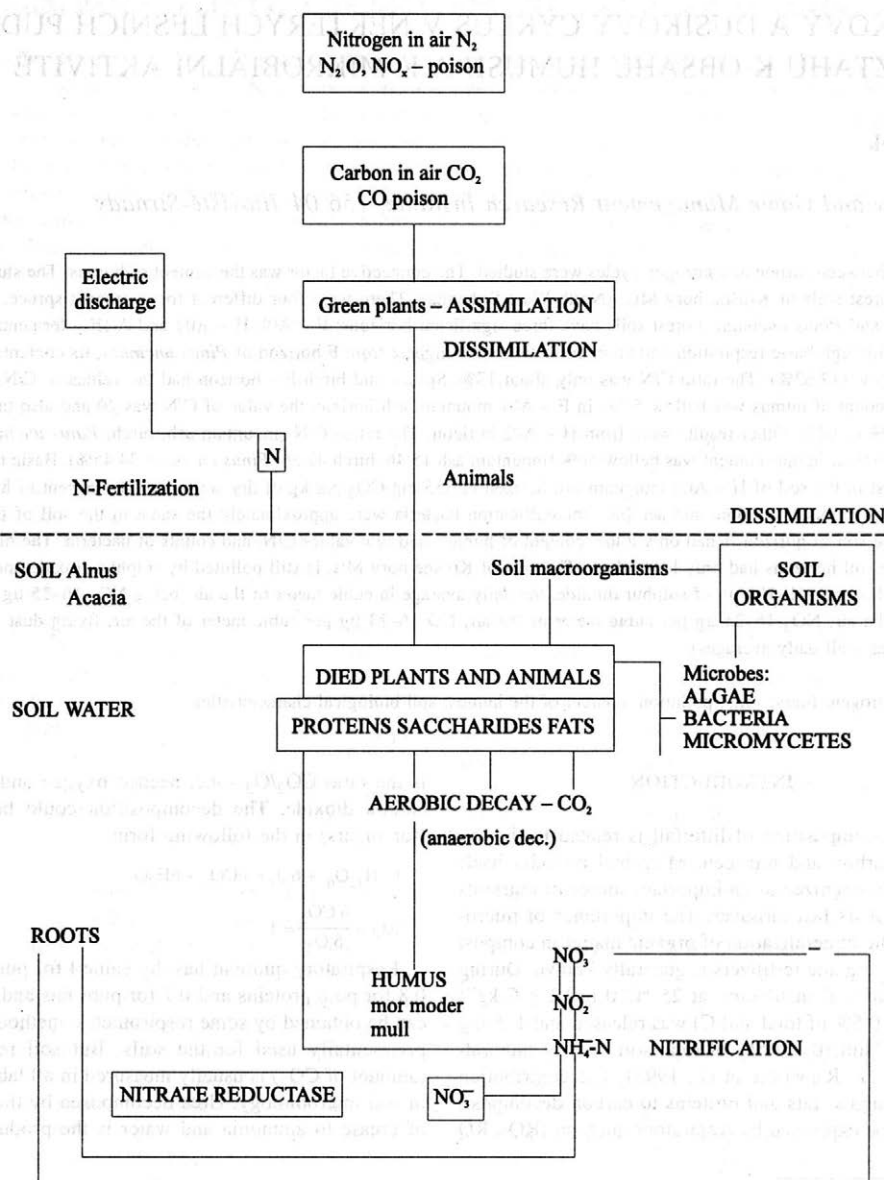
Respiratory quotient has the value 1 for pure sugars, 0.8 for pure proteins and 0.7 for pure fats and its value can be obtained by some respirometric methods not experimentally used for the soils. But soil respiration (amount of CO₂) is usually measured in all laboratories of soil microbiology. Urea decomposed by the enzyme of urease to ammonia and water is the product of de-

* Submitted to the workshop *Organic matter in ecosystem studies* May 18–19, 1994, Institute of Pedology and Geology, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic.

composition of proteins. Mean nitrogen mineralization of about 1% was in H – A02 horizon under spruce. However, no significance of differences between ammonification rates was measured in H – A02 horizons of two soils, ammonification widely prevailing at both forest sites (NH_4/N_m : 90%), according to the moder or moder-mor nature (Mardulyn et al., 1993). The ammonia released by the protein decomposition can be bound in the soil like ammonia ion and it can be transformed to nitrate ion by the following nitrification. Chronic N fertilization of ammonium nitrate showed

larger changes for extractable N, and nitrification (Aber et al., 1993). Observing the per cent of soil carbon we can determine the per cent of humus. The acidification status of forest soil is often studied. For example in Norway it was analysed on the basis of humus samples. In samples with more than 70% organic matter the base saturation decreases from 25% to 10% (Steinnes et al., 1993).

During the last thirty years the acidification of forest soils due to the influence of acid immissions has been observed. Neutrophilic bacterial populations in original



1. The connection of carbon and nitrogen cycles

forest soils (before decreasing pH) prevailed (optimal growth pH 7) or weakly acidophilic (pH about 5). Acidophilic populations selected by the influence of acid deposition currently prevailed (Lettl, 1990). The micromycetes prevailed in strong acid soils above bacteria (Langkramer, Lettl, 1982). The ratio C/N increased by the influence of non-decomposed nitrogen in organic compounds and the content of humus decreased. The continuity of carbon and nitrogen cycles is expressed in Fig. 1. C and N mineralization is influenced by temperature and moisture content in the soil.

MATERIAL AND METHODS

The study area

The forest stands were situated in the surroundings of Nová Ves in the Krušné hory Mts., Czech Republic. Four stands but only one locality – were investigated:

1. remaining young spruce forests (*Picea abies* L. Karst.),
2. 15–20 years old growth of mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) with grasses,
3. 30 years old growth of birch (*Betula pendula* Rath.) with grasses,
4. young forest (*Pinus uncinata*).

Soil sampling and analysis

These stands are situated 630 m above sea level. The soil was examined during the vegetation period 1992. We evaluated the following soil characteristics: soil humidity, pH(H₂O), pH(KCl), N_{total}, C_{oxidized}, C/N, percentage humus, NH₄-N, NO₃-N, the changes in the

counts of aerobic and ammonification bacteria and the micromycetes. In our laboratory of soil microbiology both classic methods (Kjeldahl) and very modern ones are used. The respiration of soil is measured by the use of carbon dioxide bound to potassium hydroxide and following titration with sulphur acid. Nitrogen is also studied by a spectrophotometric method on Technicon Autoanalyser II. Oxidized carbon is valued by hot oxidation with chrome sulphur mixture and the non-consumed potassium bichromate is measured by a iodometric method. Culture media for studying microbes in the soils are specified (Thornton, Meat-Peptone and Czapek-Dox).

RESULTS AND DISCUSSION

The area of Krušné hory Mts. is still polluted (about 41–104 µg of sulphur dioxide in cubic meter of the air – daily average) and also other values such as oxides of nitrogen (16–25 µg of nitrogen oxides per cubic meter of the air). Different biological soil characteristics are shown in Tabs. I, II and III. It is obvious that single horizons differ in pH – more acidic is horizon H – A02 and A (in comparison with F – A02). Basic respiration has higher values in F – A02 horizon and so ammonification. The nitrification reaches only low values. The ratio C/N below 20 means the per cent of humus below 50. Basic respiration and ammonification were highest in F – A02 horizon of *Pinus uncinata*, but the content of humus was very low (17.63) and the ratio of C/N was only about 18%. In F – A01 mountain ash horizon the value of C/N was below 20 and also their humus content was below 50% (59.01). Other results were

I. Average soil biological characteristics from replaced stands of spruce, mountain ash, birch and *Pinus uncinata* – Nová Ves – Krušné Hory Mts., Czech Republic (Horizon F – A01, 1992 – summer)

Average biological characteristics	Replaced forests			
	Spruce	Mountain ash	Birch	<i>Pinus uncinata</i>
pH (H ₂ O)	5.49	4.38	4.34	4.75
Dry matter (%)	52.45	42.21	53.95	37.68
Basic respiration	3,686	4,580	3,583	5,131
Ammonification	111.1	403.5	124.6	618.6
Nitrification	0	0	-34.1	0
C (%)	27.6	34.2	28.7	33.2
N (%)	1.42	1.64	1.62	1.88
Humus (%)	47.63	59.01	49.5	17.63
C/N	19.46	20.87	17.72	17.63
Aerobic bacteria	18 mil.	4 mil.	4 mil.	10 mil.
Aerobic ammonification bacteria	20 mil.	5 mil.	3 mil.	10 mil.
Micromycetes	19 th.	0	80 th.	300 th.

Legend to the Tabs.:

Basic respiration in mg CO₂ per 1 kg of dry soil during 24 hours at 25 °C

Ammonification in mg ammonia nitrogen per 1 kg of dry soil during 14 days at 25 °C

Nitrification in mg nitrate ions per 1 kg of dry soil during 14 days at 25 °C

Bacteria, micromycetes counts per 1 g of dry soil

II. Average soil biological characteristics from replaced stands of spruce, mountain ash, birch and *Pinus uncinata* – Nová Ves – Krušné Hory Mts., Czech Republic (Horizon H – A02, 1992 – summer)

Average biological characteristics	Replaced forests			
	Spruce	Mountain ash	Birch	<i>Pinus uncinata</i>
pH (H ₂ O)	3.69	4.0	3.92	3.99
Dry matter (%)	49.88	39.09	46.38	34.86
Basic respiration	374.02	1,355.23	702.03	359.72
Ammonification	26.96	103.20	67.65	51.49
Nitrification	17.64	0	-5.17	5.74
C (%)	29.25	26.91	24.57	19.98
N (%)	1.08	1.5	1.32	1.34
Humus (%)	50.43	15.46	42.36	34.45
C/N	27.08	17.94	18.61	14.91
Aerobic bacteria	1 mil.	2 mil.	1 mil.	4 mil.
Aerobic ammonification bacteria	1 mil.	1 mil.	630 th.	1 mil.
Micromycetes	53 th.	205 th.	57 th.	258 th.

III. Average soil biological characteristics from replaced stands of spruce, mountain ash, birch and *Pinus uncinata* – Nová Ves – Krušné Hory Mts., Czech Republic (Horizon A, 1992 – summer)

Average biological characteristics	Replaced forests			
	Spruce	Mountain ash	Birch	<i>Pinus uncinata</i>
pH (H ₂ O)	3.6	3.49	3.72	4.03
Dry matter (%)	75.31	73.48	65.72	59.46
Basic respiration	69.53	89.82	79.67	12.58
Ammonification	2.97	0	3.41	0
Nitrification	0	0	-0.6	0
C (%)	2.51	3.14	4.8	3.09
N (%)	0.126	0.129	0.306	0.21
Humus (%)	4.32	5.41	8.28	5.33
C/N	19.92	24.34	15.69	14.71
Aerobic bacteria	146 th.	263 th.	157 th.	790 th.
Aerobic ammonification bacteria	115 th.	150 th.	132 th.	241 th.
Micromycetes	4 th.	54 th.	10 th.	28 th.

from H – A02 horizon. The ratios C/N (mountain ash, birch, *Pinus uncinata*) were below 20 and also their humus contents were below 50% (mountain ash 15.46, birch 42.36, *Pinus uncinata* 34.45%). Basic respiration was highest from the soil of H – A02 mountain ash horizon (1,355 mg CO₂ per kg of dry soil), but the per cent number of humus was lowest. The same levels were observed in four soils. The soil of horizon A had a low content of humus, and low values C/N, and low counts of bacteria. The nitrification reached only low values. The content of nitrogen in the soils studied by us was low.

It might have been influenced by the soil acidity. Therefore the decrease of humus was higher in acid soils (Steinnes et al., 1993). Soil ammonification prevailed in leafy and mixed forests (Mardulyn et al., 1993), its level varied in different stands. The nitrification was very low in comparison with other papers

(Aber et al., 1992). The connection of carbon and nitrogen cycles is shown in Scheme 1. Litterfall (dead organisms and organic matter) is decomposed in two ways – i.e. carbon and nitrogen. Humus is the end product. It is the same product as carbon dioxide, ammonium and nitrates. The production of ammonia needs H⁺ ions which can be obtained by the oxidation of carbon compounds (sugars, fat and proteins). Thus the two cycles are connected. When nitrogen is accumulated in highly decomposed matter, ammonia can be formed and so can humus. Acid rainfalls could slow down the decomposition of organic matter (Lettl, 1990; Langkramer, Lettl, 1982). H⁺ ions from the atmosphere influenced soil acidity and the decomposition of biomass. Acidophilic microorganisms i.e. micromycetes prevailed in acid soils. Overacidification has an unfavourable effect on the decomposition of organic matter and on the cycles of carbon and nitrogen.

1. Soil biological processes are connected with the cycles of nitrogen and carbon. The results of these measurements are values of biological soil characteristics: respiration, ammonification and nitrification, and percentual number of humus which reached approximately the same values in replaced young forests in the Krušné hory Mts.
2. Carbon and nitrogen cycles also depend on the type of forest, on forest stand and on climatic conditions. Environmental pollution in the area plays a serious role (the pollution of Krušné hory Mts. is still strong).
3. Strong acidification influenced the level of humus and the releasing of nitrogen from organic matter (ammonification).
4. When acidification was strong, the number of soil bacteria decreased while the number of soil micro-mycetes increased.

- ABER, J. D. – MAGILL, A. – BOONE, R. – MELILLO J. M. – STEUDLER, P. – BOWDEN, R., 1993. Plant and soil responses to chronic nitrogen additions at the Harvard forest, Massachusetts. *Ecol. Applic.*, 3: 156–166.
- DÍAZ-RAVIÑA, M. – ACEA, M. J. – CARBALLAS, T., 1993. Microbial biomass and C and N mineralization in forest soils. *Bioresource Technol.*, 43: 161–167.
- LANGKRAMER, O. – LETTL, A., 1982. Influence of industrial atmospheric pollution on soil biotic component of Norway spruce stands. *Zbl. Mikrobiol.*, 137: 180–196.
- LETTL, A., 1990. Influence of industrial SO₂ immissions on microorganisms of forest soils. *Ecology (CSFR)*, 9: 315–330.
- MARDULYN, P. – GODDEN, B. – ECHEZARRETA, P. A. – PENNINGCK, M. – GRUBER, W. – HERBAUTS, X., 1993. Changes in humus microbiological activity by the substitution of the natural beech by Norway spruce in Belgian Ardennes. *Forest Ecol. Mgmt.*, 59: 15–27.
- STEINNES, E. – FLATEN, T. P. – VARSKOG, P. – LAG, J. – BÖLVIKEN, B., 1993. Acidification status of Norwegian forest soils as evident from large scale studies of humus samples. *Scand. J. For. Res.*, 8: 291–304.

Received 10. 4. 1995

UHLÍKOVÝ A DUSÍKOVÝ CYKLUS V NĚKTERÝCH LESNÍCH PŮDÁCH VE VZTAHU K OBSAHU HUMUSU A K MIKROBIÁLNÍ AKTIVITĚ

J. Hýsek

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady

Studovali jsme vzájemnou souvislost mezi uhlíkovým a dusíkovým cyklem v lesních půdách znečištěné oblasti Nové Vsi v Krušných horách, kde jsou náhradní porosty smrku, jeřábu, břízy a *Pinus uncinata*. Tato oblast je v současné době silně znečištěna (asi 41–104 µg oxidu siřičitého v kubickém metru vzduchu – průměrné denní koncentrace). Půdy byly odebrány striktně odděleně ze tří základních horizontů: F – A01, H – A02 a A. Ačkoli bazální respirace a amonizace byla nejvyšší v F horizontu u půdy ze stanoviště *Pinus uncinata*, obsah humusu byl velmi malý (17,8 %). Poměr C : N byl pouze 18 %. V půdě horizontu F – A01 smrku a břízy byly hodnoty C : N pod 20 % a hladina humusu nad

50 %. Jiné výsledky byly zjištěny z půdy horizontu H – A02. Poměr C : N (u jeřábu, břízy a *Pinus uncinata*) byl pod 20 % a také obsah humusu byl pod 50 % (jeřáb 15,46, bříza 42,36 a *Pinus uncinata* 34,45 %). Bazální respirace půdy byla nejvyšší u H – A02 horizontu jeřábu (1 355 mg oxidu uhlíčitého na kg suché půdy po dobu 24 hod při 25 °C), ale procentuální obsah humusu byl nejnižší. Počty bakterií ze čtyř studovaných stanovišť byly přibližně stejné. Horizont A (bazální) měl pouze slabé hodnoty biologických půdních charakteristik. Při našich pokusech jsme potvrdili, že biologické cykly tvorby humusu jsou vzájemně propojeny.

Contact Address:

RNDr. Josef Hýsek, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady, Česká republika

RECENZE

FOREST CANOPIES

M. D. Lawman, N. M. Nadkarni (eds.)

Academic Press Inc., San Diego, 1995, 624 s., řada: *Physiological Ecology*. ISBN 0-12-457650-8. Pevná vazba.

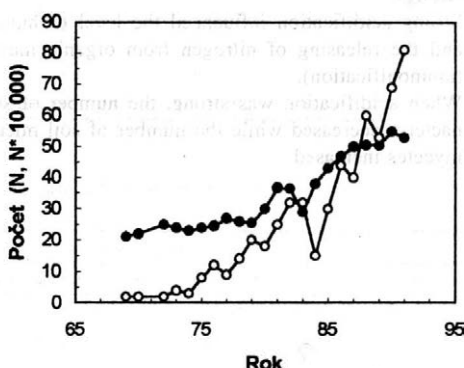
Recenzovaná kniha je zaměřena na korunovou vrstvu lesů (zápoj), která se v posledních dvou desetiletích stává předmětem zvýšeného vědeckého zájmu lesníků, ekologů a biologů (viz obrázek). Ve 24 kapitolách je podán přehled současných poznatků o korunové vrstvě. Na zpracování jednotlivých kapitol se podílelo 31 převážně amerických autorů. Kniha je rozčleněna do čtyř oddílů, které se týkají: 1. struktury a funkce korunové vrstvy, 2. organismů žijících v korunové vrstvě, 3. procesů, které tam probíhají, 4. perspektivních směrů výzkumu korunové vrstvy lesů.

Úvodní kapitola z pera Margaret Lawmanové je věnována nedostatkům metodám přístupu do korunové vrstvy a pohybu v ní tak, aby došlo k co nejmenšímu poškození přirozeného uspořádání prvků korunové vrstvy a pobyt výzkumníka v korunách se stal pohodlným a účelným z hlediska studované materie. Kapitola obsahuje detailní popis tradičních i nejnovějších technik přístupu a je příjemným shrnutím pro ty, kteří již v korunách stromů pracovali, a účelným návodem pro ty, kteří s výzkumem korunové vrstvy začínají.

V kapitolách 2 až 4 je podán souhrn metod používaných při stanovení mikroklimatických charakteristik lesního porostu se zřetelem na toky tepla, hmoty a energie mezi atmosférou a korunovou vrstvou, horizontální a vertikální toky uvnitř korunové vrstvy, režim zachytu srážek, záření, dále vertikální rozdělení teploty a vlhkosti vzduchu, rychlosti proudění. Jedna z kapitol, jejímž autorem je nestor výzkumu struktury korunové vrstvy Francis Hallé, je věnována zákonitostem větvení a utváření architektury jednotlivých stromů. Jsou v ní rozpracovány a hojně dokumentovány koncepty architekturního modelu, architekturní jednotky a opakování (reiterace).

Nejrozsáhlejší oddíl (kapitoly 5 až 16) je v knize určen organismům žijícím v korunové vrstvě. Protože tropický a subtropický les je domovem nesčetných rostlin a živočichů, autoři věnovali důležitým skupinám rostlin a živočichů oddělené kapitoly. Čtenáři se tak mohou setkat s kapitolami věnovanými cévnatým a necévnatým epifytickým rostlinám, dále hemiepifytům, rostlinným parazitům a hemiparazitům, lianám a popínavým rostlinám. U všech skupin je popsána jejich základní biologie, růstové formy zástupců, podmínky výskytu v korunové vrstvě, tvorba biomasy a podíl na utváření korunového humusu. Velká pozornost je soustředěna také na živočichy vyskytující se v korunové vrstvě. V případě bezobratlých je v knize uveden unikátní souhrn několika detailních dlouhodobých studií konaných v období 1970–1990 v lesích tropů a subtropů. Popisované studie byly zaměřeny zejména na druhovou bohatost a hustotu výskytu bezobratlých. Pokud se týče obratlovců, po jedné kapitole je věnováno ještěřům rodu *Anolis*, ptákům, drobným a velkým savcům. Jsou uvedeny zejména metody pozorování a odchytu jednotlivců, hodnocení taxonomické bohatosti, vertikální distribuce výskytu a potravní nabídky v korunové vrstvě.

Další oddíl knihy (kapitoly 17 až 20) je věnován procesům probíhajícím v korunové vrstvě. Detailně je rozpracována fotosyntéza, a to od úrovně jednotlivého listu až po úroveň modelování fotosyntetické produkce celé vrstvy. Pozornost je soustředěna také na oběh živin v korunové vrstvě a celém lesním ekosystému, rozmnožování a genetiku dřevin tvořících lesní porost. Zvláštní pozornost je věno-



Počty vědeckých prací věnovaných korunové vrstvě lesů (bílé kroužky) uveřejněných v období 1967–1991, indexované v databázi BIOSIS ve srovnání s celkovým počtem prací zachycených ve stejné databázi (černé kroužky, krát 10 000). Po r. 1984 dochází k rychlejšímu růstu počtu prací zaměřených na strukturu korunové vrstvy proti růstu celkového počtu prací v databázi BIOSIS. (Lawman a Nadkarni, 1995 – přetištěno se svolením Academic Press).

vána dynamice herbivorů a dynamice olistění korunové vrstvy. Závěrečné kapitoly se zabývají zhodnocením dosavadního vlivu člověka a odhadem dopadů jeho předpokládané budoucí činnosti (například intenzivní výzkum, sběr rostlin pro farmaceutické účely, rostoucí podíl zájmové turistiky v tropech) na strukturu a funkci korunové vrstvy. Pro budoucí studie je doporučeno klást největší důraz na dlouhodobý integrovaný výzkum korunové vrstvy lesů, přesně určující prvky korunové vrstvy, jejich vertikální rozdělení, vzájemné vztahy a procesy, které tam probíhají v časovém měřítku růstových sezon a let.

Publikace obsahuje v hojně míře souhrnné údaje uváděné jak v tabulkách, tak v grafech a schematických nákresech. Fotografiemi jsou navíc doplněny zejména kapitoly věnované struktuře korunové vrstvy a rostlinným druhům, které ji tvoří. Kniha je doplněna úměrným tematickým rejstříkem. Je potěšitelné, že v seznamu citovaných prací se nacházejí i publikace několika českých a slovenských autorů, přestože kniha je věnována převážně lesům tropů a subtropů a lesy mírného pásu v ní mají jen částečné zastoupení. Svědčí to o erudici našich odborníků v oblasti studia korunové vrstvy lesů. Kniha lze vytknout pouze jediným, byť formálním, nedostatkem. Vzhledem k celkovému zaměření by bylo vhodnější předřadit do jejího názvu slovo Tropical. Publikaci lze vřele doporučit pokročilým studentům vysokých škol přírodovědného zaměření, odborníkům zabývajícím se ekologií, fyziologií lesních dřevin, lesnickou botanikou a zoologií.

Ing. M. Barták, CSc., Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno

POKYNY PRO AUTORY

Obecné pokyny

Časopis Lesnictví-Forestry uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k evropským lesním ekosystémům. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zaslání příspěvku nemá přesáhnout 25 stran (A4 formátu, psaných oběma směry) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktů a souhrnu. K rukopisu je vhodné přiložit disketu s textem práce, popř. s grafickou dokumentací pořízenou na PC s uvedením použitého programu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisu musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhozů na řádku, 30 řádků na stránce). Uspořádání článku musí odpovídat formě, ve které jsou články v časopisu Lesnictví-Forestry publikovány. Je třeba zaslat dvě kopie rukopisu na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému přínosu a celkové kvalitě práce a s přihlédnutím k významu článku pro lesní hospodářství.

Úprava textu

Rukopis má obsahovat titulní stranu, na které je uveden název článku, jméno autora (autorů), název a adresa instituce, kde práce byla vypracována, a číslo telefonu a faxu autora, popř. e-mail.

Každý článek by měl obsahovat český (slovenský) a anglický abstrakt, který nemá mít více než 90 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecné i vědecké názvy rostlin. Je-li zapotřebí používat zkratky, je nutné při prvním použití zkratky uvést i její plný název. Je nezbytné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI. V části Výsledky by měla být přehledně a srozumitelně prezentována získaná data a údaje. V kapitole Diskuse se obvykle získané výsledky konfrontují s výsledky dříve publikovanými. Je přípustné spojit část Výsledky a Diskuse v jednu kapitolu. Citování literatury v textu se provádí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se uvádí v textu pouze první z nich a za jeho jméno se doplní zkratka „et al.“.

V části Literatura se uvádějí pouze publikace citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení, zkratka jména, rok vydání, plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, první a poslední strana. U knihy je uvedeno i místo vydání a vydavatel.

Tabulky

Tabulky jsou číslovány průběžně a u každé je uveden i nápis. Každá tabulka je napsána na jednom listu.

Obrázky

Jsou přiloženy jen obrázky nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňující pochopení textu. Současné uvádění stejných výsledků v tabulkách a na grafech není přijatelné. Všechny obrázky musí být vysoce kvalitní, vhodné pro reprodukci. Nekvalitní obrázky nebudou překreslovány, budou autorem vráceny. Fotografie musí být dostatečně kontrastní. Všechny obrázky je třeba číslovat průběžně arabskými číslicemi. Jak grafy, tak i fotografie jsou označovány jako obrázky. Jestliže má být několik fotografií publikováno jako jeden obrázek, je třeba je vhodně uspořádat a nalepit na bílou podložku. U každého obrázku je nutné uvést jeho stručný výstižný popis.

Separáty. Z každého článku obdrží autor 40 separátů zdarma.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

General

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems. An article submitted to Lesnictví-Forestry must contain original work and must not be under consideration for publishing elsewhere. Manuscripts should not exceed 25 double-spaced typed pages (A4 size) including tables, figures, references, abstract and summary. A PC diskette with the paper text or graphical documentation should be provided with the paper manuscript, indicating the used editor program. Papers should be clear, concise and written in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain two or three pages of English summary. Correct English is the responsibility of the author. Manuscripts should be typed on standard paper (A4 size, 60 characters per line, 30 lines per page). They must fully conform to the organization and style of the journal. Two copies of the manuscript should be sent to the executive editor: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

Text

Manuscript should be preceded by a title page comprising the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax numbers of the corresponding author, or e-mail. Each paper must begin with an Abstract of no more than 90 words, and key words. The Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Plants must be identified by taxonomic and common name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. Literature citation in the text should be by author(s), and year. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase „et al.“. References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors.

Tables

Tables should be numbered consecutively and have an explanatory title. Each table, with title, should be on a separate sheet of paper.

Figures

Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. Photographs should exhibit high contrast. All figures should be numbered consecutively with arabic figures. Both line drawings and photographs are referred to as figures. If several separate line drawings or photographs are to be incorporated in a single figure, they should be stucked on a white card with a minimum of space left between them. Each figure should contain a concise, descriptive legend.

Offprints. Forty (40) offprints of each paper are supplied free of charge to the author.

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Veškeré služby spojené s distribucí časopisu Lesnictví-Forestry vyřizuje vydavatel – Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

LESNICTVÍ-FORESTRY 1996, No. 7, uveřejní tyto příspěvky:

Bludovský Z.: Souvislosti ekonomických a ekologických důsledků poškozování lesů imisemi – Relationships of economic and ecological consequences of forest damage due to air pollution

Gömöryová E., Gömöry D.: Contribution to the numerical classification of forest soil types – Přspěvek k numerickej klasifikácii pôdnych typov lesných pôd

Tuhársky J.: Štiepačka na trojbodový záves v stavebnicovej koncepcii riešenia traktorových adaptérrov – A splitter to be mounted on the tractor three-point hitch within a unit construction principle of tractor implements

Repáč I.: Effects of forest litter on mycorrhiza formation and growth of container-grown Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] seedlings – Vplyv lesnej hrabanky na tvorbu mykoríz a rast obalených semienok smreka obyčajného [*Picea abies* (L.) Karst.]

Tokár F.: Zhodnotenie rastu a produkcie gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.) v Castanetáriu Horné Lefantovce – Growth and production evaluation of Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Castanetarium at Horné Lefantovce

RECENZE

Krečmer V., Jeník J., Rynda I.: Zpráva o stavu lesního hospodářství České republiky 1995