

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

4-5

ROČNÍK 37
PRAHA
DUBEN 1991
KVĚTEN 1991
ISSN 0024-1105

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis LESNICTVÍ

Redakční rada: ing. Vladimír Chalupa, DrSc. (předseda), doc. ing. Jiří Bartuněk, CSc., prof. ing. Mirjam Čech, CSc., ing. Ján Ilavský, CSc., doc. ing. Jan Kouba, CSc., ing. Jozef Konôpka, CSc., ing. Václav Lochman, CSc., prof. ing. Štefan Šmelko, DrSc., akademik Miroslav Vyskot.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Vladimír Chalupa, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991

OBSAH

Šebánek J., Králík J., Klíčová Š., Vítková H., Psota V., Netočný Z.: Vliv paclobutrazolu na morfogenezi adventivních kořenů a hladinu endogenních giberelinů a auxinů	289
Kobliha J., Snášelová V., Havel L.: Explantátové kultury — perspektivní možnost masového množení cenných hybridů z rodu <i>Abies</i>	295
Magurová I.: Poškození borových porostů v oblastech zvýšených koncentrací SO ₂ v závislosti na ekologických faktorech	303
Čížková R.: Růst semenáčků jehličnanů pod vlivem simulovaného kyselého deště se zřetelem k jejich výživě	313
Glomb V., Artner P., Sequens J.: Zvýšení tvorby pryskyřice ve stromech injekcemi chemických přípravků	327
Tokár F.: Vplyv prebierky na vývoj produkcie u rôznych typov porastov duba červeného (<i>Quercus rubra</i> L.) a orecha čierneho (<i>Juglans nigra</i> L.)	333
Vreštiak P.: Listová fytohmota a rastová charakteristika duba letného (<i>Quercus robur</i> L.)	347
Prudič Z.: Růst ořešáku černého (<i>Juglans nigra</i> L.) na LZ Strážnice	359
Kohán Š.: Niektoré výsledky pestovania topoľov v nepriaznivých stanovištných podmienkach Východoslovenskej nížiny	371
Dejmal J.: Velikost manipulační plochy při vyklizování surových kmenů	383
Kudrleová L., Bartuněk J.: Kvantifikace funkčního využití lesů	389
Pirochtová M., Marek M.: Metoda matematického vyhodnocování fotosyntetické aktivity lesních dřevin	399
Konečný J.: Hydraulický jamkovač na speciální lesnické kolové traktory (SLKT) a aplikace hnojiv (v angličtině)	416
Referát	
Jařabáč M., Chlebek A.: Doplnující přehled výsledků a publikací z lesnicko-vodohospodářského výzkumu v Beskydech	417
Aktualita	
Repáč I.: Zakladanie lesov v Poľsku	423
Novotný M.: Seminář o oceňování lesů	426
Recenze	
Vyskot, M., Průša, E.: Přirozené lesy České republiky	428
Životní jubilea	
Polák, L.: Významné životní jubileum profesora Bohumila Doležala	430

VLIV PACLOBUTRAZOLU NA MORFOGENEZI ADVENTIVNÍCH KOŘENŮ A HLADINU ENDOGENNÍCH GIBERELINŮ A AUXINŮ

J. Šebánek, J. Králík, Š. Klíčová, H. Vítková, V. Psota, T. Netočný

ŠEBÁNEK, J. — KRÁLÍK, J. — KLÍČOVÁ, Š. — VÍTKOVÁ, H. — PSOTA, V. — NETOČNÝ, T. (Vysoká škola zemědělská, Brno; Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno): *Vliv paclobutrazolu na morfogenezí adventivních kořenů a hladinu endogenních giberelinů a auxinů*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 289-294.

Byl zkoumán vliv paclobutrazolu na morfogenezí adventivních kořenů. Paclobutrazol aplikovaný ve formě přípravku CULTAR v koncentraci 0,05 až 0,1 % silně stimuloval počet kořenových základů na modelu izolovaných epikotylů hrachu, působil však zábranně na prodlužovací růst kořenů. Nižší koncentrace při zdvojnásobení počtu kořenových primordií zdvojnásobily i hmotnost kořenového systému. U řízků *Ligustrum vulgare*, kde aplikace 0,1 % přípravku CULTAR při 24 h trvajícím máčení báze řízků, působí pozitivně na rhizogenezi, byl v bazálních částech řízků prokázán jeho pozitivní vliv na obsah endogenní IAA.

rhizogeneze; paclobutrazol; auxin; giberelin; *Ligustrum vulgare*; *Pisum sativum*

Paclobutrazol (PAC) jako triazolový derivát je perspektivní retardanční prostředek inhibující aktivitu zahrnovaných do syntézy kaurenolu a tím snižující hladinu giberelinů (Heden et al., 1983). Je ho užíváno zejména k inhibici růstu výhonů u jablek a k retardaci růstu stébel u trav (Gianfanga, 1989). Paclobutrazol vzbudil však pozornost i svými účinky na stimulaci tvorby adventivních kořenů při zakořňování stonkových řízků (Davies et al., 1985; Upadhyaya et al., 1986; Králík a Šebánek, 1988), což nesporně souvisí se skutečností, že vznik adventivních kořenů je pozitivně ovlivňován snížením giberelinové hladiny (Bláhová, 1969; Šebánek et al., 1979). Předložená práce se zabývá morfo genetickými účinky vlivu paclobutrazolu na tvorbu a růst adventivních kořenů a vlivem tohoto retardantu nejen na endogenní gibereliny, ale především na hladinu endogenní IAA, jež jak je známo, má pozitivní vztah k rhizogenezi.

MATERIÁL A METODY

Jako pokusný materiál sloužily:

a) Epikotily klíčících rostlin hrachu (*Pisum sativum*) cv. Smaragd kultivované po dobu 10 dnů v nádobách naplněných vodou na přirozeném světle v laboratoři při teplotě $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Epikotily byly těsně nad dělohami odříznuty a poté ponořeny na 24 h do roztoku přípravku CULTAR, obsahujícího 250 mg paclobutrazolu v litru, a to od koncentrace 0,1 % do 0,003 % nebo pro kontrolu do pouhé vody. Takto ošetřené epikotily byly pak kultivovány v nádobách s vodou po dobu 21 dnů, kdy došlo

k vytvoření adventivních kořenů. Jejich počet, délka a hmotnost byly pak statisticky vyhodnoceny Studentovým *T*-testem. V každé pokusné variantě bylo vždy 25 rostlin.

b) Zelené řízky *Ligustrum vulgare* získané 11. 7. 1988, dlouhé 25 cm a se třemi páry listů, byly asi 2 cm dlouhou bází ponořeny na 24 h do roztoku CULTAR v 0,1% koncentraci a pro kontrolu do vody, a to bezprostředně po izolaci z matečných rostlin. Po 24 h aplikace retardantu byly pak řízky vyjmuty z roztoku a ponořeny bázemi do nádob s vodou. Analýzy na obsah endogenní IAA a endogenních giberelinů byly konány jednak bezprostředně po izolaci řízků, jednak za 1, 3, 5 a 7 dnů po této izolaci, a to u řízků na počátku ošetření v roztoku CULTAR a kontrolních. V každé variantě bylo vždy 20 řízků.

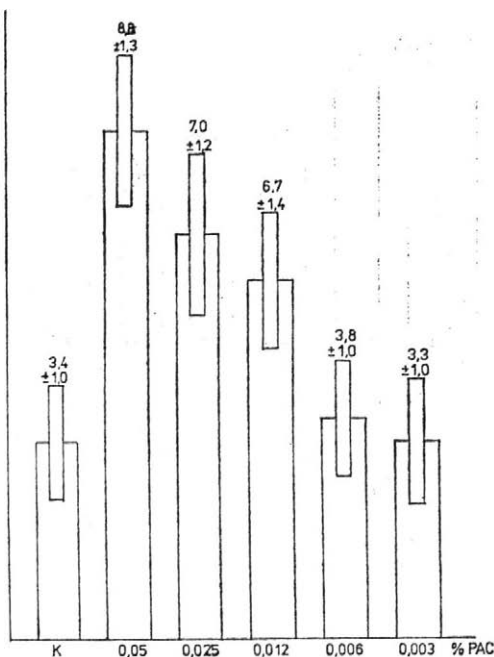
c) Analýza na obsah endogenních giberelinů: Pro stanovení hladiny endogenních giberelinů byla rostlinná hmota (navážka vždy 2 g) homogenizována a extrahována etanolem 24 h při 5 °C. Po této době byl vzorek zfiltrován a filtrát odpařen do sucha. Odparek byl rozpuštěn v 1 ml etylacetátu a nanesen na chromatografickou desku Silufol. Vyvíjení probíhalo ve směsi chloroform : etylacetát : kyselina octová (60:40:5) (Sembdner et al., 1962). Biologická testace byla prováděna na salátu (*Lactuca sativa* L.) cv. Pražan (Frankland a Wareing, 1961; Hradilík, 1977). Z naměřených délek hodnot hypokotylu klíčnicích rostlin salátu byla stanovena hladina endogenních giberelinů.

d) Analýza na obsah endogenní IAA: Pro stanovení endogenní hladiny IAA byla rostlinná hmota (navážka vždy 1 g) homogenizována a extrahována redestilovaným etanolem 24 h při 5 °C. Po této době byl vzorek zfiltrován a odpařen na vodný zbytek. Čistící procedury byly prováděny podle metody popsané v práci Kneghta a Bruinsma (1973). Volná IAA byla naměřena fluorescencí alfa pyronu (Mousdale et al., 1978) na spektrofluorofotometru SHIMADZU RF-540.

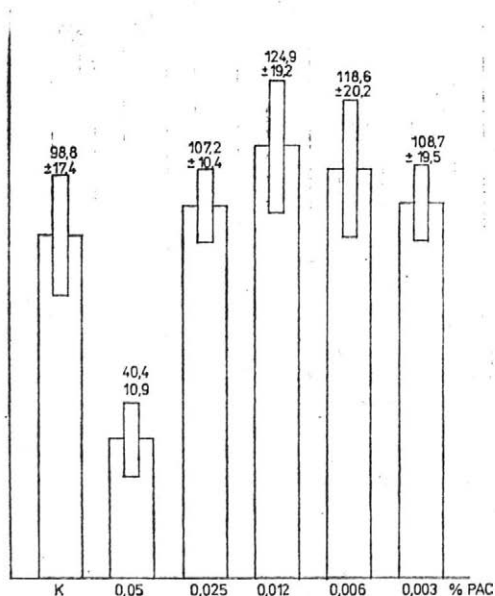
VÝSLEDKY A DISKUSE

Vliv CULTARU na průměrný počet kořenů vytvořených na jednom izolovaném epikotylu hrachu ukazuje obr. 1. Zvýšení je nápadné zvl. v koncentraci 0,05 %. Koncentrace 0,1 % se projevila ve zmnožení vytvořených základů adventivních kořenů při velmi silné inhibici jejich prodlužovacího a stimulaci jejich ztlušťovacího růstu (obr. 2). Také koncentrace 0,05 % až 0,012 % působila ještě vzestup počtu kořenů na bázi izolovaného epikotylu (obr. 1) při zřetelné inhibici prodlužovacího růstu a při ztluštění bazální části kořenů (obr. 3 B, C) zřejmém proti kontrole (obr. 3D). Celková délka kořenového systému vytvořeného na epikotylu tak byla v koncentraci 0,05 % značně inhibována, v ostatních koncentracích nebyla průkazně ovlivněna (obr. 2), ale celková hmotnost kořenů vytvořených na epikotylu byla obecně vlivem CULTAR nápadně zvýšena, zvl. v koncentraci 0,025 % a 0,012 % (obr. 4), měrná hmotnost navíc i v koncentraci 0,05 % (obr. 5).

Zvýšeného počtu kořenů vlivem paclobutrazolu při zkrácení jejich délky dosáhl i Davies et al., (1985) u *Coleus blumei*, *Prunus laurocerasus*, *Salix discolor* a *Vitis labrusca*. U zelených řízků *Ligustrum vulgare* byla tato schopnost paclobutrazolu popsána Králíkem a Šebánkem (1988), přičemž jako optimální koncentrace pro rhizogenezi

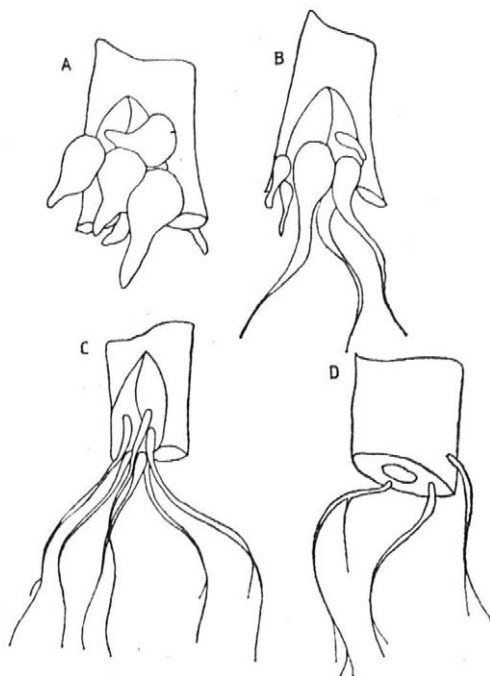


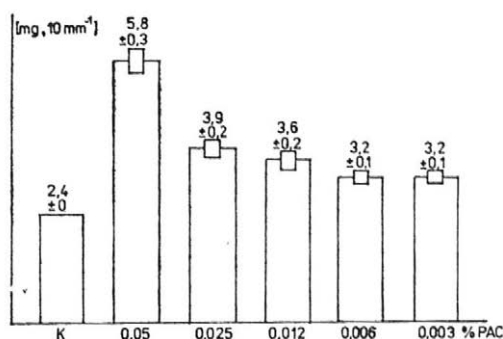
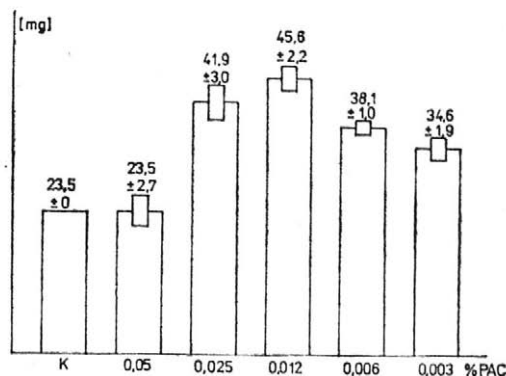
1. Vliv PAC na počet kořenů u jedné rostliny hrachu (na ose x : kontrola a koncentrace PAC, na ose y : počet kořenů) — Effect of PAC on the number of roots in a single pea plant (axis x : control and PAC concentration, axis y : number of roots)



2. Vliv PAC na celkovou délku kořenového systému u hrachu (na ose x : kontrola a koncentrace PAC, na ose y : mm) — Effect of PAC on the total length of root system in pea (axis x : control and PAC concentration, axis y : mm)

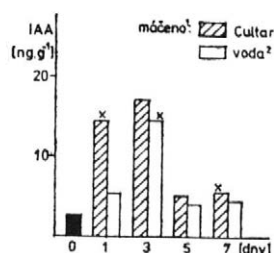
3. Kořenový systém u epikotylu hrachu ošetřeného A) 0,1% PAC; B) 0,05% PAC; C) 0,025% a 0,012% PAC; D) 0,006%, 0,003 PAC a 0 — Root system in the epicotyl of pea treated with A) 0.1% PAC, B) 0.05% PAC, C) 0.12% PAC, D) 0.006% PAC, and 0





4. Vliv PAC na celkovou a měrnou hmotnost kořenového systému u hrachu (na ose x : kontrola a koncentrace PAC, na ose y : mg) — Effect of PAC on the total and specific weight of the root system in pea (axis x : control and PAC concentration, axis y : mg)

5. Vliv PAC na celkovou a měrnou hmotnost kořenového systému u hrachu (na ose x : kontrola a koncentrace PAC, na ose y : mg. 10 mm⁻¹) — Effect of PAC on the total and specific weight of the root system in pea (axis x : control and PAC concentration, axis y : mg. 10 mm⁻¹)



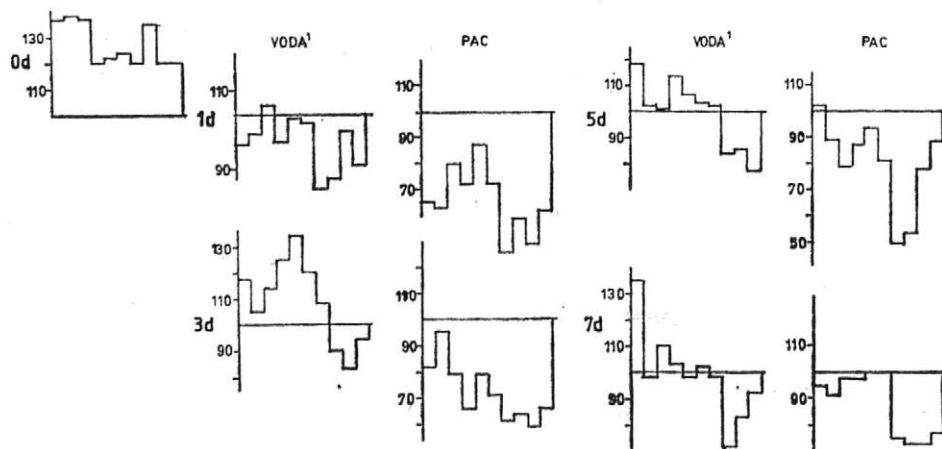
6. Hladina IAA v bázích řízků *Ligustrum vulgare* máčených v CULTARu (na ose x : doba odběru, na ose y : ng. g⁻¹ IAA) — IAA level in the bases of the cuttings of *Ligustrum vulgare*, dipped in CULTAR (axis x : sampling time, axis y : ng. g⁻¹ IAA)
dip¹, water²

tu byla zjištěna 0,1 % roztok CULTAR, který zčtyřnásobil počet vytvořených adventivních kořenů při zdvojnásobení jejich celkové délky. Vytvořená průměrná délka kořene byla přitom nepřímě úměrná počtu kořenů na jednom řízku a koncentraci CULTAR. V našich pokusech jsme proto užili 0,1 % koncentrace CULTAR a po jeho aplikaci stanovili v bazálních částech řízků *Ligustrum* endogenní IAA. Zjistili jsme, že tu lze po 24 h aplikaci CULTARu konstatovat průkazné zvýšení IAA nikoliv však u kontroly (bez aplikace CULTAR), přitom za 3 dny od izolace řízků nebylo již zvýšení IAA proti kontrole po aplikaci CULTAR průkazné (obr. 6).

V pokusech konaných na *Ligustrum vulgare* byl v bázích řízků stanovován v téže době jako obsah IAA i obsah endogenních giberelinů. Potvrdil se tu antigiberelinový účinek paclobutrazolu (Sponse, 1987) nejnápadněji za 3 dny po odběru řízků (obr. 7). Stimulační vliv paclobutrazolu na tvorbu adventivních kořenů je podle toho možno uvést v souvislost s antigiberelinovým účinkem této látky, ale i s jeho pozitivním vlivem na obsah endogenní IAA.

SOUHRN

Byl zkoumán vliv paclobutrazolu, v jehož roztoku byly 24 h máčeny báze izolovaných epikotylů hrachu, na morfogenezi adventivních kořenů.



7. Změny hladin endogenních giberelinů v bazích řízků *Ligustrum vulgare* máčených 24 hodin v 0,1% CULTARu (na ose x : Rf, na ose y : procenta stimulace a inhibice, 0d, 1d, 3d, 5d, 7d — počet dnů od izolace řízků z mateřské rostliny) — Changes of the levels of endogenous gibberellins in the bases of the cuttings of *Ligustrum vulgare*, dipped for 24 hours in 0.1% CULTAR (axis x : Rf, axis y : percent stimulation and inhibition, 0d, 1d, 3d, 5d, 7d — number of days from separation of cuttings from the mother plant); water¹

Paclobutrazol aplikovaný ve formě přípravku CULTAR v koncentraci 0,05 % až 0,1 % silně stimuloval počet kořenových základů, působil však zábranně na prodlužovací růst kořenů při podnícení jejich růstu ztlušovacího. Nižší koncentrace měly postupně slabší účinek na zvýšení počtu kořenových primordií i zeslabení prodlužovacího růstu kořenů, takže koncentrace 0,012 % při zdvojnásobení počtu kořenových primordií zdvojnásobily i hmotnost kořenového systému, aniž však průkazně ovlivnily délku vytvořených kořenů.

U řízků *Ligustrum vulgare*, kde aplikace 0,1 % přípravku CULTAR při 24 h trvajícím máčení báze řízků působí rovněž pozitivně na rhizogenezi, byl v bazálních částech řízků prokázán nejen negativní vliv paclobutrazolu na obsah endogenních giberelinů, ale i jeho pozitivní vliv na obsah endogenní IAA.

Literatura

- BLÁHOVÁ, M.: Changes in the level of endogenous gibberellins and auxins preceding the formation of adventitious roots on isolated epicotyls of pea plants. *Flora A*, 160, 1969, s. 493-499.
- DAVIS, D. T. — SANKHALA, N. — WALSER, R. H. — UPADHYAYA, A.: Promotion of adventitious root formation on cuttings by paclobutrazol. *Hort. Sci.*, 20, 1985, s. 883-884.
- FRANKLAND, B. — WAREING, P. F.: Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. *Nature*, 185, 1961, s. 225-256.
- GIANFANGA, T. J.: Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In P. J. Davies (Ed.): *Plant hormones and their role in plant growth and development*. Martinus Nijhoff Publish., 1987, s. 614-635.
- HEDDEN, P. — WARD, D. A. — ANDREWS, P. R. — WARD, G. C. — JAMES, S.: Gibberellin metabolism and the mode of action of plant growth regulators. *Rep. E. Malling Res. Stn*, 1983, s. 147-148.

- HRADILÍK, J.: Effect of exogenous gibberellic acid on the elongation of hypocotyls of some cultivars of *Lactuca sativa*. Acta univ. Agr. Rada A, 1977, 25, s. 3-9.
- KNEGT, E. — BRUINSMA, J.: A rapid, sensitive and accurate determination of indolyl-3-acetic acid. Phytochemistry, 12, 1973, s. 753-756.
- KRÁLÍK, J. — ŠEBÁNEK, J.: O stimulačních účincích paclobutrazolu na rhizogenezi řízků *Ligustrum vulgare*. Acta univ. Agr. Rada A, 1988.
- MOUSDALE, D. M. A. — BUTCHER, D. N. — POWELL, R. G.: Spectrophotofluorimetric methods of determining indole-3-acetic acid. In Isolation of Plant growth substances, 1978, Hilman, J. R. London, s. 27-39.
- SEMBDNER, G. — GROSS, R. — SCHREIBER, K.: Dünnschichtchromatographie von Gibberellinen. Experientia, 18, 1962, s. 584-585.
- SPONSEL, V. M.: Gibberellin biosynthesis and metabolism. In P. J. Davies (Ed.): Plant hormones and their role in plant growth and development. Martinus Nijhoff Publish., 1987, s. 614-635.
- ŠEBÁNEK, J. — KLÍČOVÁ, Š. — HODÁŇ, L.: Hladina endogenních auxinů a gibberelinů ve stonkových řízcích rododendronů ve vztahu k jejich rhizogenezi. Acta univ. Agr. Rada A, 1979, č. 3-4, s. 35-40.
- UPADHYAYA, A. — DAVIS, X. T. — SANKHALA, N.: Some biochemical changes associated with paclobutrazol induced adventitious root. Ann. Bot., 57, 1986, s. 309-315.

Došlo 22. 1. 1990

ŠEBÁNEK, J. — KRÁLÍK, J. — KLÍČOVÁ, Š. — VÍTKOVÁ, H. — PSOTA, V. — NETOČNÝ, T. (Faculty of Agronomy, Brno; Institute of Experimental Fytopatology, ČSAV, Brno): The effect of paclobutrazol on the morphogenesis of adventitious roots and the concentrations of endogenous gibberellins and auxins. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 289-294.

The paper deals with the effects of paclobutrazol on the morphogenesis of adventitious roots in isolated pea (*Pisum sativum*) epicotyls dipped in a paclobutrazol solution for 24 hours. Paclobutrazol (CULTAR) applied at concentrations from 0.05 to 0.1 % strongly stimulated the number of root primordia; on the other hand, however, it inhibited the elongation growth of roots and promoted their thickening growth. Lower concentrations showed a decreasing effect on numbers of root primordia and inhibited the elongation growth of roots so that a concentration of 0.012 % doubled the number of root primordia and the total mass of the root system without any significant effect on the length of developing roots. In cuttings of *Ligustrum vulgare*, not only a negative effect on the level of endogenous gibberellins was demonstrated but also a positive effect on the level of endogenous IAA; the application of CULTAR (0.1 % for 24 hours) on cutting bases showed also a positive effect on rhizogenesis.

rhizogenesis; paclobutrazol; auxin; gibberellin; *Ligustrum vulgare*; *Pisum sativum*

Adresy autorů:

Prof. dr. ing. Jiří Šebánek, DrSc., ing. Šárka Klíčová, CSc., Helena Vítková, prom. biol., ing. Tomáš Netočný, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ing. Jan Králík, ing. Vratislav Psota, CSc., Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno

EXPLANTÁTOVÉ KULTURY — PERSPEKTIVNÍ MOŽNOST MASOVÉHO MNOŽENÍ CENNÝCH HYBRIDŮ Z RODU *ABIES*

J. Kobliha, V. Snášelová, L. Havel

KOBLIHA, J. — SNÁŠELOVÁ, V. — HAVEL, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Praha; Agronomická fakulta, Brno): *Explantátové kultury — perspektivní možnost masového množení cenných hybridů z rodu Abies*. Lesnictví, 37, 1991, (4-5) : 295-302.

V práci je řešena problematika kultivace *in vitro* u hybridní jedle. V roce 1988 a 1989 byly odebírány pupeny ze tří starších jedlových jedinců (17, 18 let) z pokusné plochy a to z vnitrodruhového hybridu *Abies alba*, z vnitrodruhového hybridu *Abies cephalonica* (pyl ozářen γ zářením v dávce 1000 rtg) a kontrolního jedince *Abies alba* z volného opylení. V roce 1989 k tomu byly přibrány pupeny z roubovance (24 let) z dospělého spontánního hybridu (*Abies cephalonica* $\times$ *Abies cilicica*), z potomstva tohoto hybridu ze sa-

moopylení (6 let) a šestiletých sazenic *Abies alba*. Bylo vytypováno médium podporující prodlužování pupenů v prýty. Zakoreňování zatím nebylo dosaženo. Byl zaznamenán vliv věku donorové rostliny, jejího genotypu a fyziologického stavu na růst a vitalitu explantátu při kultivaci *in vitro*. Nejlépe se projevil donor F_2 — potomstvo spontánního hybridu, který bude využit k dalšímu výzkumu problematiky kultivace *in vitro* u jedle.

jedle; hybridizace; explantátové kultury

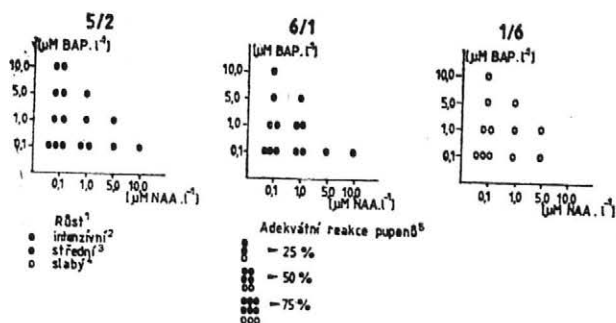
Lesnická genetika a šlechtění lesních dřevin zaznamenaly v uplynulých dvou desetiletích podstatný pokrok ve světě i v ČSFR. U nás bylo uskutečněno velké množství práce především na úseku udržovacího šlechtění. Vedle toho u nás byly provedeny i některé práce na úseku novošlechtění, zejména záměrná hybridizace listnatých dřevin (rody *Salix*, *Populus*, *Betula*, *Alnus*, *Castanea*, *Quercus*, *Ulmus* aj.) i některých jehličnatých dřevin především (rodu *Abies* a *Larix*).

Proti těmto úspěchům lesnické vědy však působí na možnosti šlechtění lesních dřevin negativně především vliv průmyslového znečištění ovzduší, které vážně ohrožuje stabilitu celých lesních ekosystémů a existenci cenných ekotypů, regionálních a lokálních populací řady druhů lesních dřevin a snižuje možnosti reprodukce těchto populací.

Do doby, než se podaří vyřešit tento ekologický problém, je nutné hledat nové způsoby reprodukce lesních dřevin, jejich cenných populací i vyšlechtěných odrůd, které by mohly alespoň částečně přispět k obnově lesních porostů v ohrožených oblastech.

Vedle nutnosti nalézt a rozpracovat metody rychlého a masového množení geneticky cenného materiálu za účelem zachrany a reprodukce genofondu lesních dřevin existuje potřeba množit cenný vyšlechtěný materiál, který již prokázal na základě testování své geneticky dané přednosti, ať již růstové, kvalitativní či vlastnost rezistence, všeobecné i specifické.

Při záchraně a reprodukci genofondu cenných autochtonních popu-



1. Závislost růstu pupenů na složení kultivačního média — Dependence of the growth of buds on composition of cultivation

growth¹, intensive², poor³, medium⁴, adequate bud reaction⁵

laci a jejich jedinců je k dispozici řada metod byt někdy v omezeném rozsahu, např. sběr semen z posledních úrod, odběry roubů a heterovegetativní množení roubováním a tedy zakládání semenných porostů a semenných plantáží v oblastech s relativně nižším ohrožením či odběry řízků z mladého náletu v porostech, ze sazenic vypěstovaných ze semen získaných ještě v porostech či již v semenných plantážích a autovegetativní množení řízkováním. Při množení nově vyšlechtěného materiálu je však počet využitelných postupů užší. To se týká především materiálu získaného hybridizací, kterého je poměrně málo. Zvláště to platí o dřevinách, které se dostávají do traktikace ve vysokém věku.

Typickým případem v tomto směru je jedle. Naše jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) patří k dlouhodobě ohroženým druhům lesních dřevin. V pozadí odumírání populací tohoto druhu je komplex příčin, ke kterým se pochopitelně v historicky nedávné době přidaly průmyslové imise. Specifikou tohoto druhu je rovněž, že roubovance prakticky nefruktifikují a řízkovance si zachovávají velmi dlouho plagiotropický (větovitý) růst. V rámci snahy řešit záchranu genofundu jedle bělokoré, popřípadě ji nahradit jinými druhy a také získat všestranně výkonnější a vitálnější odrůdy byly uskutečněny některé hybridizační práce (K o r m u t á k, 1985; G r e g u s s, 1988; K o b l i h a, 1988). Byla získána řada vnitrodruhových a mezidruhových hybridů, z nichž mnohé svou vitalitou i růstovými charakteristikami předčily kontrolní potomstva jedle bělokoré i kontrolní potomstva čistých rodičovských druhů.

Přínos pro záchranu genofundu jedle bělokoré, pro její částečné nahrazení a také pro získání výkonnějších a vitálnějších hybridních odrůd by byl zcela zřejmý na základě hromadné i individuální selekce, kdyby existovala možnost tyto hybridy masově množit. Z dostupných metod reprodukce v tomto případě přichází v úvahu pouze autovegetativní množení řízkováním. Využití této metody má však své hranice. Za prvé množství hybridních jedinců vyselektovaných k řízkování netvoří obvykle dostatečnou základnu pro masové namnožení obvyklé u klasických šlechtitelských programů spojených s řízkováním. Za druhé je třeba tuto selekci provádět na starším materiálu (alespoň desetiletém), kdy se ujmavost řízků dosti snižuje oproti juvenilnímu materiálu ve stadiu sazenic. Konečně za třetí je třeba vzít v úvahu výše jmenovaný fenomén větovitého růstu řízkovanců jedle.

I když existují určité cesty k řešení problémů s autovegetativním množením tohoto materiálu, do centra pozornosti se dostává možnost množení vyselektovaných hybridních jedinců jedle pomocí explantátových kultur *in vitro*. Předností této metody je možnost získání velkého

množství explantátů z matečnice k zajištění velkého množství geneticky identických jedinců, dále možnost rejuvenilizace a tedy množení ze starších jedinců a pravděpodobně i překonání větrovitého charakteru růstu sazenic. Perspektivně je výhodou této metody množení i možnost dalších biotechnologických postupů šlechtitelského charakteru — přes záměrné vyvolávání mutací (řízenou mutagenezi), fúzi protoplastů (somatickou hybridizaci) až po genové manipulace.

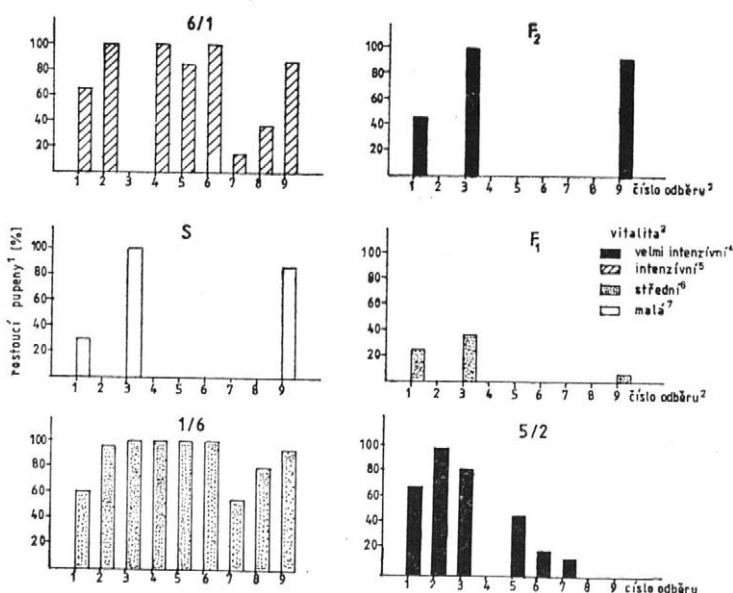
Ovšem je třeba počítat s nutností řešit celou řadu problémů vzhledem k zatím nedostatečné propracovanosti kultivace *in vitro* u většiny lesních dřevin, zvláště u jehličnatých dřevin a zvláště u jedle, kde prakticky neexistují téměř žádné domácí ani zahraniční zkušenosti. K otázkám, které je třeba postupně vyřešit, patří: odezva genotypu, vhodný čas a místo odběru, čas kultivace, vhodné médium včetně využití různých růstových látek a jejich hladin. Poté jsou to otázky tvorby vlastní celistvé rostliny a posléze vypěstování výsadbyschopného materiálu a jeho převedení do polních podmínek. K tomu přistupuje posléze i nutnost poznání somaklonální variability takto namnoženého materiálu.

K prvním problémům, kterými je třeba se zabývat, však patří vliv věku donorové rostliny, doba odběru explantátu a výběr vhodných živných médií. Některé z těchto problémů, ovšem na jiných dřevinách, řešili např. Glock (1985), Meier-Dinkel (1985), Chalupa (1983), Thorpe-Patel (1986), Chalupa (1986), Arnold et al. (1988), Monot (1988), Dunstan et al. (1987). Z některých těchto prací vyplývá např. u smrku obecného (*Picea abies* (L.) Karst.), že věk matečnice hraje svou roli, zatímco velikost pupenů a místo jejich odběru ne.

Literární údaje věnované problematice kultur *in vitro* u jedle (*Abies* sp.) jsou poměrně vzácné. Bonca (1977) popsal organogenezi v kultuře *in vitro* u *Abies balsamea* (Mill.). Chalupa a Durzan (1973) studovali růst a vývin izolovaných pupenů konifer včetně jedle v podmínkách *in vitro*. Zygmunt a Schwarz (1987) indukoval ad-

2. Vitalita izolovaných pupenů v kultuře *in vitro* po dvou měsících kultivace — Vitality of isolated buds in plant after two months of *in vitro* cultivation

percent of growing buds¹, number of sampling², vitality³, very intensive⁴, intensive⁵, medium⁶, low⁷



ventivní pupeny na zralých izolovaných embryích *Abies fraseri* (Poir.). Vooková a Gajdošová [1988] docílily tvorbu adventivních pupenů na zralých embryích hybridu *Abies concolor* (Engelm.) x *Abies grandis* (Lindl.). Schuller et al. [1988] popsali jako první indukci embryogenního kalusu na izolovaných megagametofytech *Abies alba* obsahujících nezralá embrya. Lang a Kohlenbach [1989] studovali buněčnou diferenciaci v protoplastových kulturách z embryogenního kalusu *Abies alba*.

MATERIÁL A METODA

K odběrům pupenů pro kultivaci *in vitro* v laboratoři explantátových kultur katedry botaniky a šlechtění rostlin na VŠZ v Brně bylo přistoupeno po předběžných pokusech z roku 1988 v roce 1989 u materiálu z hybridizačního programu u jedle.

Jednalo se o materiál, který se nachází ve výzkumné školce katedry zakládání a pěstění lesů lesnické fakulty VŠZ v Brně (na Hádech). Vegetativní pupeny byly odebírány především ze dvou nejlepších jedinců nacházejících se na pokusné ploše s hybridními potomstvy v rámci rodu *Abies* ve zmíněné školce. Přehled těchto potomstev a jejich hodnocení udává Kobliha (1988). V době odběrů v roce 1989 to byla 18letá potomstva.

Jedinec o souřadnicích na pokusné ploše 5/2 je nejpřirůstavější a nejvitálnější z potomstva (kombinace křížení) č. 19, které pochází z vnitrodruhové hybridizace jedle řecké (*Abies cephalonica* Loud.). Toto křížení bylo uskutečněno v Arboretu Mlýňany. Použitý pyl byl ozářen γ zářením v dávce 100 rtg. Jedinec o souřadnicích 5/2 je 2. v pořadí v přirůstech na celé ploše (měření v zimě 1986/87) s výškou 380 cm (průměr potomstva č. 19 ... 215 cm), tloušťkou 9 cm (průměr potomstva ... 4,5 cm).

Jedinec o souřadnicích 6/1 je nejpřirůstavější nejen ze svého potomstva (kombinace křížení) č. 4, ale ze všech jedinců na ploše hybridních potomstev. Potomstvo č. 4 pochází z vnitrodruhové hybridizace jedle bělokore (*Abies alba* Mill.). Křížení se uskutečnilo na stromě v Nízkých Tatrách na polesí Bystrá (v nadmořské výšce 900 m). Pyl pocházel ze stromu na lokalitě Žarnovica (v nadmořské výšce 210 m). Jedinec v době měření měl výšku 550 cm (průměr potomstva č. 4 136,5 cm) a tloušťku 10 cm (průměr potomstva ... 3,5 cm).

Za účelem kontroly byly odebírány pupeny rovněž z jedince o souřadnicích 1/6 z kontrolního potomstva K₃ jedle bělokore (*Abies alba*) z volného opylení na stromě z výše uvedeného polesí Bystrá. Toto potomstvo je ze 17 kombinací na ploše předposlední v růstu a vitalitě. Jedinec o souřadnicích 1/6 měl výšku 130 cm (průměr potomstva K₃ ... 19 cm) a tloušťku 2,5 cm (průměr potomstva ... 3,1 cm).

Z těchto tří jedinců tedy oba hybridy předstihují výrazně v růstu i vitalitě kontrolního jedince. Hybrid 6/1 předstihuje v růstu hybrida 5/2, ale hybrid 5/2 má vitálnější fenotypový projev než 6/1 vzhledem k hustotě a pravidelnosti zavětvení, hustotě, konzistenci a barvě jehličí, velikosti pupenů a dalším sledovaným znakům.

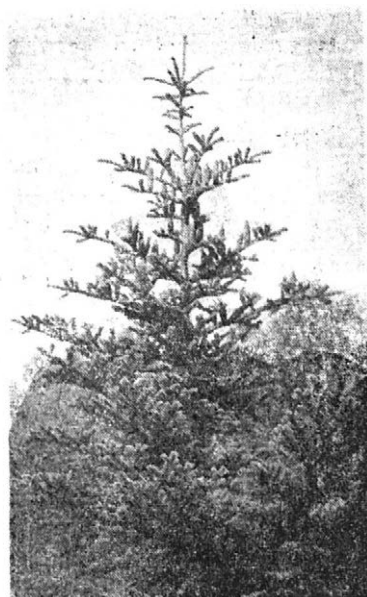
Kromě uvedených tří jedinců byly zdrojem pupenů roubovance hybridního původu (označeny F₁), které se rovněž nacházejí v uvedené školce. Rouby pocházejí z Arboreta Kysihýbel z dospělého stromu nesprávně označovaného jako *Abies firma* (Sieb. et Zucc.), ve skutečnosti ze spontánního hybridu podle Gregusse zřejmě *A. cephalonica* (Loud.) X *A. cilicica* (Carr.). Tyto rouby byly v roce 1965

↑
naroubovány na podnožce *A. alba*. Jedná se o roubovance jednoho klonu, které jsou velmi přirůstavé, vitální a pravidelně kvetou i plodí.

Dalším zdrojem odběru vegetativních pupenů byly šestileté sazenice dvojího původu. V jednom případě to byly sazenice původem ze samoopylení roubovanců výše zmíněného spontánního hybridu (zdroj označen F₂). Ve druhém případě se jednalo o sazenice z volného opylení *Abies alba* (zdroj označen S). U těchto sazenic se dodatečně po odběrech pupenů projevilo poškození mrazem.

V roce 1988 byl zpracován materiál 1/6, 6/1 a 5/2 z hlediska vytypování vhodného kultivačního média. Začátkem dubna bylo z každého jedince odebráno 50 pupenů. Pupy byly povrchově sterilizovány opláchnutím v 70% etanolu, ponoře-

3. Roubovanec spontánního hybridu (F_1) — mateřský strom hybridního materiálu F_2 — A grafting of spontagenous hybrid (F_1) — mother tree of hybrid material (F_2)



ním na 20 min do 5 % chlorového vápna a poté třikrát opláchnuty sterilní destilovanou vodou. Po odpreparování obalových šupin (-crown) byly bazální části pokládány na kultivační médium. Jako základní médium bylo použito WPM (Chalupa, 1983) s přidavkem 0,1; 1,0; 5,0 a 10,0 $\mu\text{M.l}^{-1}$ NAA a BAP a 1 g.l⁻¹ aktivního uhlí. Jako kontrola bylo použito médium bez růstových látek. Upraveno bylo pH na hodnotu 5,2 před autoklávováním. V každé variantě bylo kultivováno 5 pupenů. Materiál byl vizuálně hodnocen po 4 týdnech kultivace.

V roce 1989 byly provedeny týdenní odběry vegetativních pupenů z jedinců 1/6, 6/1 a 5/2 a 14denní odběry ze zdrojů F_1 , F_2 a Sod počátku ledna do 1/2 března. Materiál byl sterilizován stejně jako v předešlém roce. Jako základní médium bylo použito podle Schenka a Hildebrandta (1972) s přidavkem 0,1 $\mu\text{M.l}^{-1}$ NAA a 0,1 $\mu\text{M.l}^{-1}$ BAP a 1 g.l⁻¹ aktivního uhlí. Jako kontrola sloužilo médium bez růstových látek. Izolované pupeny byly položeny podélně na médium a kultivovány při fotoperiodě 16 h, teplotě $22 \pm 2^\circ\text{C}$ a osvětlení 1200 lx. Kultury byly pasážovány jedenkrát za 4 týdny a hodnoceny po dvou měsících kultivace. Pro indukci adventivních kořenů byly prýty pasážovány na médium SH + 10 g.l⁻¹ sacharózy + 5 $\mu\text{M.l}^{-1}$ IBA. Při každém týdenním odběru bylo použito 30 a při 14denním 50 pupenů (1/2 na médiu bez růstových látek, 1/2 na médiu s růstovými látkami).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky pokusů za rok 1988 jsou shrnuty v grafech na obr. 1. Jako vhodné bylo pro všechny tři genotypy 1/6, 6/1, 5/2 vytypováno médium WPM + 0,1 $\mu\text{M.l}^{-1}$ BAP a 0,1 $\mu\text{M.l}^{-1}$ NAA. Při této koncentraci růstových látek se pupeny prodlužovaly v prýty. Růst pupenů byl genotypově specifický. Po jednom měsíci kultivace dosahovaly prýty původem z jedince 5/2 přibližně trojnásobek velikosti izolovaných pupenů, u jedince 6/1 se zvětšily asi jedenkrát a u kontroly 1/6 o jednu třetinu původní velikosti. Po první pasáži na totéž médium prýty v růstu stagnovaly a po přenesení na médium bez růstových regulátorů ve druhé pasáži nekrotizovaly a odumíraly.

Tvorba kořenů nebyla pozorována. V ostatních pokusných variantách se pupeny prodlužovaly méně a již po první pasáži na totéž médium

I. Vitalita izolovaných pupenů v kultuře *in vitro* po dvou měsících kultivace — Vitality of isolated buds in culture *in vitro* after two months cultivation

Číslo ²	Materiál ¹					
	1/6	5/2	6/1	S	F ₁	F ₂
1.	+	++	++	+	+	+
2.	++	++++	+++			
3.	+	+++	—	++	++	++++
4.	++	—	+++			
5.	++	++	++	—	—	—
6.	++	++	+++			
7.	+	.	.	—	—	—
8.	+	—	+			
9.	++	—	+++	++	.	++++

material¹, number²

.	růst velmi nepatrný ³	very slow growth ³
+	růst malý ⁴	slow growth ⁴
++	růst střední ⁵	medium growth ⁵
+++	růst intenzivní ⁶	intensive growth ⁶
++++	růst velmi intenzivní ⁷	very intensive growth ⁷
—	růst nezaznamenán ⁸	growth not recorded ⁸

odumíraly. Vzhledem k pozorovaným nekrotickým vrcholovým pletiv pupenů byla změněna v dalších pokusech orientace explantátů a WPM médium zaměněno SH médiem.

Výsledky pokusů za rok 1989 jsou uvedeny přehledně v grafech na obr. 2 a tab. I. Největší vitalitu v kultuře *in vitro* vykazoval materiál F₂. Pupeny se zvětšily až o trojnásobek původní velikosti, prýty byly světle zelené, ortotropické, jehlice pevné. Rovněž hybrid 5/2 se projevil jako velmi životný, izolované pupeny prorůstaly v prýty 2 až 2,5krát větší než výchozí pupeny. Poněkud slabší vitalita byla pozorována u hybridu 6/1, kde se pupeny zvětšily asi o 1,5 až 2násobek ve srovnání s velikostí původních pupenů, a dále u materiálu F a S (zvětšení pupenů méně než o polovinu).

Po pasáži na médium téhož složení pupeny pokračovaly v růstu a 20—30 mm prýty byly po 8 týdnech kultivace pasážovány na médium SH + 10 g. l⁻¹ sacharózy a 5 μM. l⁻¹ IBA k indukci adventivních kořenů. Na tomto médiu však brzy nekrotizovaly, odumíraly a tvorba kořenů nebyla pozorována.

Při dodržení stejných podmínek kultivace lze rozdíly v chování izolovaných pupenů přičíst rozdílným genotypům výchozích jedinců, jejich různému věku a fyziologickému stavu. Z důvodu vytýpování optimální doby odběru pupenů byly pupeny odebírány ze zvolených jedinců jeden-

krát týdně, resp. za 14 dnů. Jak vyplývá z grafů, jsou mezi odběry větší či menší rozdíly, které lze připsat při poměrně vyrovnaných povětrnostních podmínkách opět rozdílným genotypům, věku a fyziologickému stavu donorů. Nejvyrovnaněji reagovala kontrola z volného sprášení (1/6) a hybrid 6/1, zatímco vitalita pupenů hybridu 5/2 prudce klesla u pozdějších odběrů.

Na kontrolním médiu bez růstových látek prorůstaly sice pupeny v prýty, ale velikost přírůstku byla podstatně menší než na médiu s přidavkem $0,1 \mu\text{M} \cdot \text{l}^{-1}$ NAA a $0,1 \mu\text{M} \cdot \text{l}^{-1}$ BAP. Navíc tyto krátké prýty ještě na původním médiu nekrotizovaly.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo získat poznatky o kultivaci izolovaných pupenů jedle v podmínkách *in vitro*. Bylo vytypováno médium podporující prodlužování pupenů v prýty.

Výsledkem uvedených prací jsou nejen dílčí poznatky o vhodnosti doby odběru a způsobech kultivace *in vitro*, ale rovněž některé poznatky týkající se významu genotypu donoru, jeho věku a fyziologickému stavu pro úspěšnou kultivaci.

U donoru F_1 lze např. vidět negativní vliv vysokého věku (24letý roubovanec původem z dospělého stromu) přes vynikající genotyp potvrzený nejlepším odezvou jeho potomstva a přes vynikající fyziologický stav. Naopak donor F_2 ve věku 6 let předčí nejen mateřského jedince F_1 , ale i všechny donory ve věku 18 let.

Vedle vlivu věku hraje svoji významnou úlohu genotyp, což vyplývá ze srovnání donorů 5/2, 6/1 a 1/6 v obou letech po sobě. Zároveň u tohoto materiálu výsledky naznačují, že lépe rostoucí a celkově vitálnější jedinci poskytují explantáty, které při kultivaci vykazují lepší růst a vitalitu bez ohledu na dobu odběru.

Nezanedbatelnou úlohu fyziologického stavu, ať již souvisejícího s genotypem (1/6, 6/1, 5/2) nebo do určité míry nezávislého na genotypu, ukazuje případ donoru S ve věku 6 let, u něhož se dodatečně po odběrech pupenů projeví příznaky poškození mrazem.

Pro další výzkum kultivace *in vitro* u rodu *Abies* bude navázáno na dosavadní poznatky o složení média, použití růstových látek a době odběru. Jako vhodný modelový materiál byl vytypován donor F_2 vzhledem ke svému věku a genotypu projevujícího se vysokou vitalitou včetně odolnosti proti pozdním mrazům.

Literatura

- ARNOLD, S. — ALSTERBORG, E. — WALLIS, B.: Micromorphological studies of adventitious bud formation on *Picea abies* embryos treated with cytokinin. *Physiol. Plant.*, Uppsala, Sweden, 72, 1988, č. 2, s. 248-256.
- BONGA, J. M.: Organogenesis *in vitro* cultures of embryonic shoots of *Abies balsamea*. *In Vitro*, 13, 1977, s. 41-48.
- DUNSTAN, D. I. — MOHAMMED, G. H. — THORPE, T. A.: Morphogenetic response of vegetative bud explants of adolescent and mature. *Picea glauca* (Moench) Voss *in vitro*. *New Phytology*, 106, 1987, č. 2, s. 225-236.
- GLOCK, H.: Vegetativvermehrung von Waldbäumen im Reagenzlos. *Allg. Forstz. München*, 40, 1985, 30/31/32, s. 797-801.
- GREGUSS, L.: Medzidruhová hybridizácia — náhrada za ustupujúcu jedlu bielu. *Lesníctví*, 34, 1988, č. 9, s. 797-808.

- CHALUPA, V.: Micropropagation of conifer and broadleaved forest trees. Inst. for Czechoslov., 13, 1983, s. 7-39.
- CHALUPA, V.: Rozmnožování jehličnatých stromů *in vitro*. Lesnictví, 32, 1986, č. 11, s. 997-1010.
- CHALUPA, V. — DURZAN, D. J.: Growth and development of resting buds of conifers *in vitro*. Canad. Jour. Forest Research, 3, 1973, s. 196-208.
- KOBLIHA, J.: Proměnlivost hybridních potomstev v rámci rodu *Abies*. Lesnictví, 34, 1988, č. 9, s. 769-780.
- KORMUTÁK, A.: Study on species hybridization within the genus *Abies*. Acta Dendrobiol., 1985, 127 s.
- LANG, H. — KOHLENBACH, H. W.: Cell differentiation in protoplast cultures from embryogenic callus of *Abies alba*. Plant Cell Reports, 8, 1989, s. 120-123.
- MEIER-DINKEL, A.: Intensivvermehrung feldresistenter Genotypen durch Stecklinge und Gewebekultur, Forst u. Holz. Hannover, 40, 1985, č. 17, s. 448-450.
- MOMOT, T. C.: Klonalnoje mikrorazmnoženije u različnych predstaviteľej chvojnych porod. Fiziologija i biochimija kulturnych rastenij, 20, 1988, č. 2, s. 181-189.
- SCHENK, R. V. — HILDEBRANDT, A. C.: Medium and techniques for induction of growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. Can. J. Bot., 50, 1972, s. 199-204.
- SCHULLER, A. — REUTHER, G. — GEIER, T.: Somatic embryogenesis from seed explants of *Abies alba*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 17, 1989, s. 53-58.
- THORPE, T. A. — PATEL, K. R.: Comparative morphohistological studies on the sites of shoot initiation in various conifer explants. N. Z. J. For. Sci., 16, 1986, č. 3, s. 257-268.
- VOOKOVÁ, B. — GAJDOŠOVÁ, A.: Formovanie adventívnych púčikov a výhonkov na embryách hybridu *Abies concolor* × *Abies grandis*. In: Biotechnologické metódy v šľachtení rastlín. In: Zborník Referátov z I. vedeckého seminára BIOS 88, Nitra, 24. — 25. 5. 1988, s. 149-153.
- ZYGMONT, N. — SCHWARZ, O. J.: *In vitro* adventitious bud formation on culture embryos of *Abies fraseri*. Abstracts 38-Annual Meeting of the Tissue Culture Association, 27-30 May 1987, Washington D. C. *In vitro* Cell Developm. Biol. 23, 1987, č. 32, 49 A.

Došlo 15. 12. 1990

KOBLIHA, J. — SNÁŠELOVÁ, V. — HAVEL, L. (Faculty of Forestry, Prague; Faculty of Agronomy, Brno): *Explant cultures — a promising possibility of mass regeneration of valuable hybrids within the Abies genus*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 295-302.

The problems of *in vitro* cultivation in hybrid fir are treated in this study. In 1988 and 1989 buds were collected from three older individuals (17, 18-year-old) growing in the trial area, including an intraspecific hybrid of *Abies alba*, an intra-specific hybrid of *Abies cephalonica* (pollen irradiated by γ rays at a rate of 1000 rtg) and an open pollinated control individual of *Abies alba*. In 1989 further buds were collected from a grafting produced from a mature 24-year-old spontaneous growing in the trial area, including an intraspecific hybrid of *Abies alba*, an intra-hybrid (*Abies cephalonica* × *Abies cilicica*) from autogamous 6-year old progenies

of this hybrid, and from 6-year-old plants of *Abies alba*. Medium, supporting the flushing of the buds into shoots, was defined. No rooting has as yet been achieved. The age of the donor plant, its genotype and physiological state were observed to influence the growth and vitality of the explant in cultivating *in vitro*. The qualities of the F_2 donor — progenies of a spontaneous hybrid were the best; they will be used for further research in the problems of *in vitro* cultivation of fir.

fir; hybridization; explant cultures

Adresy autorů:

Ing. Jaroslav Kobliha, CSc., Lesnická fakulta VŠZ, Praha, 281 63 Kostelec nad Černými lesy — Truba*,
Ing. Věra Snášelová, doc. RNDr. Ladislav Havel, CSc., Agronomická fakulta VŠZ, Zemědělská 1, 662 66 Brno

POŠKOZENÍ BOROVÝCH POROSTŮ V OBLASTECH ZVÝŠENÝCH KONCENTRACÍ SO₂ V ZÁVISLOSTI NA EKOLOGICKÝCH FAKTORECH

I. Magurová

MAGUROVÁ, I. (Ústav pro životní prostředí a využívání přírodních zdrojů, Praha): Poškození borových porostů v oblastech zvýšených koncentrací SO₂ v závislosti na ekologických faktorech. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 303-311.

Z poznatků z praxe vyplývá, že závislost mezi imisním zatížením, poškozením borových porostů a ekologickými podmínkami není tak markantní, jako je tomu u smrku. Přesto však existují údaje, které podporují názor, že alespoň v některých směrech je míra poškození borových porostů na dalších faktorech závislá. Cílem této práce bylo zjistit, do jaké míry ovlivňuje stav porostů nadmořská výška, hospodářské zásahy a půdní podmínky. Z výsledků bylo možno konstatovat, že reakce borových porostů na soubor imisně-ekologických podmínek se výrazně odlišuje od smrku. Ve sledovaném rozsahu není významnou měrou závislá na nadmořské výšce, ani není výrazný rozdíl v intenzitě poškození exponovaných a krytých částí borových porostů. Zřetelný je však vliv půdních vlastností na míru poškození porostů.

imisní zatížení; borové porosty; smrk; míra poškození porostů

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je v ČSFR druhou hlavní jehličnatou dřevinou, podílející se na struktuře našich lesů 14 %. V ČR je její zastoupení vyšší — dosahuje 19 %. Svým rozšířením zasahuje borovice lesní do několika oblastí se zvýšeným imisním zatížením, a to především v Severočeském kraji, v severní části Západočeského a Středočeského kraje, v centru Východočeského kraje a na jižní Moravě. Je tedy zřejmé, že pro lesní hospodářství má sledování vlivu imisí na borovici svůj význam. Na rozdíl od smrkového hospodářství, kam se soustřeďuje pozornost jak výzkumu, tak i praxe, však borové porosty zůstávají téměř mimo pozornost. Je to způsobeno zřejmě tím, že zde jen zřídka dochází k tak dramatickému vývoji poškození porostů jako v lesních porostech, kde hlavní dřevinou tvoří smrk. Vezmeme-li však v úvahu, že borovice reaguje na působení složek znečištěného ovzduší stejně citlivě jako smrk, objevuje se zde nebezpečí, že vzhledem k nedostatečně známým charakteristikám postupu poškození a vzhledem k neobjasněným vazbám mezi mírou imisního zatížení, stanovištními podmínkami, klimatickými podmínkami, výživou porostů atd. může dojít k nepředpokládaným a rozsáhlým ztrátám v borových komplexech.

Aby bylo možno zpracovat podrobnější prognózu vývoje, dát podklady pro vylišení pásem ohrožení, která jsou výchozím materiálem pro modely hospodaření a pro jejich územní vymezení, je nezbytné znát nejen základní závislosti mezi mírou znečištění ovzduší a poškozením borových porostů, ale také závislost poškození na ekologických faktorech. Pro smrkové porosty je vliv dalších ekologických podmínek na poškození porostů imisemi velmi závažný a do značné míry ovlivňuje reakci porostů. Z poznatků z praxe vyplývá, že závislost mezi imisním

I. Průměrné roční koncentrace SO₂ — Kokořínsko (μg.m⁻³ vzduchu) — Average annual SO₂ concentrations in the area around the Kokořin Castle (μg per m³ of air)

Rok ²	Stanice ¹	
	Brocno	Osinaličky
1978	22	
1979	39	
1980	54	
1981	68	
1982	44	46
1983	43	43
1984	36	41
1985	48	45
1986	48	61
1987	45	48

station¹, year²

zatižením, poškozením borových porostů a ekologickými podmínkami není tak markantní jako je tomu u smrku. Přesto však existují údaje, které podporují názor, že alespoň v některých směrech je míra poškození borových porostů na dalších faktorech závislá.

Cílem této práce je tedy zjistit, do jaké míry ovlivňuje stav porostů nadmořská výška, hospodářské zásahy a konečně půdní podmínky.

METODA

Při zjišťování vazeb mezi ekologickými podmínkami a poškozením borových porostů imisemi jsme se soustředili především na oblast Kokořínska. Tato oblast byla vybrána z několika důvodů:

- jedná se o ucelený komplex borových porostů, který je stanovištně dosti diferencovaný, což umožňuje posoudit význam stanovištních faktorů na výsledném poškození porostů;
- existuje bezprostřední vztah mezi zdroji emisí a poškozením porostů, přičemž je možno dobře sledovat a eventuálně odhadnout vývoj znečištění na základě znalostí emisí z těchto zdrojů;
- ve vybrané oblasti jsou dvě měřicí stanice Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) na sledování koncentrace SO₂ v ovzduší;
- pro znečištění oblasti jsou rozhodující dva zdroje — komplex elektráren Mělník a kombinát ve Štětí. Je proto možné z výsledků měření přízemních koncentrací a z emisí odhadnout i úroveň znečištění ovzduší před tím, než se začalo soustavně měřit.

Komplex kokořínských lesů leží severovýchodně od zdroje a od labského údolí, na jehož levém břehu stojí elektrárna. Terén postupně stoupá a dosahuje vrcholu Supí horou (nadmořská výška 434 m). Mezi úrovní terénu, na kterém stojí elektrárna (158 m) a nejvyšším bodem terénu ve vzdálenosti 10 km je tedy značné převýšení. Komíny elektrárny zasahují svými vlečkami v rozdílné intenzitě jednotlivé části celého komplexu. Podle údajů, které jsou podkladem pro výpočet očekávaného znečištění v přízemních vrstvách atmosféry oxidem siřičitým, je očekávané maximum přízemních koncentrací pro komín 120 m, ve vzdálenosti

II. Výsledky listové analýzy (stanovení obsahu S) na LZ Mělník — Results of leaf analysis (determination of S content) in the Mělník Forest Establishment

Polesí ¹	Porost ²	Obsah S v % sušiny ³
Ješovice	14a	0,153
	18a	0,153
	5d	0,150
	4e	0,161
	5c	0,157
	8d	0,192
	6a	0,157
	7e	0,174
Tupadly	7d	0,173
	6c	0,175
	22a	0,173
	15d	0,165
	15c	0,158
Hostín	29b	0,141
	27d	0,140
	26d	0,130
Tuháň	9k	0,133
	2e	0,130
	7e	0,130

forest district¹, stand², sulphur content in % dry matter³

3,9 km od paty komína, pro komín 200 m ve vzdálenosti 8,2 km a pro komín 240 m ve vzdálenosti 10,1 km. Za daného převýšení terénu vůči zdroji je však nutno počítat s tím, že vzdálenost, kde se dají očekávat maximální koncentrace, je podstatně kratší, a že emise z výškově rozrůzněných komínů pokrývají celé sledované území rovnoměrně vysokými koncentracemi SO₂.

Výsledky vlastního měření SO₂ na stanicích VÚLHM Brocno a Osinaličky jsou uvedeny v tab. I a prokazují relativně vysoké imisní zatížení. Rozdíly v koncentracích SO₂ mezi oběma stanicemi jsou nepatrné, což je pravděpodobně způsobeno rovnoměrnou distribucí emisí z různě vysokých komínů. Vzhledem k poloze hlavního zdroje a k rozložení lesních komplexů v tomto prostoru se dá předpokládat, že koncentrace oxidu siřičitého neklesají ani v okrajových partiích, protože se zde uplatňuje ve větší míře vliv EMĚ III.

Má-li být posouzen vliv ekologických faktorů na míru poškození porostů imisemi, je to možné pouze tehdy, nejsou-li v dané oblasti výraznější rozdíly v imisním zatížení. Pro oblast Kokofínska bylo tedy nutno ověřit, zda lze tuto oblast z hlediska zatížení ovzduší považovat za homogenní. Důkaz homogenity imisního pole je obtížné podat pouze přímým měřením koncentrací škodlivin, neboť zejména v členitém terénu by to znamenalo velmi hustou síť měřících stanic, rozloženou podle geomorfologie území i podle expozice ke zdrojům znečištění. Výchoziskem je použití listové analýzy.

Metoda listové analýzy je dosti podrobně propracována u smrku, kde bylo možno odvodit i vztahy mezi koncentrací síry v jehličí a koncentrací oxidu siřičitého v ovzduší (Materna, 1981). Akumulace síry v asimilačních orgánech v důsledku zvýšeného výskytu oxidu siřičitého v ovzduší probíhá také u borovice,

III. Podíl stromů v jednotlivých stupních poškození (%) — Proportions of trees in the different grades of damage (%)

Lokalita ¹	0	1	2	3	4	5	Průměrné poškození ²
Polesí Tupadly	43	22	20	10	3	2	1,14
Polesí Ješovice	18	43	25	11	3	0	1,38

site¹, average damage²

není však k dispozici dostatek údajů, které by mohly vymezit koncentraci síry v jehličí, tvořící hranici mezi koncentrací ovlivněnou imisemi SO₂ a koncentrací danou pouze přírůstem síry z půdy. U smrku leží tato hranice při 0,7 až 0,08 ‰ S v sušině jednoletého jehličí.

Zhodnotili jsme proto výsledky analýz borového jehličí na obsah síry, které jsou archivovány ve VÚLHM, a to jak z oblastí, které lze pokládat za čisté (především jižní a jihozápadní Čechy), tak z oblastí mírně zatížených (Brandýsko, Mladoboleslavsko, okolí Plzně) a z oblastí s velmi vysokými koncentracemi SO₂ (především Podkrušnohoří). Pro tyto tři skupiny byla zjištěna následující rozpětí koncentrace síry v jehličí nejmladšího ročníku při podzimním odběru (v ‰ sušiny jehličí):

čisté oblasti	0,090—0,125
oblasti mírně zatížené	0,100—0,160
oblasti silně zatížené	0,150—0,285

K uvedeným hodnotám je však třeba přistupovat s vědomím, že celé území ČR je zatíženo koncentracemi SO₂, které několikanásobně přesahují přirozené pozadí (asi 0,5 až 1,0 μg SO₂ · m⁻³ vzduchu). Také v tzv. „čistých oblastech“ se hodnoty pohybují v rozmezí 10 až 15 μg SO₂ · m⁻³ vzduchu jako dlouhodobý průměr; což již představuje hranici, při které dochází k ovlivnění fyziologických funkcí lesních dřevin (Materna, 1972). Tato skutečnost nesporně ovlivňuje i koncentraci síry v asimilačních orgánech borovice.

Z výsledků je patrná značná variabilita koncentrace síry v jehličí borovice zejména v silně zatížených oblastech, která odpovídá individuálním rozdílům v příjmu sloučenin síry z prostředí, a to jak z půdy, tak z ovzduší.

Získané údaje jsme využili pro zhodnocení situace v oblasti Kokořínska. Jestliže porovnáme výsledky listové analýzy (stanovení síry v borových jehlicích) z různých lokalit na LZ Mělník tab. II, pak je zřejmé, že na bývalé LHC Kokořín odpovídají výsledky vesměs oblastem silně zatíženým s poměrně malým rozrůzněním, což ukazuje při relativně vyrovnaných ekologických podmínkách lokalit, ze kterých byly vzorky odebrány, na celkem rovnoměrné rozložení přízemních koncentrací SO₂. Zřetelně se odlišují výsledky analýz vzorků odebraných mimo tento hlavní komplex, v polesí Tuhán a Hostín, na lokalitách vzdálenějších od elektrárny nebo ležících stranou od směrů převládajících větrů.

Shrme-li poznatky, získané jednak přímým měřením koncentrací SO₂, jednak z výsledků listové analýzy borového jehličí v oblasti Kokořínska, lze tuto oblast považovat z hlediska znečištění ovzduší za homogenní.

VÝSLEDKY

Jak již bylo v předchozím uvedeno, při hledání možných vazeb mezi ekologickými podmínkami, imisním zatížením a poškozením borových porostů jsme se soustředili zejména na:

- vliv nadmořské výšky,
- vliv expozice,
- vliv půdních podmínek.

IV. Míra poškození uvnitř porostů v polesí Ješovice — Rate of damage in the stand of the Ješovice forest district

Míra poškození ¹	Okraje porostů ²		Vnitřní části ³	
Procento silně poškozených jedinců ⁴	počet porostů ⁵	počet silně poškozených stromů ⁶	počet porostů ⁵	počet silně poškozených stromů ⁶
— 5 %	18	54	18	59
— 10 %	11	89	13	87
— 15 %	12	144	11	143
— 20 %	6	108	5	95
Celkem ⁷	47	395	47	384

extent of damage¹, stand margins², inner parts³, % of heavily damaged trees⁴, number of stands⁵, number of heavily damaged trees⁶, total⁷

VLIV NADMOŘSKÉ VÝŠKY

Pokud jde o nadmořskou výšku, je výškové rozrůznění v lesních komplexech na Kokořínsku relativně malé — nejnižší polohy jsou v nadmořské výšce asi 200 m, nejvyšší asi v 450 m.

Míra poškození borových porostů byla posuzována v polesí Ješovice (nadmořská výška 200 až 250 m) a v polesí Tupadly (nadmořská výška 400 m) podle metody používané k hodnocení zdravotního stavu porostů (tj. podle podílu silně poškozených jedinců. Výsledky jsou uvedeny v tab. III.

Rozdíl vyznívá v neprospěch těch částí porostů, které jsou v nižší nadmořské výšce. Přitom je třeba ještě uvážit, že porosty v polesí Ješovice jsou přístupnější a těžba souší i silně poškozených stromů zde probíhá průběžně a do jisté míry tak zkresluje výsledek hodnocení.

Rozhodující je tedy, že při daném imisním zatížení této oblasti (asi 40 až 50 $\mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ vzduchu) není možno prokázat vliv nadmořské výšky na poškození porostů alespoň v tom rozsahu, který by bylo možno postihnout. Protože borové porosty ve vyšších polohách byly vybírány na exponovanějších místech (vrcholcích, hřebenech), je tím současně dána odpověď na otázku, do jaké míry modifikuje poškození porostů exponovanost lokality.

VLIV EXPOZICE

Druhým úkolem bylo zjistit, zda existují výraznější rozdíly v poškození borových porostů mezi okrajem a vnitřní partií a zda existují rozdíly v poškození těch částí porostů, které byly zbaveny porostních okrajů. Ve smrkových porostech jsou při silnějším zatížení ovzduší, eventuálně při silnějším toku imisí velmi výrazné rozdíly mezi poškozením okrajů porostů a vnitřními částmi (Dassler, 1981).

K posouzení, zda jsou okraje porostů silněji poškozeny než jejich vnitřní části a zejména, zda kulisové seče zvyšují riziko poškození a urychlují jeho postup, jsme zjistili v sérii sledování stavu porostů v polesí Ješovice jednak míru poškození uvnitř porostů, jednak v jejich okra-

V. Srovnání míry poškození v nerozpracovaných částech porostu a v kulisových sečích — Comparison of the rate of damage and in untreated stands and in alternate strip felling

Míra poškození ¹	Kulisové seče ²		Nerozpracované porosty ³	
Procento silně poškozených jedinců ⁴	počet porostů ⁵	počet silně poškozených stromů ⁶	počet porostů ⁵	počet silně poškozených stromů ⁶
— 5 %	4	16	9	28
— 10 %	4	37	6	32
— 15 %	11	132	10	110
— 20 %	7	117	3	49
— 25 %	3	63	1	22
Celkem ⁷	29	365	29	241

extent of damage¹, alternate strip felling², untreated stands³, % of heavily damaged individuals⁴, number of stands⁵, number of heavily damaged trees⁶, total⁷

VI. Porovnání stavu jednotlivých stromů — Comparison of different tree conditions

Porost ¹	Podíl stromů v jednotlivých stupních poškození ² [%]						Průměrné poškození porostů ³
	0	1	2	3	4	5	
Nerozpracované části porostů ⁴	32	27	27	11	3	0	1,26
Kulisové seče ⁵	12	43	25	10	8	2	1,65

stand¹, proportions of trees included in the different grades of damage (%)², average damage to trees³, untreated parts of stands⁴, alternate strip felling⁵

jích a v kulisových sečích. Výsledky jsou shrnuty v tab. IV. Extrémním případem, kdy se určitá část porostů dostává do intenzivního proudění vzduchu a je tedy exponovanější, jsou kulisové seče. Vyhledali jsme proto sérii případů v polesí Ješovice a Tupadly, kdy bylo možno srovnat míru poškození v nerozpracovaných částech porostu a v kulisových sečích. Výsledky jsou uvedeny v tab. V a výsledky získané z porovnání stavu jednotlivých stromů v tab. VI.

VLIV PŮDNÍCH PODMÍNEK

Třetím úkolem v rámci zjišťování vztahů mezi ekologickými faktory a poškozením borových porostů bylo posouzení, do jaké míry ovlivňují půdní podmínky průběh poškozování borových porostů.

Lesní půdy v polesí Ješovice se vyvinuly na čtyřech hlavních sub-
strátech:

- kvádrové pískovce kaolinické,
- slinité pískovce,
- sprašové překryvy,
- váte pískey.

VII. Výsledky rozboru půdních vzorků — Kokořínsko — Results of analyses of samples of soil taken in the area around the Kokořín Castle

Lokalita ¹	pH (KCl)	% N v sušině ²	Ve výluhu 1 % kys. citronové [mg.kg ⁻¹ půdy] ³					
			P ₁ P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Al	SO ₃
Ješovice A ₀	2,60	1,000	66	1120	156	318	1100	448
14a A ₁	3,20	0,017	10	175	22	15	225	59
Ješovice A ₀	3,00	0,602	100	1646	126	76	—	174
18a A ₁	3,50	0,021	7	595	18	10	—	32
Ješovice A ₀	2,90	1,072	146	1608	126	160	—	150
5d A ₁	3,30	0,010	7	158	15	24	—	37
Ješovice A ₀	3,00	0,798	140	1594	146	160	750	57
4e A ₁	3,30	0,004	10	161	18	18	75	25
Ješovice A ₀	3,30	0,904	154	2064	130	90	950	114
5c A ₁	3,20	0,017	10	200	22	14	75	37
Ješovice A ₀	3,10	1,120	114	2330	180	116	950	110
8d A ₁	3,40	0,042	13	210	30	18	100	57
Ješovice A ₀	3,00	0,742	100	1608	146	122	700	110
6a A ₁	3,30	0,021	7	488	50	10	50	30
Ješovice A ₀	4,70	0,917	127	2752	215	359	960	315
7b A ₁	5,25	0,064	97	6817	1370	67	375	64
Ješovice A ₀	4,15	0,179	164	3371	197	301	1125	210
5e A ₁	5,01	0,068	65	2916	694	32	421	37

site¹, nitrogen % in dry matter², in leaching of 1 % citric acids³

Nejrozšířenější jsou podzoly na kvádrových pískovcích, plochy sprašových překryvů jsou plošně velmi omezeny. Přesto existují určité možnosti srovnání vývoje poškození na půdách zásadně odlišných vlastností.

V tab. VII jsou základní informace o půdních vlastnostech, které mohou ovlivnit stav porostů. Je zřejmé, že půdy vzniklé na zvětralém pískovci jsou velmi kyselé a chudé, oproti tomu půdy na sprašovém substrátu mají velmi vysoké obsahy přístupných hlavních živin i příznivější půdní reakci. Tyto rozdíly se promítají i do růstu porostů. Existují značné rozdíly v bonitě porostů a v zachvojení, ale také v délce a velikosti jehlic, což ve starších porostech činí potíže při hodnocení zdravotního stavu. Koruna stromů je i při sníženém počtu ročníků jehličí poměrně hustá a při použití systému hodnocení podle jednotlivých stromů, kde stav asimilačního aparátu je rozhodujícím kritériem, vzrůstá nejistota při odhadu ztráty asimilačního aparátu.

I přes tuto nejistotu jsou však rozdíly v zachvojení mezi porosty na uvedených půdách rozdílných vlastností do té míry významné, že pře-

VIII. Rozdíly v zachvojení mezi porosty na uvedených půdách — Differences in lopping between stands at the given sites of different properties

Porost ¹	Podíl stromů v jednotlivých stupních poškození ² [%]						Průměrné poškození porostu ³
	0	1	2	3	4	5	
Sprašový překryv ⁴ (Ješovice)	28	41	21	9	0	1	1,15
Písčité podzoly ⁵ (Ješovice)	19	33	31	11	6	0	1,52

stand¹, proportions of trees included in the grades of damage (%)², average damage to the stand³, loess cover⁴, sandy podzol⁵

kračují meze zvýšené subjektivity při odhadu. Výsledky jsou uvedeny v tab. VIII.

DISKUSE

Na základě uvedených výsledků je možno se vyjádřit k působení a důsledkům imisí ve vztahu k borovému hospodářství ze dvou hledisek. Jednak posuzovat chování borovice pod vlivem středního imisního zatížení, jednak odvodit určité poznatky pro pěstování borových porostů.

Především tedy nejsou výrazné rozdíly mezi porosty v různých nadmořských výškách. Jestliže rozdíly v reakci smrkových porostů v různých nadmořských výškách přisuzujeme především vlivu proudění vzduchu, které je, jak známo, se stoupající výškou výraznější, pak je zřejmé, že borovice není zvýšeným prouděním ani při imisním zatížení ovlivněna. To se konečně potvrzuje i tím, že okrajový fenomén, tak výrazný ve smrkových porostech, v porostech borových chybí. Nelze prokázat ani výraznější poškození v porostních okrajích a rozdíly v poškození stromů v kulisových sečích a v celých částech porostů nejsou do té míry výrazné, aby si vynutily změny v hospodářských opatřeních. To, že v dobrém zdravotním stavu přežívají mnohde i výstavky, svědčí o poněkud jiném chování borovice pod vlivem imisního zatížení než smrku.

Vliv půdních vlastností je oproti tomu velmi zřetelný. Srovnáme-li to opět se smrkem, je reakce borovice zřejmě výraznější. Ve smrkových porostech jsou teprve velmi ostré rozdíly, např. mezi velmi chudým zamokřeným rašelinným substrátem a minerální půdou a normálním vodním režimem podmínkou pro výrazný rozdíl v poškození porostů imisemi. V borových porostech však půdní podmínky zřetelně míru poškození asimilačního aparátu ovlivňují. Nebylo sice možno hodnotit rozdíly v mortalitě porostů na odchylných stanovištích, z pokusů v bývalé NDR je však známo, že hnojení mortalitu snižuje (Dassler a Ranft, 1966).

ZÁVĚR

1. Reakce borových porostů na soubor imisně-ekologických podmínek se výrazně odlišuje od smrku. Ve sledovaném rozsahu není význam-

nou měrou závislá na nadmořské výšce, ani není výrazný rozdíl v intenzitě poškození exponovaných a krytých částí borových porostů. Nelze prokázat výraznější poškození v porostních okrajích, zejména však rozdíly v poškození stromů v kulisových sečích a v celých částech porostů nejsou do té míry výrazné, aby si vynutily změny v hospodářských opatřeních.

2. Vliv půdních vlastností je oproti tomu velmi zřetelný. S touto skutečností jsou spojena značná rizika, neboť je známo, že písčité půdy, minerálně slabé, na kterých je borovice u nás převážně rozšířena, jsou na vliv imisí velmi citlivé. Tento stav je však možno technickými zásahy do jisté míry ovlivnit.

Literatura

- DÄSSLER, H. G.: Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1981, 211 s.
DÄSSLER, H. G. — RANFT, H.: Flugzeugdüngung im Dienste der Rauchschadenforschung, Wiss. Z. TU Dresden, 1966, č. 15, s. 657-658.
MATERNA, J.: Einfluss niedriger Schwefeldioxidkonzentrationen auf die Fichte, Mitt. d. Forst. Bundesversuchsanstalt Wien, 97, 1972, s. 219-231.
MATERNA, J.: Výživa krušohorských smrčů. Lesnictví, 27, 1981, č. 8, s. 689-698.

Došlo 28. 3. 1990

MAGUROVÁ, I.: (Praha): Damage to pine stands in areas with increased SO₂ concentrations, as depending on environmental factors. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 303-311.

It follows from new findings and from practice that with pine stands the interdependence of exposure to immissions, damage to the stands and the environmental conditions is not so strong as it is with the stands of spruce. Nevertheless, there is evidence to prove that in some aspects the damage to pine stands depends on other factors. An investigation was conducted to see the extent to which the state of the stands is influenced by the altitude above sea level, by the treatment and exploitation of the stands and by the soil. It can be derived from the results that the response of the pine stands to the whole set of immission factors and environmental conditions is markedly different from that of the stands of spruce. Within the studied range, the response is not significantly dependent on altitude above sea level, nor is there any greater difference in the intensity of damage of the exposed and sheltered parts of pine stands. However, the effect of soil characteristics on the rate of damage to the stands was great.

immission exposure; pine stands; spruce; rate of damage to the stands

Adresa autorky:

Ing. Irena Magurová, CSc., Ústav pro životní prostředí a využívání přírodních zdrojů, U Michelského lesa 366, 140 00 Praha 4 - Krč

OCHRANA A TVORBA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ A LESNICTVÍ

AKTUALITY ZE SVĚTA

Publikace obsahuje nejnovější poznatky z oblasti ochrany a tvorby životního prostředí, zejména ochrany ovzduší, vodních zdrojů, půdního fondu, ochrany rostlin a živočichů, tvorby krajiny a hygieny prostředí.

Vychází 6× ročně, jedno číslo v rozsahu 44 stran obsahuje příspěvky zpracované převážně ze zahraniční literatury, materiály a informace ze seminářů, konferencí a dalších vědeckotechnických akcí z této problematiky.

Cena jednotlivého čísla 15,— Kčs, roční předplatné 90,— Kčs.

Objednávky: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2.

RŮST SEMENÁČKŮ JEHLIČNANŮ POD VLIVEM SIMULOVANÉHO KYSELÉHO DEŠTĚ SE ZŘETELEM K JEJICH VÝŽIVĚ

R. Čížková

ČÍŽKOVÁ, R.: (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno): *Růst semenáčků jehličnanů pod vlivem simulovaného kyselého deště se zřetelem k jejich výživě*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 313-326.

Byl sledován účinek výše acidity simulovaného kyselého deště, celkové koncentrace živin, doplňkové dusíkaté výživy a deficitu dusíku, fosforu, draslíku na růst a selekci vitálních semenáčků *Picea abies* (L.) Karst., *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Pinus mugo* Turra. Za zvolených stupňů acidity kyselého deště (pH 3,6; 3,0; 2,8; 2,6; 2,5), dávky a délky působení, byl pozorován převážně jeho stimulační efekt na růst selektovaných vitálních semenáčků smrku a modřínu. Na růstu borovice lesní a borovice kleče se dešť výrazněji neprojevil. Účinek deště byl modifikován dodávkou živin ke kořenům. Při celkově nízké koncentraci všech živin došlo i k negativním účinkům deště na růst. Doplňková dusíkatá výživa stimulační efekt deště na růst vitálních semenáčků dále prohloubila, současně však snížila jejich procento z celkového počtu semenáčků. Počet vitálních semenáčků byl kyselým deštěm výrazně redukován při deficitní výživě draslíkem.

simulovaný kyselý dešť; semenáčky jehličnanů; výživa; růst; vitalita

Pozornost lesnického výzkumu je v současné době často věnována působení kyselých dešťů (včetně dalších imisí), které vyvolávají závažné škody zejména na jehličnatých dřevinách. Přesto však dosud není uspokojivě zjištěn mechanismus jejich účinku vedoucí k odumírání dřevin, jak co se týče vztahu k výživě, tak i ke škále dalších ekologických faktorů. Se záměrem mírnit imisní vlivy byly realizovány pokusy týkající se hnojení lesních porostů zatížených imisemi (Kenk a kol., 1983; Ledinský a kol., 1981; Lomský a Zach, 1989 aj.). Vedle snahy o snížení acidity půd vápněním (Kreutzer a Bittersohl, 1986) se jedná zejména o dodání biogenních prvků. Převážná část výzkumu i praktické aplikace se týká hnojení dusíkatými hnojivy. I když hnojení v lesních porostech může mít záporné ekologické důsledky (podle konkrétních podmínek dané situace) (Ulrich, 1978), přesto nabývá stále na významu spolu se zhoršujícími se podmínkami pro růst lesních dřevin a zalesňování ploch v oblastech exponovaných imisemi. Proto je vyvíjena snaha o nové způsoby aplikace hnojiv, zejména jejich lokálního umístění k vysazovaným sazenicím (Kubelka, 1987; Materna a Ledinský, 1987). Efektivnost dodávky živin je značně proměnlivá, výrazně závisí na přirozených živinných poměrech a dalších okolnostech. Proto jsou získávány rozdílné, až protichůdné výsledky účinku hnojení na růst a zdravotní stav imisemi zatížených lesních dřevin.

Z přírodního prostředí je známa značná variabilita v rezistenci jedinců. Může se jednat jak o jejich odolnost podmíněnou ekologickými faktory v důsledku rozdílných mikropodmínek stanoviště, tak ale i o odolnost podmíněnou geneticky (Sachs a Ho, 1986). Proto je v této studii zvolena metoda jednotné kultiva semenáčků jehličnanů v řízených podmínkách co se týče faktorů klimatických i výživy. Je

zkoumána interakce simulovaného kyselého deště, celkové koncentrace dodávaných živin v živných roztocích, doplňkové dusíkaté výživy a rovněž i deficita základních bioelementů. Je sledováno působení těchto vlivů na růstové parametry semenáčků a na počet selektovaných vitálních jedinců.

MATERIÁL A METODY

Semenáčky jehličnanů [*Picea abies* (L.) Karst., *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Pinus mugo* Turraj byly vypěstovány ze semen o původu: smrk obecný, Semily, partie 87/77/VS, oblast II, 350 m, uzn. j. II B SM/III SM; modřín opadavý, Liptovský Hrádok, oblast IV/720 m, neuzn. porost; borovice lesní, Mladá Boleslav, oblast IV/450 m, uzn. j. II B/BO 49 II/MB; b. kleč, Liptovský Hrádok, oblast a/1300 m, neuzn. porost. Následná kultivace probíhala ve vodní kultuře (Čížková, 1981) při zářivkovém osvětlení 6000 Lx, 16 h fotoperiodě a průměrné teplotě 23 °C.

Umělý kyselý déšť byl simulován roztoky kyseliny sírové v dávce 54 mm. rok⁻¹ s počátkem aplikace po jednom měsíci předkultivace semenáčků, kontrolou byla destilovaná voda (Čížková, 1987a). Poněvadž účinky kyselého deště na rostliny se liší podle výše acidity deště (Čížková, 1987b; Ogner a Teigen, 1980) byl zde zkoumán efekt deště v rozpětí acidit od pH 5,6 (kontrola) až do pH 2,0. Sledované stupně acidit jsou uvedeny zvlášť u jednotlivých experimentů.

Růst semenáčků byl hodnocen na základě stanovení hmotnosti jednotlivých orgánů, procentuálního srovnání hmotnosti ovlivněných semenáčků oproti kontrolním, zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti sušiny celých rostlin (RMR), relativní růstové rychlosti (RGR) vyjadřující hmotnostní přírůstek sušiny vztažený na jednotku sušiny pro daný časový interval a počet selektovaných vitálních semenáčků vyjádřený v procentech z celkového počtu semenáčků.

Vitalita semenáčků byla hodnocena podle stavu asimilačních orgánů. Za vitální byly považovány všechny životaschopné semenáčky, jak úplně zdravé bez jakéhokoliv poškození, tak i s různým stupněm poškození (žloutnutí a usychání) jehlic. Jednotlivé fáze poškození životaschopných jedinců hodnoceny nebyly. Ostatní semenáčky byly totálně odumřelé s úplně uschlými jehlicemi.

Každá pokusná varianta byla zastoupena při každém odběru 50ti semenáčky. Statistická průkaznost diferencí hmotnosti mezi kontrolními semenáčky a ostatními byla hodnocena G-testem (Fryer, 1957).

EXPERIMENT 1

ÚČINEK RŮZNÝCH STUPŇŮ ACIDITY DEŠTĚ, CELKOVÉ KONCENTRACE DO-
DÁVANÝCH ŽIVIN A DOPLŇKOVÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY NA SEMENÁČKY
SMRKU OBECNÉHO

Acidita deště v pH byla 5,6 (kontrola), 3,6; 3,0; 2,8; 2,6; 2,5.

Živné roztoky byly modifikacemi Richterova roztoku (Richter, 1926) o koncentraci dvakrát (0,5) a dvacetkrát (0,05) nižší než autorem sestavené s dávkami dusíku 8,1, síry 1,0, fosforu 1,5, draslíku 3,5, vápníku 3,0 mmol.dm⁻³. K těmto roztokům základních bioelementů byla dále přidána doplňková dusíkatá výživa ve formě NH₄NO₃, v dávce dusíku 0,8 mmol.dm⁻³ (0,5 + N, 0,05 + N). Železo ve všech roztocích bylo ve formě FeEDTA chelátu o koncentraci 0,1 mmol.dm⁻³ a všechny roztoky byly doplněny mikroelementy (Hoagland a Snyder, 1933).

Růst semenáčků byl hodnocen po 100 (1. odběr), 200 (2. odběr) a 250 (3. odběr) dnech jejich kultivace.

EXPERIMENT 2

ÚČINEK RŮZNÝCH STUPŇŮ ACIDITY DEŠTĚ, CELKOVÉ KONCENTRACE DO-
DÁVANÝCH ŽIVIN A DOPLŇKOVÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY NA SEMENÁČKY BO-
ROVICE KLEČE

Acidita deště v pH byla 5,6 (kontrola), 3,6; 3,0; 2,8; 2,6; 2,5.

Živné roztoky byly modifikacemi Richterova roztoku o koncentraci desetkrát (0,1) a stokrát (0,01) nižší než autorem sestavené (s dávkami makroelementů, že-

leza a mikroelementů viz experiment 1). Tyto roztoky byly dále doplněny pří-
datnou dusíkatou výživou stejně jako v experimentu 1 (0,1 + N, 0,01 + N).

Růst semenáček byl hodnocen po 400 dnech jejich kultivace.

EXPERIMENT 3

SROVNÁNÍ ÚČINKU KYSELÉHO DEŠTĚ A DOPLŇKOVÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY
NA RŮST A SELEKCI VITÁLNÍCH SEMENÁČKŮ SMRKU OBECNÉHO, MODŘÍ-
NU OPADAVÉHO, BOROVICE LESNÍ A BOROVICE KLEČE

Acidita deště v pH byla 5,6 (kontrola) a 2,6. Semenáčky byly ovlivňovány si-
mulovaným deštěm až po 120 dnech jejich růstu (po 1. odběru).

Živné roztoky byly modifikacemi Richtera roztoku o koncentraci dvakrát
nižší než autorem sestavené (viz experiment 1) včetně železa a mikroelementů
(výživa základní) a dále doplněné dusíkatou výživou (viz experiment 1) (výživa
N).

Růst semenáček byl hodnocen po 120 (1. odběr) a 250 (2. odběr) dnech jejich
kultivace.

EXPERIMENT 4

ÚČINEK RŮZNÝCH STUPŇŮ ACIDITY DEŠTĚ, VE VZTAHU K DEFICITU DU-
SÍKU, FOSFORU A DRASLÍKU NA RŮST A SELEKCI VITÁLNÍCH SEMENÁČ-
KŮ SMRKU OBECNÉHO

Acidita deště byla v pH 5,6 (kontrola); 2,8; 2,5; 2,3; 2,2; 2,0.

Živné roztoky byly modifikacemi roztoků podle Gericke (1930) o kon-
centraci pětkrát nižší než koncentrace sestavené autorem a to roztok úplný se
všemi makroelementy (výživa úplná) a roztoky parciální bez dusíku (—N), fosfo-
ru (—P) a draslíku (—K). Dávkování železa a makroelementů bylo stejné jako
u experimentu 1.

Růst semenáček byl hodnocen po 60 (1. odběr) a 120 (2. odběr) dnech jejich
kultivace.

VÝSLEDKY

ÚČINEK RŮZNÝCH STUPŇŮ ACIDITY DEŠTĚ, CELKOVÉ KONCENTRACE DO-
DÁVANÝCH ŽIVIN A DOPLŇKOVÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY NA SEMENÁČKY
SMRKU OBECNÉHO

Simulovaný kyselý déšť až do nejvyššího sledovaného stupně acidity
(pH 2,5) působil na růst selektovaných vitálních semenáček smrku sti-
mulačně. Stimulace byla výraznější při doplňkové dusíkaté výživě (+N)
a naopak nejmenší při celkově nižší koncentraci živin (0,05) (tab. I,
obr. 1). U všech variant výživy byl růst epikotylů stimulován dříve
(1. odběr), růst kořenů později (2. a 3. odběr). K růstu smrku byly zpo-
čátku vhodnější nižší koncentrace živin, později koncentrace vyšší. Hod-
noty RMR byly menší při celkově vyšší koncentraci živin a doplňkové
dusíkaté výživě, kyselý déšť je významněji neovlivnil (pouze mírný vze-
stup do pH 2,6). Počet selektovaných vitálních semenáček z celkového
počtu jedinců činil nejméně 88 procent u varianty výživy 0,5 + N při
aciditě deště pH 3,0 a nižší (2. a 3. odběr), u ostatních variant výživy se
pohyboval od 93 (výživa 0,5) do 96 (výživa 0,05) procent (2. a 3. odběr).

ÚČINEK RŮZNÝCH STUPŇŮ ACIDITY DEŠTĚ, CELKOVÉ KONCENTRACE DO-
DÁVANÝCH ŽIVIN A DOPLŇKOVÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY NA SEMENÁČKY BO-
ROVICE KLEČE

Růst selektovaných vitálních semenáček borovice kleče byl kyselým

I. Zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti celých rostlin (RMR) a relativní růstová rychlost (RGR) semenáček *Picea abies* (L.) Karst. ovlivněných stupněm acidity deště, celkovou koncentrací živin a dusíkatou výživou — Root matter ratio (RMR) and relative growth rate (RGR) of *Picea abies* (L.) Karst. seedlings as affected by the level of rain acidity, the total nutrient concentration and nitrogen nutrition

Acidita deště ¹ (pH)	Výživa ²	RMR [% sušiny] ³			RGR [g sušiny 100 g ⁻¹ sušiny den ⁻¹] ⁴		
		odběr ⁶			odběr ⁶		
		1.	2.	3.	1.	2.	3.
5,6 kontrola ⁷	0,5	17,48	24,36	30,91	2,56	1,60	2,13
	0,5 + N	20,30	19,87	22,70	2,53	1,76	2,27
	0,05	21,70	32,64	37,11	2,69	1,33	1,61
	0,05 + N	21,52	31,37	39,25	2,81	1,28	1,75
3,6	0,5	20,21	23,96	32,50	2,58	1,62	2,14
	0,5 + N	15,52	20,32	23,27	2,89	1,38	2,58
	0,05	23,60	32,39	39,96	2,71	1,34	1,61
	0,05 + N	19,28	33,92	42,76	2,93	1,25	2,01
3,0	0,5	16,76	27,08	36,69	2,80	1,41	1,98
	0,5 + N	16,80	23,42	25,32	2,83	1,46	2,63
	0,05	17,57	35,19	38,50	2,98	1,22	1,51
	0,05 + N	20,26	34,18	44,60	3,04	1,40	2,23
2,8	0,5	17,44	28,52	32,37	2,86	1,29	2,14
	0,5 + N	15,75	23,32	24,74	2,97	1,41	2,10
	0,05	19,53	33,67	39,71	3,07	1,17	1,45
	0,05 + N	19,09	36,17	39,34	3,14	1,45	1,47
2,6	0,5	19,68	27,61	34,08	2,86	1,27	2,19
	0,5 + N	17,52	21,31	23,56	2,99	1,48	2,32
	0,05	19,92	34,55	40,85	3,09	1,16	1,49
	0,05 + N	20,32	40,49	45,03	3,15	1,26	1,78
2,5	0,5	18,30	29,10	31,94	2,75	1,39	2,44
	0,5 + N	15,91	21,63	21,09	3,00	1,42	2,35
	0,05	18,98	35,14	33,20	2,92	1,02	1,70
	0,05 + N	20,12	34,38	42,99	3,12	1,28	1,74

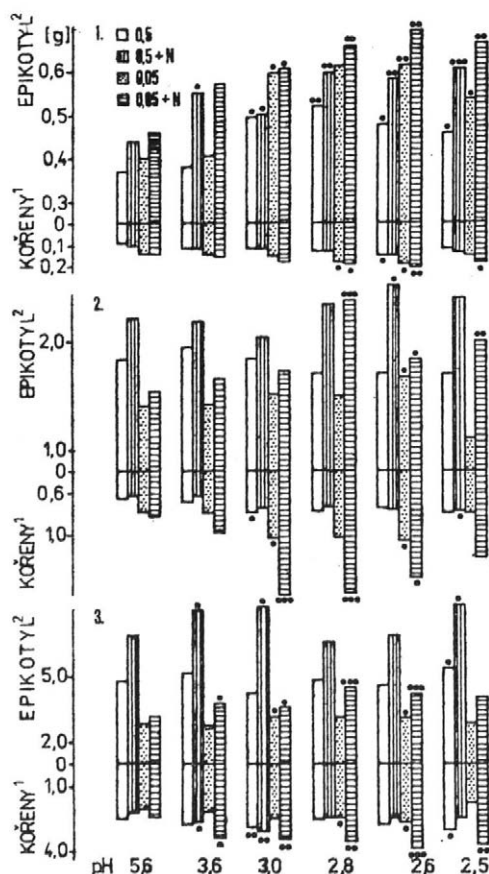
acidity of rain¹, nutrition², (% dry matter)³, (g dry matter per 100 g, dry matter per day)⁴, sampling⁶, control⁷

deštěm ovlivněn v závislosti na jejich výživě. Zatímco při nižší koncentraci živin (0,01) byl efekt deště na růst semenáček inhibiční, při vyšší koncentraci živin, ale zejména při doplňkové dusíkaté výživě (0,1 + N), působil až do pH 2,6 stimulačně (tab. II, obr. 2). Při inhibičním účinku kyselého deště hodnoty RMR poklesly, při stimulačním účinku změny

1. Průměrná hmotnost sušiny 10 semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. ovlivněných stupněm acidity deště (pH 5,6 — kontrola; 3,6; 3,0; 2,8; 2,6; 2,5), celkovou koncentrací živin (0,5; 0,05) a doplňkovou dusíkatou výživou (0,5 + N; 0,05 + N). Časové odběry jsou označeny: 1., 2., 3. — Average dry matter of 10 *Picea abies* (L.) Karst. seedlings as affected by the level of rain acidity (pH 5.6 — control, 3.6, 3.0, 2.8, 2.6, 2.5), the total nutrient concentration (0.5, 0.05) and supplementary nitrogen nutrition (0.5 + N, 0.05 + N). The time samplings are designated: 1., 2., 3.

Statisticky prokázané difference mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými ostatními stupni acidity při příslušné variantě výživy jsou označeny • = P 0,05; •• = P 0,01; ••• = P 0,001 (n = 5)

Statistically significant differences between control seedlings and those unaffected by the acid rain at appropriate nutrition are marked as follows • = P 0.05; •• = P 0.01; ••• = 0.001 (n = 5); (For Fig. 1—4) roots¹, epicotyl²



RMR nenastaly. Počet selektovaných vitálních semenáčků nebyl sledován.

SROVNÁNÍ ÚČINKU KYSELÉHO DEŠTĚ A DOPLŇKOVÉ DUSÍKATÉ VÝŽIVY NA RŮST A SELEKCI VITÁLNÍCH SEMENÁČKŮ SMRKU OBECNÉHO, MODŘÍNU OPADAVÉHO, BOROVICE LESNÍ A BOROVICE KLEČE

Vzhledem k tomu, že kyselým deštěm byly semenáčky ovlivňovány až po 1. časovém odběru, představují růstové změny zjištěné v 1. odběru samotný efekt doplňkové dusíkaté výživy. 2. odběr zachycuje efekt kyselého deště na semenáčky zásobené základní výživou a dále na semenáčky již dříve ovlivněné doplňkovým dusíkem.

Srovnáním vlivu kyselého deště na čtyři druhy jehličnanů je patrný příznivý efekt kyselého deště na růst selektovaných vitálních semenáčků smrku a modřínu (tab. III, obr. 3). Doplňková dusíkatá výživa stimulační působení kyselého deště dále prohloubila. Na růstu borovice lesní a borovice kleče se kyselý déšť neprojevil. Ovšem i zde kombinace doplňkové dusíkaté výživy a kyselého deště byla ve srovnání s kontrolou, základní výživou pro růst semenáčků příznivá (tab. III, obr. 3). Kyselý déšť mírně zvýšil hodnoty RMR s výjimkou u modřínu. Vedle stimulace růstu selektovaných vitálních semenáčků smrku a modřínu kyselý déšť však snížil jejich procento z celkového počtu jedinců. U smrku

činil počet selektovaných vitálních semenáčků 76 %, při doplňkové dusíkaté výživě pouze 54 %, u modřínu 70 a 64 %. U borovice lesní kyselý déšť na změny vitality semenáčků nepůsobil, ale počet vitálních semenáčků borovice kleče byl účinkem kyselého deště při doplňkové dusíkaté výživě snížen až na 40 % (tab. III).

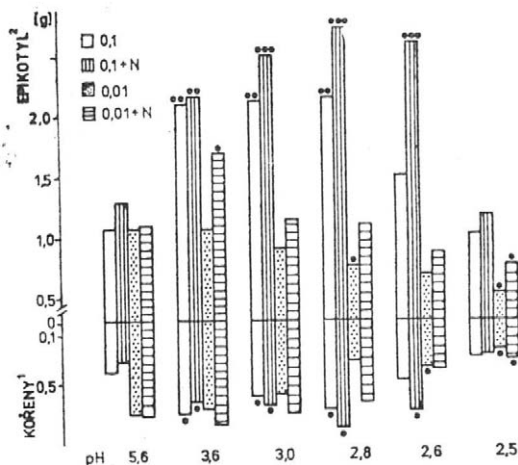
ÚČINEK RŮZNÝCH STUPŇŮ ACIDITY DEŠTĚ VE VZTAHU K DEFICITU DUSÍKU, FOSFORU A DRASLÍKU NA RŮST A SELEKCI VITÁLNÍCH SEMENÁČKŮ SMRKU OBECNÉHO

Při úplné výživě kyselý déšť stimuloval růst vitálních semenáčků smrku až do acidity pH 2,2. Rovněž při deficitu fosforu se poněkud projevila stimulační efekt kyselého deště. Při deficitu dusíku a draslíku stimulace růstu žádným stupněm acidity nenastala (tab. IV, obr. 4). Hodnoty RMR kyselý déšť mírně zvětšoval (tab. IV). Kyselý déšť se zvyšováním acidity snižoval procento vitálních semenáčků (tab. IV). Zatímco při úplné výživě bylo procento selektovaných vitálních semenáčků nejvyšší, bylo výrazně sníženo zejména při deficitní výživě draslíkem. Na semenáčcích byly patrné vizuální symptomy související s deficitem příslušného prvku.

DISKUSE

Kyselý déšť působí řadu negativních jevů na rostlinách jako destrukci povrchu listů a vymývání prvků. Byly však zaznamenány rozdílné efekty kyselého deště na růst dřevin, kdy nastalo snížení, ale i zvýšení růstu, případně změna růstu nebyla pozorována vůbec (Katainen a Kellomaki, 1981; Ogner a Teigen, 1980; Tveite Abrahamsen, 1980). Je třeba posoudit příčiny těchto rozdílných vlivů. Nepochybně záleží na kvalitě a kvantitě deště, ale také na dalších okolnostech růstu dřevin.

Vzhledem k tomu, že acidifikační stres je v těsném propojení s nutričními poměry, může v procesech účinku kyselého deště spolupůsobit případný deficit prvků (Rehfuess a Bosh, 1986). V půdním prostředí nastává zvyšováním acidity vymývání kationtů, uvolňování hli-



2. Průměrná hmotnost sušiny 10 semenáčků *Pinus mugo* Turra ovlivněných stupněm acidity deště (pH 5,6 — kontrola; 3,6; 3,0; 2,8; 2,6; 2,5), celkovou koncentrací živin (0,1; 0,01) a doplňkovou dusíkatou výživou (0,1 + N, 0,01 + N) — Average dry mater of 10 *Pinus mugo* Turra seedlings as affected by the level of rain acidity (pH 5.6 — control, 3.6, 3.0, 2.8, 2.6, 2.5), the total nutrient concentration (0.1, 0.01) and supplementary nitrogen nutrition (0.1 + N, 0.01 + N).

Statisticky průkazné difference mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými ostatními stupni acidity při příslušné variantě výživy jsou označeny: ● = P 0,05; ●● = P 0,01; ●●● = P 0,001 (n = 5) For 1, 2 see Fig. 1

II. Zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti celých rostlin (RMR), relativní růstová rychlost (RGR) a účinek acidity deště na růst vyjádřený v procentech hmotnosti sušiny proti kontrole (jednotlivě pro příslušnou výživu) semenáčků *Pinus mugo* Turra ovlivněných acidity deště, celkovou koncentrací živin a dusíkatou výživou — Root matter ratio (RMR), relative growth rate (RGR) and influence of the level of rain acidity on growth expressed in percentage of dry matter compared to control (corresponding nutrition respectively) of *Pinus mugo* Turra seedlings as affected by the level of rain acidity, the total nutrient concentration and nitrogen nutrition

Acidita deště ¹ [pH]	Výživa ²	RMR [% sušiny] ³	RGR [g sušiny 100 g ⁻¹ sušiny den ⁻¹] ⁵	[% sušiny] ³
5,6 Kontrola ⁷	0,1	25,56	1,01	100
	0,1 + N	18,66	1,03	100
	0,01	38,99	1,06	100
	0,01 + N	39,20	1,06	100
3,6	0,1	24,09	1,17	190,07
	0,1 + N	20,99	1,17	179,74
	0,01	36,98	1,05	96,41
	0,01 + N	31,02	1,14	138,09
3,0	0,1	20,56	1,16	182,98
	0,1 + N	17,27	1,23	227,36
	0,01	37,48	1,00	81,11
	0,01 + N	37,41	1,06	102,77
2,8	0,1	20,64	1,16	186,07
	0,1 + N	18,30	1,24	270,24
	0,01	28,45	0,92	57,53
	0,01 + N	35,30	1,05	95,76
2,6	0,1	22,80	1,08	131,74
	0,1 + N	18,26	1,24	234,75
	0,01	33,63	0,91	56,77
	0,01 + N	29,83	0,96	68,16
2,5	0,1	20,92	0,97	86,55
	0,1 + N	18,47	1,00	88,95
	0,01	29,07	0,82	39,09
	0,01 + N	27,81	0,92	57,52

For 1, 2, 3, 5, 7 see Tab. I

níku, železa, manganu a změny koloběhu dusíku (Ulrich, 1983). Jde o snížení mikrobiální aktivity půd, snížení mineralizace a nitrifikace, následné vymývání dusíku a tím zmenšení jeho množství, které je dřevinám k dispozici (Andersson a kol., 1980). Proto se zásahy hnojení v lesních porostech zatížených imisemi soustřeďují především na

III. Zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti celých rostlin (RMR), relativní růstová rychlost (RGR), selekce vitálních semenáčků ovlivněných doplňkovou dusíkatou výživou a kyselým deštěm (pH 2,6), A. účinek doplňkové dusíkaté výživy na růst semenáčků vyjádřený v procentech hmotnosti sušiny proti semenáčkům s výživou základní (jednotlivě pro kontrolu pH 5,6 a kyselý déšť pH 2,6), B. účinek kyselého deště na růst semenáčků vyjádřený v procentech hmotnosti sušiny proti kontrole (jednotlivě pro výživu základní a doplňkovou výživu dusíkatou), C. účinek doplňkové dusíkaté výživy a kyselého deště vyjádřený v procentech hmotnosti sušiny proti kontrole s výživou základní — Root matter ratio (RMR), relative growth rate (RGR), selection of vital seedlings as affected by the supplementary nitrogen nutrition and the acid rain (pH 2.6), A. effect of supplementary nitrogen nutrition on seedling growth expressed in percentage of dry matter compared to the basal nutrition (control pH 5.6 and acid rain pH 2.6, respectively), B. effect of acid rain on seedling growth expressed in percentage of dry matter compared to the control (basal nutrition and supplementary nitrogen nutrition, respectively), C. effect of supplementary nitrogen nutrition and acid rain expressed in percentage of dry matter compared to the control with basal nutrition

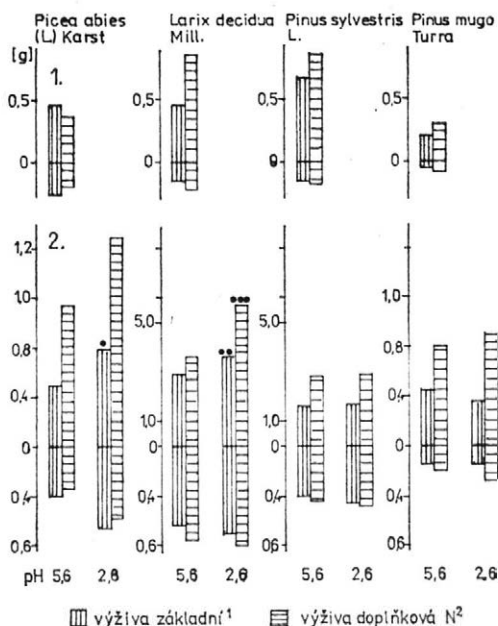
Druh dřeviny ¹	Acidita deště ² [pH]	Výživa ³	RMR [% sušiny] ⁴		RGR [g sušiny 100 g ⁻¹ sušiny den ⁻¹] ⁵		Počet vitálních semenáčků ⁶ [%]		[% sušiny] ⁴			
									A		C	
			odběr ⁷						odběr ⁷			
			1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	2.	2.
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	5,6 kontrola ⁸ 2,6	základní ⁹ N základní ⁹ N	30,99 29,63	39,20 20,29 40,47 22,84	2,49 2,29	0,13 0,60 0,44 0,90	100 100	100 98 76 54	100 78,9	100 157,6 100 156,7	100 100 158,7 157,8 248,6	
<i>Larix decidua</i> Mill.	5,6 kontrola ⁸ 2,6	základní ⁹ N základní ⁹ N	22,96 19,11	16,99 16,40 15,49 12,02	2,59 3,02	1,12 0,94 1,27 1,19	100 99	97 96 70 64	100 166,7	100 126,9 100 147,0	100 100 126,4 146,4 185,8	
<i>Pinus sylvestris</i> L.	5,6 kontrola ⁸ 2,6	základní ⁹ N základní ⁹ N	17,89 12,41	18,05 12,75 20,53 13,37	2,56 2,70	0,58 0,75 0,65 0,78	100 100	100 99 100 100	100 118,4	100 152,2 100 159,7	100 100 99,2 104,1 158,5	
<i>Pinus mugo</i> Turra	5,6 kontrola ⁸ 2,6	základní ⁹ N základní ⁹ N	17,86 19,77	20,87 18,06 25,85 21,39	1,89 2,25	0,58 0,64 0,49 0,71	100 99	100 87 92 40	100 153,6	100 168,8 100 213,1	100 100 88,3 111,5 188,1	

woody species¹, acidity of rain (pH)², nutrition³, RMR (% dry matter)⁴, RGR (g dry matter per 100 g dry matter per day)⁵, number of vital seedlings (%)⁶, sampling⁷, control⁸

3. Průměrná hmotnost sušiny 10 semenáčků ovlivněných doplňkovou dusíkatou výživou (N) a kyselým deštěm (pH 2,6, kontrola — pH 5,6). Časové odběry jsou označeny: 1., 2. — Average dry matter of 10 seedlings as affected by the supplementary nitrogen nutrition (N) and the acid rain (pH 2.6, control — pH 5.6). The time samplings are designated: 1., 2.

Statisticky průkazné difference mezi semenáčky kontrolními a ovlivněnými kyselým deštěm (pH 2,6) při příslušné variantě výživy jsou označeny • = P 0,05; •• = P 0,01; ••• = P 0,001 (n = 5)

basal nutrition¹ supplementary nitrogen nutrition²



hnojení dusíkem. Z toho důvodu zde bylo zkoumáno, jak se deficit prvků, koncentrace všech živin a doplňková dusíkatá výživa projeví na růstu a odolnosti semenáčků jehličnanů vůči simulovanému kyselému dešti.

Kyselý déšť byl v experimentech této studie simulován roztoky kyseliny sírové. Vedle zvýšené acidity se tudíž jednalo o přísun SO_4^{2-} iontů. Kyselý déšť jak stimuloval, tak i inhiboval růst semenáčků v podstatě v závislosti na výši jeho acidity a zásobení kořenů semenáčků živinami. Stimulační efekt deště lze přisoudit právě listové výživě sírou. Ovšem v úvahu přichází i efekt průniku protonů do pletiv a z toho vyplývající reakce včetně účinku protonů na různé biochemické procesy i metabolismus fytohormonů. V důsledku působení kyselého deště byly zaznamenány změny aktivit cytokininů a giberelinů (Čížková, 1991). Případy stimulace růstu jehličnanů kyselým deštěm zde nastávaly až do acidity deště pH 2,5 [2,2]. Odolnost semenáčků jehličnanů vůči této aciditě svědčí o značné rezistenci povrchu jehlic vůči poškození kyselinou na rozdíl od zjištěné podstatně větší citlivosti kořenů (Čížková, 1987b). Otázkou zůstává, jaká by byla reakce při celkově větších dávkách a po delším působení deště. Stimulační účinek kyselého deště na růst byl podmíněn dodávkou živin. Jak celková koncentrace všech živin, tak doplňková výživa rozhodovaly, zda kyselý déšť ovlivnil růst pozitivně či negativně. Zkoumané koncentrace živin byly zvolené podle předchozích výzkumů, přičemž optimální byla pro smrk koncentrace 0,5 Richterova živného roztoku. Vzhledem k nižším nárokům borovice klesla na živiny, byly pro její kultivaci použity koncentrace nižší. Přesto právě zde došlo k výraznému inhibičnímu efektu deště na růst semenáčků. Příznivý účinek kyselého deště podmíněný doplňkovou dusíkatou výživou je možné vysvětlit na základě metabolického vztahu mezi dusíkem a sírou. Byla prokázána důležitost statutu síry při proteosyntéze. Kelly a Lambert (1972) zjistily konstantní poměr 0,03 mezi organickým dusíkem a organickou sírou v jehlicích *Pinus radiata* a zaznamenali, že nedosta-

IV. Zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti celých rostlin (RMR), relativní růstová rychlost (RGR) a selekce vitálních semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. ovlivněných stupněm acidity deště a deficitem dusíku, fosforu, draslíku (jednotlivě) — Root matter ratio (RMR), relative growth rate (RGR) and selection of vital *Picea abies* (L.) Karst. seedlings as affected by the level of rain acidity and the nitrogen, phosphorus, potassium deficiency (respectively)

Acidita deště ¹ [pH]	Výživa ²	RMR [% sušiny] ³		RGR [g sušiny 100 g ⁻¹ sušiny den ⁻¹] ⁷		Počet vitálních semenáčků ⁵ [%]
		odběr ⁶		odběr ⁶		odběr ⁶
		1.	2.	1.	2.	2.
5,6 kontrola ⁷	úplná ⁸	15,00	20,86	3,73	2,06	100
	—N	18,92	23,21	3,56	0,73	93
	—P	16,67	27,69	3,77	0,78	90
	—K	14,58	14,52	4,00	0,48	93
2,8	úplná ⁸	15,09	21,21	4,18	1,90	100
	—N	18,92	21,82	3,58	0,68	88
	—P	18,00	33,78	4,10	0,66	85
	—K	16,28	15,87	3,88	0,61	85
2,5	úplná ⁸	15,09	21,12	4,19	1,85	95
	—N	21,05	27,27	3,59	0,64	84
	—P	18,75	34,21	4,01	0,80	86
	—K	15,56	18,18	3,92	0,31	78
2,3	úplná ⁸	17,86	21,51	4,36	1,61	94
	—N	21,62	37,93	3,56	0,80	85
	—P	21,74	35,06	3,92	0,88	80
	—K	15,21	17,19	3,96	0,55	75
2,2	úplná ⁸	17,65	21,97	4,59	1,98	92
	—N	21,62	32,26	3,59	0,86	87
	—P	22,22	36,46	4,18	1,00	80
	—K	15,22	18,31	3,98	0,69	57
2,0	úplná ⁸	19,61	18,95	4,12	1,84	93
	—N	22,22	31,58	3,56	0,76	81
	—P	21,57	34,12	4,11	0,86	78
	—K	16,67	13,51	3,84	0,89	53

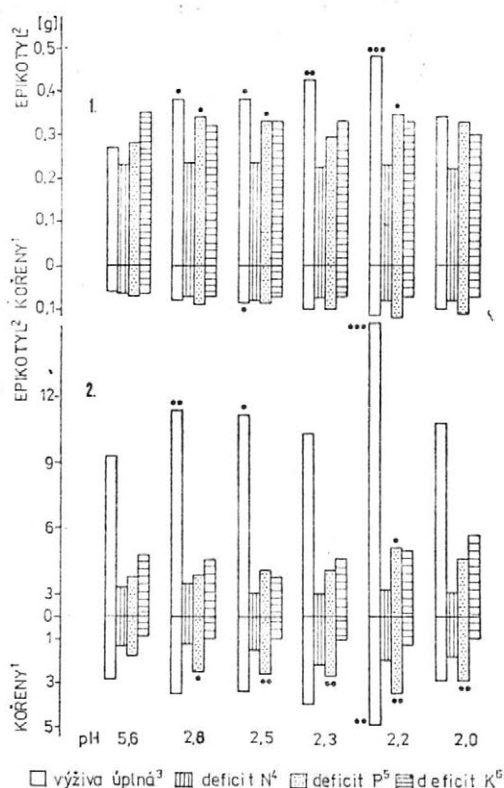
acidity of rain¹, nutrition², RMR (% dry matter)³, RGR (g dry matter per 100 g dry matter per day)⁴, number of vital seedlings (%)⁵, sampling⁶, control⁷, complete⁸

tek síranové síry v listech limituje příjem dusíku. Deficit síry může být právě příčinou toho, že se nedostaví pozitivní reakce dřeviny na dusíkatá hnojiva (Radvan a Shumway, 1985). Bylo dokázáno zředění

4. Průměrná hmotnost sušiny semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. ovlivněných stupněm acidity deště (pH 5,6 — kontrola; 2,8; 2,5; 2,3; 2,2; 2,0) a deficitem dusíku, fosforu, draslíku (jednotlivě). Časové odběry jsou označeny: 1., 2. — Average dry matter of 10 *Picea abies* (L.) Karst. seedlings as affected by the level of rain acidity (pH 5.6 — control, 2.8, 2.5, 2.3, 2.2, 2.0) and deficiency of nitrogen, phosphorus, potassium (respectively). The time samplings are designated: 1., 2.

Statisticky průkazné difference mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými ostatními stupni acidity deště při příslušné výživě jsou označeny: * = P 0,5; ** = P 0,01; *** = P 0,001 (n = 5)

roots¹, epicotyl², complete nutrition³, N deficiency⁴, P deficiency⁵, K deficiency⁶



rezerv síry v jehlicích douglasky dusíkatým hnojením a požadavek adekvátní dodávky síry do listů k dosažení pozitivní růstové reakce na dusíkaté hnojení (Turner a kol., 1979). Dodávka dusíku umožňuje inkorporaci síranové síry do organických vazeb a redukcí koncentrace síry v opadu jehlic. Síra ve vazbě síranové může být dokonce lepší k detekci požadavků dusíkatého hnojení než koncentrace dusíku v listech. Deficit dusíku vede ke hromadění síranové síry a naopak síranová síra může zvýšit využití dusíku.

Svoji roli na výsledcích pokusů interakce kyselého deště a dusíkaté výživy nepochybně hraje i forma dodávaného dusíku. Zatímco v základních živných roztocích experimentů této studie byl dusík dodán jako NO_3^- , doplňková dusíkatá výživa byla ve formě NH_4NO_3 . Dodávka dusíku jako NH_4NO_3 se u jehličnanů projevuje v akumulaci organického rozpustného N i anorganického N (NH_4^+) (Clement a Gessel, 1985). I tento vliv se musel projevit na N příjmu, akumulaci a růstové reakci. U jehličnanů je míra NH_4^+ příjmu vyšší než NO_3^- jsou-li dodány obě formy. I v přírodních podmínkách, ať se už jedná přímo o hnojení dusíkem nebo o depozici síranů a nitrátů v dešti, může z interakce N a S plynout potenciální užitek pro lesní porosty. Však i proto existuje obrovská spleť vztahů, které při působení kyselého deště v interakci s živinami nastávají.

Nejednoznačné, ba protichůdné výsledky hnojení mohou též připadat od případu souviset s ostatními variabilními ekologickými podmínkami. Zcela obecně je dodávka živin ke dřevinám vystaveným působení kyselého

lého deště efektivní, jsou-li z jakýchkoliv příčin živiny deficitní pro růst a ostatní faktory růst nelimitují. K pochopení vztahů růst a výživa u stresovaných dřevin je nezbytné srovnání listových a půdních analýz. Terapeutické hnojení bývá úspěšné pouze v počátečních stadiích poškození dřevin (Nebe a kol., 1985). V současné době jsou zkoumány nové formy aplikace živin, zejména při výsadbě sazenic lesních dřevin, které by jim umožnily úspěšnou adaptaci danému prostředí a přežití na imisních stanovištích. Tak byl například zkoušen vliv hnojiva ve formě tablet na přírůst a mortalitu sazenic smrku pichlavého a modřínu, vysazovaných v oblasti imisního zatížení jako náhradní dřeviny (Materna a Ledinský, 1987). Důvodem zjištěného neúspěchu této aplikace živin asi byla skutečnost, že dodání kombinovaného hnojiva bez ohledu na přirozené živiny v půdě mohlo vyvolat disproporce ve výživě. Tyto byly nepochybně prohloubeny depozicí kyselých složek znečištěného ovzduší. Roli ale mohlo hrát i vyplavování živin dříve, než sazenice prokořenily. Lepší výsledky byly získány použitím granulí hnojiv o chemickém složení odpovídajícím potřebám daného stanoviště a dřevin (Kubelka, 1987).

Mezi efekty kyselých srážek na vegetaci patří spolu s destrukcí listových pletiv i zvýšené vymývání prvků z exponovaných povrchů rostlin. Také výzkum zaměřený na účinky kyselých srážek vzhledem k vymývání chemických substancí z asimilačních orgánů vede často k rozporným výsledkům. Vymývání může sice vést k deficitu prvků a výskytu deficitních symptomů, ale větší vymývání prvků však může zintenzívnit jejich příjem rostlinami. Ve zde popsaných experimentech se o vymývání prvků nemohlo jednat vzhledem k tomu, že nadzemní části semenáčků byly kyselým deštěm pouze roseny nikoliv omývány. K navození řízených deficitních stavů výživy byly příslušné prvky vyloučeny z živiných roztoků. Při deficitu dusíku a draslíku za žádného stupně acidity deště nenastala stimulace růstu semenáčků kyselým deštěm, omezeně se projevila pouze při deficitu fosforu.

U lesních dřevin se podstatně liší fenotypové reakce individuů na dané stresové situace. Také v imisních oblastech jsou rozdílné reakce dřevin nejen druhové a vnitrodruhové, ale i individuální (Matschke a kol., 1985; Peřina kol., 1984; Šindelář, 1988). Vzhledem k tomu, že ve variabilních přírodních podmínkách se může na rozdílné citlivosti dřevin vůči imisím podílet celá škála lokálních ekologických vlivů, nelze jednoznačně rozhodnout o příčině diferencí v reakcích dřevin. V experimentech této studie bylo sledováno jak se selekce odolnějších jedinců kyselým deštěm projevuje za ekologických podmínek konstantních pro celý soubor jedinců. Nemohlo se tedy jednat pouze o ekofyziologickou odolnost. Typickým efektem účinku kyselého deště bylo odumírání některých semenáčků, které bylo dále modifikováno podmínkami výživy. Nejen deficit draslíku, který výrazně snižoval vitalitu semenáčků při působení kyselého deště, ale i dusík se podílel na regulaci selekce vitálních semenáčků. Přesto, že byl doplňkovým dusíkem růst vitálních semenáčků v interakci s kyselým deštěm podpořen, inverzně byl redukován jejich počet. Rozdílný efekt dusíku na růst a vitalitu je potřeba mít na zřeteli i při posuzování rozdílných výsledků hnojení v porostech, kde je cílem zásahů zvýšení stability, vitality lesních porostů a udržení produkčního potenciálu.

Přes četné výzkumy mechanismů relativní rezistence některých

klonů, resp. jedinců vůči imisím nejsou její příčiny dosud plně známy. Relativní rezistence se může týkat funkce průduchů, redukce příjmu škodlivin, zvýšených biochemických detoxifikačních schopností, enzymatických a fytohormonálních aktivit, stability membrán atd. Ve vztahu k rezistenci vůči imisím byly potvrzeny i individuální geneticky podmíněné difference lesních dřevin (Müller-Starck, 1985). Využitím enzymů jako genetických markerů byla detekována individuální selekce vůči imisnímu poškození u borovice (Mejnartowicz, 1983) a smrku (Scholz a Bergmann, 1984). Jedním z faktorů zajišťujících adaptabilitu rezistentnějších individuí je vyšší heterozygotismus. K úspěšnému podpoření růstu a vitality lesních dřevin ohrožovaných imisí je třeba využívat poznatky jak fyziologie, tak i genetiky.

Literatura

- ANDERSON, F. — FAGERSTRÖM, T. — NILSON, S. I.: Forest ecosystem responses to acid deposition-hydrogen ion budget and nitrogen/tree growth model approaches. — In: Effects of acid precipitation of terrestrial ecosystems. Ed. Hutchinson, T. C. Havas, M. (Plenum Publishing Corporation, 1980, s. 319-334).
- CLEMENT, A. — GESSEL, S. P.: N, S, P Status and Protein Synthesis in the Foliage of Norway Spruce [*Picea abies* (L.) Karst. and Austrian Black Pine (*Pinus-Nigra* Arnold Var Nigra). Plant and Soil, 85, č. 3, 1985, s. 345.
- ČÍŽKOVÁ, R.: The growth of conifer seedlings in water culture. Acta Sci. matur., Acad. Ser. bohemoslov., Brno, 15, č. 9, 1981, s. 1-32.
- ČÍŽKOVÁ, R.: Reakce semenáčků buku a dubu na umělý kyselý déšť ve vztahu k výživě dusíkem. Lesnictví, 33, č. 4, 1987a, s. 295-312.
- ČÍŽKOVÁ, R.: Citlivost smrku ztepilého a borovice kleče na acidifikaci kořenového prostředí. Lesnictví, 33, 1987b, č. 9, s. 787-780.
- ČÍŽKOVÁ, R.: Interactive effects of exogenous growth regulators and artificial acid rain on cytokinins and gibberellins in maple seedlings. Biol. Plant. 33, 1991, č. 2, s. 115-126.
- FRYER, H. C.: Elements of statistics. New York, 1957.
- HOAGLAND, D. R. — SNYDER, W. C.: Nutrition of strawberry plant under controlled conditions. (a) Effects of deficiencies of boron and certain other elements. (b) Susceptibility to injury from sodium salts. Proc. Amer. Soc. hort. Sci., 30, 1933, s. 288-294.
- KATAIEN, H. S. — KELLOMÄKI, S.: Effect of folian application of dilute sulphuric acid on scots pine seedlings. Silva fenn., 15, 1981, s. 267-284.
- KELLY, J. — LAMBERT, M. J.: The relationship between sulphur and nitrogen in the foliage of *Pinus radiata*. Pl. and Soil, 37, 1972, s. 395-408.
- KENK, G. — EVERS, E. — UNFRIED, P. — SCHRÖTER, H.: Fertilization — response to effects due to air pollution in stands of silver fir and Norway spruce. Allg. Forst-Jagdztg., 154, 1983, č. 9-10, s. 153-169.
- KREUTZER, K. — BITTERSOHL, J.: Investigations About the Effects of Acid Deposition and Compensative Liming in the Forest. Forestwiss. Centralblatt, 105, 1986, č. 4, s. 273.
- KUBELKA, L.: Tvarovaná hnojiva a jejich použití v imisních oblastech. Lesn. Práce, 10, 1987, s. 441-445.
- LEDINSKÝ, J. — PASUTHOVÁ, J. — RYŠKOVÁ, L.: Působení hnojení a SO₂ na některé provenience smrku. Práce VÚLHM, 59, 1981, s. 101-115.
- LOMSKÝ, B. — ZACH, P.: Sledování účinnosti hnojení u smrkových mlazin v Jizerských horách. In: V. Dny rostlinné fyziologie, In: Sborník, Brno 1989, s. 168.
- MATERNA, J. — LEDINSKÝ, J.: Některé výsledky použití hnojivých tablet Fertilinz. Lesn. Práce, 8, 1987, s. 374-375.
- MATSCHKE, J. — SCHACHLER, G. — EWALD, D. — SCHEUMANN, W. — HERTEL, H.: Selektion und Vermehrung rauchtoleranter forstlicher Gehölze für die immissionsschadgebiete. In: Ausgewählte Problem der Gehölzphysiologie. Kurtrefereate, s. 58-62, Symposium Tharandt 4.-7. September 1985.
- MEJNARTOWICZ, L. E.: Changes in genetic structure of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) population affected by industrial emission of fluoride and sulfur dioxide. Genet. Pol., 24, 1983, s. 41-50.

- MÜLLER-STARCK, G.: Genetic Differences between „Tolerant“ and „Sensitive“ Beeches (*Fagus sylvatica* L.) in an Environmentally Stressed Adult Forest Stand. *Silvae Genet.*, 34, č. 6, 1985, s. 241-247.
- NEBE, W. — LEUBE, F. — HOFMANN, W. — ILGEN, G. — HÖHNE H. — FIEDLER, H. J.: Zur Ernährung von Fichtenbeständen in Gebieten mit qualitativ unterschiedlichen Immissionen. In: *Ausgewählte Probleme der Gehölzphysiologie. Kurzreferate*, S. 63-66, Symposium Tharandt 4.-7. September 1985.
- OGNER, G. — TEIGEN, O.: Effects of acid irrigation and liming on two clones of Norway spruce. *Pl. and Soil*, 57, 1980, s. 305-321.
- PERINA, V. a kolektiv: *Obnova a pěstování porostů v oblastech postižených průmyslovými imisemi*. SZN, ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR, 1984.
- RADWAN, M. A. — SHUMWAY, J. S.: Response of Douglas-Fir Seedlings to Nitrogen, Sulfur and Phosphorus Fertilizers. *Res. Pap. PNW-346*, 14 p. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1985.
- RICHTER, O.: Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Kulturgräser. I. Über das grosse Eisenbedürfnis der Beispflanzen (*Oryza sativa* L.). *Sitz. — Ber. Akad. Wiss. Wien, M-nat. Kl.* 135, Abt. I. 1926, č. 5., 6., s. 203-242.
- REHFUESS, K. E. — BOSCH, C.: Experimental Studies on the Norway Spruce (*Picea abies* L. Karst.). Decline on Acidic Soils At High Altitudes — Working Hypothesis and Experimental Design (German). *Forstwiss. Centralblatt*, 105, č. 4, 1986, s. 201.
- SACHS, M. M. — HO, T. H. D.: Alternation of gene expression during environmental stress in plants. *Am. Rev. Plant. Physiol.*, 37, 1986, s. 363-376.
- SCHOLZ, F. — BERGMANN, F.: Selection pressure by air pollution as studied by isozyme-gene-systems in Norway spruce exposed to sulphur-dioxide. *Silvae Genet.*, 33, 1984, s. 238-241.
- SINDELAR, J.: Proměnlivost zdravotního stavu, vzrůstu a jakosti různých proveniencí modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) v lesní oblasti 1 — Krušné Hory. *Lesnictví*, 34, 1988, č. 8, s. 755-768.
- TURNER, J. — LAMBERT, M. J. — GESSEL, S. P.: Sulphur requirements of nitrogen Fertilized Douglas-fir. *Forest Sci.*, 3, 1979, s. 461-467.
- TVEITE, B. — ABRAHAMSEN, G.: Effects of artificial acid rain on the growth and nutrient status of trees. In: *Effect of acid precipitation on terrestrial ecosystems*, eds. Hutchinson, T. C., Havas, M., 1980, s. 305-318.
- ULRICH, B.: Forstdüngung und Umwelt. *Allg. Forstz.*, 33, 1978, č. 15, s. 413-416.
- ULRICH, B.: Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluss des „sauren Regens“. *Allg. Forst Zeitschrift B.* 1089, 38, č. 26 a 27, 1983, s. 670-677.

Došlo 2. 2. 1990

ČÍŽKOVÁ, R. (Institute of Systematic and Ecological Biology, Brno): *Growth of conifer seedlings under simulated acid rain with respect to seedling nutrition*. *Lesnictví*, 37, 1991, (4-5) : 313-326.

The effect of the acidity level of simulated acid rain, of the total nutrient concentration, nitrogen supplementary nutrition and deficits of nitrogen, phosphorus and potassium was studied as exerted on the growth and selection of vital seedlings of *Picea abies* (L.) Karst., *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo* Turra. At the tested acidity degrees (pH 3.6, 3.0, 2.8, 2.6 and 2.5) of the acid rain, the rain was largely observed to have a stimulating effect on the growth of the selected vital seedlings of spruce and larch. No significant influence was observed to be exerted by acid rain on the growth of the Scotch pine and mugo pine. The effect of the rain was modified by the supply of nutrients to the roots. With a generally low concentration of all nutrients the acid rain had an adverse effect on growth. Supplemental nutrition with nitrogen intensified the stimulating effect of acid rain on the growth of the vital seedlings, but this effect was accompanied by a decrease in the proportion of vital seedlings out of the total number of seedlings. When there was a deficit of potassium in the nutrition of the seedlings, the number of vital seedlings was markedly reduced by acid rain.

simulated acid rain; conifer seedlings; nutrition; growth; vitality

Adresa autorů:

RNDr. Radmila Čížková, CSc., Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno

ZVÝŠENÍ TVORBY PRYSKYŘICE VE STROMECH INJEKTÁŽÍ CHEMICKÝCH PŘÍPRAVKŮ

V. Glomb, P. Artner, J. Sequens

GLOMB V. — ARTNER, P. — SEQUENS, J. (Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ, Kostelec nad Černými lesy): *Zvýšení tvorby pryskyřice ve stromech injektáží chemických přípravků*. Lesnictví, 37, 1991, (4-5) : 327-332.

Injektáž přípravku Reglone (účinná látka diguat) na borovici lesní v polabské nížině, v porostech starých 70 až 80 let, zvýšila v části kmene do 6 m výšky obsah pryskyřice 3 až 6krát. Zjistili jsme, že na úrodnějším stanovišti a u stromů vzrůstnějších je tvorba pryskyřice intenzivnější. Nejvhodnějším obdobím pro provedení injektáží jsou měsíce květen až červenec. Největší množství pryskyřice bylo zjištěno u stromů injektovaných před dvěma lety. V pozdějším období se její množství zmenšovalo. Přípravek byl aplikován ve 20% koncentraci nástřikem do dvou záseků na protilehlých stranách kmene v rozsahu po jedné třetině obvodu. Z ostatních zkoušených přípravků jako Roundup (účinná látka glyphosat). Basta (účinná látka glufosinate — amonium a Garlon 4 (účinná látka triclopyr) je perspektivní pouze poslední z nich (injektován ve 20% koncentraci). Vedle borovice lesní nepůsobí fyto-toxicky ani na borovici černou, vejmutovku, modřín, smrk a douglasku.

Reglone; Garlon 4; borovice; injektáž; pryskyřice

Pryskyřice, resp. její nejpodstatnější složka, kalafuna, je celosvětově nedostatkovou surovinou. Její roční spotřeba v našem národním hospodářství je 12 000 tun. Používá se při výrobě syntetických kaučuků — 40 %, papírenských klízidel — 36 %, esterů a syntetických pryskyřic — 15 % a při výrobě nátěrových hmot. Celá její potřeba je zajišťována dovozem. Pokus zajistit aspoň část tohoto množství (1000 až 1500 tun) smolařením ve vhodných borových porostech skončil po třech letech (1975 až 1977) nezdarem pro jeho značnou ztrátovost (14 tis. Kčs na tuně). V současné době je v naší republice jediným pohotovým zdrojem pro produkci kalafuny (současně i dalších cenných látek — nenasyčených mastných kyselin, fytosterolů) vedlejší produkt při sulfátové delignifikaci dřeva, surový tálový olej. Uvažuje se s možností roční produkce 3 tis. tun v n. p. Severočeské papírny ve Štětí a 1,5 tis. tun v CPK v Ružomberoku.

Na základě zahraničních zkušeností s injektováním paraquatu do borovic, kdy se podařilo významně zvýšit obsah pryskyřice v jejich dřevě (Roberts, 1973; Rana, 1975), začal se v roce 1976 touto problematikou zabývat ing. Michael Kudela, CSc. a dne 3. 8. 1982 bylo jemu a ing. Jaroslavu Mentbergerovi uděleno autorské osvědčení číslo 195911 „Způsob zvýšení obsahu pryskyřice v borových stromech“. Navrhovaná metoda spočívá v injektování diquatu (přípravek Reglone).

Z podnětu VŠCHT v Praze se začal náš kolektiv v roce 1985 opět touto problematikou zabývat. Naše práce si kladla za cíl rozšířit získané poznatky, upřesnit vliv stanoviště na produkci pryskyřice, vhodnost různých termínů injektáže během vegetační doby a optimální dobu těžby.

Vedle již u nás zkoušeného přípravku Reglone se dále injektovaly přípravky Garlon 4, Roundup, Basta a Cultar.

METODIKA

Injektáž se prováděla tím způsobem, že do záseků se nastříkoval příslušný roztok. Byla použita upravená lehká sekerka (typ kuchyňská sekerka) se zkráceným ostrím na 55 mm a s prodlouženým topůrkem na 500 mm. Na kmeni stromu se v příhodné výšce, asi 800 mm od země, provedl vedle sebe umístěnými seky souvislý zásek v délce třetiny obvodu kmene. Stejně tak na protilehlé straně. Po stranách záseků zůstaly neporušené části kmene. Seky se prováděly vodorovně se sklonem sekerky 45°. Do záseků se roztok nastříkoval v množství, které záseky naplnilo. Používala se ruční zahradnická stříkačka zn. DEZA — K6, která má obsah pro 4 l roztoku. Pro snazší manipulaci byl stříkáčicí nástavec zkrácen na 150 mm délky.

Střední výčetní tloušťka injektovaných stromů byla 13 až 16 cm, a proto bylo sekerkou nejčastěji provedeno 6 seků po 3 na protilehlých stranách kmene. Průměrná spotřeba roztoku byla 2,2 ml na sek, tedy na strom asi 13 ml.

Na jaře minulého roku byly do misek naplněných roztokem postaveny borové špalky (250 mm dlouhé) a to vždy po 3 kusech. Po 79 dnech byly ve vzdálenosti 100 mm od horního konce odebrané vzorky k analýze.

Při injektáži byly použity následující přípravky

Reglone (výrobce ICI Agrochemicals, Fernhurst, Anglie, u nás v licenci finalizovaný k.p. Chemopetrol — Spolana Neratovice) obsahuje jako účinnou látku 200 g.l⁻¹ diquat (1,1'—2,2' bipyridylový kation). K injektážím stromů se používal ve 20% koncentraci a u borovice také jako 15%.

Garlon 4 (Výrobce Dow Chemicals Europe SA, Horgen, Švýcarsko) obsahuje jako účinnou látku 480 g.l⁻¹ triclopyru (3,5,6-trichlor-2-pyridinooxyoctová kyselina). K injektážím stromů se tento přípravek používal jako 20% a u borovice také jako 30% vodní emulze.

Roundup (výrobce Monsanto Europa SA, Brussels, Belgie, u nás v licenci finalizovaný k.p. Chemopetrol — Spolana Neratovice) obsahuje jako účinnou látku 360 g.l⁻¹ glyphosatu (N-Fosfonomethyl-glycin). K injektážím stromů se používal jako 30%, 20%, 10%, 8% a 5% roztok, dále pak společně s přípravkem Cultar (Roundup 15% + Cultar 5%, Roundup 5% + Cultar 2%).

Basta (výrobce Hoechst AG, Frankfurt/Main, SRN) obsahuje jako účinnou látku 200 g.l⁻¹ glufosinate-amonium [ammonium-(3-amino-karboxylpropyl)-methylfosfínát]. K injektážím stromů se používala ve 30%, 10% a 5% koncentraci.

Cultar (výrobce ICI Agrochemicals, Fernhurst, Anglie) obsahuje jako účinnou látku paclobutrazol [(2 RS, 3 RS)-1-(4-chlorfenyl)-4,4-dimethyl-2-(1 H -1, 2, 4-triazol-1-il) pentan-3-ol]. V našich pokusech se aplikoval společně s přípravkem Roundup.

Injektáže se prováděly především na borovici lesní (*Pinus silvestris* L.), dále pak na borovici černé (*P. nigra* Arnold), borovici vejmutovce (*P. strobus* L.), modřínu opadavém (*Larix decidua* Mill.) a smrku ztepilém (*Picea abies* (L.) Karsten).

Vzorky pro chemickou analýzu v podobě 200 mm dlouhých špalků se odebíraly z pokácených stromů tak, aby v porostě zůstaly 2 m dlouhé kusy, které jsou dřevařským sortimentem. Abychom mohli sledovat tvorbu pryskyřice v různých částech kmene, odebírali jsme postupně tři vzorky. Jejich středy byly tedy

ve výši 2,1 m, 4,3 m a 6,5 m od paty kmene. Při průměrné výčetní tloušťce námi injektovaných stromů 13 až 19 cm, činí podíl hmoty hroubí v 6 m 51 % z celého kmene.

Pro odkornění byl špalek ve svém středu proříznut kotoučovou pilou a piliny z celého profilu jsme odebrali pro chemickou analýzu.

V každé injektované variantě byly pokáceny vždy tři injektované stromy stejného vzrůstu a ze stejných výšek odběru získán směsný vzorek. V období od srpna 1985 do října 1987 byly injektáže prováděny paralelně na dvou stanovištích (borový porost 4. a 6. bon. stupně) a to vždy v období konec dubna až začátek května, v polovině června, srpna a začátkem měsíce října. Jedná se o porosty v polabské nížině, na polesí Zelená Bouda, LZ Mělník. Od roku 1987 až 1989 byly jarní injektáže prováděny v oblasti ŠLP Kostelec n. Č. Lesy.

Pro stanovení obsahu pryskyřice v injektovaném dřevě jsme měli k dispozici jednoduchou spektrofotometrickou metodu, publikovanou ing. Kudelou (Kudela, 1983). Ve snaze zpřesnit tuto metodu, použili jsme pro přípravu kalibračních roztoků standard kyseliny abietové (pro chromatografii). V roce 1989 jsme začali používat klasickou vázkovou metodu. Navážka 15 g vzorku byla extrahována po dobu 20 h v Soxhletově přístroji. Pro extrakci jsme použili 150 ml areotropické směsi benzen-etanol. Extrakce probíhala takovou rychlostí, aby se rozpouštědlo přelilo přes sifonovou trubičku nejméně pětkrát za hodinu. Po ukončení extrakce bylo rozpouštědlo z extraktu oddestilováno na vodní lázni na zvažené 50 ml varné baňce. Zbylý extrakt byl dosušen ve vakuové sušárně při 60 °C. (BA extrakt). Současně byl v původním vzorku stanoven obsah vody sušením při 105 °C.

Pro klasifikaci vzrůstu stromů bylo použito Kraftovy stupnice (1884). Fytotoxicita aplikace se hodnotila dvakrát ročně, začátkem léta a na podzim.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Velmi důležitým faktorem pro náš záměr je fytotoxicita přípravku po jeho injektáži do stromu. Pouze v případě, že nedojde k výraznějšímu oslabení stromu je možné počítat s nárůstem obsahu pryskyřice ve dřevní hmotě. U uhynulých stromů dochází k výraznému poklesu jejího množství. Při zpracování námi ošetřené hmoty přípravkem Reglone ve Výskumném ústavu papíru a celulózy v Bratislavě, poklesl během skladování borových štěpek za 56 až 70 dnů obsah BA extraktu o 26 až 41 % (Fabíán, 1988). Podle zahraničních zkušeností se po třech měsících skladování štěpků sníží obsah mastných kyselin o 70 % a pryskyřičných kyselin o 37 % (Denetzhuber, 1965).

Na polesí Zelená Bouda, v polabské nížině, byly během dvou a půl roku provedeny na borovici injektáže 20% Reglonem na dvou různých stanovištích (4. a 6. bon. stupeň) ve čtyřech termínech během vegetačního období a to vždy po 20 stromech. Když jsme hodnotili fytotoxicitu v následujícím roce po aplikaci, uhynulo na lepším stanovišti 15 % stromů a na horším 12 %. Po třech letech od injektáží byl na lepším stanovišti úhyn 26 % a na horším 24 %. Rozdíly tedy nejsou výrazné. Větší vliv na mortalitu měl termín aplikace. Do jednoho roku uhynulo po předjarních aplikacích 11 % injektovaných stromů, po červnových 23 %, srpnových 9 % a říjnových 12 %. Do tří let zůstaly relace zachované, uhynulo 20, 37, 17 a 27 % stromů. Vliv vitality se projevil zejména u stromů s různým vzrůstem, po třech letech uhynulo 19 % stromů úroveňných a 31 % stromů podúroveňných.

V roce 1986 byl na obou stanovištích injektován Reglon také v nižší, 15% koncentraci. Mortalita byla v tomto případě nižší, 27 % v porovnání s 33 % po injektážích 20% přípravkem.

V případech, kdy byl 20% Reglon injektován na jiných dřevinách, vejmutovce, modřínu, smrku a douglasce, uhynuly téměř všechny a nebo všechny ošetřené stromy. U borovice černé, kde bylo orientačně injektováno pět stromů, se známky fyto toxického působení neprojevaly.

Z ostatních zkoušených přípravků měl přijatelnou fyto toxicitu pouze Garlon 4, nižší než Reglon, a to u stromů nad 10 cm výčetní tloušťky. Významná je skutečnost, že injektáž nepoškozuje žádnou z ošetřených dřevin, vedle borovice lesní ani borovici černou, vejmutovku, modřín a smrk.

Stromy, které uhynuly, byly vždy hustě obsazeny ve spodní části kmene lýkohubem sosnovým (*Myelophilus piniperda* L.) Ojedinele byly zjištěny i závrtý dřevokaze čárkovaného (*Trypodendron lineatum* Ol.) a larvy tesaříků rodu *Rhagium*. Horní, tenkokoré části kmene byly obsazeny hlavně lýkohubem menším (*Myelophilus minor* Htg.), smolákem sosnovým (*Pissodes pini* L.), lýkožroutem dvouzubým (*Pityogenes bidentatus* Hbst.) a l. čtyřzubým (*P. quadridens* Htg.). Injektované stromy nejsou náchylnější k napadení podkorním hmyzem, naopak jeho rozmnožování je ztíženo značnou produkcí pryskyřice (Kudela, 1983).

Na rozdíl od fyto toxicity neměl termín aplikace vliv na zvýšení podílu pryskyřice ve dřevní hmotě, ale pouze doba působení. Na lepším stanovišti se po injektáži 20% Reglonem zvyšoval obsah pryskyřice ve dřevní hmotě (analýza z let 1987 až 1988) v porovnání s prvním odběrem po 9 měsících (100 %) — průměrné hodnoty do 6 m délky kmene, úrovně stromy — přibližně lineárně: po 17 měsících působení na 112 %, po 19 měsících 130 %, po 21 měsících 128 %, po 23 měsících 142 %, po 29 měsících 156 % a po 31 měsících na 166 %. Injektáž nižší koncentrací, 15% Reglonem měla nižší účinnost. Po 17 měsících od injektáže byl sice obsah pryskyřice vyšší o 2 % než po aplikaci 20% přípravkem, ale po 19 měsících nižší o 8 %, po 21 měsících o 14 % a po 23 měsících o 10 %.

Na méně úrodném stanovišti se obsah pryskyřice nezvyšoval tak dlouho, ale byl nejvyšší po 17 měsících (100 %) od aplikace. (Po injektáži 15% Reglonem byl obsah pryskyřice o 6 % nižší.) Později se obsah pryskyřice snižoval — po 19 měsících o 6 %, po 25 měsících o 11 % a po 27 měsících o 17 %. Také kratší doba působení měla vliv na účinnost. Po 15 měsících od injektáže byl obsah nižší o 19 %, u odběru po 13 měsících nižší o 25 % a po 5 měsících o 32 %. Výjimkou je injektáž provedená 8. 5. 1987, kdy již po 6 měsících od aplikace byl obsah pryskyřice dokonce o 6 % vyšší než po 17 měsících působení.

Až na uvedenou výjimku byl obsah pryskyřice u stromů na lepším stanovišti vždy vyšší, a to o 11 až 21 % (v době do dvou let od aplikace).

Po analýzách v roce 1989 byl na lepším stanovišti zjištěn mírný nárůst obsahu pryskyřice u vzorků 23 a 25 měsíců po injektáži, ale u vzorků ze stromů ošetřených před 26 a zejména 37 měsíci po injektáži byl obsah pryskyřice a to o 4 % a 13 % nižší.

Na méně úrodném stanovišti byl opět prokázán pokles obsahu pryskyřice a to od 21, do 23 a 25 měsíců od injektáže. Pokles mezi měsíci 21 a 35 byl 19 %. Byla potvrzena již uvedená skutečnost, že na lepším stanovišti je tvorba pryskyřice intenzivnější, do dvou let od provedení injektáže o 21 % a do tří let o 35 %. Jak již bylo uvedeno, zjišťoval se obsah pryskyřice u stromů úrovnových jako hlavní složky porostu

(v našich porostech 73 % hmoty hroubí). Orientačně byly analyzované také stromy podúrovňové a to 21 měsíců po injektáži provedené dne 12. 8. 1987. U stromů podúrovňových byl obsah pryskyřice o 35 % nižší.

Když jsme vyhodnotili vliv stanoviště na pokles obsahu pryskyřice s výškou kmene, zjistili jsme, že rozdíly nejsou výrazné. Výrazněji se ale projevil vliv doby aplikace. Po srpnových injektážích byl ve srovnání s průměrem celé analyzované části kmene obsah v 6 m výšce 68 % a po injektážích provedených ve zbývajících třech obdobích 77 %.

Po injektážích 20% přípravkem Reglone bylo ve spodní části kmene, do 6 m výšky, získáno 28 až 48 hm.% (vztaženo na sušinu) BA extraktu. To tedy znamená 13 až 20 % pryskyřice, zvýšení proti neošetřeným borovicím tři až šestinásobně. Je nutno ale podotknout, že přípravek Reglone byl s ohledem na mortalitu aplikován v nejvýše možné, 20% koncentraci a výsledky jsou získané ze stromů úrovnňových, jejich spodní, šestimetřové části.

Po aplikacích obdobného přípravku* Gramoxone (účinná látka paraquat) trvá podle pokusů fy. ICI Agrochemicals stimulační účinek v podmínkách mírného pásma nejméně dvě vegetační období a v jižní Anglii se zvýšil obsah pryskyřice ve stromech až 11krát, v nížinách Skotska až 7krát, kdežto ve vyšších polohách Skotské pahorkatiny jen na dvojnásobek (Parham, 1978). Podle výsledků z našeho pracoviště (Kudela et al., 1984) trval stimulační účinek Gramoxonu a Reglonu v oblasti polabské nížiny nejméně 3 vegetační období a obsah pryskyřice ve kmenech do výšky 4 m se zvýšil na tří- až čtyřnásobně, v ojedinělých případech až osminásobně. Naše poznatky ze stejné oblasti tuto zkušenost potvrzují, v pozdějším období jak dvouletém dochází podle našich výsledků k poklesu obsahu pryskyřice. Pravděpodobnou příčinou bude úhyn části dřevní hmoty asi 300 mm pod a 3000 mm nad záseky.

Aplikace přípravků se systemickým účinkem se velmi často vy- značuje následně silným poškozením ošetřených stromů. Pokud tak není, je obsah pryskyřice často větší než po aplikaci kontaktních přípravků a to zejména ve vyšších partiích kmene.

Při analýze stromů ošetřených 20% Roundupem (16. 6. 1986) byl po 17 měsících zjištěn nárůst pryskyřice o 19 % vyšší než po injektáži 20% Reglonem. Po aplikaci dne 6. 10. 1986 10% Roundupem bylo množství pryskyřice v porovnání s 20% Reglonem o 39 % větší.

Jediným z nově zkoušených přípravků, kde jeho nízká fytotoxicita dává naději na jeho případné využití jako stimulatoru pro tvorbu pryskyřice ve dřevní hmotě je Garlon 4. U borovice černé (19 měsíců po aplikaci) byl nárůst v celém šestimetřovém vzorku stejný jako po injektáži 20% Reglonu — 23 % BA extraktu hm./sušinu. Významná je skutečnost, že u vzorku ze 6 m výšky byl u Garlonu obsah 22 % a u Reglonu 16 %. Je tedy reálný předpoklad většího zvýšení obsahu pryskyřice ve vyšších partiích kmene. U stromů slabých, $d_{1,3}$ 9 až 11 cm, je zvýšení obsahu pryskyřice menší než u Reglonu (u stromů těchto dimenzí je přípravek fytotoxický). Při laboratorním pokusu se 250 mm dlouhými borovými špaliky vzrostl podíl BA extraktu u 20% Reglonu na 20 % a při použití 20% Garlonu na 24 %. Po injektáži na smrku byl u obou provedených aplikací zjištěn nárůst na 9 a 10 % BA extraktu. Vzorky z injektáží borovice lesní byly poškozené při laboratorním zpracování.

ZÁVĚR

Výsledky provedených pokusů nasvědčují, že i v našich klimatických podmínkách lze injektováním přípravku Reglone zvýšit obsah pryskyřice ve dřevní hmotě borovic v míře, která již umožňuje efektivní průmyslové získávání jejich hlavních složek. Jako optimální se jeví injekce provedená v měsících květnu až červenci 20% přípravkem v porostech na lepších stanovištích a stromech úrovnových. Zpracování dřevní hmoty doporučujeme po dvou letech od provedení injekcí.

Jako další přípravek vhodný pro tuto technologii se podle dílčích poznatků jeví Garlon 4. U tohoto přípravku bude nutné naše poznatky ještě rozšířit.

Literatura

- DENETZHUER, E.: Svensk papperstidn. Va 68, č. 11, 1985, s. 419-429.
FABIÁN, P.: Spracovanie borového dreva injektovaného diquatom na sulfátové buničiny. [Výzkumná zpráva Výzkumného ústavu papíru a celulózy v Bratislavě], 1986, 31 s.
KUDELA, M. — MENTBERGER, J.: Zvýšení obsahu pryskyřice ve dřevě borovice lesní (*Pinus silvestris* L.) injektováním diquatu a paraquat. Lesnictví, 29, 1983, č. 5, s. 407-422.
KUDELA M. — ROČEK, I. — MENTBERGER, J.: Stimulování tvorby pryskyřice paraquatem a diquatem. Drevářský výzkum, 1984, s. 1-14.
PARHAM, M. R.: Oleoresin stimulation with paraquat. Proceedings 1978 British Crop Protection Conference — Weeds, s. 785-792.
RANUA, J.: Increasing pitch content of pine by herbicide treatment. Paperi ja Puu, 1975, s. 597-599.
ROBERTS, D. H.: Inducing lightwood in pine trees by paraquat treatment. South-east. For. Exp. Stn. USDA. For. Serv. Res. Note SE — 191, 4 s.

GLOMB, V. — ARTNER, P. — SEQUENS, J. (Institute of Applied Ecology and Ecotechnique, affiliated to the University of Agriculture, Kostelec nad Černými lesy): *Injections of chemical preparations to stimulate resin production in trees*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 327-332.

Injections of the Reglone preparation (diquat as active substance) to trees of Scotch pine in 70 to 80 years old stands situated in the Polabská Lowland, increased three to six times the resin content in the stem part to the height of 6 m above ground. The resin production was found to be more intensive in trees at a time of higher fertility and in vigorously growing trees. The months of May to July are the best period to inject the trees. The highest amount of resin was recorded in trees injected two years ago. Later on its amount decreased. The chemical was applied at a 20% concentration, by injections to two kerfs made on the opposite sides of stem and covering a third of stem circumference. Other preparations were also tested: Roundup (glyphosate as active substance), Basta glufosinate — ammonium as a. s.) and Garlon 4 (triclopyr as a. s.); the latter is the only promising preparation (applied at a 20% concentration). Besides Scotch pine, neither were any phytotoxic effects observed in black pine, white pine, larch, spruce, Douglas fir.

Reglone; Garlon 4; pine; injections; resin

Adresa autorů:

Ing. Vladimír Glomb, CSc., RNDr. Petr Artner, ing. Josef Sequens, CSc.,
Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ, 281 62 Kostelec nad Černými lesy

VPLYV PREBIERKY NA VÝVOJ PRODUKcie U RÔZNYCH TYPOV PORASTOV DUBA ČERVENÉHO (*QUERCUS RUBRA* L.) A ORECHA ČIERNEHO (*JUGLANS NIGRA* L.)

F. Tokár

TOKÁR, F. (Ústav dendrobiológie SAV, Arborétum Mlyňany): *Vplyv prebierky na vývoj produkcie u rôznych typov porastov duba červeného (Quercus rubra L.) a orecha čierneho (Juglans nigra L.)* Lesníctví, 37, 1991 (4-5) : 333-346.

Práca zhodnocuje 10ročný vplyv prebierok na vývoj objemovej a hmotnostnej produkcie (v sušine) nezmiešaných a zmiešaných porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) a orecha čierneho (*Juglans nigra* L.). Úrovňové prebierky s pozitívnym výberom a intervalom opakovania 5 rokov najväčším vplyvom účinkovali na objemovú produkciu v nezmiešanom poraste orecha čierneho, na hmotnostnú produkciu v zmiešanom poraste duba červeného s orechom čiernym pri vyššom zastúpení duba červeného.

dub červený; orech čierny; úrovňová prebierka; vývoj produkcie

Výchova porastov cudzokrajných drevín na Slovensku je s ohľadom na rôzne spôsoby ich založenia, ako aj zmiešania drevín a na ich rôzny vývoj, veľmi aktuálna. Porasty duba červeného (*Quercus rubra* L.) a orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) sa na Slovensku najčastejšie vysádzali vo forme nezmiešaných porastov (Réh, 1967, 1989; Tokár, 1982a, 1984, 1986a, 1987), ale v posledných 30 rokoch sa z nich založilo aj viacero zmiešaných porastov (Tokár, 1982b, 1983, 1986b).

V príspevku zhodnocujeme 10ročný vplyv prebierok na vývoj produkcie (objemovej a hmotnostnej) nezmiešaných a zmiešaných porastov duba červeného a orecha čierneho.

MATERIÁL A METÓDA PRÁCE

Séria trvalých výskumných plôch (TVP), každá o rozlohe min. 50 × 25 m až 50 × 50 m, bola založená v r. 1978 v porastoch 31a (TVP I., II., III., VI.), 29 (TVP IV.), 32a (TVP V.). Porasty boli založené v roku 1954–56 na alúviu rieky Nitry lúčnymi sadenicami duba červeného a sejbou semena orecha čierneho proveniencie Sereď v trojúholníkovom sponi 1 × 1 m. Porasty prináležia do skupiny lesných typov *Carpineto-Quercetum*. Boli založené na ílovito-hlinitej pôde, pôdny typ glejová pôda, nadmorská výška 150 m. Porasty obhospodaruje Lesný závod Palárikovo, Lesná správa Nitra.

Všetky stromy sú na sérii TVP očíslované. Vyhodnotenia TVP sme robili v r. 1978, 1983 a 1988 podľa metodiky Tokára (1982a, b, 1983, 1984). Nadzemnú biomasu sme stanovili deštrukčným spôsobom (Tokár, 1986a, b, 1987). Počet analyzovaných vzorníkov sme stanovili metódou stratifikovaného výberu podľa stromových tried a s požadovanou chybou 10 % (Šmelko, 1963). V r. 1978, 1983 bol ich počet pre každú drevinu stanovený na 30 ks, v r. 1988 na 15 ks. Prepočítané hodnoty sušiny (pri 105 °C) komponentov nadzemnej biomasy sme dali do korelačných vzťahov k hrúbke d_{1,3}, výške stromu, dĺžke a šírke koruny. Výpočty sme urobili počítačom TESLA 200 na ÚVT VŠLD vo Zvolene a SMEP 4/20 v Arbo-

rété Mlyňany. Najvhodnejšou funkciou sa ukázala byť parabola 2. stupňa a najtesnejšie vzťahy sme zistili k hrúbke $d_{1,3}$ (Tokár, 1989). Vyrovnané hodnoty biomasy sa prepočítali podľa zastúpenia stromov k hrúbkovej štruktúre porastov s prepočtom na 1 ha.

Ako prebierková metóda sa na TVP I. až V. uplatňuje mierna úrovňová prebierka s pozitívnym výberom a intervalom opakovania 5 rokov. Jej účelom je usmerniť vývoj rôznych typov porastov duba červeného a orecha čierneho tak, aby sa dosiahla maximálna produkcia a jej kvalita. Použitá prebierková metóda je založená na výchove nádejných stromov, za ktoré volíme stromy s vyhovujúcimi kvantitatívnymi a kvalitatívnymi ukazovateľmi (1. a 2. stromová trieda, 1. a 2. stupeň kvality kmeňa a koruny), ako aj s dimenzionálnymi hľadiskami (hrubšie ako stredná hrúbka $d_{1,3}$ porastu a vyššie ako stredná výška porastu).

Výsledky tvorby objemu a hmotnosti v sušine porovnávame s kontrolou TVP (VI), ktorá predstavuje zmiešaný porast duba červeného a orecha čierneho. Iné kontrolné TVP pre ostatné porastové typy sme z prevádzkových dôvodov nemohli založiť.

Závislosti tvorby objemu a hmotnosti od veku sme pre každú drevinu v každom type porastu vyrovnali funkciou paraboly 2. stupňa.

Index listovej plochy sa stanovil digitálnym fotoplanimetrom u 3×100 listov pre každú drevinu a každý typ porastu.

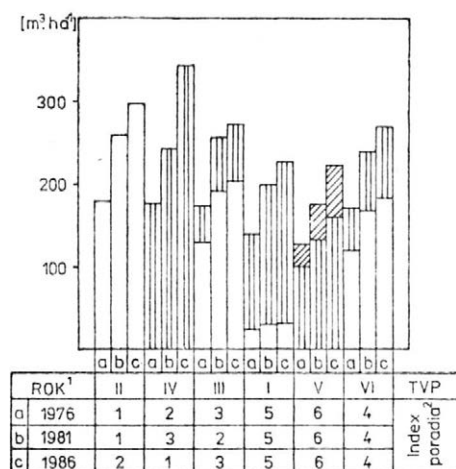
VÝSLEDKY

ZÁSoba OBJEMOVEJ PRODUKCIE

Na začiatku pokusu v r. 1978 sa najvyššia zásoba objemu zistila v nezmiešanom 22-ročnom poraste duba červeného ($180,34 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), najnižšia v zmiešanom poraste orecha čierneho s lipou malolistou ($128,12 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), čo je oproti kontrolnej TVP 4,53 % až $-25,69 \%$ rozdiel (tab. I, obr. 1).

V roku 1988 sa najvyššia objemová zásoba ($343,01 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) zistila v 32-ročnom nezmiešanom poraste orecha čierneho, najnižšia ($227,76 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) v zmiešanom poraste (32-ročnom) duba červeného s orechom čiernym pri vyššom zastúpení orecha čierneho (tab. III).

Za 10 rokov vývoja (r. 1979 až 1988) sa vplyv prebierok najviac prejavil v nezmiešanom poraste orecha čierneho, kde sa zistil najvyšší index rastu (232,43 %), najvyšší priemerný periodický objemový prírastok ($19,54 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), najvyššie prírastkové percento (13,24 %) a jeho index



1. Vývoj objemovej zásoby rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v r. 1978 (a), 1983 (b) a 1988 (c) — Development of growing stock in different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in the years 1978 (a), 1983 (b) and 1988 (c)

- Quercus rubra* L.
I-VI typy porastov
- Juglans nigra* L.
I-V prebierkové TVP
- Tilia cordata* MILL.
VI kontrolna TVP

year¹, index of sequence² (For Fig. 1—4)

I. Zásoba stromov, kruhová základňa, zásoba objemu a nadzemnej biomasy rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v roku 1978 — Growing stock, basal area, volume and aboveground biomass of different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in 1978

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Vek ³ [roky]	Pred zásahom ⁴				Po zásahu ⁵			
			počet stromov ⁶	kruhová základňa ⁷	objem ⁸	nadzemná biomasa ⁹	počet stromov ⁶	kruhová základňa ⁷	objem ⁸	nadzemná biomasa ⁹
			[ks. ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t. ha ⁻¹]	[ks. ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t. ha ⁻¹]
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	928	2,408	21,20	16,04	872	2,182	20,14	15,17
	<i>Juglans nigra</i> L.	23	1440	14,776	118,48	72,13	1084	11,324	89,97	54,52
	Spolu ¹⁰		2368	17,184	139,68	88,17	1956	13,506	110,11	69,69
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	3976	23,712	180,24	144,02	3402	20,412	154,79	124,17
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	4400	18,347	130,53	112,64	3782	15,880	112,70	97,95
	<i>Juglans nigra</i> L.	23	673	6,760	46,53	30,38	552	5,570	38,25	25,00
	Spolu ¹⁰		5073	25,107	177,06	143,02	4334	21,450	150,95	122,95
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	22	2177	22,423	179,20	100,24	1185	17,210	147,58	83,47
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	21	1562	15,136	100,06	72,19	1450	14,355	93,96	67,29
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	17	5354	6,287	28,06	23,89	5120	6,020	26,82	22,86
	Spolu ¹⁰		6916	21,423	128,12	96,08	6570	20,375	120,78	90,15
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	4305	16,721	120,30	108,17	4305	16,721	120,30	108,17
	<i>Juglans nigra</i> L.	23	712	7,122	52,12	23,87	712	7,122	52,12	23,87
	Spolu ¹⁰		5017	23,843	172,42	132,04	5017	23,843	172,42	132,04

permanent research compartment¹, tree species², age³ [years], before thinning⁴, after thinning⁵, tree number⁶, basal area⁷, volume⁸, aboveground biomass⁹, total¹⁰

II. Zásoba stromov, kruhovej základne, objemu a nadzemnej biomasy rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v roku 1983 — Growing stock, basal area, volume and aboveground biomass of different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in 1983

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Vek ³ [roky]	Pred zásahom ⁴				Po zásahu ⁵			
			počet stromov ⁶	kruhová základňa ⁷	objem ⁸	nadzemná biomasa ⁹	počet stromov ⁶	kruhová základňa ⁷	objem ⁸	nadzemná biomasa ⁹
			[ks. ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t. ha ⁻¹]	[ks. ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t. ha ⁻¹]
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	29	856	3,968	28,40	20,62	698	3,224	23,19	16,84
	<i>Juglans nigra</i> L.	28	1056	18,216	173,44	86,92	1008	17,952	172,00	86,17
	Spolu ¹⁰		1912	22,184	201,84	107,54	1706	21,176	195,19	103,01
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	29	3328	31,600	262,80	175,49	2784	28,312	239,52	160,32
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	29	3706	24,873	193,05	134,63	3179	21,243	172,68	117,53
	<i>Juglans nigra</i> L.	28	533	7,712	65,54	33,01	513	7,552	64,74	32,54
	Spolu ¹⁰		4239	32,585	258,59	167,64	3692	28,795	237,42	150,07
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	27	1105	23,452	245,28	117,44	1032	21,704	226,63	106,42
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	26	1412	20,188	134,41	88,31	1340	19,324	127,57	84,06
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	22	4980	13,022	41,58	33,85	4810	12,597	40,22	32,66
	Spolu ¹⁰		6392	33,210	175,99	122,16	6150	31,921	167,79	116,72
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	29	3102	21,120	168,42	124,12	3102	21,120	168,42	124,12
	<i>Juglans nigra</i> L.	28	481	7,242	72,20	35,96	481	7,242	72,20	35,96
	Spolu ¹⁰		3583	28,362	240,62	160,08	3583	28,362	240,62	160,08

For 1—10 see Tab. I

III. Zásoba stromov, kruhovej základne, objemu a nadzemnej biomasy rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v roku 1988 — Growing stock, basal area, volume and aboveground biomass of different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in 1988

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Vek ³ [roky]	Pred zásahom ⁴				Po zásahu ⁵			
			počet stromov ⁶	kruhová základňa ⁷	objem ⁸	nadzemná biomasa ⁹	počet stromov ⁶	kruhová základňa ⁷	objem ⁸	nadzemná biomasa ⁹
			[ks . ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t . ha ⁻¹]	[ks . ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t . ha ⁻¹]
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	34	696	4,016	29,76	22,94	240	28,576	23,28	15,96
	<i>Juglans nigra</i> L.	33	736	19,344	198,00	95,54	512	16,816	176,24	82,72
	Spolu ¹⁰		1432	23,360	227,76	118,48	752	19,392	199,52	98,68
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	34	2568	32,848	292,48	199,93	1616	26,744	250,32	166,83
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	34	2533	24,308	203,49	144,26	1780	20,829	184,55	127,10
	<i>Juglans nigra</i> L.	33	346	7,840	71,18	37,70	346	7,840	71,18	37,70
	Spolu ¹⁰		2879	32,148	274,67	181,96	2126	28,669	255,73	164,80
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	32	1025	27,553	343,02	134,52	733	23,877	308,10	115,42
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	31	1315	20,554	161,57	107,53	1197	20,260	159,61	106,41
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	27	4726	15,937	62,26	52,22	2432	12,249	49,90	40,25
	Spolu ¹⁰		6041	36,591	223,83	159,75	3629	32,509	209,51	146,66
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	34	2552	22,966	185,86	133,77	2552	22,966	185,86	133,77
	<i>Juglans nigra</i> L.	33	446	8,985	85,99	46,21	446	8,985	85,99	46,21
	Spolu ¹⁰		2998	31,951	271,85	179,98	2998	31,951	271,85	179,98

For 1–10 see Tab. I

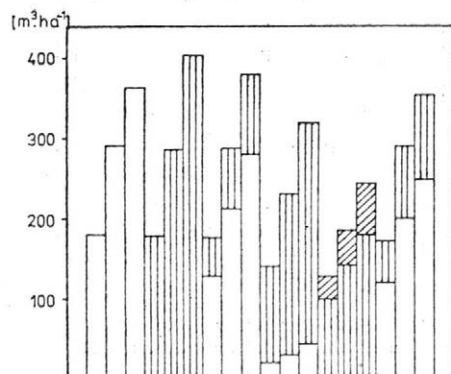
IV. Vývoj celkovej objemovej produkcie u rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka — Development of the total volume production in different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Celková objemová produkcia ³								Index rastu v % k TVP ⁹ VI.
		zásoba v r. 1988 po zásahu ⁴	prebierky v roku ⁵			iný úbytok v roku ⁶		spolu k 31. 12. 88 ⁷	priemerný ročný prírastok ⁸	
			1978	1983	1988	1983	1988			
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	23,28	1,06	12,00	6,48	0,37	0,05	43,24	1,27	90,95
	<i>Juglans nigra</i> L.	176,24	28,51	1,44	21,76	2,32	46,40	276,67	8,38	
	Spolu ¹⁰	199,52	29,57	13,44	28,24	2,69	46,45	319,91	9,65	
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	250,32	25,45	23,28	42,16	3,37	18,58	363,16	10,68	100,66
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	184,55	17,83	20,37	18,94	2,26	35,08	279,03	8,21	106,69
	<i>Juglans nigra</i> L.	71,18	8,28	0,80	—	1,32	21,07	102,65	3,11	
	Spolu ¹⁰	255,73	26,11	21,17	18,94	3,58	56,15	381,68	11,32	
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	308,10	31,62	18,65	34,92	9,96	1,54	404,79	12,65	119,23
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	159,61	6,10	6,84	1,96	2,46	2,38	179,35	5,78	77,57
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	49,90	1,24	1,34	12,36	0,73	0,70	66,29	2,45	
	Spolu ¹⁰	209,51	7,34	8,18	14,32	3,19	3,08	245,64	8,23	
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	185,86	—	—	—	33,61	29,81	249,28	7,33	100,00
	<i>Juglans nigra</i> L.	85,99	—	—	—	16,90	5,25	108,14	3,28	
	Spolu ¹⁰	271,85	—	—	—	50,51	35,06	357,42	10,61	

permanent research compartment¹, tree species², total volume production³, growing stock in 1988 after thinning⁴, thinnings in the year⁵, other loss in the year⁶, total on the 31st dec. 1988⁷, average annual increment⁸, growth index in %⁹, total¹⁰

2. Vývoj celkovej objemovej produkcie rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v r. 1978 (a), 1983 (b) a 1988 (c) — Development of total volume production in different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in the years 1978 (a), 1983 (b) and 1988 (c)

-  *Quercus rubra* L.
 I-VI typy porastov
 *Juglans nigra* L.
 I-V prebierkové TVP
 *Tilia cordata* MILL.
 VI kontrolna TVP



ROK ¹	II	IV	III	I	V	VI	TVP
a 1978	1	2	3	5	6	4	Index porad
b 1983	1	3	4	5	6	2	
c 1988	3	1	2	5	6	4	

ku kontrole (129,86 %). Na všetkých prebierkových TVP sa dosiahol v porovnaní s kontrolnou TVP vyšší index prírastkového percenta o 42,19 percenta (TVP III) až 129,86 % (TVP IV).

CELKOVÁ OBJEMOVÁ PRODUKCIA

Po 10 rokoch od 1. prebierky sa najvyššia celková objemová produkcia (zásoba prebierky, mortalita) zistila v nezmiešanom 32-ročnom poraste orecha čierneho ($404,79 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), najnižšia v zmiešanom poraste orecha čierneho s lipou malolistou ($245,64 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), čo je oproti kontrolnej TVP 13,25 % resp. —31,28 % rozdiel (tab. IV, obr. 2). Najvyššie hodnoty celkového priemerného periodického objemového prírastku ($22,56 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), ako aj celkového priemerného objemového prírastku ($12,65 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) boli opäť zistené v nezmiešanom poraste orecha čierneho, čo je oproti kontrolnej TVP 21,94 %, resp. 19,23 % rozdiel.

ZÁSoba NADZEMNEJ BIOMASY

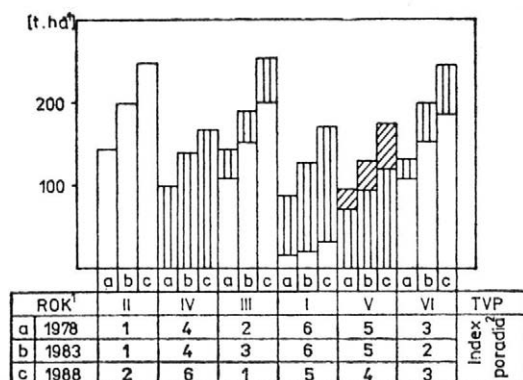
Najvyššia zásoba nadzemnej biomasy ($199,93 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) sa v r. 1988 zistila v 34-ročnom nezmiešanom poraste duba červeného, čo je oproti kontrolnej ploche 11,08 % rozdiel. Najnižšiu zásobu nadzemnej biomasy ($134,52 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) dosiahol nezmiešaný porast orecha čierneho, čo je oproti kontrolnej ploche —25,26 % rozdiel (tab. III, obr. 3).

Najvyššia hodnota priemerného periodického prírastku za celé prebierkové obdobie ($7,58 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) sa zistila v nezmiešanom poraste duba červeného, čo je oproti kontrolnej TVP 58,30 % rozdiel.

Najvyššie prírastkové percento (7,72 %) bolo zistené v zmiešanom poraste orecha čierneho s lipou malolistou, čo je oproti kontrolnej ploche 112,67 % rozdiel.

CELKOVÁ NADZEMNÁ BIOMASA

V roku 1988 najvyššiu celkovú nadzemnú biomasu ($256,90 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) dosiahol zmiešaný porast duba červeného s orechom čiernym, pri vyššom



3. Vývoj zásoby nadzemnej biomasy rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v r. 1978 (a), 1983 (b) a 1988 (c) — Development of aboveground biomass in different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in the years 1978 (a), 1983 (b) and 1988 (c)

□ *Quercus rubra* L.
I-VI typy porastov
▨ *Juglans nigra* L.
I-V prebierkové TVP
▩ *Tilia cordata* MILL.
VI kontrolná TVP

zastúpení duba červeného, najnižšiu ($168,66 \text{ t. ha}^{-1}$) nezmiešaný porast orecha čierneho, čo je oproti kontrolnej ploche 3,10 % resp. —30,47 % rozdiel (tab. V, obr. 4).

Celkový priemerný periodický prírastok za celé prebierkové obdobie (r 1979 až 1988) dosiahol hodnoty $6,84 \text{ t. ha}^{-1}$ (nezmiešaný porast orecha čierneho) až $11,39 \text{ t. ha}^{-1}$ (zmiešaný porast duba červeného a orecha čierneho s vyšším zastúpením duba červeného), čo je oproti kontrolnej ploche —38,10 % až 3,08 % rozdiel.

Celkový priemerný prírastok nadzemnej biomasy dosiahol hodnoty $5,17 \text{ t. ha}^{-1}$ (zmiešaný porast duba červeného s orechom čiernym pri jeho vyššom zastúpení) až $7,61 \text{ t. ha}^{-1}$ (zmiešaný porast duba červeného s orechom čiernym pri vyššom zastúpení duba červeného), čo je oproti kontrolnej ploche —28,00 % až 5,99 % rozdiel.

INDEX LISTOVEJ PLOCHY

Pri založení pokusu v r. 1978 sa najvyšší index listovej plochy zistil v zmiešanom poraste orecha čierneho s lipou malolistou ($11,90 \text{ ha. ha}^{-1}$), najnižší v zmiešanom poraste duba červeného s orechom čiernym pri jeho vyššom zastúpení ($5,21 \text{ ha. ha}^{-1}$), čo je oproti kontrolnej ploche —6,97 % až 112,50 % rozdiel (tab. VI).

Po 10 rokoch od založenia pokusu v r. 1988 (tab. VI) sa najvyšší index listovej plochy zistil opäť v zmiešanom poraste orecha čierneho s lipou malolistou ($9,98 \text{ ha. ha}^{-1}$) a najnižší opäť v zmiešanom poraste duba červeného s orechom čiernym ($3,80 \text{ ha. ha}^{-1}$), čo je oproti kontrolnej ploche —419,9 % až 123,27 % rozdiel.

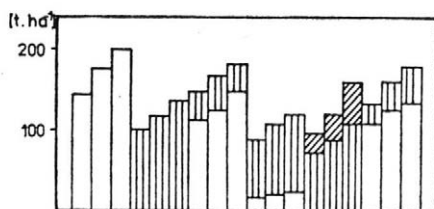
Z výsledkov vidno, že vplyvom vývoja porastov a prebierkových zásahov index listovej plochy sa znižuje (o 16,14 % až 40,59 %). Jeho pokles sa prejavil aj na kontrolnej ploche s prirodzeným vývojom (o 20,18 percenta).

ZÁSOBA, PRODUKCIA A INDEX LISTOVEJ PLOCHY NÁDEJNÝCH STROMOV

V r. 1988 bol najvyšší počet nádejných stromov (843 ks. ha^{-1}) označený na TVP V., pričom až 53,50 % (451 kg. ha^{-1}) pripadá na orech čierny. Najnižší počet nádejných stromov (224 ks. ha^{-1}) bol vytypovaný v nezmiešanom poraste orecha čierneho na TVP IV (tab. VII).

4. Vývoj celkovej produkcie nadzemnej biomasy rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v r. 1978 (a), 1983 (b) a 1988 (c) — Development of the total production of aboveground biomass in different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka in the years 1978 (a), 1983 (b) and 1988 (c)

- *Quercus rubra* L.
I-VI typy porastov
- ▨ *Juglans nigra* L.
I-V prebierkové TVP
- ▧ *Tilia cordata* MILL.
VI kontrolna TVP



ROK ¹	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	TVP
a 1978	1	4	2	6	5	3										Index porodí
b 1983	1	5	2	6	4	3										
c 1988	1	5	2	6	4	3										

Najvyššia zásoba objemu ($104,62 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) sa zistila na kontrolnej TVP VI., najvyššia zásoba nadzemnej biomasy nádejných stromov ($65,51 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) sa zistila na TVP V. Najvyšší index listovej plochy nádejných stromov ($2,81 \text{ ha} \cdot \text{ha}^{-1}$) sa zistil na TVP V., pričom takmer rovnaký podiel pripadá na orech čierny ako aj lipu malolistú.

DISKUSIA

O štruktúre, produkcii a výchove porastov duba červeného a orecha čierneho nachádzame v našej literatúre málo údajov. Prvé výsledky z tejto problematiky pre Slovensko uvádzajú práce Réha (1967, 1989) a Tokára (1982a,b, 1983, 1984, 1986a,b, 1987). U oboch drevín sa potvrdil poznatok o ich vysokej objemovej produkcii v porovnaní s domácimi drevinami.

Podľa Réha (1989) na tvorbu objemovej produkcie nezmiešaných porastov duba červeného najväčším vplyvom účinkovali silné úrovňové prebierky (15 %) s intervalom opakovania 10 rokov. Doterajšie výsledky s pestovaním duba červeného ukazujú, že sa má pestovať v dostatočnom zápoji, ale s voľnými korunami. V takomto postavení sa jeho kmeň ľahšie a rýchlejšie čistí a tvorí aj menej výstrelkov. Vo voľnom postavení vytvára vidlicovité koruny, kmene porastajú výstrelkami a pre silný fototropizmus sú aj zlej kvality (zakrivené). Výchova porastov duba červeného sa má zamerať na podporu hrúbkového prírastku čo najskôr po kulminácii výškového prírastku. Na silu prebierky sú rôzne názory. Niektorí autori odporúčajú sústavné silnejšie prebierky, pretože nie sú pre kvalitu škodlivé a vedú skôr k rýchlejšiemu dosiahnutiu požadovaných sortimentov. Zastáva sa však aj názor, že prvé prebierky majú byť mierne a potom sa má ich sila zvyšovať.

Naše výsledky ukázali, že v oblasti lužných lesov sú produktívne aj zmiešané porasty duba červeného s orechom čiernym. Orech čierny v nich dosahuje lepšie výsledky v raste a kvalite kmeňa ako dub červený. V zmiešaných porastoch dub červený ako aj lipa malolistá, vzhľadom na ich častý výskyt, vytvárajú bohatý asimilačný aparát, čím priaznivo vplyvajú na čistenie kmeňa orecha čierneho, ktorý býva spravidla v nadúrovni porastu, ako aj na intenzitu a kvalitu látkovo-energetických

V. Vývoj celkovej nadzemnej biomasy v sušine u rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka — Development of total aboveground biomass in dry matter in different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas at Ivánka

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Celková nadzemná biomasa ³								Index rastu v % k TVP ⁹ VI.
		zásoba v r. 1988 po zásahu ⁴	prebierky v roku ⁵			iný úbytok v roku ⁶		spolu k 31. 12. 88 ⁷	priemerný ročný prírastok ⁸	
			1978	1983	1988	1983	1988			
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	15,96	0,87	8,78	6,99	0,28	0,03	32,90	0,97	72,00
	<i>Juglans nigra</i> L.	82,72	17,61	0,75	12,82	1,41	23,25	138,56	4,20	
	Spolu ¹⁰	98,68	18,48	9,53	19,81	1,69	23,28	171,46	5,17	
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	166,83	19,85	15,17	33,10	2,70	12,44	250,09	7,35	102,37
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	127,10	14,69	17,10	17,16	1,97	23,88	201,90	5,94	105,99
	<i>Juglans nigra</i> L.	37,70	5,38	0,47	—	0,86	10,59	55,00	1,67	
	Spolu ¹⁰	164,80	20,07	17,57	17,16	2,83	34,47	256,90	7,61	
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	115,42	16,77	11,02	19,10	5,63	0,72	168,66	5,27	73,40
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	106,41	4,90	4,25	1,12	1,76	1,57	120,01	3,87	82,59
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	40,25	1,03	1,19	11,97	0,62	0,57	55,63	2,06	
	Spolu ¹⁰	146,66	5,93	5,44	13,09	2,38	2,14	175,64	5,93	
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	133,77	—	—	—	30,23	22,00	186,00	5,47	100,00
	<i>Juglans nigra</i> L.	46,21	—	—	—	7,74	2,62	56,57	1,71	
	Spolu ¹⁰	179,98	—	—	—	37,97	24,62	242,57	7,18	

For 1—10 see Tab. IV

VI. Index listovej plochy rôznych typov porastov *Quercus rubra* L. a *Juglans nigra* L. na sérii TVP Ivánka v roku 1978, 1983 a 1988 pred zásahom —
The leaf area index of different types of *Quercus rubra* L. and *Juglans nigra* L. stands on a series of permanent research areas in 1978, 1983 and 1988 before thinning

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Rok 1978		Rok 1983		Rok 1988	
		vek ³	index ⁴	vek ³	index ⁴	vek ³	index ⁴
		[roky ⁵]	[ha · ha ⁻¹]	[roky ⁵]	[ha · ha ⁻¹]	[roky ⁵]	[ha · ha ⁻¹]
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	0,96	29	0,84	34	0,54
	<i>Juglans nigra</i> L.	23	4,25	28	3,72	33	3,26
	Spolu ⁶		5,21		4,56		3,80
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	6,80	29	6,02	34	4,04
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	5,63	29	4,95	34	3,04
	<i>Juglans nigra</i> L.	23	1,47	28	1,35	33	1,31
	Spolu ⁶		7,10		6,30		4,35
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	22	5,50	27	4,91	32	4,58
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	21	3,44	26	3,60	31	3,84
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	17	8,46	22	7,89	27	6,14
	Spolu ⁶		11,90		11,49		9,98
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	24	3,58	29	3,11	34	2,86
	<i>Juglans nigra</i> L.	23	2,02	28	1,92	33	1,61
	Spolu ⁶		5,60		5,03		4,47

permanent research compartment¹, tree species², age³, index⁴, years⁵, total⁶

VII. Zásoba nádejných stromov na sérii TVP Ivánka v roku 1988 — The growing stock of promising trees on a series of permanent research areas at Ivánka in 1988

Čiastková TVP ¹	Drevina ²	Počet stromov ³	Kruhová základňa ⁴	Objem ⁵	Nadzemná biomasa ⁶	Index listovej plochy ⁷
		[ks. ha ⁻¹]	[m ² . ha ⁻¹]	[m ³ . ha ⁻¹]	[t. ha ⁻¹]	[ha. ha ⁻¹]
I.	<i>Quercus rubra</i> L.	48	1,432	14,64	9,37	0,17
	<i>Juglans nigra</i> L.	192	8,160	8,81	24,62	1,30
	Spolu ⁸	240	9,592	23,45	33,99	1,47
II.	<i>Quercus rubra</i> L.	336	8,040	15,80	46,03	0,98
III.	<i>Quercus rubra</i> L.	127	7,320	4,11	19,99	0,67
	<i>Juglans nigra</i> L.	247	6,025	13,81	38,67	0,64
	Spolu ⁸	374	13,345	17,92	58,66	1,31
IV.	<i>Juglans nigra</i> L.	224	11,812	23,69	47,77	1,58
V.	<i>Juglans nigra</i> L.	451	9,180	79,84	52,34	1,39
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	392	3,772	19,08	13,17	1,42
	Spolu ⁸	843	12,952	98,92	65,51	2,81
VI.	<i>Quercus rubra</i> L.	255	5,525	53,55	34,97	0,67
	<i>Juglans nigra</i> L.	190	5,045	51,07	25,52	0,75
	Spolu ⁸	445	10,565	104,62	60,49	1,42

permanent research compartment¹, trees species², tree number³, basal area⁴, volume⁵, aboveground biomass⁶, leaf area index⁷, total⁸

premien vo vnútri porastu. Prebierkami pomáhame orechu čiernemu v snahe, aby jeho koruny boli uvoľnené, mali dostatok asimilačných orgánov v záujme jeho intenzívneho hrúbkového rastu. V záujme zachovania zmiešania porastov pomáhame prebierkami aj primiešaným drevinám.

Aj pri prebierkach porastov duba červeného a orecha čierneho sa uplatňuje voľba a trvalé označenie nádejných stromov.

ZÁVER

V príspevku sa zhodnocuje 10ročný vplyv prebierok na vývoj produkcie (objemovej a hmotnostnej) nezmiešaných a zmiešaných porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) a orecha čierneho (*Juglans nigra* L.).

V roku 1988 najvyššia zásoba objemu ($343,02 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) a najvyššia celková objemová produkcia ($404,79 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) bola zistená v nezmiešanom 32-ročnom poraste orecha čierneho. Najvyššia zásoba nadzemnej biomasy ($199,93 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) bola zistená v 34ročnom nezmiešanom poraste duba červeného. Najvyššia celková produkcia nadzemnej biomasy ($256,90 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) bola zistená v 34ročnom zmiešanom poraste duba červeného a orecha čierneho s vyšším zastúpením duba červeného.

Úrovňové prebierky s pozitívnym výberom a intervalom opakovania 5 rokov najväčším vplyvom na objemovú produkciu účinkovali v nezmiešanom poraste orecha čierneho, na hmotnostnú produkciu v zmiešanom poraste duba červeného s orechom čiernym pri vyššom zastúpení duba červeného.

Literatúra

- RÉH, J.: Štúdium štruktúry a vývoja žrdkoviny duba červeného. In: Zborník vedeckých prác LF VŠLD Zvolen, 9, č. 1, Bratislava, 1967, s. 81-105.
- RÉH, J.: Výchova porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) v podmienkach južného Slovenska. Habilitačná práca, LF VŠLD Zvolen, 1972.
- RÉH, J.: Vývoj, štruktúra a rastové procesy žrdkovej duba červeného (*Quercus rubra* L.) vplyvom prebierok. Správa čiastkovej úlohy, LF VŠLD Zvolen, 1989, 212 s.
- SMELKO, S.: Statistické metódy v lesníctve. LF VŠLD Zvolen, 1963, 271 s.
- TOKÁR, F.: Štruktúra, kvalita a produkcia rovnorodého porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) na alúviu rieky Nitra. Lesn. Čas., 28, 1982a, č. 2, s. 75-85.
- TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia zmiešaného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) a orecha čierneho (*Juglans nigra* L.). Folia dendrol., 9, 1982b, s. 89-110.
- TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia zmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) a duba červeného (*Quercus rubra* L.). Lesníctví, 29, 1983, č. 4, s. 321-332.
- TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia rovnorodých porastov orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) v lužných lesoch Hrona. Lesníctví, 30, 1984, č. 11, s. 993-1000.
- TOKÁR, F.: Nadzemná biomasa nezmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.). Lesníctví, 32, 1986a, č. 8, s. 717-722.
- TOKÁR, F.: Nadzemná biomasa nezmiešaného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) a lipy malolistej (*Tilia cordata* MILL.). Lesníctví, 32, 1986b, č. 11, s. 1011-1020.
- TOKÁR, F.: Nadzemná biomasa nezmiešaného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.). Lesníctví, 33, 1987, č. 2, s. 137-143.
- TOKÁR, F.: Vzťahy nadzemnej biomasy v produkčnom priestore rôznych typov listnatých cudzokrajných drevín. Lesníctví, 35, 1989, č. 3, s. 241-259.

Došlo 15. 2. 1990

TOKÁR, F. (Institute of Dendrobiology, Arboretum - Mlyňany): *The effect of thinnings on the development of production in different types of red oak (Quercus rubra L.) and black walnut (Juglans nigra L.) stands.* Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 333-346.

The ten-year effect of thinnings was investigated, as exerted on the development of volume production (in dry matter) of pure and mixed stands of red oak (*Quercus rubra* L.) and black walnut (*Juglans nigra* L.). Crown thinnings with positive selection and time interval of five years influenced to the highest degree volume production in the pure black walnut stand, and volume production in the mixed red oak and black walnut stand with the higher proportion of red oak.

red oak; black walnut; crown thinning; development of production

Adresa autora:

Ing. Ferdinand Tokár, CSc., Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiologie SAV, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany

LISTOVÁ FYTOMASA A RASTOVÁ CHARAKTERISTIKA DUBA LETNÉHO (*QUERCUS ROBUR* L.)

P. Vreštiak

VREŠTIAK, P. (Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiológie SAV, Vieska nad Žitavou): *Listová fytomasa a rastová charakteristika duba letného (Quercus robur L.)*. Lesníctví, 37, 1991 (4-5) : 347-358.

Nepriamou porovnávacou metódou počtosti a plôch listov podľa hrúbky konárov stromov je sledovaný plošný a hmotnostný vývoj listovej fytomasy, objem koruny s distribúciou listovej fytomasy ako aj rastové charakteristiky stromov duba letného v objektoch mestskej a prímestskej nelesnej zelene v závislosti od hrúbky $d_{1,3}$, veku a výšky stromov. Z výsledkov vyplýva, že dub letný v tomto prostredí patrí medzi dreviny so stredne veľkou tvorbou listovej fytomasy. Hodnoty sledovaných ekvivalentov vývoja fytomasy sú odpočítané z vyrovnávajúcich polynómov a uvádzajú sa v 5 ročných vekových intervaloch, 5 cm hrúbkových kategóriách kmeňa a 2 m vysokých amplitúdach stromov. Najdôležitejšie funkčné vzťahy sú dokumentované graficky. Vo veku 50 rokov má dub letný 419,2 m² listovú plochu a objem koruny 947,8 m³. Hodnota indexov prekryvania je pri listovej ploche 3,8 m².m⁻² a objemu koruny 9,0 m³.m⁻². Hodnota koeficienta hustoty koruny je nízka 0,4 m².m⁻³. Strom má výšku 15,1 m a hrúbka $d_{1,3}$ je 48,4 cm. Hmotnosť čerstvých listov 75,54 kg a suchých listov 28,87 kg.

dub letný; fytomasa listov, plocha listov, objem koruny

Dub letný zaujíma v dendrologickej štruktúre lesnej a mimolesnej zelene prioritné miesto. Po buku lesnom je najvýznamnejšou hospodárskou drevinou našich lesov. V rozvoľnených štruktúrach parkových lesov a lesných parkov patrí k základnému sortimentu drevín. Oceňovaný a používaný je v parkovníctve, najmä vo veľkých parkoch v skupinových a solitérnych výsadbách. Významnosť a zastúpenie duba letného v našej krajine nachádza odraz aj v odbornej literatúre. Význam a pestovanie dubov v našich lesoch zhrňa Vyskot (1958), otázkam premenlivosti sa venoval Svoboda (1955), ekológiu a systematiku spracovali Požgaj a Horváthová (1986). Význam a využitie dubov v sadovníckej a krajinárskej tvorbe súhrnne zhodnotil Kavka (1969).

Špecifická problematika biomasy dubov sa v literatúre objavuje najčastejšie ako súčasť štúdia biomasy celých lesných spoločenstiev (Biskupský a Oszlányi, 1979; Oszlányi, 1978; Vyskot, 1975). Chroust (1972) sledoval produkčné vlastnosti korún s údajmi o listovej ploche a hmotnosti listov korún stromov. Bischo (1987) urobil prevod objemových tabuliek na biomasu. Listovú plochu a index prekryvania listovej plochy mladých stromov duba letného z Lednického parku vyhodnotila Nováková (1982).

V tomto príspevku prinášame nové poznatky o vývoji listovej fytomasy s charakteristikou rastových vlastností solitérnych stromov duba letného nelesnej zelene.

METÓDA

Plošný a hmotnostný vývoj listovej fytomasy a jej priestorovú distribúciu v korune stromov ako aj základné rastové charakteristiky stromov duba letného

sme študovali polačnou metódou porovnávania početnosti a plôch listov konárov a stromov (Vreštiak, 1988). V rokoch 1986 až 1989 sme za týmto účelom vybrali 16 ks modelových solitérnych stromov mestskej a prímestskej zelene stredného a západného Slovenska vo vekovom rozpätí 15 až 110 rokov, s hrúbkou $d_{1,3}$ kmeňa 8,3 až 94,0 cm a stromy vysoké 5,8 až 27,0 m. U každého modelového stromu sme zisťovali výšku stroma, dĺžku a šírku koruny, hrúbku $d_{1,3}$, vek, hrúbky konárov v bazálnej časti. Odoberali sme 100 listov z každého modelového stromu fotometricky sme zistili ich povrch. Listy o známej ploche sme za čerstva zvážili, vysušili pri 175 °C a opäť zvážili na konštantnú hmotnosť. Takto sme získali prevodný koeficient plochy listov na hmotnosť. Vypracovali sme číselný rad početnosti listov podľa bazálnej hrúbky konárov. (Vzťah sme charakterizovali kvadratickou funkciou $y = 47 - 22,39x + 48,29x^2$). Prevodovým koeficientom 53,0 cm² (priemerná plocha 1 listu) sme zistili plochu listov koruny stromov. Objemy korún stromov sme vypočítali s použitím základných stereometrických vzorcov. Z plochy listov, objemu korún sme odvodili ďalšie hodnotiace ekvivalenty a to index prekrývania listovej plochy (pomer plochy listov k pôdorysu koruny), index prekrývania objemu koruny (k pôdorysu koruny) a koeficient hustoty koruny (veľkosť listovej plochy v 1 m³ objemu koruny). Na počítači EC 1026 sme vypočítali regresné vzťahy medzi plochou listov, objemom koruny, odvodenými indexami, koeficientom hustoty koruny, rastovými charakteristikami stromov a hrúbkou $d_{1,3}$, vekom, výškou stromu. Pomocou najvhodnejších funkcií (lineárnej, kvadratickej, kubickej — testnosť závislosti sme posudzovali podľa výšky indexu korelácie) sme polynómy vyrovnali a pre zvolené kategórie hrúbky $d_{1,3}$, veku a výšky stromu sme z vyrovnávajúcich polynómov odpočítali extrapolované hodnoty.

VÝSLEDKY

1. HODNOTENIE LISTOVEJ MASY PODĽA HRÚBKY KMEŇA

Vývoj listovej masy duba lesného sme hodnotili po hrúbku $d_{1,3}$ 90 cm. V hrúbkových intervaloch po 5 cm v tab. I uvádzame odpočítané hodnoty z vyrovnávajúcich polynómov pre všetky sledované plošné, priestorové, hmotnostné a rastové ekvivalenty.

Najvýznamnejším plošným ukazovateľom listovej masy je plocha listov. Táto s postupným hrubnutím kmeňa narastá len pozvoľna, ako to vidieť z obr. 1, kde sme tento vzťah vyjadrili konkávnou parabolou druhého stupňa s extrapolovanou slabokonvexnou časťou do veku 10 rokov. Nárast listovej plochy je najintenzívnejší v hrúbkovom rozpätí kmeňa (41,4 m²) až po 45 cm (388,8 m²). Od tejto hrúbky $d_{1,3}$ sa nárast listovej plochy spomaľuje, výrazný je tento jav približne od hrúbky $d_{1,3}$ 65 cm (504,1 m²). Pri hrúbke $d_{1,3}$ 90 cm plocha listov dosahuje hodnotu 563,3 m².

Hodnota indexu prekrývania listovej plochy je k hrúbke $d_{1,3}$ v nepriamej závislosti. S narastaním hrúbky kmeňa postupne klesá hodnota indexu a to z 6,3 m².m⁻² ($d_{1,3}$ 5 cm) až na hodnotu 2,9 m².m⁻² ($d_{1,3}$ 85 až 90 cm). Najintenzívnejší pokles sme zaznamenali po hrúbku kmeňa 25 cm (5,0 m².m⁻²) a najnižší pokles od hrúbky $d_{1,3}$ 65 cm (3,3 m².m⁻²) až po hrúbku $d_{1,3}$ 80 až 90 cm, kde index dosahuje globálne minimum 2,9 m².m⁻². Graficky sme tento vzťah vyjadrili slabokonvexnou parabolou druhého stupňa (obr. 2).

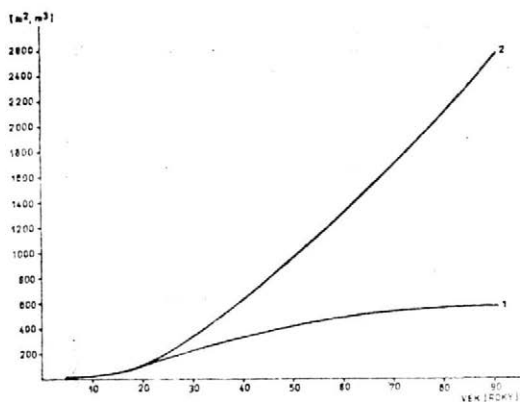
Na obr. 1 sme konvexnou parabolou kvadratickej funkcie vyjadrili vzťah veľkosti objemu koruny v závislosti od hrúbky $d_{1,3}$. Objem koruny s postupným hrubnutím kmeňa narastá. V mladom veku je nárast objemu koruny len pozvoľný, pri hrúbke $d_{1,3}$ 20 cm dosahuje hodnotu 169,2 m³, pri vyšších hrúbkach kmeňa je nárast objemu intenzívnejší. Najprudšie zväčšovanie objemu koruny sme zaznamenali od hrúbky $d_{1,3}$ 55 cm (1752,3 m³) po hrúbku $d_{1,3}$ 90 cm, kedy je objem koruny 3215,9 m³.

I. Vypočítané hodnoty z vyrovnávajúcich polynómov hodnotiacich ekvivalentov listovej fytohmoty stromov k hrúbke $d_{1,3}$ kmeňa — The values calculated from the smoothing polynomials of evaluating equivalents of foliage phytomass of trees with respect to stem diameter $d_{1,3}$

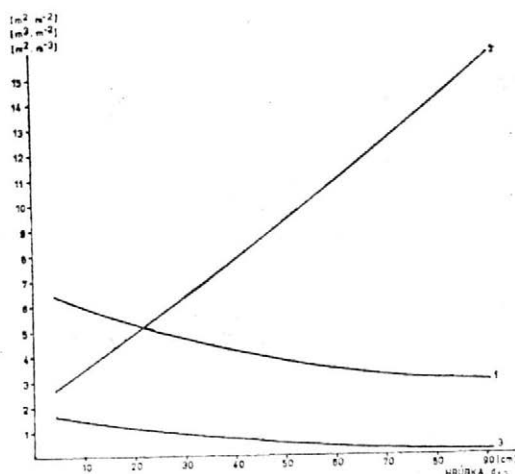
Hrúbka ³ $d_{1,3}$ [cm]	Plocha listov ⁴ [m ²]	Objem koruny ⁵ [m ³]	Hodnoty indexov ¹		Koeficient hustoty koruny ⁸	Hmotnosť masy listov [kg] ²		Výška stromu ¹¹ [m]	Šírka koruny ¹² [m]	Vek [roky] ¹³
			listovej plochy ⁶	objemu koruny ⁷		zelených ⁹	suchých ¹⁰			
5	5,0 ⁺	10,0 ⁺	6,3	2,0	1,6	0,9	0,3	3,4	0,6	14,3
10	41,4	30,0 ⁺	6,0	3,5	1,4	7,5	2,9	4,9	2,8	17,3
15	102,4	85,0 ⁺	5,6	4,2	1,3	18,5	7,1	6,3	4,8	20,7
20	159,6	169,2	5,3	4,9	1,1	28,8	11,0	7,8	6,4	24,3
25	213,0	278,4	5,0	5,6	1,0	38,4	14,7	9,1	7,7	28,2
30	262,6	404,2	4,7	6,3	0,9	47,3	18,1	10,5	8,9	32,4
35	308,4	546,8	4,4	7,0	0,8	55,6	21,2	11,8	9,8	36,8
40	350,5	706,0	4,2	7,8	0,7	63,2	24,1	13,0	10,6	41,5
45	388,8	881,9	4,0	8,5	0,6	70,1	26,8	14,3	11,3	46,6
50	423,3	1074,5	3,8	9,3	0,5	76,3	29,2	15,5	11,8	51,8
55	454,0	1283,7	3,6	10,1	0,4	81,8	31,3	16,6	12,3	57,4
60	480,9	1509,7	3,4	10,9	0,3	86,7	33,1	17,8	12,7	63,3
65	504,1	1752,3	3,3	11,7	0,3	90,8	34,7	18,9	13,2	69,4
70	523,5	2011,7	3,2	12,5	0,2	94,3	36,1	19,9	13,6	75,8
75	539,1	2287,7	3,1	13,3	0,2	97,1	37,1	21,0	14,1	82,5
80	550,9	2580,4	3,0	14,1	0,2	99,3	37,9	21,9	14,7	89,4
85	559,0	2889,8	2,9	15,0	0,1	100,7	38,5	22,9	15,3	96,7
90	563,3	3215,9	2,9	15,9	0,1	101,5	38,8	23,8	16,2	104,2

+ hodnoty extrapolované = + extrapolated values

values of indexes¹, foliage mass (kg)², diameter $d_{1,3}$ (cm)³, leaf surface (m²)⁴, tree-crown volume (m³)⁵, leaf surface⁶, tree-crown volume⁷, coefficient of crown density⁸, green leaves⁹, dry leaves¹⁰, tree height (m)¹¹, crown width (m)¹², age (years)¹³



1. Funkčné vzťahy medzi: 1. - plochou listov a hrúbkou $d_{1,3}$ ($y = -91,795 + 14,079x - 0,075x^2$; $I_{yx} = 0,9162$), 2. - objemom koruny a hrúbkou $d_{1,3}$ ($y = -100,516 + 6,813x + 0,333x^2$; $I_{yx} = 0,9658$) - Function relations between: 1. - leaf surface and diameter $d_{1,3}$ ($y = -91,795 + 14,079x - 0,075x^2$; $I_{yx} = 0,9162$), 2. - crown volume and diameter $d_{1,3}$ ($y = -100,516 + 6,813x + 0,333x^2$; $I_{yx} = 0,9658$)

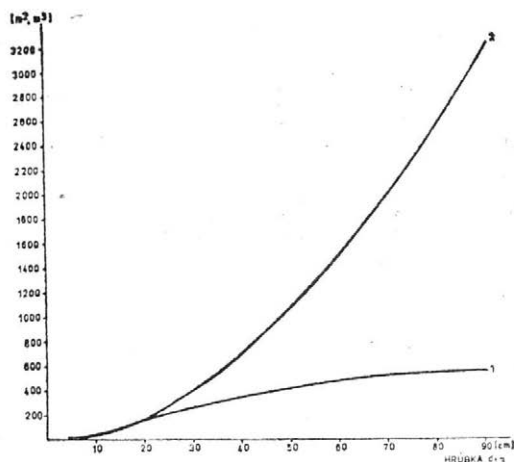
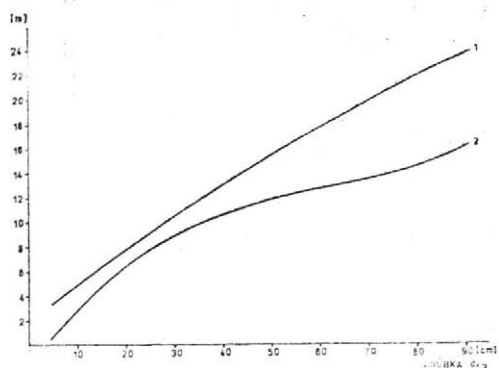


2. Funkčné vzťahy medzi: 1 - indexom prekrývania listovej plochy a hrúbkou $d_{1,3}$ ($x = 6,718 - 0,079x + 0,0004x^2$; $I_{yx} = 0,5116$), 2. - indexom prekrývania objemu koruny a hrúbkou $d_{1,3}$ ($y = 2,119 + 0,132x + 0,0002x^2$; $I_{yx} = 0,9237$), 3. - koeficientom hustoty koruny a hrúbkou $d_{1,3}$ ($y = 1,749 - 0,034x + 0,0001x^2$; $I_{yx} = 0,5493$) - Function relations between: 1. - overlap index of leaf surface and diameter $d_{1,3}$ ($x = 6,718 - 0,079x + 0,0004x^2$; $I_{yx} = 0,5116$), 2. - overlap index of crown volume and diameter $d_{1,3}$ ($y = 2,119 + 0,132x + 0,0002x^2$; $I_{yx} = 0,9237$), 3. - coefficient of crown density and diameter $d_{1,3}$ ($y = 1,749 - 0,034x + 0,0001x^2$; $I_{yx} = 0,5493$)

Nárast hodnoty indexu prekrývania objemu koruny má takmer lineárny charakter, ako je to zrejmé z obr. 2, kde sme vzťah medzi indexom prekrývania objemu koruny a hrúbkou $d_{1,3}$ vyjadrili slabou konvexnou parabolou druhého stupňa. Hodnota indexu postupne narastá z $2,8 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ ($d_{1,3} 5 \text{ cm}$) až po $15,9 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ ($d_{1,3} 90 \text{ cm}$). Pri hrúbkach $d_{1,3} 50 \text{ cm}$ je indexová hodnota $9,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ a pri 70 cm $12,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$.

Koeficient hustoty koruny vyjadrujúci veľkosť listovej plochy v 1 m^3 objemu koruny má v priebehu celého sledovaného hrúbkového nárastu kmeňa nízku hodnotu. Koeficient postupne klesá z hodnoty $1,6 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ pri hrúbke $d_{1,3} 5 \text{ cm}$ až na $0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ pri hrúbke $d_{1,3} 85$ až 90 cm . Najpreukaznejší pokles je po hrúbku kmeňa 35 cm ($0,8 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$) a najpomalší od hrúbky $d_{1,3} 50 \text{ cm}$ ($0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$). Na obr. 2 je tento funkčný vzťah dokumentovaný slabokonvexnou parabolou kvadratickej funkcie.

Grafický priebeh rastových charakteristík stromov duba letného k hrúbke $d_{1,3}$ vyjadrujeme na obr. 3. Funkčný vzťah medzi výškou stromu a hrúbkou $d_{1,3}$ sme vyjadrili slabokonkávnou parabolou kvadratickej funkcie a regresiu šírky koruny a hrúbky $d_{1,3}$ konvexnokónkávnou parabolou kubickej funkcie. Vo výškovom raste stromu možno rozlíšiť fázu intenzívnejšieho rastu po hrúbku $d_{1,3} 35 \text{ cm}$, kedy má strom výšku $9,8 \text{ m}$ a fázu pomalšieho rastu, ktorá trvá až do konca sledovaného obdobia. Pri hrúbke $d_{1,3} 90 \text{ cm}$ strom dosahuje výšku $23,8 \text{ m}$. Rast koruny do šírky má zložitejší priebeh. Prvá intenzívna fáza rastu je v počiatočnom období vývoja po hrúbke $d_{1,3}$ asi 30 cm kedy koruna dosahuje šírku $8,9 \text{ m}$.



3. Funkčné vzťahy medzi: — výškou stromu a hrúbkou $d_{1,3}$ ($y = 1,911 + 0,305x - 0,0006x^2$; $I_{yx} = 0,9454$), 2. — šírkou koruny a hrúbkou $d_{1,3}$ ($y = -1,971 + 0,552x - 0,007x^2$; $I_{yx} = 0,9384$) — Function relations between: 1. — tree height and diameter $d_{1,3}$ ($y = 1,911 + 0,305x - 0,0006x^2$; $I_{yx} = 0,9454$), 2. — crown width and diameter $d_{1,3}$ ($y = -1,971 + 0,552x - 0,007x^2$; $I_{yx} = 0,9384$)

4. Funkčné vzťahy medzi: 1. — plochou listov a vekom ($y = -204,373 + 17,235x - 0,095x^2$; $I_{yx} = 0,8930$), 2. — objemom koruny a vekom ($y = -339,883 + 17,786x - 0,159x^2$; $I_{yx} = 0,9688$) — Function relations between: 1. — leaf surface and age ($y = -204,373 + 17,235x - 0,095x^2$; $I_{yx} = 0,8930$), 2. — crown volume and age ($y = -339,883 + 17,786x - 0,159x^2$; $I_{yx} = 0,9688$)

Druhé obdobie rýchlejšieho rastu sme zaznamenali od hrúbky $d_{1,3}$ 80 cm (14,7 m) po 90 cm (16,2 m). Medzi uvedenými hrúbkovými hodnotami kmeňa je rast koruny do šírky pomalší.

Z hodnôt veľkosti listovej plochy uvádzanej v tab. I pre hrúbkové kategórie kmeňa 5 až 90 cm po 5 cm hrúbkach $d_{1,3}$ možno pomocou prepočtového koeficienta listovej hmoty rovnajúcej sa 1 m² listovej plochy vypočítať hmotnosť listov. Hmotnosť zelených listov o ploche 1 m² je 180,1944 g a vysušených listov 68,8707 g. Hmotnostný nárast listovej masy je na začiatku veľmi pomalý, potom od hrúbky $d_{1,3}$ 10 cm (7,5 kg) po hrúbku $d_{1,3}$ 45 cm (70,1 kg) je najintenzívnejší, s ďalším hrubnutím kmeňa sa postupne spomaľuje, pri hrúbke $d_{1,3}$ 60 cm je hmota čerstvých listov 86,7 kg, pri hrúbke 70 cm 94,3 kg a pri hrúbke $d_{1,3}$ 90 cm 101,5 kg. Hmota suchých listov je adekvátne nižšia oproti hmote zelených listov. Pri obsahu sušiny 38,22 % pri hrúbke $d_{1,3}$ 10 cm je hmotnosť suchých listov 2,9 kg, pri hrúbke $d_{1,3}$ 30 cm 18,1 kg, 45 cm — 26,8 kg. Postupné spomaľovanie nárastu suchej hmoty listov vidieť od hrúbky $d_{1,3}$ 60 cm — 23,1 kg až po hrúbku $d_{1,3}$ 90 cm — 38,8 kg.

2. HODNOTENIE LISTOVEJ MASY PODĽA VEKU STROMU

Do 90 rokov veku stromu vývoj listovej fytohmoty hodnotíme aj podľa časového kritéria. V tab. II uvádzame odpočítané hodnoty z vyrovnávacích polynómov vzťahov všetkých hodnotiacich ekvivalentov k veku.

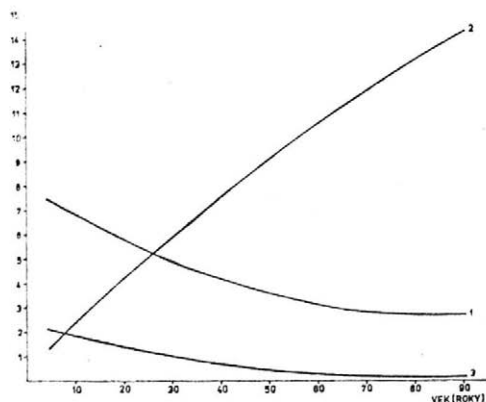
Funkčný vzťah medzi plochou listov a vekom dokumentujeme na obr. 4 konkrétnou parabolou kvadratickej funkcie s konvexnou časťou extrapolovaných hodnôt do veku 15 rokov. Z polynómu sú patrné dve obdobia pomalého nárastu listovej plochy a to v počiatočnom štádiu vývoja asi do veku 20 rokov, kedy listová plocha má veľkosť 102,2 m² a od veku 55 (455,3 m²) po 90 rokov (574,9 m²). V časovej amplitúde

II. Vypočítané hodnoty z vyrovnávacích polynómov hodnotiacich ekvivalentov listovej plochy stromov k veku — The values calculated from the smoothing polynomials of evaluating equivalents of leaf surface with respect to age

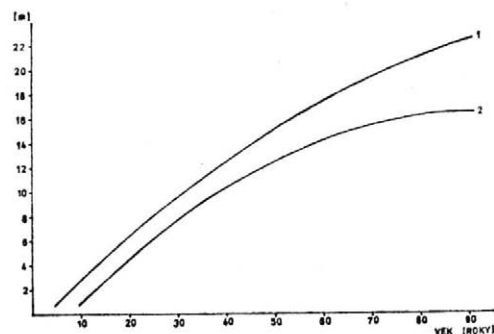
Vek [roky] ³	Plocha listov ⁴ [m ²]	Objem koruny ⁵ [m ³]	Hodnoty indexov ¹		Koeficient hustoty koruny ⁸	Hmotnosť masy listov ² [kg]		Výška stromu ¹¹ [m]	Šírka koruny ¹² [m]	Hrúbka ¹³ d _{1,3} [cm]
			listovej plochy ⁶	objemu koruny ⁷		zelených ⁹	suchých ¹⁰			
5	8,0 ⁺	15,0 ⁺	7,4	1,4	2,0	1,4	0,6	0,8	0,3 ⁺	0,6 ⁺
10	20,0 ⁺	25,0 ⁺	6,8	2,3	1,8	3,6	1,4	2,7	2,0 ⁺	1,8
15	50,0 ⁺	50,0 ⁺	6,3	3,2	1,6	9,0	3,4	4,5	2,0	8,4
20	102,2	110,0 ⁺	5,8	4,1	1,3	18,4	7,0	6,3	4,4	14,7
25	167,0	204,4	5,3	5,0	1,1	30,1	11,5	8,0	6,4	20,9
30	226,9	337,1	4,9	5,8	1,0	40,9	15,6	9,5	8,1	26,8
35	282,1	477,8	4,5	6,7	0,8	50,8	19,4	11,1	9,5	32,5
40	332,6	626,5	4,2	7,5	0,6	59,9	22,9	12,5	10,5	38,0
45	278,3	783,2	3,9	8,2	0,5	68,2	26,1	13,8	11,4	43,3
50	419,2	947,8	3,6	9,0	0,4	75,5	28,9	15,1	12,0	48,4
55	455,3	1120,4	3,3	9,7	0,3	82,0	31,4	16,3	12,5	53,2
60	486,7	1300,9	3,1	10,5	0,2	87,7	33,5	17,4	12,8	57,9
65	513,3	1489,4	3,0	11,1	0,1	92,5	35,4	18,5	13,1	62,3
70	535,2	1685,9	2,8	11,8	0,1	96,4	36,9	19,4	13,3	66,6
75	552,3	1890,4	2,7	12,5	0,1	99,5	38,0	20,3	13,5	70,6
80	564,6	2102,8	2,7	13,1	0,1	101,7	38,9	21,1	13,7	74,4
85	572,1	2323,1	2,6	13,7	0,1	103,1	39,4	21,9	13,9	78,0
90	574,9	2551,5	2,7	14,3	0,1	103,6	39,6	22,5	14,3	81,4

+ hodnoty extrapolované = + extrapolated values

values of indexes¹, foliage mass (kg)², age (years)³, leaf surface (m²)⁴, tree-crown volume (m³)⁵, leaf area⁶, tree-crown volume⁷, coefficient of crown density⁸, green leaves⁹, dry leaves¹⁰, tree height (m)¹¹, crown width (m)¹², diameter d_{1,3} (cm)¹³



5. Funkčné vzťahy medzi: 1. - indexom prekrývania listovej plochy a vekom ($y = 7,960 - 0,123x + 0,0007x^2$; $I_{yx} = 0,5554$), 2. indexom prekrývania objemu koruny a vekom ($y = 0,439 + 0,192x - 0,0004x^2$; $I_{yx} = 0,9180$), 3. - koeficientom hustoty koruny a vekom ($y = 2,299 - 0,054x + 0,0003x^2$; $I_{yx} = 0,5880$) - Function relations between: 1. - overlap index of leaf surface and age ($y = 7.960 - 0.123x + 0.0007x^2$; $I_{yx} = 0.5554$), 2. - overlap index of crown volume and age ($y = 0.439 + 0.192x - 0.0004x^2$; $I_{yx} = 0.9180$), 3. - coefficient of crown density and age ($y = 2.299 - 0.054x + 0.0003x^2$; $I_{yx} = 0.5880$)



6. Funkčné vzťahy medzi: 1. - výškou stromu a vekom ($y = -1,184 + 0,404x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,9446$), 2. - šírkou koruny a vekom ($y = -7,919 + 0,812x - 0,010x^2 + 0,00004x^3$; $I_{yx} = 0,9394$) - Function relations between: 1. - tree height and age ($y = -1.184 + 0.404x - 0.001x^2$; $I_{yx} = 0.9446$), 2. - crown width and age ($y = -7.919 + 0.812x - 0.010x^2 + 0.00004x^3$; $I_{yx} = 0.9394$)

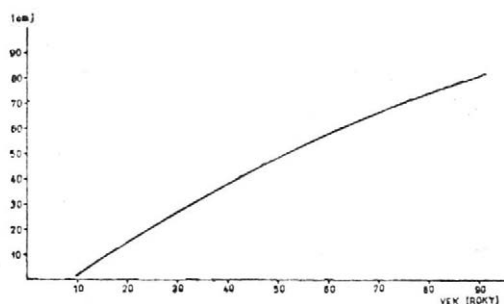
20 až 55 rokov je nárast listovej plochy najväčší. Vo veku 70 rokov je listová plocha 535,2 m² a vo veku 80 rokov 564,6 m².

Hodnota indexu prekrývania listovej plochy má s pribúdajúcim vekom klesajúcu tendenciu. Od veku 5 rokov sa hodnota znižuje zo 7,4 m² · m⁻² až na hodnotu 2,6 m² · m⁻² vo veku 85 rokov, v následnom období sa postupne zvyšuje, vo veku 90 rokov má hodnotu 0,7 m² · m⁻². Tento vzťah sme vyjadrili konvexnou parabolou druhého stupňa s grafickým priebehom na obr. 5.

Nárast objemu koruny je v mladom veku rovnomerný a veľmi pomalý. Vo veku 20 rokov je objem koruny 110,0 m³. V ďalšom období sa nárast objemu výrazne zintenzívňuje, ako to vidieť na obr. 4, kde je tento vzťah vyjadrený konvexnou parabolou kvadratickej funkcie. Vo veku 90 rokov je objem koruny 2551,5 m³.

Vzťah medzi indexom prekrývania objemu koruny a vekom sme na obr. 5 vyjadrili slabokónkávnu parabolou kvadratickej funkcie. Ako vidieť z grafu, nárast indexu prekrývania objemu koruny je intenzívny a v priebehu celého sledovaného obdobia takmer vyrovnaný. Narastá z hodnoty 1,4 m³ · m⁻³ vo veku 5 rokov až po hodnotu 14,3 m³ · m⁻³ vo veku 90 rokov. Vo veku 50 rokov dosahuje hodnotu 9,0 m³ · m⁻³ a vo veku 70 rokov 11,8 m³ · m⁻³.

Koeficient hustoty koruny je nízky, jeho hodnota sa pohybuje od 2,0 m² · m⁻³ (5 rokov) po 0,1 m² · m⁻³ (65 až 90 rokov). Grafický priebeh tohoto vzťahu uvádzame na obr. 5, kde sme ho vyjadrili slabokonvexnou parabolou druhého stupňa.



7. Funkčný vzťah medzi hrúbkou $d_{1.3}$ kmeňa a vekom ($y = 11,918 + 1,416x - 0,004x^2$; $I_{yx} = 0,9952$) – A function relation between stem diameter $d_{1.3}$ and age ($y = 11.918 + 1.416x - 0.004x^2$; $I_{yx} = 0.9952$)

Hmotnosť zelených listov sa v počiatočných fázach vývoja stromu zväčšuje len pomaly. Vo veku 20 rokov má hodnotu 18,4 kg, v ďalšom vývoji sa hmotnostný nárast listovej masy zrýchľuje, vo veku 30 rokov dosahuje 40,9 kg a vo veku 50 rokov 75,5 kg. V ďalšom období sa nárast čerstvej hmoty listov spomaľuje, vo veku 70 rokov je 96,4 kg a vo veku 90 rokov 103,6 kg. Hmotnosť suchých listov je vo veku 10 rokov 1,4 kg, vo veku 50 rokov 28,9 kg a vo veku 90 rokov 39,6 kg.

Na obr. 6 znázorňujeme grafický priebeh vzťahov výšky stromu a šírky koruny k veku. Rast stromu do výšky aj šírky je najintenzívnejší v mladom veku. Výškový rast sa spomaľuje od veku 40 rokov (12,5 m), vo veku 90 rokov dosahuje strom výšku 22,5 m. Rast koruny do šírky je najintenzívnejší podobne do veku približne 40 rokov (10,5 m), v ďalšom období sa výrazne spomaľuje, vo veku 60 rokov má koruna šírku 12,8 m, vo veku 80 rokov 13,7 m a vo veku 90 rokov 14,3 m.

Posledným hodnotiacim ekvivalentom, ktorý sme pri veku sledovali, bola hrúbka $d_{1.3}$. Na obr. 7 sme tento vzťah vyjadrili slabokonkávnou parabolou druhého stupňa. Hrubnutie kmeňa solitérnych stromov duba je za celé sledované obdobie veľmi vyrovnané, logicky vyšší hrúbkový rast je v mladom veku, postupne s pribúdajúcim vekom sa mierne znižuje. Vo veku 20 rokov hrúbka $d_{1.3}$ je 14,7 cm, vo veku 50 rokov 48,4 cm a vo veku 90 rokov 81,4 cm. Recipročné hodnoty vzťahu veku podľa hrúbky $d_{1.3}$ uvádzame v tab. I.

3. HODNOTENIE LISTOVEJ MASY PODĽA VÝŠKY STROMU

Doplňujúcim kritériom hodnotenia vývoja listovej masy duba letného je výška stromu. Po výške 26 m pre dvojmetrové výšky stromov uvádzame v tab. III. odpočítané hodnoty z vyrovnávajúcich polynómov všetkých sledovaných ekvivalentov.

Nárast listovej plochy je najpomalší po výške stromu 4 m (38,0 m²), potom sa postupne a pravidelne zvyšuje, pri výške stromu 16 m je plocha listov 425,9 m², následne sa prírastok spomaľuje a pri výške 26 m dosahuje hodnotu 539,9 m². Tento funkčný vzťah sme vyjadrili slabokonkávnou parabolou druhého stupňa s extrapolovanou konvexnou časťou po výške 4 m a dokumentujeme ho na obr. 8.

Hodnota indexu prekrývania listovej plochy podobne ako u predchádzajúcich hodnotiacich ekvivalentov aj s výškovým rastom stromu postupne klesá, a to z hodnoty 7,1 m² · m⁻² pri výške 2 m až na 2,9 m² · m⁻² pri výške stromu 24 až 26 m. Graficky tento vzťah dokumentujeme na obr. 9 konvexnou parabolou druhého stupňa.

Objem koruny narastá po výške stromu 6 m len pozvoľna, od tejto výšky sa nárast objemu koruny intenzívne zväčšuje. Pri výške 6 m je

III. Vypočítané hodnoty z vyrovnávajúcich polynómov hodnotiacich ekvivalentov listovej fyto-masy stromov k výške stromov — The values calculated from smoothing polynomials of evaluating equivalents of foliage phytomass of trees with respect to tree height

Výška stromu ³ [m]	Plocha listov ⁴ [m]	Objem koruny ⁵ [m ³]	Hodnoty indexov ¹		Koeficient hustoty koruny ⁸	Hmotnosť masy listov ² [kg]		Šírka koruny ¹¹ [m]
			listovej plochy ⁶	objemu koruny ⁷		zelených ⁹	suchých ¹⁰	
2	8,0 ⁺	8,0 ⁺	7,1	1,5	2,2	1,4	0,6	1,6
4	38,0 ⁺	23,0 ⁺	6,4	2,6	1,8	6,8	2,6	3,1
6	100,6	75,0 ⁺	5,8	3,8	1,4	8,1	6,9	4,7
8	182,6	201,5	5,2	5,0	1,1	32,9	12,6	6,4
10	256,1	420,3	4,7	6,2	0,9	46,1	17,6	8,2
12	321,1	670,3	4,3	7,4	0,6	57,9	22,1	9,9
14	377,8	951,7	3,9	8,7	0,4	68,1	26,0	11,6
16	425,9	1264,2	3,6	10,0	0,3	76,7	29,3	13,0
18	465,6	1608,1	3,3	11,3	0,2	83,9	32,1	14,3
20	496,9	1983,2	3,1	12,6	0,1	89,0	34,2	15,3
22	519,7	2389,5	3,0	14,0	0,1	93,6	35,8	15,9
24	534,0	2827,1	2,9	15,4	0,1	96,2	36,8	16,1
26	539,9	3296,0	2,9	16,8	0,2	97,3	37,2	16,1

+ hodnoty extrapolované = + extrapolated values

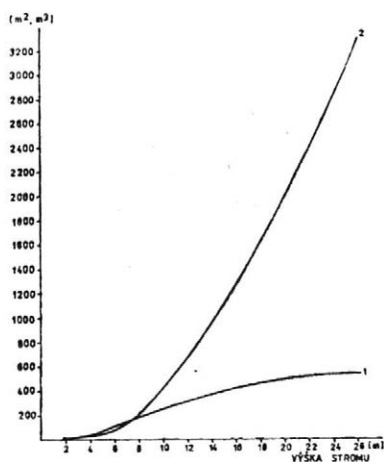
values of indexes¹, foliage mass² (kg), tree height³ (m), leaf surface⁴ (m), tree-crown volume⁵ (m³), leaf surface⁶, tree-crown volume⁷, coefficient of crown density⁸, green leaves⁹, dry leaves¹⁰, crown width¹¹ (m)

objem koruny 75,0 m³, pri výške 16 m 1264,2 m³ a pri výške 26 m 3296,0 m³. Konvexnou parabolou kubickej funkcie tento vzťah vyjadrujeme na obr. 8.

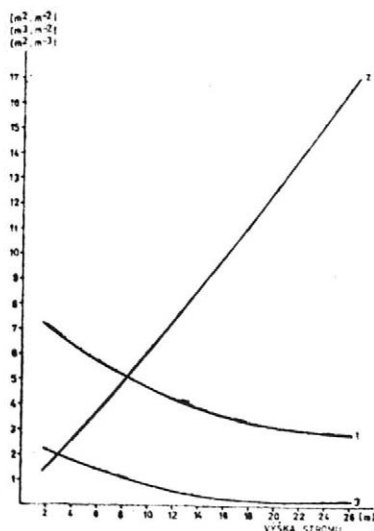
Nárast indexu prekrývania objemu koruny je pravidelný a ako to vidieť z obr. 9, slabokonvexná parabola druhého stupňa, ktorou sme tento vzťah vyjadrili má takmer lineárny charakter. Hodnota indexu stúpa z 1,5 m³ · m⁻² pri výške stromu 2 m až po 16,8 m³ · m⁻² pri výške stromu 26 m.

Na tom istom obraze dokumentujeme aj funkčný vzťah koeficienta hustoty koruny a veku slabokonvexnou parabolou kvadratickej funkcie. Hodnota koeficienta postupne klesá z 2,2 m² · m⁻³ pri výške stromu 2 m až na 0,1 m² · m⁻³ pri výške stromu 20 až 24 m. Globálne minimum dosahuje hodnota koeficienta pri výške stromu 22 m (0,1 m² · m⁻³). Pri výške 26 m má koeficient hodnotu 0,2 m² · m⁻³.

Nárast hmotnosti fyto-masy listov po výšku 2 m je veľmi pozvoľný. Pri tejto výške hmotnosť čerstvých listov je 1,4 kg a hmotnosť suchých listov 0,6 kg. Od výšky 4 m (hmotnosť čerstvých listov 6,8 kg, suchých listov 2,6 kg) prirastá intenzívnejšie, pri výške stromu 10 m hmotnosť zelených listov je 46,1 kg a vysušených listov 17,6 kg. Fáza intenzívnejšieho nárastu fyto-masy listov trvá po výšku stromu 20 m, kedy hmotnosť zelených listov je 89,5 kg a suchých listov 34,2 kg. Od tejto výšky sa hmotnosť listov zvyšuje len pomaly. Pri výške stromu 26 m dosahuje



8. Funkčné vzťahy medzi: 1. - listovou plochou a výškou stromu ($y = -195,992 + 55,773x - 1,056x^2$; $I_{yx} = 0,8662$), 2. - objemom koruny a výškou stromu ($y = -361,158 + 39,072x + 3,907x^2$; $I_{yx} = 0,9223$) - Function relations between: 1. - leaf surface and tree height ($y = -195,992 + 55,773x - 1,056x^2$; $I_{yx} = 0,8662$), 2. - crown volume and tree height ($y = -361,158 + 39,072x + 3,907x^2$; $I_{yx} = 0,9223$)



9. Funkčné vzťahy medzi: 1. - indexom prekryvania listovej plochy a výšky stromu ($y = 7,795 + 0,382x + 0,007x^2$; $I_{yx} = 0,5406$), 2. - indexom prekryvania objemu koruny a výškou stromu ($y = 0,392 + 0,545x + 0,003x^2$; $I_{yx} = 0,9569$), 3. - koeficientom hustoty koruny a výškou stromu ($y = 2,603 - 0,223x + 0,004x^2$; $I_{yx} = 0,6836$) - Function relations between: 1. - overlap index of leaf surface and tree height ($y = 7,795 + 0,382x + 0,007x^2$; $I_{yx} = 0,5406$), 2. - overlap index of crown volume and tree height ($y = 0,392 + 0,545x + 0,003x^2$; $I_{yx} = 0,9569$), 3. - coefficient of crown density and tree height ($y = 2,603 - 0,223x + 0,004x^2$; $I_{yx} = 0,6836$)

hmotnosť čerstvých listov 95,5 kg a suchých 34,2 kg.

Z rastových charakteristík duba letného uvádzame pri výške stromu len šírku koruny. Tento vzťah sme vyjadrili konvexnokónkávnu parabolou kubickej funkcie, ktorej priebeh graficky nedokumentujeme. Najintenzívnejšia fáza rastu koruny do šírky je vo výškovom rozpätí stromu 4 (3,1 m) až 16 m (13,0 m). Pri výške stromu 24 m sa rast koruny do šírky ustáluje na hodnote 16,1 m.

DISKUSIA

Všeobecne uznávaná zásada, že dreviny rastúce v zapojených lesných porastoch vykazujú preukazateľne menšiu listovú fyto masu ako solitérne stromy sa potvrdila aj pri dube letnom. Podľa porovnania veľkosti listovej plochy stromov zo zapojených porastov uvádzané Chroustom [1972] solitérnymi stromami hodnotenými v tejto práci je možné konštatovať, že tieto rozdiely sú s narastajúcim vekom preukazateľnejšie. Tak napríklad, kým 10-ročné solitérne stromy majú listovú plochu 20 m², pri stromoch zo zapojených porastov sa plocha listov pohybuje od 2,45 do 25,75 m², čo sú hodnoty pomerne vyrovnané. Stromy vo veku 25 rokov sa už výrazne odlišujú veľkosťou listovej plochy. Jednotlivo stojace stromy majú až trojnásobne väčšiu plochu listov (167 m²)

ako z lesných porastov (3,55 až 55,05 m²). Vo veku šesťdesiat rokov je tento rozdiel až šesťnásobne vyšší. Nováková (1982) udáva listovú plochu 8 m vysokého mladého stromu rastúceho na okraji stromovej skupiny v Lednickom parku 83 m², čo je necelá polovica listovej plochy rovnako vysokých stromov opisovaných v tejto práci (182,6 m²).

Vysoká morfológická variabilnosť listov v rámci stromu ako aj medzi jedincami sa odráža v ploche aj v hmotnosti listov. Podľa Chrousta (1972), Svobodu (1959) táto variabilnosť súvisí s ekologickými podmienkami korunovej vrstvy stromu, kde sú výrazne rozdielne svetelné a tepelné podmienky, majúce vplyv na anatomickú stavbu listu. Hmotnosť 1 m² listovej plochy podľa Chrousta (1972) postupne klesá od vrcholu koruny (90,11 g) až po spodný okraj asi na polovicu (45,94 g). Plno osvetlené koruny solitérnych stromov podľa našich zistení majú listy ešte asi raz tak veľké ako vrcholové listy stromov v poraste (18, 19 g). Tieto rozdiely v množstve a hmotnosti listov sa ešte zväčšujú vzájomným porovnaním hmotnosti listov celých stromov. Chroust (1972) uvádza hmotnosť listov 10ročných stromov z porastu 0,17 až 1,5 kg, čo ešte korešponduje s našimi výsledkami (0,36 kg), pri starších stromoch sú už výsledky neporovnateľné. Štyridsaťročný strom samostatne stojaci, dokonale osvetlený má hmotnosť listov 59,73 kg, kým rovnako starý strom z lesného porastu podľa Chrousta (1972) má hmotnosť len 0,19 až 4,64 kg. Amplitúda indexu prekryvania listovej plochy mladých stromov duba letného v Lednickom parku je podľa Novákovovej (1982) 1,18 až 9,27 m² · m⁻². Hodnoty indexu, ktoré sme zistili sú podobné a pohybujú sa v rozpätí 2,6 až 7,4 m² · m⁻².

Podobne ako plošné a hmotnostné charakteristiky listovej fytohmoty sú závislé od kvality podmienok prostredia, možno s určitou istotou tvrdiť, že aj pre objemový nárast koruny možno odvodiť rovnaké zásady. V literatúre sa nestretávame s konkrétnymi hodnotami objemu koruny, ale z údajov o dĺžke a šírke korún sa dá usudzovať, že koruny solitérnych stromov sú objemnejšie a s vyššou distribúciou listovej fytohmoty. S údajmi o indexe prekryvania koruny a koeficienta hustoty koruny sme sa v literatúre nestretli, a preto ich nemôžeme s našimi výsledkami porovnať.

Výškový rast solitérnych stromov dubov je výrazne spomalený v porovnaní so stromami v porastoch. Podľa Svobodu (1955) stromy vo veku 40 rokov (1. bonita) dosahujú výšku v priemere 16,2 m, podľa našich zistení sa výška stromu rovná 12,5 m. Z parkových objektov Machovec (1980) pre túto vekovú kategóriu udáva výšku len 10,5 m. Vo veku 80 rokov priemerná výška stromov podľa tých istých autorov je 24,1 m, kým solitérne rastúce stromy dosahujú výšky 21,1 m a v parkových objektoch 20 m. Najintenzívnejší rast stromu do výšky podľa Chrousta (1972) je v mladom veku, kulminuje medzi 20. až 30. rokom, túto vlastnosť duba letného potvrdzujú aj naše výsledky.

ZÁVER

Dub letný v mestskej a prímestskej nelesnej zeleni patrí do základného sortimentu listnatých stromov. Vyznačuje sa stredne vysokou tvorbou listovej fytohmoty. Vo veku 20 rokov má listovú plochu 102,2 m², index prekryvania listovej plochy je 5,8 m² · m⁻², objem koruny dosahuje 16 m³, index prekryvania objemu koruny je 4,1 m³ · m⁻², koeficient

hustoty koruny $13 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$. Strom má výšku 6,3 m, šírka koruny je 9,7 m, hrúbka kmeňa 14,7 cm, hmotnosť čerstvých listov je 18,42 kg, suchých listov 7,04 kg. Vo veku 50 rokov je listová plocha $419,2 \text{ m}^2$. Index prekrývania listovej plochy je $3,8 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$, objem koruny $947,8 \text{ m}^3$, index prekrývania objemu koruny dosahuje hodnotu až $9,0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$, koeficient hustoty koruny je nízky len $0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$. Strom dosahuje v tomto veku výšku 15,1 m, koruna je široká 12,6 m a kmeň má hrúbku 48,4 cm. Hmotnosť čerstvých listov je 75,54 kg a suchých listov 28,87 kg.

Literatúra

- BISCH, J. L.: Un exemple de conversion d'une table de production en volume en tables de production en biomasse: le cheme dans le secteur ligérien. Ann. Sci. For. 44, 1987, s. 243-258.
- BISKUPSKÝ, V. — OSZLÁNYI, J.: Biomasa drevinnej zložky v dubovo-hrabovom lese. Acta Ecol., 20, 1979, s. 7-57.
- CHROUST, L.: Pěstebně výnosový význam velikosti a tvaru korun v mladých dubových porostech. Práce VÚLHM, 41, 1972, s. 81-102.
- KAVKA, B.: Zhodnocení hlavních druhů listnáčů z hlediska jejich využití v zahradní a krajinářské architektuře. Acta pruhon., 22, 1969, 174 s.
- MACHOVEC, J.: Stanovení normativů sadovnícky a krajinářsky významných druhů dřevin. [Závěrečná zpráva.] Lednice na Moravě, VŠZ, 33 s.
- NOVÁKOVÁ, M.: Zhodnotenie štruktúry korún u *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L. [Diplomová práca.] Brno 1982. 76 s. — Vysoká škola zemědělská.
- OSZLÁNYI, J.: Rozbor biomasy korún v dubovo-hrabovom lese. Lesnictví, 24, 1978, s. 31-37.
- POŽGAJ, J. — HORVÁTHOVÁ, J.: Variabilita a ekológia druhov rodu *Quercus* L. na Slovensku. Acta dendrobiol., 1986, 150 s.
- SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty, část. II. SZN Praha, 1955, 573 s.
- VREŠTIAK, P.: Biomasa niektorých drevin ako nástroj intenzifikácie sídelnej zelene. Kontrolovateľná etapa k záv. správe. Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiológie SAV, 1988, s. 55.
- VYSKOT, M.: Pěstění dubu. SZN Praha, 1958, 284 s.
- VYSKOT, M.: Biomasa stromového patra lužního lesa jižní Moravy. [Závěrečná správa.] Brno, Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 1975, s. 71.

Došlo 5. 3. 1990

VREŠTIAK, P. (Mlyňany Arboretum — Institute of Dendrobiology, Slovak Academy of Sciences, Vieska nad Žitavou): *Foliage phytomass and growth characteristics of English oak (Quercus robur L.)*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 347-358.

An indirect comparative method of leaf frequency and surface with respect to the branch diameter of trees was used to investigate the surface and mass development of foliage phytomass, tree-crown volume and foliage phytomass distribution, and also the growth characteristics of English oak trees growing in the urban and suburban nonforest verdure, in dependence on the $d_{1.3}$ diameter, age and height of trees. The results have indicated that English oak trees growing in such environment belong to the tree species with the medium volume of foliage phytomass production. The values of the equivalents of phytomass development are calculated from smoothing polynomials and are given in five-year age intervals, 5 cm diameter categories of stem and 2 m amplitudes of tree heights. The most important functions are represented graphically. At the age of 50 years the leaf surface of English oak makes 419.2 m^2 and the tree-crown volume is 947.8 m^3 . The overlap indexes of leaf surface and crown volume are $3.8 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ and $9.0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$. The coefficient of tree-crown density is low, its value makes $0.4 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$. The tree height is 15.1 m and diameter $d_{1.3}$ is 48.4 cm. The weight of fresh foliage makes 75.54 kg and of dry foliage 28.87 kg.

foliage phytomass; surface and mass development; growth characteristics; English oak

Adresa autora:

Ing. Pavol Vreštiak, CSc., Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany

RŮST OŘEŠÁKU ČERNÉHO (*JUGLANS NIGRA* L.) NA LZ STRÁŽNICE

Z. Prudič

PRUDIČ, Z. (Strážnice): *Růst ořešáku černého (Juglans nigra L.) na LZ Strážnice*, Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 359-369.

Pomocí kruhových zkusných ploch byl analyzován růst ořešáku černého v porostech LZ Strážnice. Tato dřevina zde roste v ekologické řadě L (ve smyslu Lesprojektu) lužních lesů a v řadě H (hlinité) a D (obohacené) v Jihomoravské pahorkatině. Zastoupení ořešáku černého se během 30 let ztrojnásobilo. Výsledky produkčního šetření jsou sestaveny v tabulce pro věkové rozpětí od 20 do 70 let. Uvedeny jsou vyrovnané hodnoty počtu stromů, výčetního průměru, střední výšky a porostní zásoby na 1 ha. Připojeny jsou parametry horních stromů ořešáku černého. Práce je doplněna rozbořem některých fenotypových znaků, pěstebními a ekonomickými poznatky. Doporučuje se zvýšení obmýtní doby na 120 let. Ořešák černý má v lužních lesích nezastupitelnou funkci jako náhrada dubu při odumírání této dřeviny a při nedostatku žaludů.

orešák černý; produkce; jižní Morava

Problematika růstu a introdukce ořešáku černého do lesů ČR byla lesnickým výzkumem intenzívně studována v padesátých letech tohoto století. Této dřevině se věnoval Š i k a (1957, 1958), S a m e k (1956) a P o k o r n ý (1952), který zpracoval možnost uplatnění celého rodu ořešáku v publikaci „Ořešáky“. Taktéž v lesnickém a mysliveckém atlasu z roku 1955 byla problematice ořešáku věnována značná pozornost a mapově vylišená pěstební oblast ořešáků. Tímto ztratil výzkum o ořešák zájem. Pouze na Slovensku studuje T o k á r (1984, 1986, 1987, 1988) v posledních letech problematiku ořešáku a to i z hlediska produkce biomasy.

Na rozdíl od výzkumu lesní provoz v centru introdukce ořešáku černého na Strážnicku a Židlochovicku neztratil o tuto dřevinu zájem. Ořešák černý je v lužních lesích významnou složkou obnovních cílů. Na Strážnicku se jeho zastoupení od roku 1955 podstatně zvýšilo a podle plánu zalesnění jeho podíl v porostech dále poroste.

Je tedy na místě zhodnotit po 30 letech růst ořešáku černého a ověřit, do jaké míry jsou závěry z padesátých let pravdivé a které nutno zpřesnit.

Původním záměrem této studie bylo zhodnocení růstu ořešáku černého na jižní Moravě. Poněvadž však autor na LZ Židlochovice nenašel porozumění, analyzuje tato práce růst ořešáků na LZ Strážnice. Zde roste tato dřevina ve dvou stanovištně rozdílných oblastech: v lužních lesích Moravy a ve vegetačním stupni bukodubovém Jihomoravské pahorkatiny.

METODIKA PRÁCE

Východiskem pro analýzu růstu ořešáku černého byly údaje lesního hospodářského plánu LHC Strážnice 1987 až 1996. Poněvadž tabulkové přehledy hospodářského plánu neuvádějí samostatně ořešák černý, bylo nutno provést výpisy ořešáku podle popisu porostů. Na tomto základě byla sestavena plochová tabulka studované dřeviny. Byly určeny porosty k proměření zkusných ploch. Porosty byly vybrány tak, aby se získala plynulá řada od nejmladších porostů do nejstarších.

V každém vytypovaném porostu byly změřeny kruhové zkusné plochy tak, aby takto získaný stromový soubor obsahoval asi 100 stromů ořešáku černého. Byly tedy použity zkusné plochy o velikosti od 50 m² do 500 m² v čtyř až pětina-sobném opakování. Výčetní průměry byly stanoveny s přesností na 1 cm z měřených obvodů stromů. Výšky byly určeny Christenovým výškoměrem. Každý kmen byl hodnocen podle tvaru a růstu i výskytu kmenových výstřelků. Na každé ploše byla zaznamenána půdní vegetace a pěstební zhodnocení.

Tak bylo v lužních lesích změřeno 13 porostů ve věku od 8 do 71 let, v pahorkatině 6 porostů od 22 do 67 let. Mimo to bylo v luhu zachyceno 17 stromů ořešáku černého ve věku 93 let, tvořící nepravidelnou řadu v dubovém porostu.

Při zpracování venkovních údajů byly nejprve odvozeny výčetní průměry, stanovena výčetní kruhová základna a vypočten střední kmen. Měřené výšky pro každý porost byly vyrovnány graficky. Byl vypočten počet stromů na 1 ha a zjištěny dimenze středního stromu. Na každé ploše byl stanoven horní kmen jako průměr 10 % nejsilnějších stromů.

Získaná řada počtu stromů na 1 ha v závislosti na věku byla vyrovnána numericky rovnicí $y = \frac{x}{a + bx}$ metodou nejmenších čtverců. Obdobné údaje pro střední výčetní průměry a výšky byly vyrovnány graficky. Odečtené parametry středních stromů byly sestaveny do tabulky a doplněny hmotou hroubí podle Grundnerových tabulek. Pomocí počtu stromů byla posléze vypočtena porostní zásoba.

Pro každou plochu byl stanoven podíl stromů různého růstu i tvaru spolu s výskytem kmenových výstřelků.

Při analýze současného zastoupení ořešáku černého v porostech LZ Strážnice byla věnována pozornost době vzniku jeho porostů a údaje lesního hospodářského plánu byly aktualizovány a doplněny o zalesnění během let 1987 až 1989. Uváděné údaje zachycují tedy stav k 1. 1. 1990.

STANOVIŠTNÍ POMĚRY

K charakteristice klimatických poměrů oblasti, kde roste introdukovaný ořešák černý, uvádím údaje průměrných teplot a dešťových srážek pro Luh z Uherského Hradiště a Hodonína, pro pahorkatinu údaje z Mutěnic.

Průměrné měsíční teploty (1901–1905):

M ě s í c

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Uherské Hradiště:						Roční průměr: 9,3 °C					
−1,6	−0,2	4,3	9,4	14,5	17,3	19,3	18,6	15,0	9,8	4,3	−0,2 °C
Hodonín:						Roční průměr: 9,5					
−1,5	0,0	4,5	9,8	15,2	18,1	19,8	18,7	15,0	9,6	4,3	0,3
Mutěnice:						Roční průměr: 9,2					
−1,9	−0,4	4,4	9,4	14,5	17,4	19,3	18,7	15,0	9,5	4,0	0,0

Průměrné měsíční dešťové srážky (1901—1950):

M ě s í c											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Uherské Hradiště:						Roční úhrn: 597 mm					
30	28	32	43	61	65	75	74	51	53	46	49 mm
Hodonín:						Roční úhrn: 585 mm					
31	29	30	40	57	63	87	67	51	50	45	35
Mutěnice:						Roční úhrn: 533 mm					
29	27	30	35	56	60	69	61	41	45	43	37

Celkově možno shrnout, že ořešák doste na LZ Strážnice v luhu Moravy v teplé klimatické oblasti a to v okrsku A 3 — mírně suchém, teplém s mírnou zimou. Pahorkatinná část, kde se pěstuje ořešák, zvaná Kapansko, náleží většinou do okrsku A 2 — suchého, teplého s mírnou zimou.

Po pedologické stránce v luhu roste ořešák většinou na naplavených oglejených jílovito-hlinitých půdách zpravidla hnědozemního subtypu. Z hlediska lesnické typologie (Lesprojekt, 1984) jedná se o ekologickou řadu L. V pahorkatině jižní Moravy roste ořešák černý zčásti na degradované hlinité černozemi na překryvech sprašových hlín a spraši, kde původní lesní společenstvo byla buková doubrava 2H, a zčásti na humózní hnědozemi, ve spodině oglejené v dolinách s obohacenou bukovou doubravou 2D ve smyslu systematiky Lesprojektu.

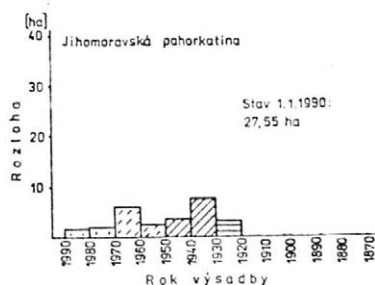
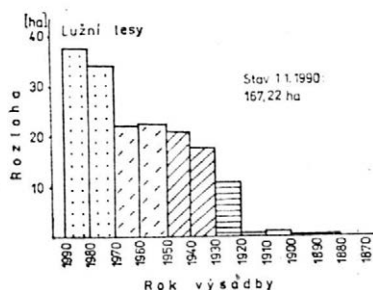
Z hlediska fytogeografického členění patří popisované území do oblasti Termofytikum a sice do jeho panonského obvodu s okresem Dolnomoravský úval (Květena České socialistické republiky, 1988).

ZAVÁDĚNÍ OŘEŠÁKU ČERNÉHO NA LZ STRÁŽNICE

Ořešák černý, zavedený do Evropy 1629 (Pagan a Randuška, 1988), se začal pěstovat na jižní Moravě v první polovině 19. století. To dokládají zprávy o pěstování ořešáku z konce minulého století, jak o nich referuje Šika (1964).

Graf (obr. 1) o současném zastoupení ořešáku černého na Strážnicku dokládá, že nejstarší výsadby této dřeviny pocházejí z 80. let minulého století. Jsou to části porostů na bývalém polesí Kunovice, kdysi panství Uherský Ostroh. V jihomoravské pahorkatině jižně od Mutěnic jsou nejstarší výsadby z 20. let tohoto století.

Zastoupení ořešáku černého se plynule zvyšovalo. V roce 1955 začínal ořešák na Strážnicku 61,43 ha porostní plochy. Ta se během 35 let více než ztrojnásobila, jak ukazuje dnešní podíl ořešáku v porostech LZ Strážnice.



1. Zastoupení ořešáku černého v porostech LZ Strážnice — The proportions of black walnut in forest stands of the Strážnice forest establishment

(Lužní lesy — riverine forests, axis x : year of planting; axis y : area) (South Moravian hills, axis x : year of planting, axis y : area)

SOUČASNÉ ZASTOUPENÍ OŘEŠÁKU ČERNÉHO NA LZ STRÁŽNICE

V lužních lesích a pahorkatině popisovaného závodu bylo k 1. 1. 1990 toto zastoupení ořešáku černého podle věkových tříd:

1—21	21—40	41—60	61—80	81—100	100+ let	Celkem
Luh Moravy:						
71,70	44,28	38,40	11,17	1,25	0,42	167,22 ha
Jihomoravská pahorkatina:						
3,89	8,69	11,52	3,31	0	0,14	27,55
75,59	52,97	49,92	14,48	1,25	0,56	197,77 ha

V lužní oblasti LZ Strážnice se zastoupení ořešáku plynule zvyšuje od nejstarších věkových tříd do nejmladších. Toto je též patrné z grafického přehledu (obr. 1), kde je zřejmý vzestup i na úrovni věkových stupňů. Tento trend bude pokračovat také v budoucnu, neboť ořešák černý má být na lesní správě Strážnice vysazen na 18,4 % plochy určené k zalesnění. Po dubu letním je to druhá dřevina, s kterou plán počítá.

Jiná tendence, pokud se týká podílu ořešáku, je v pahorkatině části. Z přehledu věkových stupňů jsou patrná určitá období, kdy výsadba ořešáku černého byla preferována. Nejvíce to bylo v letech 1931 až 1940 a o 20 let později v letech 1961 až 1970. V posledním desetiletí byl ořešák vysazen zde méně, což zajisté souvisí s úrodou žaludů v tomto období.

NĚKTERÉ FENOTYPOVÉ ZNAKY OŘEŠÁKU ČERNÉHO

Při měření zkusných ploch byl každý kmen klasifikován podle tvaru i růstu kmene a výskytu kmenových výstřelků. Po přepočtu na procenta

a seskupení porostů podle věkových skupin, kde to bylo možné, se získal tento přehled:

Ekologická řada	Rozmezí let	Tvar kmene			Křivý růst	Stromy s výstřelky
		1	2	3		
H	49—67	35 %	19 %	46 %	20 %	23 %
D	22—38	45	22	33	19	14
L	8—14	62	23	15	31	0
	24—50	38	18	44	26	29
	54—71	34	28	38	20	39

V přehledu znamená 1 průběžný kmen, 2 vidličnatý a 3 značí kmen s korunou.

V porostech ořešáku černého v lužních lesích se snižuje s věkem podíl stromů s průběžným tvarem kmene a současně se zvyšuje podíl stromů vidličnatých a s dobře vyvinutou korunou. Podobný trend se ukazuje též v pahorkatině.

Souběžně s pěstební péčí klesá počet stromů s křivým růstem ve starších porostech. V porostech nad 50 let je podíl takových stromů kolem jedné pětiny.

Opačný trend byl zjištěn u stromů s tvorbou kmenových výmladků. Jejich zastoupení v starších porostech se relativně zvyšuje. Většinou jsou to ustupující stromy, často s průběžným kmenem, které jsou zavlčeny. V lužních porostech je výskyt výmladků téměř dvojnásobný oproti porostům v pahorkatině.

PRODUKČNÍ POMÉRY OŘEŠÁKU ČERNÉHO

Na produkci ořešáku můžeme soudit podle bonit, jak jsou tyto uváděny v hospodářském plánu. Bonitace ořešáku se děje podle dubu. Nejčastější bonity ve věkových třídách uvádí platný lesní hospodářský plán tyto:

1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70 let
------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

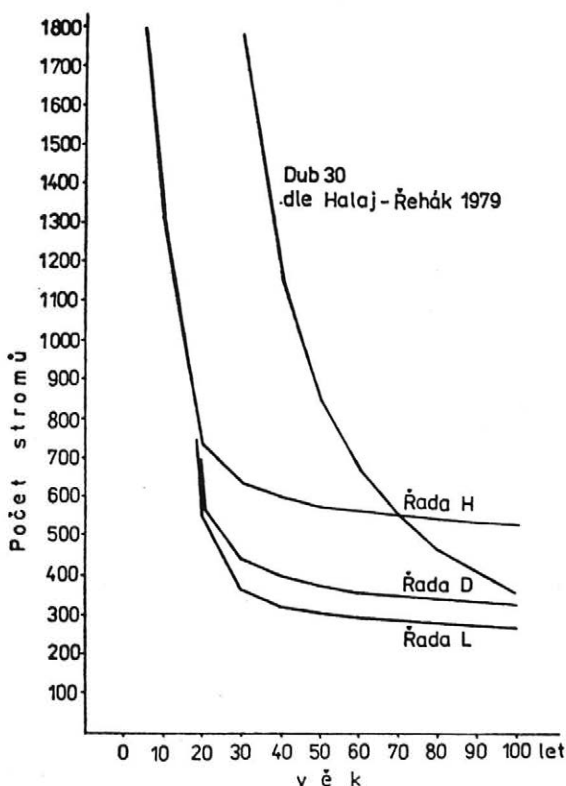
Pahorkatina:

3	3	1	1	1	1	1—2
---	---	---	---	---	---	-----

Luh:

1—4	1—3	1—2	1	1	1	1
-----	-----	-----	---	---	---	---

V přehledu jsou uvedeny pouze věkové stupně s větším počtem porostů nebo skupin ořešáku, aby údaje byly reprezentativní. Je zřejmé, že v nejmladších věkových stupních je růst ořešáku černého ovlivněn řadou nepříznivých faktorů, což se projevuje na jeho hodnocení. Pěstební péčí se postupně hodnota ořešáku na LZ Strážnice zlepšuje a jeho porosty jsou převážně první bonity podle bonitace Lesprojektu.



2. Změna počtu stromů ořešáku černého na 1 ha — Changes in the number of black walnut trees per 1 ha

(axis x : age; axis y : number of trees)

Podrobnější pohled na produkci ořešáku černého umožňuje zpracování zkusných ploch. Výsledky shrnují tab. I a II a graf na obr. 2. Sestavené tabulky končí 70. rokem, což je podmíněno získaným materiálem.

V grafu změn počtu stromů ořešáku černého je porovnání s údaji pro dub podle výnosových tabulek Halaj a Řehák, 1979 a to pro bonitu 30. Počet stromů ořešáku v mladších věkových stupních je velmi nízký a podstatně se liší od počtu stromů dubu. Teprve kolem 100 let se jejich počty vyrovnávají.

Malý počet stromů souvisí s průměrným výčetním průměrem. Zjištěné střední průměry ořešáku jsou značně vyšší než hodnoty uváděné pro dub 30:

Dřevina:	20	30	40	50	60	70 let
Dub 30	9	14	19	23	27	30 cm
Ořešák — H	12	17	21	24	26	27
D	14	21	26	30	34	36
L	14	20	26	32	36	40

Pouze v ekologické řadě H na plošinách pahorkatiny je střední výčetní průměr ořešáku černého menší a to ve věku kolem 60 až 70 let.

Menší rozdíly se ukázaly ve středních výškách:

Dřevina:	20	30	40	50	60	70 let
Dub 30	12	17	20	23	25	27 m
Ořešák — H	15	17	19	21	22	23
D	14	19	21	23	25	26
L	14	19	22	24	26	27

Na základě počtu stromů a parametrů středních stromů byly odvozeny porostní zásoby ořešáku černého pro věkové stupně. Jejich pozorování s tabulkovými hodnotami dubu 30 (Halaj a Řehák, 1979) je toto:

Dřevina	20	30	40	50	60	70 let
Dub 30	97	218	318	401	470	528 m ³
Ořešák — H	56	120	199	281	339	376
D	58	148	229	318	430	490
L	48	109	195	307	407	512

Z porovnání plyne, že rozdíly mezi produkcí dubu a ořešáku černého se s přibývajícím věkem zmenšují. Podílí se na tom vyrovnaní počtu stromů. Nejmenší produkci má ořešák v řadě H. Největší v řadě D pahorkatiny a v luhu. Uváděné porostní zásoby pro dub 30 platí pro střední výnosovou úroveň.

Tab. II uvádí parametry horních stromů ořešáku černého. Pro další závěry je významné porovnání výčetních průměrů horních stromů dubu a ořešáku:

Dřevina:	20	30	40	50	60	70 let
Dub 30	14	21	27	32	37	41 cm
Ořešák — H	18	22	28	34	37	39
D	27	33	38	42	46	49
L	20	30	36	42	46	50

Také pro horní stromy ořešáku černého platí, že v řadě D a L mají větší výčetní průměr než dub. Ke zvolenému standardu — dub 30 — nutno připomenout, že podle výnosových tabulek používaných Lesprojektem odpovídá zvolený standard 1. bonitnímu stupni.

NĚKTERÉ PĚSTEBNÍ POZNATKY O OŘEŠÁKU ČERNÉM

Významným pěstebním poznatkem je poměrně brzké prořezávání ořešáku černého v mladém věku. Ořešák se zdá být velmi citlivý na dostatek světla. Potlačené stromy tvoří četné kmenové výstřelky a brzy odumírají.

Na Strážnicku ořešák černý plodí velmi brzy. Již v osmileté a jedenáctileté kultuře byly nalezeny plodící stromky. Brzká plodnost a prořezání porostů vedou k tomu, že ořešák se dobře zmlazuje i v lužních podmínkách, kde zmlazení dřevin je prakticky vyloučeno travním kry-

I. Růst ořešáku černého na LZ Strážnice — The growth of black walnut in the Strážnice forest establishment

Ekologická řada ¹	Věk ²	Počet stromů ³	Střední průměr ⁴	Střední výška ⁵	Zásoba ⁶
H – hlinitá pahorkatina ⁷	20 let	735	12 cm	15 m	56 m
	30	641	17	17	120
	40	602	21	19	199
	50	581	24	21	281
	60	568	26	22	339
	70	559	27	23	376
D – obohacená pahorkatina ⁸	20 let	575	14 cm	14 cm	58 m ³
	30	447	21	19	148
	40	402	26	21	229
	50	380	30	23	318
	60	366	34	25	430
	70	357	36	26	490
L – lužní ⁹	20 let	474	14 cm	14 m	48 m ³
	30	365	20	19	109
	40	327	26	22	195
	50	308	32	24	307
	60	297	36	26	407
	70	289	40	27	512

ecological series¹, age², tree number³, mean diameter⁴, mean height⁵, growing stock⁶, H – hilly country on loamy soil⁷, D – hilly country on enriched soil⁸, L – riverine⁹

II. Parametry horních stromů ořešáku černého — The parameters of dominant trees of black walnut

Věk ¹	Řada ²					
	hlinitá-H ³		obohacená-D ⁴		lužní-L ⁵	
	průměr ⁶	výška ⁷	průměr ⁶	výška ⁷	průměr ⁶	výška ⁷
20 let	18 cm	17 m	27 cm	17 m	20 cm	16 m
30	22	19	33	21	30	21
40	28	21	38	23	36	24
50	34	23	42	25	42	26
60	37	24	46	26	46	28
70	39	25	49	27	50	29

age¹, series², loamy – H³, enriched – D⁴, riverine – L⁵, mean⁶, height⁷

tem půdy. Zmlazení ořešáku černého studoval Tokár (1988), jeho růst v kulturách Šika (1958). Vzdělání zmlazeného ořešáku je podstatně ovlivněno světelnými poměry. Přesto je přirozená obnova ořešáku černého důkazem, že tato dřevina vytváří stabilní porostní směsi.

Prořezávání ořešáku naznačuje, že nesmíšené kultury nejsou nejvhodnější pro jeho pěstování. Příměs listnáčů, především lípy a habru má kladný vliv na růst ořešáku a přispívá k využití stanoviště.

Ořešák je odolný i proti škodlivým faktorům. Z měřených a klasifikovaných 1700 stromů byly zjištěny tři vrcholové zlomy ořešáku v řadě L a dvě hniloby v řadě H.

Při probírkách ořešáku černého je třeba včas zasahovat, pracovat s nadějnými stromy. Výskyt kmenových výstřelků je ukazatelem při vyznačování stromů k probírce.

Problematika smíšených porostů ořešáku nebyla podrobněji studována, neboť na Strážnicku převládají nesmíšené skupiny a porosty této dřeviny.

DISKUSE

Šika (1964) při svém hodnocení růstu ořešáku černého na jižní Moravě uvádí „při správném pěstování by mohl dosáhnout v 80 až 100 letech výčetní průměrné tloušťky 60 až 70 cm“ a dále dovozují: „Při pěstování ořešáku černého podobně jako u dubu nutno zaměřit se na produkci silných sortimentů. Je proto nutné, aby minimální průměrná tloušťka dosahovala alespoň 60 cm. Na aluviálních půdách může těchto rozměrů dosáhnout v 80 až 100 letech ...“

Porovnáme-li Šikovy požadavky s výsledky zkusných ploch ve stávajících porostech Strážnického luhu, je zřejmé, že střední výčetní průměr 60 cm ve věku kolem 100 let dosáhnou jen horní stromy, tedy tedy přibližně 10 % stromů. O nutnosti pěstovat silné užitkové dříví ořešáku i dubu není pochyb. Doporučuje je též Mezera (1956) ve své monografii o lužních lesích. K dosažení tohoto cíle zbývá tudíž jediná cesta. Prodloužení obmýtní doby. Současný lesní hospodářský plán zahrnuje většinu ořešáku v luhu do hospodářského souboru 197 spolu s jasanovými porosty. Pro tento soubor je stanovena obmýtní doba 90 let. Z hlediska získání žádoucích dimenzí ořešáku je tato doba zcela nedostačující. Pro ořešák černý nutno zvýšit obmýtní dobu na 120 a více let.

Při zvýšení výčetního průměru o 3 až 4 cm podle údajů tab. I možno očekávat ve 120 letech střední průměr ořešáku 55 až 60 cm. Z hlediska růstu a životnosti ořešáku není věk 120 let nadsazený, neboť v lednickém parku jsou některé ořešáky staré přes 200 let (Šika, 1964).

O výhodnosti pěstování ořešáku černého svědčí nárůst jeho cen v porovnání s dubem. Cena 1 m³ dýhárenských výřezů 5. tloušťkové třídy měla od roku 1949 tento trend:

Rok:	Dub:	Ořešák:
1949	2750 Kčs	4000 Kčs
1977	2913	4252
1985	4200	5530
1990	5460	dohoda mezi dodavatelem a odběratelem

Problematicke ořešáku černého věnují nejen učebnice dendrologie (Chmelař, 1981), ale i poslední materiály Lesprojektu velmi malou pozornost. V publikaci Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR (1980) se uvádí jako alternativa cílové skladby hospodářství lužních stanovišť ořešák 10, lípa +. Uvedená publikace se nezmiňuje o introdukci ořešáku ani jiných listnáčů, i když jejich výsadbu též možno považovat za intenzifikační opatření v našich lesích.

Výsadba ořešáku černého může mít značný význam jako alternativa v dubovém hospodářství bohatých stanovišť. Ořešák černý možno reálně využít nejen při neúrodě žaludů, ale i tam, kde se výrazně projevuje odumírání dubu.

Macešský postoj má hospodářská úprava lesů k ořešáku černému pokud se týče jeho statistického zachycení. Je pochopitelné, že z celostátního hlediska není sledován pro malou rozlohu, i když například dub cer s 1 ha plochy je v Inventarizaci lesů 1980 evidován, a tak údaje o zastoupení ořešáku černého nejsou k dispozici.

Z hlediska lesního závodu a lesní správy, pro které je lesní hospodářský plán v první řadě určen, je však nepochopitelné, že dřevině, která se navrhuje v plánu zalesnění 18 % již po dobu 30 let, není při rozboru stavu lesa věnována pozornost. Prostě je zahrnuta do ostatních listnáčů. Nemůže být přece problémem, aby tam, kde určitá dřevina má velký význam, nebyla podrobně zpracována i v tabulkách. Strojně-početní zpracování je jen prostředkem k poznání stavu lesa a ne naopak. V tomto případě musí hospodářská úprava lesů zpružnit své technologické postupy. Bude to ku prospěchu nejen hospodářského plánování, ale i lesa.

ZÁVĚR

Předložená práce záměrně navazuje na šetření a výzkumy růstu ořešáku černého *Juglans nigra* L. v lužích Moravy z padesátých let. Zpřesňuje jejich prognózy. Ořešáku černému věnuje lesní provoz soustavnou pozornost a jeho zastoupení se během 30 let ztrojnásobilo. Bylo prokázáno, že k získání cenných sortimentů je nutno porosty ořešáku černého zařadit do hospodářské skupiny alespoň se 120letou dobou obmýtní. Ořešák černý je reálná alternativa dubu v dubovém hospodářství tam, kde se projeví nedostatek žaludů anebo odumírání dubu. Na závodech, kde se ořešák černý úspěšně introdukuje, je třeba, aby hospodářská úprava analyzovala zastoupení a růst této dřeviny samostatně a nezahrnovala ji do skupiny ostatních listnáčů.

Literatura

- POKORNÝ, J.: Ořešáky. Brázda Praha 1952.
ŠIKA, A.: O možnostech pěstování ořešáku černého v ČSR. Lesn. Práce, 1957, č. 1.
ŠIKA, A.: Pěstování ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) na jižní Moravě. Acta Musei sil., 1964.
ŠIKA, A. — SAMEK, V.: Rozšíření ořešáku černého v Československu a stav jeho tokur. Zprávy VÚLH č. 7-8, s. 1956.
TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia zmiešaného porastu orecha čierneho a duba červeného. Lesníctví, 1983, č. 4.

- TOKÁR, F.: Štruktúra a produkcia rovnorodých porastov orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) v lužných lesoch Hrona. Lesnictví, 1984, č. 11.
- TOKÁR, F.: Nadzemní biomasa nezmiešaného porastu orecha čierneho (*Juglans nigra* L.). Lesnictví, 1986, č. 8.
- TOKÁR, F.: Biomasa vybraných cudzokrajných drevín v lesných porastov juhozápadného Slovenska. Acta Dendrobiol., SAV Bratislava, 1987.
- TOKÁR, F.: Prírodná obnova orecha čierneho (*Juglans nigra* L.) v lesných porastov juhozápadného Slovenska. Lesnictví, 1988, č. 9.
- KOLEKTIV: Lesní hospodářský plán LZ Strážnice 1987—1996.

Došlo 27. 3. 1990

PRUDIČ, Z. (Strážnice): *The growth of black walnut (Juglans nigra L.) in the Strážnice forest establishment.* Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 359-369.

The growth of black walnut was analyzed in forest stands of the Strážnice forest establishment, on circular experimental areas. Here this tree species is growing in the ecological series L (as designated by Lesprojekt) of riverine forests and in series H (loamy) and D (enriched one) in the South Moravian Hills. The proportion of black walnut trees increased three times in thirty years. The results of investigation into productivity are arranged in a table for the age range from 20 to 70 years. The smoothed values of tree number, breast-height diameter, mean height and growing stock per ha are presented. The parameters of dominant trees of black walnut are also mentioned. This paper contains an analysis of some phenotypic traits, cultivation and economic information. It is recommended to prolong the rotation to 120 years. In riverine forests black walnut trees have a unique function because they replace oak trees which are dying away and the lack of acorns.

black walnut; production; Southern Moravia

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Prudič, CSc., Ořechovka 1398, 696 62 Strážnice

AGROINDEX na disketách

Vážení uživatelé,

nabízíme Vám novou formu služby AGROINDEX.

Od července 1991 lze AGROINDEX — rešerše SDI/ARI odebírat na disketách formátu 1.2 MB a 360 kB.

Informace budou mít obdobnou formu jako u tištěných rešerší AGROINDEXu, tj. textové řádky čitelné v běžných editorech.

Provozovat jej lze na všech typech osobních počítačů kompatibilních s IBM na všech dostupných disketách.

Cena za jedno zpracování individuálního profilu bude snížena na cca 50,— Kčs + cena diskety.

Doufáme, že oceníte výhody nové služby a stanete se našimi odběrateli.

Rádi Vám poskytneme další informace na adrese:

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
Dokumentační odbor
Slezská 7
120 56 Praha 2

telefon: 02/25 75 41-9, linky 563 nebo 434

fax: 02/25 70 90

NIEKTORÉ VÝSLEDKY PESTOVANIA TOPOLOV V NEPRIAZNIVÝCH STANOVIŠTNÝCH PODMIENKACH VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

Š. Kohán

KOHÁN, Š. (Výskumná stanica VÚLH, Košice): *Niektoré výsledky pestovania topoľov v nepriaznivých stanovištných podmienkach Východoslovenskej nížiny*. Lesníctví, 37, 1991 (4-5) : 371-381.

V práci sa hodnotí rast, objemová a hodnotová produkcia, ako aj zdravotný stav topoľov 'I-214', 'Robusta' a 'Virginiana de Frignicourte', pestovaných na nepriaznivých stanovištiach Východoslovenskej nížiny, v skupine lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*. Najlepší rast ako aj maximálnu objemovú a hodnotovú produkciu zo sledovaných topoľov vykazuje 'I-214'. Úspešné pestovanie topoľov na týchto stanovištiach vyžaduje vykonávať sústavne celoplošnú mechanickú kultiváciu pôdy až do konca rubnej doby.

topoľ; nepriaznivé stanovištia; objemová a hodnotová produkcia; zdravotný stav

V poslednom období sme svedkami veľkých zmien prírodných pomerov v oblasti Východoslovenskej nížiny, ktoré vyvolali predovšetkým rozsiahle vodohospodárske zásahy. Zmenené hydrologické a pôdne pomery, najmä zmena — vo väčšine prípadov zníženie — hladiny podzemnej vody mali často negatívny vplyv aj na lesnú výrobu tejto oblasti. Táto okolnosť si vyžiadala riešiť aj otázku pestovania topoľov v nepriaznivých stanovištných podmienkach tangovaného územia, najmä voľbu vhodných klonov, ako aj určenie správnych, biologicky i ekonomicky zdôvodnených technológií zakladania a obhospodarovania ich porastov na uvedených stanovištiach. Pozornosť sa venovala najmä ich pestovaniu na ťažkých, ílovitých pôdach, ktoré sú nedostatočne prevzdušnené a pre zníženú hladinu podzemnej vody, aj ako pre pomalý kapilárny dvih, vykazujú často aj nepriaznivú vlahovú bilanciu.

Na možnosti úspešného pestovania vhodných klonov topoľov na vysušených pôdach v oblasti dolného toku Pádu, ako aj Jadranského pobrežia poukázali najmä Piccarolo (1951), Prevosto (1973), Tóth a Szemerédy (1982) a ďalší. Vplyv vodohospodárskych zásahov na pestovanie topoľov v oblasti Potiskej nížiny v Maďarsku hodnotili predovšetkým Magyar (1960, 1961), ďalej Babos (1962), Palotás (1965), Halupa a Simon (1985) a iní. O možnosti pestovania topoľov na rozsiahlych vysušených pôdach v oblasti Dunajskej delty Rumunska pojednávajú Clonaru (1969) a Tăranu (1970). Kuzmanenko (1969) uvádza, že na mimoriadne suchých stanovištiach v oblasti veľkých riek ZSSR sa osvedčili najmä autochtónne, suchovzdorné topole a vrbý.

Otázku pestovania rýchlorastúcich mäkkých listnatých drevín v nížinných oblastiach Slovenska riešili najmä Cífra (1977) a Kohán (1986). S problematikou obhospodarovania lužných lesov v súvislosti s vodohospodárskymi úpravami Moravy sa zaoberali Mráz (1972)

a Mottl a Prudič (1972). Všetci autori, ktorí túto problematiku riešili, sú toho názoru, že pri pestovaní rychlorastúcich mäkkých listnatých drevín treba aplikovať v nepriaznivých stanovištných podmienkach také technológie zalesňovania a pestovania, ktoré umožňujú v maximálnej miere využívať pôdnu vlhku.

MATERIÁL A METÓDA

Cieľom našej práce je hodnotiť rast, produkciu a zdravotný stav topoľových porastov, pestovaných v nepriaznivých stanovištných podmienkach v oblasti Východoslovenskej nížiny. Problematika sa riešila na dvoch výskumných plochách (Boľany a Malý Horeš) s intenzívnym spôsobom pestovania topoľov 'I-214', 'Robusta' a 'Virginiana de Frignicourt' v lignikultúrach. Výskumné plochy sa založili po vyťažení nekvalitného porastu a po vykonaní celoplošnej mechanickej prípravy pôdy. Pri celoplošnej príprave pôdy sa najskôr odstránili pne a hrubé korene kľčovaním, potom sa vykonala úprava pôdy a hlboká orba a napokon sa pôda ošetrila diskovaním.

Prírodné pomery v oblasti výskumných plôch sa hodnotili na základe klimatických a pôdných pomerov, ako aj výskytu typologických jednotiek. Najdôležitejšie taxacné veličiny (stredná výška, stredná hrúbka, objem stredného kmeňa, zásoba, kruhová základňa a priemerné prírastky) sa zisťovali bežne používaným spôsobom. Pri zásobe uvádzame objem hrubiny, ktorá sa vypočítala podľa objemových tabuliek Korsuňa (1967). Sortimentácia sa robila na základe sortimentačných tabuliek Kulcsára (1965), kým hodnotová produkcia sa určila ako súčet hodnôt jednotlivých sortimentov. Pri hodnotení zdravotného stavu sme zistili predovšetkým výskyt nebezpečných škodcov a chorôb, a to najmä hnedého miazgotoku, ďalej prítomnosť húb *Dothichiza populea* Sacc. et Briard a *Marssonina brunnea* Ell. et Ev.

So zreteľom na to, že výskumné plochy ležia na stanovištiach, nepriaznivo ovplyvnených vodohospodárskymi zásahmi a prakticky už dosiahli rubný vek, výsledky nášho hodnotenia budú mať pre ďalšie pestovanie topoľov ďalekosiahly praktický význam. Táto okolnosť vyžaduje charakterizovať a hodnotiť aj ekologické pomery záujmovej oblasti.

PRÍRODNÉ POMERY ÚZEMIA

Hodnotenú výskumnú plochu ležia v obvode LZ Sobrance, LS Veľké Kapušany, v oblasti Medzibodrožia. Celé územie patrí do povodia Bodrogu, ktorý vzniká zo sútoku Ondavy a Latorice a na území Maďarska sa vlieva do Tisy. Pred vybudovaním ochranných hrádzí bola značná časť územia každoročne zaplavovaná.

Klimaticky sa táto oblasť charakterizuje ako teplá, mierne suchá s chladnou zimou a dlhým slnečným žiarením. Dlhoročná priemerná teplota vzduchu zistená na meteorologickej stanici Somotor dosahuje 9,4 °C, vo vegetačnom období 16,5 °C. Priemerný počet letných dní (s maximálnou teplotou nad 25 °C) je 67,2. Najteplejším mesiacom v roku je júl, kedy priemerná teplota dosahuje 20,2 °C, kým najchladnejším mesiacom je január, s priemernou teplotou -3,1 °C. Priemerný počet mrazových dní je 111, kým priemerný počet dní so snehovou pokrývkou dosahuje 53. Slnečné žiarenie, ktoré trvá ročne priemerne 1916 hodín, umožňuje pestovanie aj tých klonov topoľov, ktoré sú náročnejšie na teplo a svetlo. Vegetačné obdobie trvá približne 200 až 220 dní. Pomerne vysoké rozdiely v ročných amplitúdach absolútnych teplôt, ktoré sa pohybujú okolo 55 °C až 67 °C, poukazujú na kontinentálny charakter podnebia tejto oblasti.

I. Prehľad rastových údajov a objemovej produkcie v topoľovej lignikultúre Boťany vo veku 20 rokov — A survey of growth data and volume production in the Boťany poplar ligniculture at the age of 20 years

Klon ¹		'I-214'
Spon ²	m	6 × 6
Počet stromov ³	ha ⁻¹	278
Rastová plocha na jeden strom ⁴	m ²	36
Stredná výška ⁵	m	26,1
Priemerný prírastok výškový ⁶	m	1,3
Stredná hrúbka ⁷	cm	35,9
Priemerný prírastok hrúbkový ⁸	cm	1,8
Kruhová základňa ⁹	m ² .ha ⁻¹	28,356
Priemerný prírastok na kruhovej základni ¹⁰	m ² .ha ⁻¹	1,418
Kruhová základňa stredného kmeňa ¹¹	m ²	0,102
Zásoba ¹²	m ³ .ha ⁻¹	290,0
Objem prebierok ¹³	m ³ .ha ⁻¹	—
Celková objemová produkcia ¹⁴	m ³ .ha ⁻¹	290,0
Priemerný prírastok objemový ¹⁵	m ³ .ha ⁻¹	14,5
Objem stredného kmeňa ¹⁶	m ³	1,043

clone¹, spacing², tree number³, growing area per tree⁴, mean height⁵, mean height increment⁶, mean diameter⁷, mean diameter increment⁸, basal area⁹, mean increment of basal area¹⁰, basal area of mean stem¹¹, growing stock¹², volume of thinnings¹³, total volume production¹⁴, mean volume increment¹⁵, mean stem volume¹⁶

Priemerný úhrn ročných zrážok predstavuje 597 mm, z čoho na vegetačné obdobie pripadá 362 mm. Z rozboru zrážkových pomerov vyplýva, že každý tretí rok má nedostatok zrážok (ročný úhrn pod 350 mm) a že letné zrážky sú často búrkového pôvodu, keď ich vegetácia málo využíva. Ročný výpar z pôdy dosahuje 550 až 600 mm. Nízky úhrn zrážok v mesiacoch marec—apríl značne sťažuje úspech jarného zalesňovania, a preto je nutné zalesňovať čím skôr, aby sa v maximálnej miere využívala vlaha. Nástup fenologických etáp pre kontinentálny charakter podnebia vykazuje v jednotlivých rokoch značné rozdiely. V jarnom období môže byť tento rozdiel až 36 dní, kým v jeseni je podstatne menší.

Geologicky podstatnú časť územia tvoria aluviálne náplavy, ktoré sú prevažne ťažké a len miestami stredne ťažké alebo ľahké, piesočnaté. Dilúvium je zastúpené sprašovými útvarmi, kým trefohorné vyvreliny sa vyskytujú iba vtrúsené v južnej časti oblasti, a často sú pokryté vrstvami viatych pieskov. Z pôdných typov sú v tejto oblasti najviac zastúpené typická, lužná a hnedá glejová pôda. Z hospodárskych súborov lesných typov sa najčastejšie vyskytujú vrbové topoliny (mäkké luhy), dubové lužné jaseniny (prechodné luhy) a hrabové lužné jaseniny (tvrdé luhy). V nepatrnom rozsahu sú zastúpené aj suché hrabové dúbavy.

Z rozboru prírodných pomerov vyplýva, že v záujmovej oblasti sú po stránke klimatej vhodné podmienky na pestovanie topoľov. Keďže

vykonaním vodohospodárskych úprav v mnohých prípadoch nastalo zníženie hladiny podzemnej vody, úspešné pestovanie topoľov, ktoré sú náročné na pôdnu vlhku predpokladá zlepšenie vlhkového bilancie pôdy. Umožňuje to predovšetkým aplikácia zásad intenzívneho spôsobu pestovania, pri ktorom sa zabezpečí aj zlepšenie prevzdušnenosti pôdy.

VÝSLEDKY

Sledované výskumné plochy sa vyhodnocujú osobitne podľa pestovaných klonov a aplikovaných technológií pestovania.

VÝSKUMNÁ PLOCHA BOŤANY

Táto výskumná plocha leží na ťažkej, nedostatočne prevzdušnenej pôde na nezaplavovaných alúviách Latorice. Pôdnym typom je hnedá glejová pôda. Na základe výsledkov pôdneho prieskumu ide o ílovitú, stredne humóznú pôdu s nízkym obsahom potrebných minerálnych živín, najmä N, K₂O, a P₂O₅. Reakcia pôdy je mierne kyslá. Fytocenologicky sa táto plocha zaraďuje do HSLT hrabových lužných jasenín a do skupiny lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*. Lesným typom je suchá brestová jasenina s hrabom (954).

Táto výskumná plocha sa založila ako topoľová lignikultúra. Na výsadbu sa používali sadenice topoľa 'I-214', ktoré sa vysadili ako jednorôčné na jednorôčnom koreni (1/1), v rubnom spone 6 X 6 m. V prvých dvoch rokoch sa na celej ploche pestovala kukurica ako poľnohospodárska plodina. V ďalších rokoch sa pôda sústavne a každoročne celoplošne mechanicky ošetrovala diskovaním, v dvoch na seba kolmých smeroch, a to vždy dvakrát počas vegetačného obdobia. V rámci výchovných zásahov sa do troch rokov uskutočnila úprava koruny, potom systematické okliesňovanie topoľov. So zreteľom na rubný spon sa prebierkové zásahy neuskutočnili.

Prehľad rastových údajov, objemovej a hodnotovej produkcie topoľa 'I-214' vo veku 20 rokov podáva tab. I. Z tejto tabuľky vyplýva, že v uvedenom veku dosahuje topoľ 'I-214' na danom, pre šľachtené topole nepriaznivom stanovišti strednú výšku 26,1 m, strednú hrúbku 35,9 cm, objem stredného kmeňa 1,043 m³, zásobu 290,0 m³ na ha a kruhovú plochu 28,356 m² na ha. Týmto hodnotám zodpovedá priemerný výškový prírastok 1,3 m, priemerný hrúbkový prírastok 1,8 cm a priemerný objemový prírastok 14,5 m³.ha⁻¹. Z rozboru rastových výsledkov ďalej vyplýva, že priemerný ročný objemový prírastok doteraz stále stúpa.

Percentuálne rozdelenie topoľov v jednotlivých hrúbkových stupňoch podľa počtu stromov, zásoby a kruhovej plochy môžeme sledovať v tab. II. Z uvedenej tabuľky je zrejmé, že topoľ 'I-214', pestovaný v širokom spone 6 X 6 m, je tu koncentrovaný do vyšších hrúbkových stupňov od 32 cm do 40 cm, kde sa podľa počtu stromov nachádza 64,1 %, podľa zásoby 62,8 % a podľa kruhovej plochy 62,5 % topoľov. Naše výsledky jednoznačne ukázali, že intenzívne pestovanie topoľa 'I-214' v širokých sponoch umožňuje vypestovať aj v nepriaznivých stanovištných podmienkach hrubší materiál vhodný najmä na výrobu cennejších sortimentov.

II. Prehľad rozdelenia početnosti, zásoby a kruhovej plochy v lignikultúre Boľany (v %) —
A survey of the distribution of frequency, growing stock and basal area in the Boľany ligniculture (%)

Hrúbkové stupne ¹	Rozdelenie ²		
	početnosti ³	zásoby ⁴	kruhovej plochy ⁵
	topoľa ⁶ 'I-214'		
22,0–23,9	1,0	0,3	0,4
24,0–25,9	1,5	0,6	0,7
26,0–27,9	1,0	0,5	0,6
28,0–29,9	5,2	3,3	3,3
30,0–31,9	9,2	6,6	6,8
32,0–33,9	16,9	14,3	14,1
34,0–35,9	20,0	19,2	18,6
36,0–37,9	14,4	14,7	14,9
38,0–39,9	12,8	14,6	14,9
40,0–41,9	8,2	10,8	10,6
42,0–43,9	4,2	5,8	5,7
44,0–45,9	2,5	3,8	3,9
46,0–47,9	2,1	3,4	3,5
48,0–49,9	0,5	1,0	1,0
50,0–51,9	0,5	1,1	1,0
Spolu ⁷	100,0	100,0	100,0

diameter degrees¹, distribution of², frequency³, growing stock⁴, basal area⁵, poplar⁶, total⁷

III. Prehľad sortimentov a hodnotovej produkcie v topoľovej lignikultúre Boľany vo veku 20 rokov — A survey of assortments and value production in the Boľany poplar ligniculture at the age of 20 years

Klon ¹			'I-214'
Výrezy ²	I. triedy akosti ⁷	m ³ .ha ⁻¹	14,5
	II. triedy akosti ⁷		29,0
	III. triedy akosti ⁷		124,7
	IV. triedy akosti ⁷		26,1
Drevo ³	V. triedy akosti ⁷	m ³ .ha ⁻¹	60,9
	VI. triedy akosti ⁷		34,8
Celková objemová produkcia ⁴			290,0
Celková hodnotová produkcia ⁵			99 363
Priemerná ročná hodnotová produkcia ⁶			4 968

clone¹, logs², timber³, total volume production⁴, total value production⁵, average yearly value production⁶, classes of property⁷

Okrem objemovej produkcie sme vypočítali aj hodnotovú produkciu zásoby, ako aj priemernú ročnú hodnotovú produkciu. Pre určenie hodnotovej produkcie však bolo potrebné prv zistiť podiel jednotlivých sortimentov v absolútnych hodnotách ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Prehľad o týchto údajoch podáva tab. III. Ako to aj z tabuľky vyplýva, celková hodnota sortimentov, čiže celková hodnotová produkcia činí 99 363 Kčs na 1 ha, čomu zodpovedá priemerná ročná hodnotová produkcia 4968 Kčs na 1 ha.

Z rozboru nákladov vyplýva, že celkové náklady na celoplošnú základnú prípravu pôdy s kľčovaním pňov, na zloženie lignikultúry (včítane ceny sadeníc), na pestovanie (úpravu korún, okliesňovanie a diskovanie), ako aj na ťažbu, manipuláciu a dopravu dreva by v 20. roku dosiahli 44 126 Kčs na ha. Odpočítaním nákladov z celkovej hodnotovej produkcie sme dostali celkový čistý výnos v hodnote 55 237 Kčs na ha, čomu zodpovedá priemerný ročný čistý výnos 2762 Kčs na ha. Na doplnenie treba ešte uviesť, že kľčovanie pňov je iba jednorazovým opatrením, ktoré sa aplikuje len pred založením prvej generácie lignikultúry. Pri obnove lignikultúry sa už vykoná celoplošná príprava pôdy, bez okľčovania pňov, čím sa náklady na základnú prípravu pôdy podstatne znížia.

Sledovanie zdravotného stavu ukázalo, že nebezpeční huboví a bakteriálni škodcovia sa na topoľoch 'I-214', v nebezpečnom rozsahu na tejto výskumnej ploche nevyskytujú.

Z celkového hodnotenia rastu objemovej a hodnotovej produkcie topoľa 'I-214' na výskumnej ploche Boľany vyplýva, že pestovaním vhodných klonov, v konkrétnom prípade topoľa 'I-214', ako aj aplikáciou správnych intenzívnych technológií zalesňovania a pestovania, možno aj na nepriaznivých stanovištiach dosiahnuť primerané uspokojivé výsledky.

VÝSKUMNÁ PLOCHA MALÝ HOREŠ

Táto výskumná plocha sa nachádza na veľmi ťažkých, nezaplavovaných alúviách Tisy. Pôdnym typom je hnedá glejová pôda. Zrnitostne tu ide o ťľovitú, neprevzdušnenú, mierne humóznú pôdu, s nízkym, pre pestovanie topoľov nedostatočným obsahom potrebných živín. Reakcia pôdy je mierne kyslá. Fytocenologicky patrí táto plocha do HSLT hrabových lužných jasenín a do skupiny lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*. Lesným typom je suchá brestová jasenina s hrabom (954).

Výskumná plocha sa založila na celoplošne pripravenej pôde s jednoročnými sadenicami topoľov 'Robusta' a 'Virginiana de Frignicourt', ktoré sa vysadili na čiastkových plochách v obdĺžnikovom sponu 10×4 m. V prvých šiestich rokoch sa na ploche pestovala kukurica, v ďalších rokoch sa pôda už neošetrovala. Okrem úpravy korún a okliesňovania sa v 10. roku uskutočnil jeden schematický prebierkový zásah, odstránením každého druhého topoľa v radoch, t. j. 50 % z pôvodného počtu jedincov, ako aj zásoby. Výhovným zásahom sa počet stromov znížil na polovicu (na 125 ks na ha), kým pôvodný spon sa zväčšil na 10×8 m.

O rastových údajoch a objemovej produkcii topoľov v 20. roku nás informuje tab. IV. Z tabuľky vyplýva, že topoľ 'Robusta' dosahuje na tejto ploche vo veku 20 rokov väčšiu strednú výšku (22,5 m) než topoľ 'Virginiana de Frignicourt' (22,0 m). V prípade strednej hrúbky a obje-

IV. Prehľad rastových údajov a objemovej produkcie v topoľovej lignikultúre Malý Horeš vo veku 20 rokov — A survey of growth data and volume production in the Malý Horeš poplar ligniculture at the age of 20 years

Klon ¹		'Robusta'	'Virginiana de Frignicourt'
Spon ²	m	10 × 4	10 × 4
Počet stromov ³	ha ⁻¹	250	250
Rastová plocha na jeden strom ⁴	m ²	40	40
Stredná výška ⁵	m	22,5	22,0
Priemerný prírastok výškový ⁶	m	1,1	1,1
Stredná hrúbka ⁷	cm	30,4	36,2
Priemerný prírastok hrúbkový ⁸	cm	1,5	1,8
Kruhovú základňu ⁹	m ² . ha ⁻¹	9,250	13,125
Priemerný prírastok na kruhovej základni ¹⁰	m ² . ha ⁻¹	0,462	0,656
Kruhovú základňu stredného kmeňa ¹¹	m ²	0,074	0,105
Zásoba ¹²	m ³ . ha ⁻¹	80,2	108,4
Objem probierok ¹³	m ³ . ha ⁻¹	24,4	26,9
Celková objemová produkcia ¹⁴	m ³ . ha ⁻¹	104,6	135,3
Priemerný prírastok objemový ¹⁵	m ³ . ha ⁻¹	5,2	6,8
Objem stredného kmeňa ¹⁶	m ³	0,642	0,867

clone¹, spacing², tree number³, growing area per tree⁴, mean height⁵, mean height increment⁶, mean diameter⁷, mean diameter increment⁸, basal area⁹, mean increment of basal area¹⁰, basal area of mean stem¹¹, growing stock¹², volume of thinnings¹³, total volume production¹⁴, mean volume increment¹⁵, mean stem volume¹⁶

mu stredného kmeňa je tomu opačne, keďže topoľ 'Virginiana de Frignicourt' má strednú hrúbku 36,2 cm a objem stredného kmeňa 0,867 m³ a topoľ 'Robusta' iba 30,4 cm, resp. 0,642 m³. Z uvedeného ďalej logicky vyplýva, že tak celková objemová produkcia, ako aj priemerný ročný objemový prírastok sú vyššie pri topoli 'Virginiana de Frignicourt', kde dosahujú 135,3 m³, resp. 6,8 m³ na 1 ha. Naproti tomu topoľ 'Robusta' dosahuje celkovú objemovú produkciu 104,6 m³ a priemerný ročný objemový prírastok 5,2 m³ na 1 ha. V porovnaní s topoľom 'I-214', ktorý sa pestoval v podobných nepriaznivých stanovištných podmienkach na výskumnej ploche Boľany, sú tieto hodnoty podstatne nižšie.

Prehľad o percentuálnom rozdelení početnosti, zásoby a kruhovej plochy v hrúbkových stupňoch podáva tab. V. Z tabuľky vidieť, že v prípade topoľa 'Virginiana de Frignicourt' sú kmene koncentrované do vyšších hrúbkových stupňov s maximálnym zastúpením v hrúbkových stupňoch od 33 cm do 42 cm. Naproti tomu topoľ 'Robusta' má maximálne zastúpenie v podstatne nižších hrúbkových stupňoch, a to od 30 cm do 34 cm. Z uvedeného vyplýva, že pestovaním topoľa 'Virginiana de Frignicourt' možno v daných stanovištných podmienkach zabezpečiť výrobu cennejších sortimentov.

V. Prehľad rozdelenia početnosti, zásoby a kruhovej plochy v lignikultúre Malý Horeš (v %) — A survey of the distribution of frequency, growing stock and basal area in the Malý Horeš ligniculture (%)

Hrúbkové stupne ¹	Rozdelenie ²					
	početnosti topoľa ³		zásoby topoľa ⁴		kruhovej plochy topoľa ⁵	
	'Robusta'	'Virginiana de Frignicourt'	'Robusta'	'Virginiana de Frignicourt'	'Robusta'	'Virginiana de Frignicourt'
20,0 — 21,9	3,2	—	1,3	—	1,4	—
22,0 — 23,9	3,2	—	1,4	—	1,3	—
24,0 — 25,9	3,2	2,0	1,9	0,9	2,1	0,9
26,0 — 27,9	12,9	8,1	9,2	4,1	10,0	4,5
28,0 — 29,9	12,9	6,0	10,9	3,7	11,7	3,8
30,0 — 31,9	32,3	8,1	34,4	5,6	32,9	5,8
32,0 — 33,9	19,4	9,1	23,1	7,3	21,9	7,2
34,0 — 35,9	3,2	8,1	3,7	7,5	4,1	7,3
36,0 — 37,9	3,2	9,1	4,4	9,4	4,5	9,2
38,0 — 39,9	6,5	16,2	9,8	18,3	10,1	18,3
40,0 — 41,9	—	21,2	—	26,5	—	26,2
42,0 — 43,9	—	9,1	—	12,3	—	12,3
44,0 — 45,9	—	3,0	—	4,4	—	4,5
Spolu ⁶	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

diameter degrees¹, distribution of², frequency³, growing stock⁴, basal areas⁵, total⁶

VI. Prehľad sortimentov a hodnotovej produkcie v topoľovej lignikultúre Malý Horeš vo veku 20. rokov — A survey of assortments and value production in the Malý Horeš poplar ligniculture at the age of 20 years

Klon ¹			'Robusta'	'Virginiana de Frignicourt'
Výrezy ²	I. triedy akosti ⁷	m ³ .ha ⁻¹	—	6,8
	II. triedy akosti ⁷		11,6	13,5
	III. triedy akosti ⁷		41,8	58,2
	IV. triedy akosti ⁷		8,4	12,2
Drevo ³	V. triedy akosti ⁷	m ³ .ha ⁻¹	30,3	28,4
	VI. triedy akosti ⁷		12,5	16,2
Celková objemová produkcia ⁴			104,6	135,3
Celková hodnotová produkcia ⁵			33 087	46 369
Priemerná ročná hodnotová produkcia ⁶			1 654	2 318

For 1—7 see Tab. III

Prehľad sortimentov a hodnotovej produkcie na tejto výskumnej ploche dáva tab. VI. Z tabuľky vyplýva, že na čiastkovej ploche s topoľom 'Robusta' sa dosiahla celková hodnotová produkcia 33 087 Kčs na 1 ha, čomu zodpovedá priemerná ročná hodnotová produkcia 1654.— Kčs na 1 ha. Na čiastkovej ploche s topoľom 'Virginiana de Frignicourt' sa dosiahli lepšie výsledky, a to v prípade celkovej hodnotovej produkcie 46 369 Kčs na 1 ha, kým v prípade priemernej ročnej hodnotovej produkcie 2318 Kčs na 1 ha.

Výskyt nebezpečných škodcov a chorôb je na tejto ploche častejší, než na ploche Boľany. Topoľ 'Robusta' je napadnutý najmä hnedým miazgotokom a hubou *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

Z porovnania rastových údajov, objemovej a hodnotovej produkcie na hodnotených dvoch výskumných plochách vyplýva, že na ploche Malý Horeš sa dosiahli podstatne horšie výsledky, než na ploche Boľany. Keďže stanovištné podmienky sú v oboch prípadoch v podstate rovnaké, príčiny uvedeného, pomerne značného rozdielu treba hľadať inde.

Ako sme už uviedli, lignikultúry na oboch plochách sa založili na celoplošne pripravovanej pôde, teda intenzívnym spôsobom. Naproti tomu na prvej výskumnej ploche Boľany sa pestoval vysoko produktívny kultivar 'I-214', ktorý dobre prosperuje aj na ťažších, ílovitých pôdach, kým na výskumnej ploche Malý Horeš sa pestovali tzv. klasické kultivary 'Robusta' a 'Virginiana de Frignicourt', ktoré vyžadujú lepšie prevzdušnené pôdy. Okrem toho ani pôvodný spon 10×4 m, ani spon 10×8 m, ktorý sa vytváral po vykonaní prebierok v 10. roku, neumožnili na výskumnej ploche Malý Horeš dostatočne využívať rastový priestor na tvorbu drevnej suroviny. Napokon celoplošné ošetrovanie pôdy — spojené v danom prípade s poľnohospodárskou výrobou — sa tu uskutočňovalo iba 6 rokov, kým na ploche Boľany sa robilo nepretržite až do 20. rokov.

ZÁVER

V práci hodnotíme rast, objemovú a hodnotovú produkciu, ako aj zdravotný stav topoľov 'I-214', 'Robusta' a 'Virginiana de Frignicourt', pestovaných intenzívnym spôsobom na výskumných plochách Boľany a Malý Horeš na Východoslovenskej nížine. Výskumné plochy ležia na nepriaznivých, suchších stanovištiach charakterizovaných ťažkou ílovitou pôdou, na nezaplavovaných alúviách Latorice a Tisy, v skupine lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*.

Z výsledkov hodnotenia je zrejmé, že v podobných, nepriaznivých stanovištných podmienkach sa úspešné pestovanie topoľov dosiahne iba voľbou vhodných klonov a dôsledným dodržiavaním zásad intenzívnej pestovnej technológie, predovšetkým celoplošnej prípravy a celoplošného ošetrovania pôdy.

Zo sledovaných topoľov sa v daných nepriaznivých stanovištných podmienkach najlepšie osvedčil topoľ 'I-214'. Pri zakladaní intenzívnych porastov sa odporúča aplikovať pravidelný štvorcový spon v medziach od 4×4 do 6×6 m. Celoplošné ošetrovanie pôdy sa musí vykonávať až do konca rubnej doby, čiže 20 až 25 rokov.

Literatúra

- BABOS, I.: Nyárasok telepítése és felújítása homoktalajokon. In: A magyar nyárfatermesztés. MK, Budapest, 1962, s. 295-316.
- CIFRA, J.: Pestovanie lesných porastov a ozelenovanie v záujmovom území vodohospodárskych úprav. ZS, VÚLH Zvolen, 1977, 48 s.
- CLONARU, A.: Posibilități de valorificare a terenurilor stuficole prin culturi de plop si salcie. Rev. Pădurilor, 84, 1969, č. 6, s. 273-274.
- HALUPA, L. — SIMON, M.: Az 'I-214' nyár. AK, Budapest, 1985, 132 s.
- KOHÁN, Š.: Obhospodarovanie lesov v oblasti Východoslovenskej nížiny. ZS, VÚLH Zvolen, 1986, 91 s.
- KORSUN, F.: Hmotové a porostní tabulky pro topol. Lesn. Čas., 13, 1967, č. 11, s. 977-992.
- KULCSÁR, V.: Nyárállományok kitermelési értéke. Az Erdő, 1965, č. 12, s. 540-545.
- KUZMANENKO, M. H.: Produktivnost kultur jevroamerikanskej topoli na naružnabaločných systémach. Les. Hosp., 44, 1969, č. 2, s. 7-8.
- MAGYAR, P.: Alföldfásítás I. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960, 575 s.
- MAGYAR, P.: Alföldfásítás II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1961, 422 s.
- MOTTL, J. — PRUDÍČ, Z.: Optimální zaměření pěstování lesů v souvislosti s vodohospodářskými úpravami Moravy. ČZS, VÚLHM Zbraslav n. Vltavou - Strnady, 1972, 105 s.
- MŘÁZ, K.: Vplyv plánovaných vodohospodárskych úprav na lužní lesy jižní Moravy. Rukopis, Zbraslav n. Vlt. - Strnady, 1972.
- PALOTÁS, F.: Termőhelyhasznosítás vizsgálata homoki óriásnyárasokban. Az Erdő, 14, 1965, č. 6, s. 246-250.
- PICCAROLO, G.: La pioppicoltura nella Valla Padana. Atti del Congresso nazionale di pioppicoltura. Pavia, 1951, s. 121-136.
- PREVOSTO, M.: Nuove macchine per piantare in profondità i pioppi. Pioppicolt. Agricolt. Legno, 16, 1973, č. 2, s. 53-58.
- TĂRANU, N.: Clone si schema la plantatiile cu plop euroamericani pentru producerea de lemn de celuloza. Rev. Pădurilor, 85, 1970, č. 6, s. 308-309.
- TÓTH, B. — SZEMERÉDY, M.: Tanulmányúti tapasztalatok az olaszországi nyárfatermesztésről. Az Erdő, 1982, č. 7, s. 290-294.

Došlo 19. 2. 1990

KOHÁN, Š. (Research Station of the Research Institute of Forestry and Game Management, Košice): *Some results of poplar growing in bad on-site conditions of the East-Slovakian Lowland*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5) : 371-381.

The growth, volume and value production, and the health of poplar trees 'I-214', 'Robusta' and 'Virginiana de Frignicourte', is evaluated in the present paper; the poplars are grown in bad on-site conditions of the East-Slovakian Lowland, in the group of forest types *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*. The most vigorous growth and the maximum volume and value production was observed in 'I-214' poplars. If poplar-trees are to be grown successfully at these sites, systematic mechanical cultivation of soil on the whole area should be performed until the end of rotation.

poplar; site with bad conditions; volume and value production; health

Adresa autora:

Ing. Štefan Kohán, CSc., Výskumná stanica VŮLH, ul. Mladých stavbárov 3,
040 01 Košice

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu Lesnictví. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o Vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu LESNICTVÍ
k rukám RNDr. Marie Forejtové

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
Slezská 7
120 56 Praha 2

ADVERTISEMENT

The Editors of the magazine offer to the Czechoslovak as well as foreign firms to possibility of advertising on pages the LESNICTVÍ (FORESTRY) magazine. Through your adverts published in our magazine, the specialists both from the field of research and production will be informed about your products.

For a more detailed information, please contact:

atth. RNDr. Marie Forejtová
Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
Slezská 7
120 56 Praha 2

VELIKOST MANIPULAČNÍ PLOCHY PŘI VYKLIZOVÁNÍ SUROVÝCH KMENŮ

J. Dejmál

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Velikost manipulační plochy při vyklizování surových kmenů*. Lesnictví, 37, 1991 (4–5): 383–388.

Při vytahování vytěžených surových kmenů (nebo celých stromů) z nitra lesních porostů, dochází ve značném rozsahu k poškozování odděnkových částí stojících stromů, které mají po těžebním zásahu v porostě zůstat; k takovým případům dochází zejména při realizaci probírek. Cílem předložené práce bylo prozkoumat, jak velká je plocha, po které se pohybují surové kmeny, vlečené pomocí lana navijáku z nitra porostu do osy vyklizovací linie. Šetření byla provedena simulací pohybu surového kmene na teoretickém modelu šedesátiletého smrkového porostu. Bylo dokázáno, že při vyloučení náhodných faktorů, např. překážek na dráze vlečení, jsou tvar a velikost plochy, po které se vlečený kmen pohybuje, závislé na křivce, kterou při vlečení opisuje těžiště surového kmene; experimentálně bylo prokázáno, že tato dráha je velmi blízká rovinné křivce traktrix, kterou lze matematicky vyjádřit pomocí vztahu (1). Konstantou a je přitom součet vzdálenosti těžiště od čela kmene a délky úvazku, za který je kmen vlečen. Délka úvazku byla zvolena 2,0 m, vzdálenost těžiště od čela kmene (udaná v procentech celkové délky kmene) byla vyjádřena vztahem (2). Výsledek šetření, tj. plocha, po které se pohybuje při vlečení jeden kmen, viz obr. 1. Manipulační plochu, po které budou v prošetřovaném případě vlečeny vytěžené stromy v operační zóně jedné vyklizovací linie (o délce 30 m), vyjadřuje obr. 2. Výzkum prokázal, že i při odborném rozčlenění porostu na pracovní pole sítí vyklizovacích linií (a při důsledném dodržení stanoveného pracovního postupu ze strany lesních dělníků) se dvě třetiny stromů hlavního porostu nacházejí v ohroženém prostoru. Z hlediska ochrany stromového inventáře není proto metoda surových kmenů výhodná. Pokud nelze aplikovat metodu krátkých výřezů (nebo dělených stromů), pak by bylo nutné minimalizovat alespoň vyklizovací vzdálenosti a současně zvětšovat šířku vyklizovacích linií tak, aby podstatná část objemu těžby napadla právě na ploše vyklizovací linie (schematické probírkové zásahy).

vyklizování surových kmenů; velikost manipulační plochy

Pro vývoj v lesním hospodářství ČR v posledních třech desetiletích je charakteristický — mimo jiné — podstatný nárůst mechanizace prací, což je patrné především v těžebním a dopravním procesu výroby dříví. Zavádění nové, výkonné techniky do těžební činnosti vytvořilo předpoklady pro praktickou aplikaci takových těžebních metod, které v minulosti byly nerealizovatelné právě z toho důvodu, že nebyly k dispozici výrobní prostředky s potřebnou tažnou silou. Od počátků těžby dřeva v lesních porostech v dávné minulosti až do šedesátých let našeho století zcela převažovala metoda sortimentová, protože skácené stromy bylo nutno u pařezu zpracovat na takové výřezy, s kterými bylo možno dále manipulovat ručně nebo pomocí zvířecích potahů. Nová, výkonná technika, která je v současné době v dopravním procesu v lesním hospodářství využívána, umožňuje manipulovat i s břemeny o značné hmotnosti. Není proto divu, že v posledních letech narůstá v těžební činnosti podíl metody stromové, a že zcela převažuje — zejména ve výchovných těžbách — metoda surových kmenů (Švenda, 1983).

Metoda stromová i metoda kmenová přispívají na jedné straně k humanizaci práce v lese a ke zvyšování produktivity, na druhé straně však vedou — v důsledku manipulace na porostní ploše s dlouhými břemeny (kterými kmeny těžebních dřevin nesporně

jsou) — k značnému poškozování stromů hlavního porostu (Meng, 1978; Heij a Leek, 1981). Nejkritičtější dopravní operací z tohoto pohledu je vytahování dříví z nitra porostů k vyklizovací linii, vytáčení vlečených kmenů do osy vyklizovací linie a přechod ze směru vyklizování do trasy přibližování. — Jako možná opatření, která by rozsah škod snižovala, resp. eliminovala, se zpravidla uvádí odborné rozčlenění porostní plochy na pracovní pole, optimální rozestup vyklizovacích linií a vytahování vytěžených kmenů k vyklizovací linii pod ostrým úhlem (udává se maximálně 30°). Vyústění vyklizovacích linií na přibližovací linie se doporučuje buď rovněž pod ostrým úhlem (to v případech, kdy surové kmeny mají být dopraveny na odvozní místo), nebo kolmo k přibližovací linii (v těch případech, kdy dojde k dalšímu zpracování vytěžených kmenů, resp. celých stromů pomocí processorů pohybujících se po přibližovací linii). Cílem předložené práce je prozkoumat nakolik jsou navrhovaná opatření účinná a kolik stromů hlavního porostu se nalézají při vyklizování surových kmenů pomocí lana navijáku v ohroženém prostoru i při kvalifikovaném rozčlenění porostní plochy na pracovní pole, a přesnému respektování určených technologických a pracovních postupů ze strany výrobce.

METODA

Pod pojmem manipulační plocha rozumím v předložené práci tu část porostní plochy, po které mají vyklizované surové kmeny tendenci se pohybovat při vlečení lanem navijáku k vyklizovací linii. Stromy hlavního porostu, které se na této manipulační ploše nacházejí, jsou vyklizováním vytěžených kmenů bezprostředně ohroženy. O tom, zda stromy nacházející se v ohroženém prostoru skutečně poškozeny při vyklizování budou nebo nebudou, rozhodují náhodné faktory, např. překážky (pařezy, balvany apod.), na které vlečený kmen při svém pohybu naráží; výskyt nahodilých překážek při studiu velikostí manipulační plochy nebyl v této práci brán v úvahu.

Pod pojmem operační plocha rozumím v předložené práci tu část porostní plochy, kterou obsáhne při vyklizování dříví traktor lanem navijáku ze svého postavení u ústí vyklizovací linie. Na základě praktických zkušeností z lesního provozu jsem v dalším uvažoval maximální vzdálenost vyklizování surových kmenů vytěžených v rámci výchovných těžeb 30 m, a boční dosah od vyklizovací linie 1 m široké ± 5 m; v daném případě činí tedy operační plocha z jednoho postavení traktoru s navijákem 330 m².

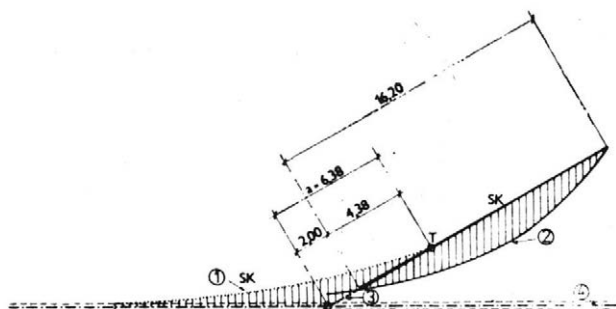
Pohyb vlečeného surového kmene po porostní ploše jsem studoval na fyzickém modelu v měřítku 1 : 100. Výsledky tohoto orientačního, empirického šetření přesvědčivě ukázaly, že těžiště surového kmene při vyklizování z nitra porostu na vyklizovací linii opisuje zvláštní čáru, podobající se nejvíce té rovinné křivce, kterou opisuje hmotný bod na konci neroztažitelného vlákna délky a , jestliže se počáteční bod vlákna pohybuje po přímce; tato křivka se nazývá traktrix a lze ji vyjádřit vztahem:

$$x = a \cdot \operatorname{arccosh} \frac{a}{y} \pm \sqrt{a^2 - y^2} \quad (\text{Bartsch, 1963}) \quad (1)$$

Ve studovaném případě je přímkou osa vyklizovací linie a konstanta a je dána součtem vzdálenosti těžiště surového kmene od jeho čela a délky úvazku. Problematickou pohybu vlečeného kmene po porostní ploše se u nás v minulosti zabýval Roček (1973) — citovaný Čížkem (1979) — který manipulační plochu vlečeného kmene vyjadřoval pomocí konchoidy Nikomédovy. Analýzou konstrukce konchoidy jsem však došel k přesvědčení, že křivka traktrix lépe vystihuje pohyb vlečeného kmene, což mi potvrdily i již zmíněné výsledky empirických pokusů na fyzickém modelu.

Velikost manipulační plochy jsem pak studoval na teoretickém modelu lesního porostu podobně, jak se mi to v minulosti osvědčilo (Dejmal, 1978). Zvolil jsem lesní porost náležející k terénnímu typu 11 (Lesprojekt, 1980), dřevinu smrk (která má v českých zemích největší zastoupení), věk 60 roků (který odpovídá výchovným těžbám), průměrnou III. bonitu, zakmenění 1 a zastoupení smrku 100%. Další porostní charakteristiky pro uvedené zadání jsem převzal ze Schwappachových výnosových tabulek (Schwappach, 1902): počet stromů na 1 ha na počátku šestého decenia = 2012, plánovaný rozsah těžby v průběhu šestého decenia = 540 stromů o průměrné výšce $h = 16,2$ m, průměrné výčetní tloušťce $d_{1,3} = 17,3$ cm s k. Předpokládal jsem rovnoměrné nepravidelné rozmístění stromů po porostní ploše, které odpovídá výsledku přirozené obnovy lesního porostu. Jednotlivé stromy na modelu porostu jsem rozmístil pomocí pravoúhlých sou-

1. Dráha vyklizovaného kmene —
The path along which the skidded
- 1 — dráha opisovaná těžištěm
track circumscribed by top
- 2 — dráha opisovaná vrcholem
track circumscribed by centre
of gravity
- 3 — úvazek
choker
- 4 — osa vyklizovací linie
axis of skidd line



řadnic, přičemž stanoviště těchto stromů jsem určil pomocí tabulek náhodných čísel (Rasch, 1978); pomocí χ^2 -testu jsem prokázal, že na hladině významnosti $p_{0,05}$ takto rozmístěné stromy odpovídají Poissonovu rozdělení. — Pomocí tabulek náhodných čísel jsem rovněž vybral stromy, které by měly být vytěženy z porostu v průběhu šestého decenia (— výsek modelu porostu obr. 2).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Jako první krok k řešení dané problematiky bylo třeba určit vzdálenost těžiště smrkových surových kmenů od jejich čela. Zjistil jsem, že vzdálenost těžiště od čela kmene (— vyjádřená v procentech celkové délky surového kmene) v nevýznamné míře závisí na absolutní délce surového kmene, statisticky významně však závisí na štíhlostním koeficientu η , který je dán poměrem délky kmene k výčetní tloušťce a je vyjádřen procenticky. Pomocí tabulek kmenových profilů smrku (Korsuň, 1961) jsem provedl potřebná šetření a zjistil jsem, že závislost vzdálenosti těžiště smrkových kmenů od jejich čela lze pro daný případ vyjádřit vztahem:

$$y' = -0,0247 + 4,700 \cdot \sqrt{\eta} - 0,197 \cdot \eta \quad (2)$$

kde: y' — vzdálenost těžiště od čela smrkového kmene v procentech délky surového kmene,
 η — štíhlostní koeficient.

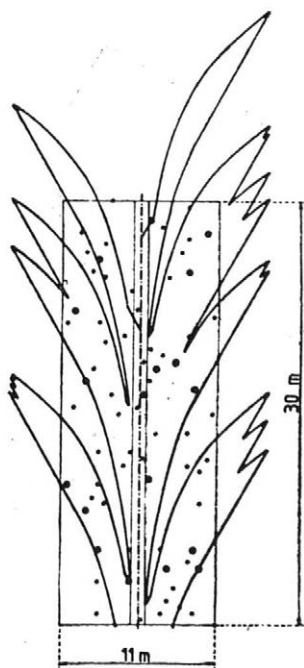
Index korelace $I_{yx} = 0,988$, relativní střední chyba regresní rovnice $\delta = 0,689 \%$. V daném případě $\eta = (16,2 : 0,173) = 93,6 \%$, $y' = 27,01 \%$ z délky kmene, tj. $27,01 \cdot 0,162 \text{ m} = 4,38 \text{ m}$ od čela. Připočteme-li k této délce délku úvazku, za který je kmen vlečen (zvolil jsem délku 2,00 m), pak konstanta křivky traktrix $a = 4,38 + 2,00 = 6,38 \text{ m}$. Dráhu, kterou opisuje těžiště daného smrkového kmene ve II. kvadrantu, je potom možno vyjádřit vztahem:

$$x = 6,38 \cdot \ln \frac{6,38 - \sqrt{6,38^2 - y^2}}{y} - \sqrt{6,38^2 - y^2} \quad (3)$$

Vzhledem k tomu, že osa vlečného kmene je teoreticky vždy tečnou křivky traktrix a že vzdálenost těžiště kmene od osy vyklizovací linie je v každé poloze kmene konstantní (v daném případě $a = 6,38 \text{ m}$), lze snadno zkonstruovat i křivku, kterou při vlečení opisuje vrchol kmene (obr. 1). Vyšrafovaná plocha na obr. 1 vyjadřuje manipulační plochu, po které by se vlečený kmen volně pohyboval, pokud by mu v tom nebránily žádné překážky.

V dalším jsem předpokládal, že všechny stromy určené k těžbě (na obr. 2 body v kroužku) byly skáceny přesně pod úhlem 30° vzhledem k ose vyklizovací linie, že budou k vyklizovací linii přitahovány přímočaře za tlustý konec a že vlastní vytáčení vlečných kmenů do osy vyklizovací linie nastane v okamžiku, kdy čelo kmene se ocitne ve vzdále-

2. Manipulační plocha při vyklizování kmenů vlečením za úvazek
— Area available for the handling of logs dragged by the choker during skidding



nosti od osy vyklizovací linie rovnající se délce úvazku. V této poloze byla k jednotlivým kmenům zakreslena podle obr. 1 předpokládaná manipulační plocha. Manipulační plochy jednotlivých vytěžených surových kmenů se překrývaly, celkový obrys manipulační plochy je značně bizarní přesto, že byl stanoven exaktním způsobem (obr. 2). Rozloha celkové manipulační plochy, příslušné k jedné vyklizovací linii, byla zjištěna z nákresu pomocí Amslerova polárního planimetru; v daném případě činí 319,5 m². S přihlédnutím ke vstupním údajům zadání se na této manipulační ploše nacházejí celkem 64 stromy, z nichž vyznačených k těžbě je 18; stromů hlavního porostu, které mají v porostu po těžebním zásahu zůstat, je celkem 46. Na jeden strom, vytěžený na operační ploše jedné vyklizovací linie, připadá tedy asi 2,56 stromů hlavního porostu, které se nacházejí v ohroženém prostoru (tj. na manipulační ploše). Z celkové operační plochy jedné vyklizovací linie (v daném případě 330 m²) není vyklizováním ohroženo jen 33,94 % její rozlohy; z celkového počtu stromů hlavního porostu na operační ploše (v daném případě 46 stromů) není vyklizováním ohroženo jen asi 16 jedinců (tj. rovněž cca jen jedna třetina!).

ZÁVĚRY

Pohyb vyklizovaného kmene, vlečeného z porostu na vyklizovací linii, se děje po manipulační ploše, jejíž tvar a velikost ovlivňuje řada faktorů (rychlost vlečení, tření, tvar kmene, jakost odvětvení, výskyt překážek na dráze vlečení a další). Vyloučíme-li působení náhodných faktorů, pak lze dráhu těžiště vlečeného surového kmene exaktně vyjádřit pomocí rovinné křivky traktrix (1). Výsledky aplikace uvedeného postupu na teoretickém modelu smrkového porostu při simulaci výchovné těžby dokazují, že i při dokonalé přípravě těžební činnosti (zejména při správném rozčlenění lesního porostu na pracovní pole odborným vložením vyklizovacích linií) a při plném respektování stanovených technologických a pracovních postupů ze strany výrobců, se při vyklizování vytěžených stromů cca dvě třetiny stromů hlavního porostu nacházejí v ohroženém prostoru.

Z uvedeného je patrné, že ani dokonalá příprava pracovišť a přesné dodržování pracovního postupu při vyklizování nezaručují, že nedojde k poškození značné části stromů hlavního porostu. Je zřejmé, že z hlediska ochrany stromů hlavního porostu není vyklizování vytěžených surových kmenů (nebo celých stromů) vlečením po povrchu terénu při probírkových zásazích vhodným postupem. Přednost by proto měla být dána metodě sortimentů, krácených surových kmenů nebo dělených stromů. Nebude-li v některých případech takový postup možný, pak by bylo záhodno alespoň zvětšovat šířku vyklizovacích linií tak, aby podstatná část objemu těžby napadla právě těžbou stromů, nacházejících se přímo na vyklizovací linii. Takový postup není sice z hlediska pěstitele ideální (má charakter schematických probírkových zásahů), ale z hlediska zajištění ochrany stromů hlavního porostu proti poškození způsobenému vyklizováním dříví má nesporné přednosti. Výsledky předloženého výzkumu dokazují, že si nelze nadále vytvářet iluze, že kácením k těžbě určených stromů pod ostrým úhlem k vyklizovací linii lze bezpečně chránit stromy hlavního porostu před poškozením vyklizovanými kmeny.

Literatura

- BARTSCH, H. J.: Matematické vzorce. Praha, SNTL 1963, 577 s.
- ČÍŽEK, J.: Biotechnické předpoklady mechanizace lesní výroby. Praha, SZN 1979, 286 s.
- DEJMAL, J.: Výzkum vlivu soustředěnosti k těžbě určených stromů na operační ploše na výkonost těžebních skupin pomocí teoretického modelu porostu. Lesnictví, 24, 1978, č. 3, s. 403–414.
- HEIJ, W. — LEEK, N. A.: Impacts of Wood Harvesting Technology on Soil and Vegetation. In: Materiály XVII. IUFRO World Congress, Japan, 1981.
- KORSUN, F.: Tabulky kmenových profilů a sortimentační tabulky pro smrk. Práce výzk. úst. lesn., 22, 1961, s. 193–236.
- MENG, W.: Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei Holzernte. Stuttgart 1978, 159 s.
- Pracovní postupy I. Vyhotovení lesních hospodářských plánů. Lesprojekt, Brandýs nad Labem 1980, 130 s.
- RASCH, D. a kol.: Versuchsplanung und -auswertung. Band 1. Berlin 1978, 447 s.
- ROČEK, I.: Úhel připojení přibližovacích cest. Lesnictví, 19, 1973, č. 5, s. 401–408.
- SCHWAPPACH, A.: Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten. Neudamm 1912, 81 s.
- ŠVENDA, A. a kol.: Technologie a příprava výroby dříví v lesním hospodářství ČSR. Praha, SZN 1983, 278 s.

Došlo 20. 3. 1990

DEJMAL, J. (Faculty of Forestry, Brno): *The size of the available handling area in skidding tree-length logs*. Lesnictví, 37, 1991 (4–5): 383–388.

When tree-length logs or whole trees are skidded, the rootstock parts of the standing trees are damaged on mass. This happens most frequently during thinning. A trial was conducted to see how large is the area over which the logs can move when they are being extracted by means of a ropeway from inside the stand to the skidding line. The investigation was conducted by stimulating the movement of the tree-length log on a theoretical model of a stand sixty years old. If random factors such as obstacles on the dragging line are eliminated, the shape and size of the area over which the skidded logs move depend on the curve run by the gravity centre of the log during the dragging. It has been experimentally demonstrated that this curve is very close to the tortrix plane curve which can be mathematically expressed by relation (1). Constant a is the sum of the distance of the gravity centre from the end of the trunk and the length of the choker by which the log is dragged. The choker length chosen for the trial was 2.0 m and the distance from the centre of gravity to the end of the log, given as percentage of total log length, was expressed by relation (2). The result of the investigation, i. e. the area over which one log moves when being dragged, is shown in Fig. 1. The length of one skidding line was 30 m in the trial. As demonstrated, though the stand may be perfectly divided into working fields by means of a network of skidding lines and though the workers may perfectly stick to the optimum procedure, two-thirds of the trees that are to remain in the stand will be located in the endangered area. Hence, the tree-length log method

is not advantageous from the point of view of protection of the standing trees. If the short log method (or method of divided trees) cannot be used, then it is necessary at least to minimize the skidding distances and at the same time increase the width of the skidding line so that a substantial part of the cut trees could fall onto the area of the skidding line (schematic thinnings).

skidding of tree-length logs; size of handling area

Adresa autora:

Prof. ing. Jaroslav Dejmal, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

L. Kudrleová, J. Bartuněk

KUDRLEOVÁ, L. — BARTUNEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Kvantifikace funkčního využití lesů*. Lesnictví, 37, 1991 (4–5): 389–397.

Kategorizace lesů, prováděná podle vyhlášky 13/1978 Sb. nemůže dostatečně vyjádřit skutečný význam konkrétních lesních porostů ve víceúčelovém hospodářství. Pomocí klasifikační metody byla na modelovém objektu lesní správy Bystřice nad Perštýnem zjišťována intenzita plnění pěti kritériálních funkcí: produkční, vodohospodářské, půdoochranné, rekreační a imisní. Prokázalo se, že lesy modelového objektu jsou zřetelně víceúčelové. Naznačený způsob kalkulačních oceňování funkcí lesů by mohl být příspěvkem pro některá rozhodování v oblasti lesnické politiky.

víceúčelové hospodářství; kritériální funkce; oceňování funkcí lesů

V souvislosti s růstem významu mimoprodukčních funkcí lesa, resp. lesního hospodářství (Bartuněk, 1979) vzniká potřeba klasifikace a kategorizace lesních porostů, která by vycházela nejen z produkčních charakteristik, ale i z jejich ekologické funkce v daném regionu. Výsledky této kategorizace by měly umožnit diferencovaný přístup k hospodaření v lesích na principech polyfunkčního (integrovaného) lesního hospodářství.

Kategorizace lesů, prováděná podle vyhlášky 13/1978 Sb. o hospodářské úpravě lesů poskytuje orientační informaci o zaměření hospodářské činnosti výrobních jednotek v lesním hospodářství ponejvíce z hlediska možnosti plnění produkční funkce lesa. Vágnost přiřazení míry plnění mimoprodukčních funkcí lesa ke kategorizaci lesů podle uvedené legislativní normy způsobuje zejména specifická vlastnost těchto funkcí, kterou je jejich vázanost na stupeň mezního užítu, resp. mezní míru substituce. Zejména výrazná je tato vlastnost v případě rekreační funkce lesa. Obě uvedené míry mají v tomto případě regionální i časová specifika. Na obě tato specifika bychom mohli uvést řadu příkladů. Produkční funkce i jednotlivé mimoprodukční funkce lesa se v nejrůznějších kombinacích v konkrétních podmínkách v různé míře plošně překrývají a zejména v důsledku tohoto překrývání jednotlivých funkcí lesů nemají vymezené kategorie lesů dostatečnou vypovídací schopnost o skutečném významu konkrétních jednotek rozdělení lesa.

METODIKA

Naše šetření o míře překrývání funkcí lesů má být příspěvkem k hledání východisek pro hodnocení efektu lesního hospodářství na principech polyfunkčního lesního hospodářství, které vychází ze zásady, že každý lesní porost má nezaměnitelné místo v daném antropoeologickém systému. V tomto systému je potom les (lesní hospodářství) nositelem určitých funkcí. Za funkci považujeme z tohoto hlediska účinek, užítkový nebo jiný projev celého souboru vlastností, pro něž nebo jimiž les (lesní porost) uspokojuje společenskou potřebu (Kudrleová, 1980). Užité hodnoty konkrétní části lesa je charakterizována souborem všech jeho funkcí. Míru nejistoty v kvantifikaci užité hodnoty jednotlivých funkcí lesa, která je hlavním metodickým úskalím tohoto problému, jsme se metodicky pokusili překlenout pomocí některých nástrojů, používaných v inverzní hodnotové analýze. Využili jsme přitom zejména možnosti porovnávání stupně plnění funkce

místo vyjadřování její užitné hodnoty. Z hodnotové analýzy jsme převzali i pojmy kritériální a globální funkce (Vlček a kol., 1973).

Kritériální funkce (F_k) je každá funkce, která je zahrnuta do hodnocení analyzovaného objektu, v našem případě lesa; její výběr je závislý na hodnotícím subjektu a na cíli hodnocení. Kritériální funkce lze dělit na hlavní a vedlejší (Miles, 1971). Za hlavní funkci můžeme považovat nejdůležitější cíl, pro který se les, tj. dřevo na pni „vyrábí“, tedy cíl pro který se les obnovuje, pěstuje, těží, zachovává. Vedlejší funkce doplňují hlavní funkci; v lesním hospodářství tyto jsou často jejím sdruženým produktem.

Souhrn kritériálních funkcí tvoří globální (souhrnnou) funkci (F_s), přičemž platí

$$F_s = \sum_{k=1}^n F_{k_n} \quad (1)$$

Čím úplnější je soubor kritériálních funkcí, tím lépe může globální funkce charakterizovat skutečný význam hodnoceného objektu, v našem případě lesního celku.

K vyjádření úrovně plnění kritériálních funkcí, tj. ke zjištění tzv. indexové hodnoty jsme použili následující šestimístnou stupnici:

- 0 – funkce se neuvažuje
- 1 – odpovídá 1–20 % plnění hlavní funkce
- 2 – 21–40 % plnění hlavní funkce
- 3 – 41–60 % plnění hlavní funkce
- 4 – 61–80 % plnění hlavní funkce
- 5 – jedná se o hlavní funkci, nebo jí na roveň postavenou další kritériální funkci, jejíž stupeň plnění je 81–100 %.

Cílem polyfunkčního lesního hospodářství by měla být maximalizace užitné hodnoty globální funkce. Za výsledek činnosti lesního hospodářství potom ovšem nemůže být považována jen užitná hodnota produkce dříví, jak se doposud traduje, ale užitná hodnota všech těch funkcí (tedy i ekologických služeb), o které společnost projevuje zájem (Krečmer, 1990; Papánek, 1989).

Do našeho šetření jsme zahrnuli tyto kritériální funkce: produkční, ochrannou, vodohospodářskou a rekreační. Navíc jsme posuzovali ohrožení imisním zatížením, které však lze za funkci považovat jen tehdy, jestliže budeme poškozené porosty pokládat za hygienické pásmo ochrany proti šíření imisí.

Pro každou kritériální funkci (i) lze vypočítat na konkrétním objektu plochu P_i , která se účastní na jejím plnění buď celkem nebo v daném j -tém stupni. Součet těchto ploch lze považovat za plošný rozsah globální funkce; platí, že

$$P(F_s) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} \quad (2)$$

kde: i ($i_1, \dots, i_n$) kritériální funkce
 j ($j_1, \dots, j_m$) stupeň jejího plnění

Tento součet představuje fiktivní číslo, které je možno označit za plošný ekvivalent víceúčelového využití lesních porostů. Poměr mezi ním a skutečnou rozlohou (P) objektu (lesního celku) potom charakterizuje plošný překryv funkcí lesa; zvolili jsme pro něj název koeficient funkčního významu lesa (k_{fv}). Platí tedy, že

$$k_{fv} = \frac{P(F_s)}{P} \quad (3)$$

Proti způsobu výpočtu koeficientu funkčního významu lesa (k_{fv}) lze namítnout, že směřuje plochy o nesteré intenzitě plnění kritériálních funkcí. Tento nedostatek jsme se pokusili odstranit zavedením redukčních koeficientů (g_j). Redukovaná plocha kritériální funkce (P'_{ij}) se potom rovná součinu plochy P_{ij} a odpovídajícího redukčního koeficientu (g_j); platí tedy

$$P'_{ij} = P_{ij} \cdot g_j \quad (4)$$

Následně je pak redukován také plošný rozsah globální funkce

$$P'(F_s) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P'_{ij} \quad (5)$$

Výsledek této redukce $P'(F_s)$ můžeme nazvat redukovaným plošným ekvivalentem víceúčelového využití lesního celku.

Prakticky nelze oddělit žádnou funkci lesa od funkce produkční, poněvadž jejich nositelem je jediný objekt – les, jehož existenčním atributem je růst a tedy i produkce. Stejně tak nelze

většinou nahradit několik vodohospodářsky průměrně významných porostů jediným porostem maximálního účinku. Teoreticky však je možno považovat redukovaný plošný rozsah globální funkce za plochu, kterou bychom museli mít k dispozici pro dosavadní úroveň kritériálních funkcí lesa při 81–100% plnění každé z nich na oddělené ploše.

Poměr mezi redukovaným plošným rozsahem globální funkce $P(F_s)$ a skutečnou výměrou objektu (P) charakterizuje intenzitu víceúčelového využívání lesního celku. Nazvali jsme jej redukovaný koeficient funkčního významu lesa (k'_{fv}); platí tedy, že

$$k'_{fv} = \frac{P'(F_s)}{P} \quad (6)$$

Redukovaný koeficient funkčního významu lesa (k'_{fv}) by mohl příznivě stimulovat zájem lesního provozu na uplatňování mimoprodukčních hledisek v obhospodařování lesa, jestliže by byl používán jako multiplikátor dosažených výsledků výrobní činnosti, např. při výpočtu rentability.

Použití obou koeficientů funkčního významu lesa (k_{fv} , k'_{fv}) je možné v několika směrech, např.:

- k porovnávání významu jednotlivých částí lesa a to jak podle výrobně organizačního tak podle hospodářsko-úpravnického členění;
- k výběru variant nejmenších ztrát při odlesňování vyvolaném investiční činností;
- k výběru optimálních hospodářských opatření s cílem maximalizace souhrnné funkce a tedy i užité hodnoty;
- k posouzení efektivity dodatečných nákladů vynakládaných v celospolečenském zájmu;
- k oceňování lesa, v případě, že produkci dříví budeme považovat za hlavní funkci. Jestliže cenu lesního celku, odvozenou běžnými oceňovacími metodami vynásobíme koeficientem k_{fv} , obdržíme národohospodářskou hodnotu tohoto celku. Tato by měla být používána v případě, jedná-li se o ochranu lesního fondu nebo o výpočet náhrad za poškození lesa;
- k posuzování ekonomické efektivity hospodářských opatření i efektivity hospodaření výrobně organizačních jednotek lesního hospodářství.

PŘÍKLAD HODNOCENÍ FUNKČNÍHO VYUŽITÍ LESNÍHO CELKU

Modelovým objektem praktické aplikace uvedené metodiky byla lesní správa Bystřice nad Pernštejnem (lesní závod Nové Město na Moravě). Její hospodářská činnost je téměř výhradně zaměřena na produkci dříví, nyní částečně ohroženou imisemi. Na výměře 2921 ha se jednotlivé kategorie lesa podílejí takto:

– lesy hospodářské	82 %
– lesy ochranné na mimořádně nepříznivých stanovištích	3 %
– lesy zvláštního určení v ochranných pásmech vodních zdrojů	12 %

Lesy jsou rozptýleny v zemědělské krajině a mezi sídelními jednotkami; lesnatost území je poměrně nízká, činí 27 %.

Při posuzování plnění jednotlivých kritériálních funkcí byla hlavní funkce vesměs ztotožněna s platnou kategorií lesa; označena byla indexovou hodnotou plnění 5.

U všech 370 porostů lesní správy jsme zjišťovali úroveň plnění produkční funkce i mimoprodukčních funkcí. Tato úroveň byla vyjádřena stupněm, odpovídajícím plnění hlavní funkce. Kritériální funkce byly seřazeny v pořadí: produkční, půdoochranná, vodohospodářská, rekreační, imisní. Dosazením indexové hodnoty plnění funkce vznikla matice o 370 řádcích a 5 sloupcích. Každý řádek této matice můžeme považovat za vektor plnění globální (souhrnné) funkce porostu, neboli za vektor integrovaného využití porostu.

Porosty se stejnými vektory plnění globální funkce vytvořily 37 skupin, které jsou uvedeny v tab. I (hlavní funkce je označena rámečkem). V dalším textu budou jednotlivé skupiny popsány podle původních kategorií, poněvadž volbou hlavní funkce se takto přirozeně sdružují.

Porosty kategorie 10 – lesy hospodářské – vytvářejí 29 skupin, u nichž hlavní kritériální funkcí je produkce dříví. Proto první prvek vektoru má hodnotu 5. Jen v jediném případě je na úroveň této hlavní funkce postavena další a to rekreační funkce:

I. Skupiny porostů lesní správy Bystřice nad Perštýnem podle stupňů plnění kritériálních funkcí
 – The groups of forest stands belonging to the Bystřice nad Perštýnem forest administration according to the degrees of fulfilment of criterional functions

Stupeň plnění funkce ¹					Výměra ²	Stupeň plnění funkce ¹					Výměra ²
a	b	c	d	e	[ha]	a	b	c	d	e	[ha]
2	5	3	0	0	16,88	5	0	3	2	0	22,26
2	5	4	0	0	25,69	5	0	4	0	0	15,97
3	0	0	0	5	16,62	5	0	4	1	0	98,09
3	0	1	0	5	327,84	5	0	4	2	0	3,54
3	0	5	0	0	96,03	5	1	2	0	0	16,21
3	5	2	0	0	9,44	5	2	0	0	0	2,34
3	5	3	0	0	12,37	5	2	1	0	0	21,37
3	5	4	2	0	19,76	5	2	2	0	0	94,35
5	0	0	0	0	77,32	5	2	2	1	0	50,80
5	0	1	0	0	1035,27	5	2	3	0	0	13,93
5	0	1	1	0	150,11	5	2	3	1	0	17,05
5	0	1	3	0	7,99	5	3	1	0	0	7,16
5	0	1	5	0	2,80	5	3	1	1	0	23,28
5	0	2	0	0	425,64	5	3	2	1	0	5,42
5	0	2	1	0	37,51	5	3	2	3	0	1,75
5	0	2	2	0	17,17	5	3	3	0	0	14,43
5	0	2	3	0	19,68	5	3	3	1	0	13,74
5	0	3	0	0	70,21	5	3	3	2	0	9,28
5	0	3	1	0	121,36	Celkem ⁹					2920,66

a – produkční funkce³

□ – hlavní funkce⁸

b – půdoochranná funkce⁴

c – vodohospodářská funkce⁵

d – rekreační funkce⁶

e – emisní funkce⁷

fulfilment of function¹, surface², a – production function³, b – soil-protecting function⁴, c – water management function⁵, d – recreational function⁶, e – emission function⁷, main function⁸, total⁹

$V_{13} = (5, 0, 1, 5, 0)$. Jedná se o porost v těsné blízkosti Bystřice nad Pernštejnem, který pravděpodobně v důsledku současné vysoké návštěvnosti bude natolik poškozen, že jej bude nutné přeradit do jiné kategorie. Z těchto hospodářských lesů jen 3 % má výhradně produkční význam: $V_9 = (5, 0, 0, 0, 0)$. Ostatní porosty nejčastěji plní rovněž funkci vodohospodářskou (97 %), půdoochrannou (12 %) nebo rekreační (25 %).

II. Plošný rozsah kritériálních funkcí podle stupně jejich plnění — The surface of criterional functions according to the degree of their fulfilment

Kritériální funkce ¹ (i)		Plocha (P_{ij}) [ha] ²					$\sum_{j=1}^5 P_{ij}$
		stupeň plnění funkce (j) ³					
		1	2	3	4	5	
1	produkční ⁴	—	42,6	482,1	—	2396,0	2920,7
2	půdoochranné ⁵	16,2	199,8	75,1	—	84,1	375,2
3	vodohospodářské ⁶	1575,8	678,0	311,5	163,1	96,0	2824,4
4	rekreační ⁷	517,4	72,0	29,4	—	2,8	621,6
5	ohroženo imisemi ⁸	—	—	—	—	344,4	344,4
$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 P_{ij} = 7086,3$							

criterion function¹, surface (P_{ij}) in ha², fulfilment of function (j)³, production⁴, soil-protecting⁵, water-management⁶, recreational⁷, threatened by emissions⁸

Porosty kategorie 21 — lesy ochranné na mimořádně nepříznivých stanovištích — vytvářejí pět malých skupin: $V_1 = (2, 5, 3, 0, 0)$; $V_2 = (2, 5, 4, 0, 0)$; $V_6 = (3, 5, 2, 0, 0)$; $V_7 = (3, 5, 3, 0, 0)$; $V_8 = (3, 5, 4, 2, 0)$. Všechny porosty v nich zařazené mají kromě ochrany půdy (indexová hodnota 5 druhého prvku) také vodohospodářský význam a v omezeném rozsahu produkují i sortimenty dříví. Výjimečně jsou vyhledávány k rekreaci.

Porosty kategorie 31 — lesy v ochranných pásmech vodních zdrojů — vytvářejí jedinou skupinu: $V = (3, 0, 5, 0, 0)$. Zaujímají 96 ha, což je vzhledem k významu přílehlé vodní nádrže Vír malá výměra. Hlavní kritériální funkcí je ochrana vodního zdroje. Současné plnění produkční funkce je označeno stupněm 3, což vyjadřuje prioritu vodohospodářského působení a zároveň platnost určitých omezení při výrobě dříví (zákaz používání některých úseků komunikací, předepsané technologie těžební činnosti, výběr dřevin při obnově lesa). Vzhledem k výhodným stanovištním podmínkám se však jedná o porosty s nadprůměrnými produkčními podmínkami. Plnění vodohospodářské funkce není výhradní záležitostí této kategorie. Naopak, jak je zřejmé z tab. I má vodohospodářský význam celkem 97 % výměry lesní správy (v tab. I ve sloupci „c“ má číslici > 0).

Porosty kategorie 36 — lesy postižované imisemi — vytvářejí dvě skupiny: $V_3 = (3, 0, 0, 0, 5)$; $V_4 = (3, 0, 1, 0, 5)$. První skupina před vznikem imisního poškození náležela k ryze produkčním lesům, druhá měla kromě produkce i určitý vodohospodářský význam.

Výsledky klasifikace porostů podle stupně plnění kritériálních funkcí prokázaly, že lesy modelového objektu jsou zřetelně víceúčelové a že u nich dochází k překryvu funkcí. Na 97 % výměry správy participují nejméně dvě kritériální funkce. Výsledek šetření je dokladem potřeby zdůraznění globální funkce a jejího odlišení od jednostranně zaměřené hlavní kritériální funkce.

Na modelovém objektu byl vypočten plošný rozsah kritériálních funkcí (P_{ij}) podle stupně jejich plnění. Výsledky tohoto výpočtu jsou shrnuty v tab. II. Každé obsazené pole této tabulky obsahuje údaj o ploše P_{ij} , kterou kritériální funkce „i“ plní j-tým stupněm. Řádkový součet je pak součtem ploch, které se na plnění dané kritériální funkce účastní bez rozdílu intenzity. Záměrně byl vynechán nultý stupeň, aby řádkový

Kriteriální funkce ¹ (i)		Redukovaná plocha (P_{ij}) [ha] ⁹					$\sum_{j=1}^5 P'_{ij}$
		stupeň plnění funkce (j) ³					
		1	2	3	4	5	
		redukční koeficient (g_j) ¹⁰					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
1	produkční ⁴	—	17,0	289,3	—	2396,0	2702,3
2	půdoochranné ⁵	3,2	79,9	45,1	—	84,1	212,3
3	vodohospodářské ⁶	315,2	271,2	186,9	130,5	96,0	999,8
4	rekreační ⁷	103,5	28,8	17,6	—	2,8	152,7
5	ohroženo imisemi ⁸	—	—	—	—	344,4	344,4
$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 P'_{ij} = 4411,5$							

For 1, 3–8 see Tab. II; reduction area⁹, reduction coefficient¹⁰

součet vyjadřoval jen tu plochu, která se plnění funkce skutečně účastní. Z tabulky je zřejmé, že řádkový součet nemůže přesáhnout skutečnou výměru objektu. Podle našeho šetření plní produkční funkci ve stupni 2, 3, 5 celá výměra lesní správy. Půdoochrannou funkci plní ve stupni 1, 2, 3, 5 celkem 375 ha plochy. Vodohospodářskou funkci ve stupních 1, 2, 3, 4, 5 plní 2824 ha, na rekreační funkci ve stupních 1, 2, 3, 5 připadá 622 ha a imisemi je zasaženo 344 ha. Vzhledem k překryvu funkcí je součet ploch, plnících jednotlivé funkce 7086 ha, což je více než dvojnásobek skutečné rozlohy lesní správy. Takovou rozlohu bychom potřebovali mít k dispozici při teoreticky jednoúčelovém obhospodařování, abychom dosáhli zachování globální funkce. Koeficient funkčního významu lesa, odvozený z této výměry na modelovém objektu podle (3) činí

$$k_{fv} = \frac{7086}{2921} = 2,4$$

Tohoto koeficientu by bylo možno využít jako východiska při stanovení sankčních opatření na ochranu lesního fondu, poněvadž bere v úvahu souhrnný význam lesních porostů.

Výsledky redukovaného plošného podílu kritériálních funkcí (P_{ij}) jsou uvedeny v tab. III. Redukovaný plošný podíl globální funkce modelového objektu činí 4412 ha. Podle vztahu (6) jsme vypočetli rovněž redukovaný koeficient funkčního významu lesa

$$k'_{fv} = \frac{4412}{2921} = 1,5$$

Znamená to, že při jednoúčelovém obhospodařování by modelový objekt musel mít o 51 % větší výměru, aby zajistil současnou úroveň globální funkce, přičemž intenzita plnění každé kritériální funkce by musela dosahovat nejvyššího stupně.

Výsledky hodnocení funkčního využití lesů, které obhospodařuje lesní správa Bystřice nad Pernštejnem lze shrnout takto:

1. Přestože modelový objekt se podle kategorizace lesů prováděné podle vyhl. 13/1978 Sb. jevil z hlediska mimoprodukčních funkcí jako méně významný, bylo prokázáno, že 97 % rozlohy plní současně nejméně dvě funkce. Plošný překryv funkcí činí více než dvojnásobek původní plochy.

2. Integrací stejných hodnot využívání lesa vzniklo 37 skupin porostů s převahou skupin zaměřených produkčně.

3. Na produkci dříví se účastní všechny porosty.

4. Vodohospodářskou funkcí plní v různé míře celkem 97 % plochy.

5. Půdoochranná nebo rekreační funkce byla zaznamenána na 34 % výměry.

6. Imise zatím ohrožují převážně porosty produkčního zaměření, z nichž některé mají i vodohospodářský význam.

7. Koeficient funkčního významu lesa (k_{fv}), který je ukazatelem plošného překryvu kritériálních funkcí, má hodnotu 2,4.

8. Redukovaný koeficient funkčního významu lesa (k'_{fv}) z něhož lze usuzovat na míru bezplatného přínosu modelového objektu pro společnost ve formě plnění mimoprodukčních funkcí lesa dosáhl hodnoty 1,5.

9. Produkce porostu nemusí být rozhodující pro bodové skóre jeho integrovaného využití.

10. Nejvyššího bodového skóre dosáhly porosty produkčně málo významné, ale mající velký půdoochranný a vodohospodářský význam.

11. Podle průměrné indexové hodnoty je pořadí významnosti kritériálních funkcí následující: produkční (průměrná indexová hodnota 4,6), vodohospodářské (1,7), imisní (0,6), půdoochranné (0,3) a rekreační (0,3).

ZÁVĚR

Výpočet koeficientu funkčního významu lesa je pouze jedním z možných způsobů použití kalkulační metody oceňování funkcí lesů. Jedním ze záměrů naší práce bylo ilustrovat na konkrétním případě, jak snadno může být podceněn význam jednotlivých porostů, pokud se bude opírat pouze o ustanovení vyhlášky 13/1978 Sb.

Popsaná metoda kvantifikace funkčního využití lesa byla aplikována na lesní celek, který je jen málo využíván z hlediska mimoprodukčních funkcí lesa. Na důkaz tohoto tvrzení lze uvést skutečnost, že správa povodí za 30 let provozu nádrže Vír neuplatňovala žádné mimořádné požadavky na obhospodařování kategorie 31 nebo jiných kategorií lesů. Rozloha pásma ochrany vodních zdrojů je provozně téměř zanedbatelná, zaujímá jen 3 % plochy lesní správy. Komunální subjekty ani hospodářské organizace neprojevyly zatím žádný zájem o rozvíjení některé funkce lesa. Přesto popsané hodnocení několika kritériálních funkcí prokázalo, že význam lesů na LS Bystřice nad Pernštejnem je značný. Hodnota koeficientu funkčního významu lesa by se podstatně zvýšila při zavedení dalších kritériálních funkcí, např. ochrana zemědělských pozemků před erozí, ochrana sídelních jednotek před nepříznivými klimatickými vlivy, před hlukem a prachem, význam pro zachování ohrožených druhů fauny nebo flóry apod. Imisní poškození lesů, které na modelovém objektu již započalo v kategorii 36, se stává reálným nebezpečím. Neuvážený způsob hospodaření spolu s aktivním působením některých klimatických činitelů, by mohl mít za následek vznik značných škod, které by se v budoucnu projevyly nejen v nedostatku některých sortimentů dříví, ale i v absenci dosud ne zcela docenovaných mimoprodukčních funkcí lesa.

Legislativní opatření zaměřená na ochranu lesa nejsou zatím natolik účinná, aby

zabránila poškozování lesních porostů. Přestože je lesům přiznáván velký ekologický význam, při výpočtu náhrad škod se vychází zatím jen ze snížení produkce dříví nebo případného zvýšení nákladů. Využití koeficientu funkčního významu lesa při účtování náhrad škod by mohlo být vhodným sankčním prostředkem na ochranu lesního fondu. Původci imisí, provozovatelé nelesnických činností na lesní půdě a investoři by tímto způsobem byli nuceni hledat jiná, ekologicky únosnější řešení svých aktivit. Na základě dosažených výsledků našeho šetření lze totiž předpokládat, že koeficient funkčního významu lesa by byl daleko vyšší zejména v pramenných oblastech, na erozně exponovaných terénech a všude tam, kde lesy jsou výrazně víceúčelové.

Využití redukováného funkčního významu lesa pro zhodnocení efektu výrobní činnosti výrobně-organizačních jednotek v lesním hospodářství by přispělo k jejich zainteresovanosti na rozvoji víceúčelového využívání lesa. Ukázalo se totiž, že nejvyšší je tento koeficient u porostů s vysokou mírou plnění půdoochranné a vodohospodářské funkce, třebaže jejich produkční parametry jsou nízké. Pro současné zaměření lesního hospodářství jsou tyto porosty zatím jen zátěží a ekonomický efekt z jejich obhospodarování je často malý nebo dokonce záporný. Z celospolečenského hlediska je však nezbytné i v těchto porostech provádět ekologicky vhodná hospodářská opatření. Právě tyto porosty většinou představují cenné prvky přírodního prostředí. Dosavadní hospodářská praxe způsobuje, že čím více takových porostů výrobně organizační jednotka lesního hospodářství má, tím horší jsou jeho ekonomické výsledky, a tím nižší je její rentabilita lesní výroby. Racionalizace těžební činnosti u těchto jednotek je v rozporu z celospolečenskými zájmy, přesto ekonomická pravidla vnitropodnikového hospodaření zatím neumožňují společensky žádoucí řešení. Nalezení východiska z této situace není snadné a nebude zřejmě možné bez dotací. Avšak společnost se musí rozhodnout, zda ochrání les jako nenahraditelnou součást životního prostředí, nebo bude trvat na okamžitých ekonomických přínosech. V době, kdy více jak polovina lesů České republiky jeví známky imisního poškození, kdy nahodilé těžby přesahují únosnou míru, kdy stav životního prostředí je téměř havarijní, je nejvyšší čas přestat posuzovat přínos lesního hospodářství jen jeho podílem na společenském produktu. Investice do lesního fondu a do jeho ochrany jsou vskutku investicemi v celospolečenském zájmu stejně tak jako kterékoliv investice do životního prostředí. V imisních oblastech by regenerace produkční funkce neměla mít přednost před regenerací jiných funkcí lesa; např. obnova smrku za každou cenu může být nevhodná tam, kde je především nutné obnovit půdní kryt nebo zajistit porostní stabilitu. V porostech s vysokou hodnotou koeficientu k'_{fv} bychom měli usilovat zejména o regeneraci mimoprodukčních funkcí, poněvadž v takovém případě mají celospolečenskou prioritu.

Naše šetření si nekladlo za cíl být univerzálním návodem na řešení složité problematiky rozvíjení a oceňování funkcí lesa. Je pouze naznačením možného metodického východiska ze zatím nedořešených otázek kvantifikace významu lesa. Záměrně jsme se zatím snažili vyhnout hodnotovým ukazatelům, poněvadž tyto by mohly při nynějších cenových relacích způsobit zkreslení výsledků. Proto jsme využili některých přístupů hodnotové analýzy. Úlohu jsme si zjednodušili tím, že jsme redukovali počet kritériálních funkcí, s výjimkou rekreační funkce jsme se omezili na kategorie v modelovém objektu již vyznačené a použili jsme spolupráce jediného respondenta místo skupiny odborníků různých profesí. Úmyslně jsme se nezabývali nákladovostí víceúčelového využívání lesů. Přesto se domníváme, že naznačený metodický postup, ilustrovaný modelovým příkladem, může přispět k problematice hodnocení mimoprodukčních funkcí lesa.

Literatura

- BARTUNĚK, J.: Kvantifikace a ekonomické hodnocení ostatních funkcí lesního hospodářství. Lesn. Práce, 1979, č. 12; s. 539–541.
- KREČMER, V.: Lesnické ekologické služby jako součást ekologické politiky ve strategii setrvalého rozvoje společnosti. Lesn. Práce, 1990, č. 9; s. 387–398.
- KUDRLEOVÁ, L.: Hodnotová analýza do problematiky funkcí lesů. Ekonomika a riadenie lesného hospodárstva, 1980, č. 7; s. 59–62.
- PAPÁNEK, F.: Koncepčné problémy lesného hospodárstva v súčasnosti. Lesn. Čas., 35, 1989, č. 3, s. 215–226.
- VLČEK, R. a kol.: Hodnotová analýza. Praha, SNTL 1973; 219 s.
- MILES, L. D.: Hodnotová analýza. Bratislava, Alfa 1971; 282 s.

Došlo 24. 5. 1990

KUDRLEOVÁ, L. — BARTUNĚK, J. (Faculty of Forestry at the University of Agriculture, Brno): *Quantification of the utilization of forest functions*. Lesnictví, 37, 1991 (4–5): 389–397.

The classification of forests according to Edict 13/1978 of the Statute-book cannot comprehend fully the real importance of forest stands in the multi-functional forest management. The intensity of fulfilling five criterional functions was investigated in a model forest of the Bystřice nad Perštýnem forest administration, applying the classification method; the functions were production, water-supply, soil conservation, recreation and air pollution ones. The stands of the model forest were found to have obviously several functions. The method of monetary evaluation of forest functions, presented in this paper, could be a contribution to the decision-making process in the sphere of forest policy.

multi-functional forest management; criterional functions; evaluation of forest functions

Adresa autorů:

Ing. Ludmila Kudrleová, doc. ing. Jiří Bartuněk, CSc., Lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu

Pro lepší zpřístupnění výsledků československého výzkumu zahraničním odběratelům rozhodla redakční rada časopisu LESNICTVÍ počínaje ročníkem 1991 uveřejňovat rozšířené, podrobně zpracované (s odkazy na tabulky a obrázky) souhrny v angličtině. Od ročníku 1992 budou tyto souhrny podmínkou pro přijetí příspěvků do tisku.

Proto žádáme autory našeho časopisu, aby příspěvky zasílané do redakce vybavili kratším souhrnem, který bude publikován v češtině nebo ve slovenštině, a dále delším souhrnem v rozsahu dvou až tří rukopisných stran, který bude přeložen do angličtiny.

Doufáme, že se toto opatření setká s příznivým ohlasem jak u autorů, tak i u čtenářů našeho časopisu.

Redakce časopisu

METODA MATEMATICKÉHO VYHODNOCOVÁNÍ FOTOSYNTETICKÉ AKTIVITY LESNÍCH DŘEVIN

M. Pirochtová, M. Marek

PIROCHTOVÁ, M. — MAREK, M. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno): *Metoda matematického vyhodnocování fotosyntetické aktivity lesních dřevin*. Lesnictví, 37, 1991 (4–5): 399–408.

Měřením fotosyntetické aktivity přímo v porostech lesních dřevin je získáno značné množství dat. Pro zpracování těchto datových souborů byl vytvořen uživatelský program FOTOS, který je založen na jednoduchém funkčním matematickém modelu popisujícím závislost rychlosti fotosyntézy na fotosynteticky aktivní radiaci (FAR) nebo na koncentraci oxidu uhličitého. Model obsahuje parametry, které mají fyziologickou interpretaci a přispívají tak k hlubšímu poznání fotosyntetické charakteristiky. Naměřené hodnoty v terénu ne vždy plně pokrývají celý průběh stanovované závislosti. Program FOTOS umožňuje její výpočet i z měření, která tvoří shluky bodů v oblasti minima, maxima a přechodové části intervalu sledovaných hodnot FAR nebo koncentrace CO_2 .

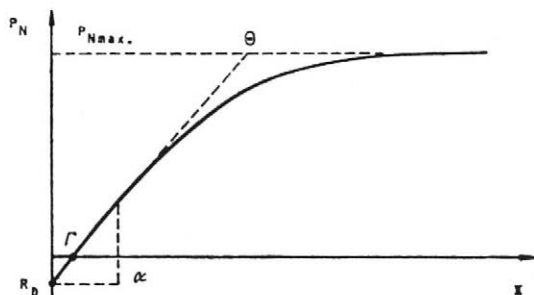
fotosyntetická charakteristika; matematický model

Úspěšnost využití metod ekofyziologie pro studium produkčních procesů lesních dřevin v oboru pěstování lesa je závislá na objemu informací, které tento přístup může poskytnout. Objem informací musí být chápán ze dvou základních pohledů. První pohled vychází z potřeb znalostí nutných pro obor pěstování lesa, které jsou založeny na funkční podstatě produkce. Tyto znalosti jsou nezbytným předpokladem pro další rozvoj pěstování lesa, neboť jsou kvalitativním ukazatelem reakcí porostů na pěstební zásahy. Druhý pohled na objem informací získaných ekofyziologickým přístupem vyplývá z požadavků kvantifikace, neboť kvalitní informace je jen taková, která byla získána z dostatečně velkého souboru měření uskutečněných na dostatečně velkém souboru jedinců reprezentujících daný porost.

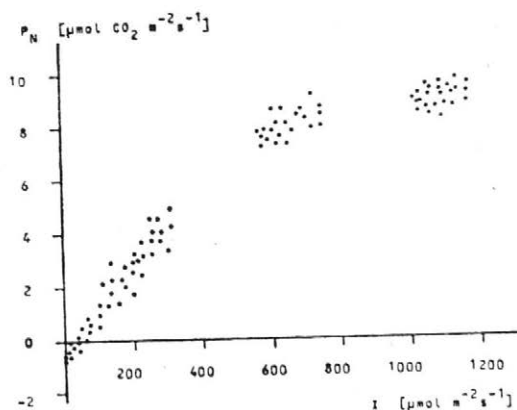
Tyto důvody vedou k rozpracování nových metodických postupů, které svou specitou výrazně odlišují ekofyziologii produkčních procesů lesních dřevin od metod klasické fyziologie a produkční ekologie. Prvořadá pozornost je v současnosti věnována způsobům měření a interpretace výsledků studií věnovaných problematice fotosyntetické aktivity korun lesních dřevin. Fotosyntetická produkce korun lesních dřevin je jedním ze základních životních projevů dřevin a má nezastupitelné místo v procesech produkce nové biomasy.

Široce užívanou ekofyziologickou metodou, sloužící ke studiu fotosyntetické aktivity a stanovení základních parametrů této aktivity, to je vypracování fotosyntetické charakteristiky (Marek, 1983), je metoda gazometrická. Metoda je založena na studiu kinetiky výměny oxidu uhličitého, která je průvodním jevem fotosyntézy. V současnosti bylo dosaženo již takové úrovně přístrojové techniky, že je možné uskutečňovat rozsáhlá měření přímo v korunách stromů. O to více vystupuje do popředí otázka zpracování dat a jejich interpretace. Tyto úkoly s úspěchem plní metody matematického modelování, které zpracovávají data podle zadaných funkčních předpisů. Tyto funkce odrážejí realitu fyziologických dějů a mají fyziologickou interpretaci.

Fotosyntetická asimilace oxidu uhličitého je ovlivňována souborem faktorů, z nichž prvořadou důležitost má fotosynteticky aktivní radiace — FAR (tj. radiace v oboru



1. Grafické zobrazení parametrů fotosyntetické charakteristiky odhadovaných programem FOTOS (příklad relace I. — světelná křivka fotosyntézy) — Scheme of parameters of photosynthetic characteristics estimated by the FOTOS programme (example of relationship I — light curve of photosynthesis)



2. Příklad naměřených hodnot (ve formě shluků bodů) závislosti rychlosti fotosyntézy — P_N na intenzitě sluneční radiace — I (FAR) (relace I.) — An example of the measured (in the form of clustered points) of the dependence of net photosynthetic rate — P_N on photosynthetically active radiation — I (PhAR) (relationship I)

vlnových délek 380 až 760 nm), koncentrace CO_2 , teplota a vlhkost vzduchu. K nejčastěji zjišťovaným relacím patří stanovení závislosti rychlosti fotosyntézy (P_N) na hodnotách FAR (tzv. světelná křivka fotosyntézy — dále v textu označovaná jako relace I.) a na koncentraci oxidu uhličitého (tzv. CO_2 — křivka fotosyntézy, dále v textu označovaná jako relace II.). Obecně se tvar této závislosti blíží nerovnoosé hyperbole (Thornley, 1976). Počáteční rychlý vzestup rychlostí fotosyntézy s rostoucí koncentrací CO_2 nebo zvyšující se hodnotou FAR je typický pro malé hodnoty koncentrací CO_2 (FAR). Po tomto rychlém vzestupu následuje přechodová část, po které se křivka blíží k maximu. V této části křivky je rychlost fotosyntézy maximální a nezávislá na zvyšování koncentrace CO_2 (FAR). Uvedená zobecněná závislost má svou fyziologickou interpretaci. Závislost P_N na koncentraci CO_2 (při eliminaci vlivu otevřenosti či uzavřenosti průduchů) je určena reakcí typu „enzym“ (karboxylační enzym ribulosa-1,5-bisfosfát karboxyláza — RUBISCO) „substrát“ (koncentrace CO_2 v místě fixace). Počáteční fáze závislosti je determinována dostupností substrátu pro aktivní místo enzymu RUBISCO. Tato fáze závislosti P_N na koncentraci CO_2 bývá označována pojmem „fáze potřeby substrátu“ (Jones, 1973). Enzymový aparát je dostatečný; limitující pro rychlost fotosyntézy je dostupnost substrátu. Saturační část závislosti P_N na koncentraci CO_2 je odrazem limitace enzymem, neboť v této fázi je množství substrátu dostatečné, ale nedostatečný je počet aktivních míst enzymu. Proto se zvyšování množství substrátu neodráží ve vzrůstu rychlosti fotosyntézy. Tato část křivky bývá označována pojmem „fáze zásoby substrátu“ (Jones, 1973).

Obdobné vztahy platí i pro závislost rychlosti fotosyntézy na FAR. Výsledný tvar této relace je odrazem postupného zapojování chlorofylových komplexů do fotochemických reakcí. Zvyšování FAR vede ke zvýšenému zachytu kvant zářivé energie reakčními centry a tím i ke zvyšování rychlosti fotosyntézy. Další růst FAR vede ke zvýšenému zachytu kvant zářivé energie až do celkové nasycenosti zachytného aparátu. Rychlost fotosyntézy dosahuje maxima, tj. není již závislá na dalším zvyšování příkonu zářivé energie.

Uvedená charakteristika závislosti rychlosti fotosyntézy na FAR (dále relace I.) a na koncentraci CO_2 (v dalším textu relace II.) předurčuje možné typy funkcí použitel-

ných pro vyjádření těchto relací. Využití matematických funkcí v modelech závislosti rychlosti fotosyntézy na FAR (koncentraci CO_2) prošlo vývojem počínajícím prostým regresním vyrovnáváním naměřených dat až po modely, ve kterých funkční závislost obsahuje parametry mající fyziologickou interpretaci. Tyto modely jsou více mechanistické, neboť vycházejí ze znalostí průběhů jednotlivých dílčích procesů fotosyntetické aktivity (kinetických rovnic enzymových reakcí, difusních drah molekul CO_2 z vnější atmosféry k místům fixace a biofyzikálních zákonitostí zachytu kvant zářivé energie).

Problematika matematických modelů fotosyntézy je velice rozsáhlá a postihuje téměř všechny úrovně fotosyntetického děje (Thornley, 1976). Použití konkrétního typu matematického modelu je závislé na dostupnosti dat a požadavcích na informační hodnotu modelu.

MODEL ZÁVISLOSTI RYCHLOSTI FOTOSYNTÉZY NA FAR NEBO KONCENTRACI CO_2

Současná úroveň přístrojové techniky umožňuje stanovení fotosyntetické aktivity přímo v korunách stromů lesních porostů bez oddělování asimilačních pletiv od mateřských jedinců. Pro měření se používá přenosný gazometrický systém LI-6200 (LI-COR, Nebraska, USA), který pracuje na bázi infračerveného analyzátoru CO_2 . Základní složky systému a schéma jeho práce byly podrobně popsány (Marek a Lomský, 1987; Marek a kol., 1989).

Měření fotosyntetické aktivity v podmínkách vzrostlých porostů lesních dřevin probíhá při neustálých změnách vnějšího prostředí. Proto jsou měření zatížena určitou dávkou informačního šumu. Z těchto důvodů musí být měření založeno na větších datových souborech (obr. 2). Proto k řešení těchto problémů je nezbytné přímé zapojení prostředků matematického zpracování dat a modelování.

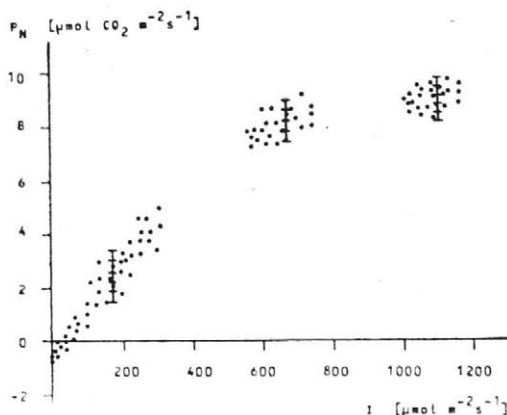
Základem zjišťované relace je množina uspořádaných dvojic $\{x, P_N\}$, x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) jsou pevně stanovené hodnoty proměnné x , kterými jsou množství FAR dopadající na list $x_i = I_i$ nebo koncentrace oxidu uhličitého v okolní atmosféře listu $x_i = C_{ai}$ a P_{Ni} ($i = 1, 2, \dots, n$) jsou naměřené hodnoty závisle proměnné odpovídající rychlosti fotosyntézy P_N . Při konstrukci modelu se vychází z předpokladu, že mezi proměnnými x a P_N existuje závislost: $P_N = f(x)$. Z možných vyjádření této závislosti, které byly testovány (Kotvalt a Hák, 1987), byla vybrána rovnice (Thornley, 1976):

$$\Theta P_N^2 - P_N (\tau(x - \Gamma) + P_{N\max}) + \tau P_{N\max}(x - \Gamma) = 0 \quad (1)$$

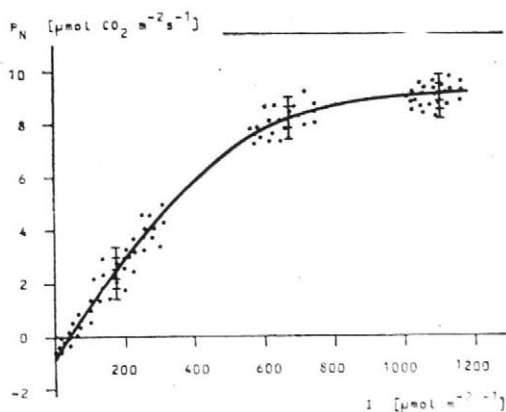
kde: nezávisle proměnné (x) jsou hodnoty FAR (I) nebo koncentrace CO_2 v okolní atmosféře listu (C_a) a závisle proměnnými jsou rychlosti fotosyntézy (P_N).

Rozsah definičního oboru a oboru funkčních hodnot pro oba typy relací jsou řádově shodné. Hodnoty FAR jsou z intervalu $0-1600 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, koncentrace CO_2 jsou z intervalu $0-1600 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \text{ m}^{-3}$. Rychlost fotosyntézy má rozměr $[\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$ (tj. množství CO_2 přijatého plošnou jednotkou asimilačního aparátu za jednotku času). Rovnice dále obsahuje tyto parametry (obr. 1):

- $P_{N\max}$ — asymptotická maximální rychlost fotosyntézy, tedy taková rychlost, která je nezávislá na dalším zvyšování FAR (I.) nebo koncentrace CO_2 (II.), $[\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}]$;
- τ — hodnota počátečního sklonu křivky, který je vyjádřen u typu relace I. jako fotochemická efektivnost (a ($a = 1/\tau$) — počet kvant zářivé energie nutných pro fixaci jedné molekuly CO_2 ;
- II. jako karboxylační efektivnost, τ_{CO_2} — zvýšení rychlosti fotosyntézy při jednotkovém zvýšení koncentrace CO_2 ;
- Θ — parametr konvexity křivky neboli rychlost saturace;



3. Příklad určení pásů pro vymezení přibližné polohy průchodu počítané křivky daným shlukem bodů (relace I.) — An example of determining delimitation zones of an approximate position of the passage of computed curve through the given clustered points (relationship I)



4. Příklad proložení naměřených hodnot vypočtenou funkční závislostí (relace I.) — An example of fitting values from the estimated functional dependence (relationship I)

- I* — I. kompenzační ozáření, tj. ozáření, při které dochází k rovnováze mezi fotosyntézou a respirací. Kompenzační ozáření tvoří světelný „práh“ pozitivní fotosyntetické bilance [$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$],
 II. CO_2 kompenzační koncentrace, tj. taková koncentrace oxidu uhličitého, při které procesy příjmu (fotosyntéza) a výdeje CO_2 (všechny druhy respirace) jsou v rovnováze [$\text{cm}^3 \text{CO}_2 \text{m}^{-3}$].

Funkce je definována v intervalu $\langle 0, x_{\max} \rangle$, kde pravá hranice intervalu je dána maximální hodnotou naměřené x -ové souřadnice. Při výpočtu funkční závislosti se vychází z pevně stanovené funkční hodnoty pro nulovou hodnotu nezávisle proměnné. Tento bod má jednoznačnou fyziologickou interpretaci — je roven rychlosti temnostní respirace (I.) nebo rychlosti výdeje CO_2 na světle (II.). Rychlost výdeje CO_2 na světle je výsledkem reasimilace oxidu uhličitého v listu. Reasimilace je tvořena vzájemným působením asimilace CO_2 a výdeje CO_2 fotorespirací, respirací heterotrofních částí listů a respirací mitochondrií buněk asimilačního pletiva. Blížší vysvětlení těchto pojmů je uvedené v práci Marek (1983). Rychlost temnostní respirace je výsledkem oxidační fosforylace probíhající v mitochondriích při absenci světla. Hodnoty rychlosti temnostní respirace (*I.*) jsou v terénu snadno změřitelné, a proto rychlost temnostní respirace R_D je rovna aritmetickému průměru získaných měření, kdy $I = 0$. Pro relaci II. je tento bod dostupnými metodami nezměřitelný, proto k jeho určení je použito měřených bodů, jejichž x -ová souřadnice — koncentrace CO_2 — je blízká nule. Těmito body je proložena přímka s rovnicí $P_N = a + bC_a$. Průsečík přímky s osou y ($C_a = 0$) je pak počítaným bodem R_s ($P_N = a \rightarrow R_s = a$ (a je posuv přímky pro $C_a = 0$)). Funkce vždy tímto bodem (R_s nebo R_D) prochází.

Pro vymezení přibližné polohy průchodu počítané křivky danými shluky bodů slouží pásy (obr. 3). Každý ze tří pásů je určen hodnotou x -ová souřadnice a ke každé této souřadnici zvoleným počtem y -ová souřadnic. Pásy jsou rozmístěny tak, aby byly situovány do oblasti minima, maxima a přechodové části počítané funkční závislosti. V praxi to znamená, že se měří při malých, velkých a středních hodnotách FAR (obr. 2) nebo koncentrace CO_2 . Stačí tedy získat data jen pro tři úrovně FAR nebo koncentrace CO_2 . Tím se terénní měření stávají rychlémi a snadno proveditelnými.

Vlastní výpočet funkční závislosti spočívá v odhadu parametrů rovnice (1) pro všechny kombinace souřadnic zvolených pásů. Kritériem úspěšného výpočtu funkční závislosti je splnění těchto podmínek (obr. 4):

1. funkce musí být v celém intervalu $\langle 0, x_{\max} \rangle$ rostoucí,
2. hodnota koeficientu konvexity θ musí být v rozmezí od 0 do 1 ($0 \leq \theta \leq 1$),
3. z vypočtených řešení je akceptována varianta s nejmenší hodnotou reziduálního

součtu čtverců ($S = \min$) $S = \sum_{i=1}^n (P_{Ni} - \hat{P}_{Ni})^2$ mezi naměřenými (P_{Ni}) a vypočtenými ($\hat{P}_{Ni}$) hodnotami rychlosti fotosyntézy.

Vhodnost jednotlivých řešení regresní závislosti je posouzena na základě odchylky, která je definována: $0 = \sqrt{S/(n-p)}$, kde n je celkový počet bodů, p je počet parametrů funkce ($p = 4$). Výpočet určité hodnoty P_N se děje dosazením do vzorce (Kotvalt a Hák, 1987):

$$P_N = (\tau(x - \Gamma) + P_{N\max} - \sqrt{(\tau(x - \Gamma) + P_{N\max})^2 - 4\tau\theta P_{N\max}(x - \Gamma)})/2\theta, \quad (2)$$

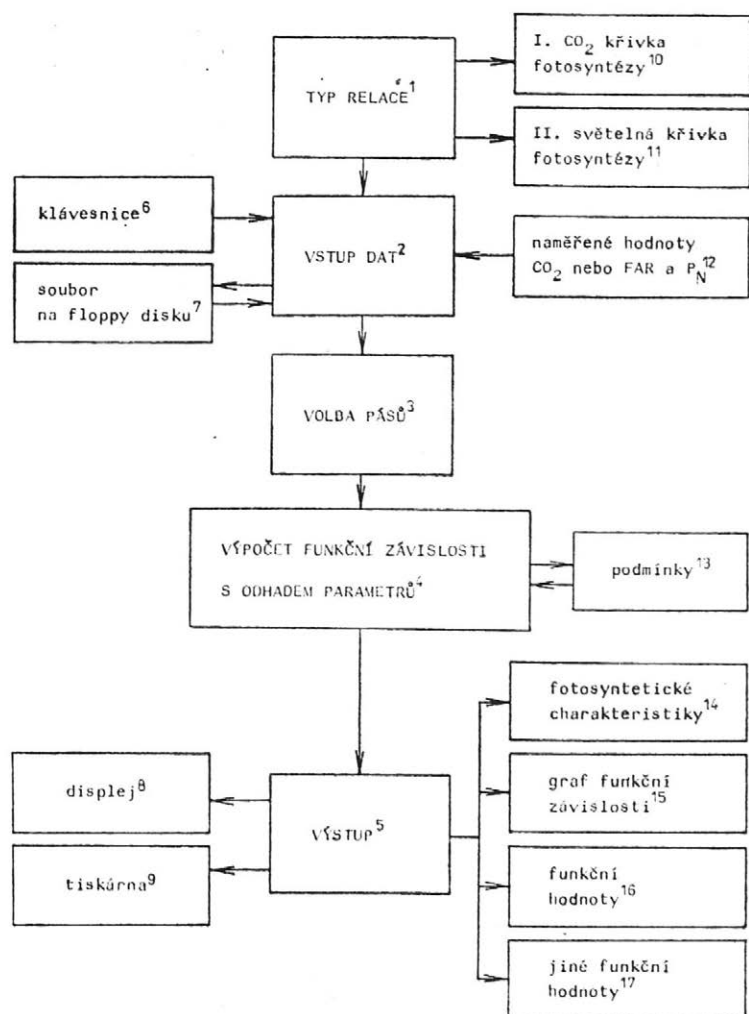
který je kladným kořenem řešení rovnice (1).

POPIS PROGRAMU FOTOS JAKO DIALOG POČÍTAČE S UŽIVATELEM

Pro zpracování údajů nezbytných k výpočtu obou relací byl vyvinut programový prostředek, který zpracovává datové soubory získané v terénu podle zvolené modelové představy a vyjadřuje funkční závislost s odhadem požadovaných parametrů, které mají fyziologickou interpretaci a tudíž i závažnou informační hodnotu. Tyto problémy řeší program FOTOS.

Program FOTOS byl vypracován v programovacím jazyku BASIC původně pro počítač ROBOTRON 1715, nyní je upraven pro počítač HEWLETT-PACKARD Vectra. Současný program je rozšířen o grafické výstupy.

Schéma základních bloků programu FOTOS je znázorněno na obr. 5. Po spuštění programu se na displeji po vypsání úvodních informací (pracoviště, autor, datum odladění atd.) objeví první otázka pro uživatele, neboť od počátku programu musí být znám typ relace — zda se počítá světelná křivka fotosyntézy (I.) nebo CO_2 křivka fotosyntézy (II.). Program vyžaduje vstupní hodnoty, kterými jsou FAR (I) nebo koncentrace CO_2 v okolí listu (C_a) a k nim naměřené hodnoty rychlosti fotosyntézy (P_N). Vstupní data se proto zadávají buď z klávesnice nebo se aktivizuje datový soubor již vytvořený na pružném disku v předešlé práci s programem. V prvním případě pro vstup nových dat je nutné zadat základní informaci o souboru tj. znakový řetězec, který obsahuje např. lokalitu, dřevinu, datum měření, ročník letorostu apod. Jestliže je znám počet uspořádaných dvojic vstupních dat, pak uživatel запиše tento počet a program očekává postupné zadávání tohoto počtu x -ových hodnot a jim odpovídajících naměřených rychlostí fotosyntézy. Jestliže není znám přesný počet vstupních hodnot (je vhodné mít k dispozici 50 až 200 naměřených dvojic vstupních dat), uspořádané dvojice se zapisují tak dlouho, dokud soubor není ukončen smluveným koncovým znakem (K). Při aktivování určitého souboru z pružného disku program ověří shodnost zadaného typu relace v úvodu programu s typem relace uvedeného v souboru a zobrazí základní informaci o souboru. Program vzestupně setřídí vstupní hodnoty nezávisle proměnné a pro kontrolu dat má uživatel možnost vypsát po 15 dvojicích vstupních dat a v případě chyby provést z klávesnice jejich opravu. Odsouhlasená data se bodově zobrazí v dvojrozměrném grafu. V případě bodů, které se vymykají základní představě o funkční závislosti (vizuální kontrola dat), je možné program přerušit nebo vrátit do editace. Poslední činnost s vlastní-



5. Schéma základních bloků programu FOTOS — A diagramme of basic blocks of the FOTOS programme

RELATION TYPE¹, DATA INPUT², ZONE SELECTION³, COMPUTATION OF FUNCTIONAL DEPENDENCE WITH PARAMETER ESTIMATE⁴, OUTPUT⁵, keyboard⁶, file on a floppy disk⁷, display⁸, printer⁹, I. CO₂ curve of photosynthesis¹⁰, II. light curve of photosynthesis¹¹, measured values of CO₂ or FAR and P_N¹², conditions¹³, photosynthetic characteristics¹⁴, graph of functional dependence¹⁵, functional values¹⁶, other functional values¹⁷

mi vstupními daty spočívá v možnosti uložení do souboru na vnější paměťové médium — pružný disk. Soubor je uložen v ASCII tvaru a má následující strukturu: a) typ zvolené relace, b) základní informace o souboru, c) počet dvojic vstupních dat, d) vlastní dvojice vstupních dat.

Program kromě množiny uspořádaných dvojic vstupních hodnot požaduje zadání přibližné polohy bodu kompenzační ozářenosti (I.) nebo kompenzační koncentrace CO₂ (II.) (tyto body odpovídají nulové rychlosti fotosyntézy) a bodu temnostní respirace (I.) či rychlosti výdeje CO₂ na světle (II.). Pro relaci I: P_N se v bodovém grafu základních vstupních dat vyznačí zadaný kompenzační bod a zároveň i vypočtený bod temnostní respirace. Pro relaci CO₂: P_N je nutné ještě zadat počet dvojic vstupních dat, ze kterých se počítá pomocí regresní funkce velikost rychlosti výdeje CO₂ na světle s výpi-

I. Parametry závislosti rychlosti fotosyntézy na fotosynteticky aktivní radiaci vypočtené programem FOTOS. Smrk ztepilý, Bílý Kříž, červen 1988 — The parameters of a dependence of photosynthetic rate on photosynthetically active radiation computed by the FOTOS programme. Norway spruce, Bílý Kříž, June 1988

- P_{Nmax} — maximální rychlost fotosyntézy [$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$] — maximum net photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
 Γ — kompenzační ozáření [$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$] — compensation irradiance ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
 α — fotochemická účinnost [kvanta mol CO_2^{-1}] — photochemical efficiency (quanta mol CO_2^{-1})
 Θ — parametr konvexity (bezrozměrný) — parameter of convexity (dimensionless)

Korunová zóna ¹	P_{Nmax}	Γ	α	Θ
horní ²	10,48	15,1	50,0	0,85
střední ³	8,27	20,2	66,6	0,28
spodní ⁴	3,78	10,4	38,4	0,75

crown layer¹, upper², middle³, lower⁴

sem koeficientu korelace. Poté se také zobrazí v bodovém grafu bod kompenzační koncentrace CO_2 a vypočtený bod rychlosti výdeje CO_2 na světle. Při nevyhovující vizuální kontrole těchto bodů je možný návrat k novému zadávání těchto bodů.

V dalších krocích program požaduje zadání tří pásů. Pro každý pás program očekává vstup 1) x-ové souřadnice pásu, 2) rozsah pásu vyjádřený dvěma y-ovými hodnotami pásu, 3) počet bodů ($z, z \geq 2$) ve zvoleném rozsahu y-ové souřadnice pásu. Program očekává, že x-ové hodnoty souřadnic pásů jsou uspořádány vzestupně. Po zadání každého pásu se daný pás zobrazí do pole bodů. Je možné opětovné zadávání pásů. Tímto jsou zadány veškeré informace nutné pro vlastní výpočet modelové funkční závislosti.

Vlastní procedura výpočtu funkční závislosti je založena na zvolených vstupních kombinacích souřadnic pásů s výpisem kombinace souřadnic pásů, kterou právě program počítá. Např. pro pásy po 2 hodnotách ($z = 2$) každé y-ové souřadnice jsou to kombinace: 1 1 1, 1 1 2, 1 2 1, 1 2 2, 2 1 1, 2 1 2, 2 2 1, 2 2 2. Kombinace souřadnic pásů, které nevyhovují výše uvedeným zadaným podmínkám jsou na displeji vypisovány průběžně, stejně jako kombinace dosud „nejlepšího řešení“ (podle hodnoty rezidua). Při volbě většího počtu y-ových souřadnic jednotlivých pásů se výpis počítaných kombinací stává časovým měřítkem celkové délky výpočtu (celý výpočet lze počítat na minuty). Po vyčerpání všech kombinací se na displeji vypíše výsledné řešení s nejmenší hodnotou reziduálního součtu čtverců, které obsahuje základní fotosyntetické charakteristiky: pro relaci I. — $R_D, \Gamma, \alpha, \Theta, P_{Nmax}$ a pro relaci II. — $R_S, \Gamma, \tau, \Theta, P_{Nmax}$ a velikost reziduálního součtu čtverců, odchylku „0“ ($p = 0$) a odchylku „1“ ($p = 4$). Program vykreslí graficky funkční závislost pro požadovaný interval nezávisle proměnné. Další otázka pro uživatele je spojená s výpisem výsledného řešení na tiskárně. Jestliže řešení splňuje požadavky na model s fyzikologickou interpretací parametrů je zahájen tisk, který obsahuje: typ relace, základní informaci o souboru, počet dvojic vstupních dat, fotosyntetické charakteristiky, reziduální součet čtverců a reziduální odchylky. Pro tisk grafů je nutný výběr jedné z těchto variant: a) graf funkce, b) graf pole bodů a funkce, c) graf pole bodů, pásy a funkce. (Při neakceptování výsledného řešení je možný návrat programu k volbě nových pásů).

Další rozhodování uživatele je spojeno s výpisem funkčních hodnot pro vstupní x-ové souřadnice nezávisle proměnné. Program nabízí možnosti: a) výpis na displej, b) výpis na tiskárně, c) bez výpisu. Při výpisu se zobrazují tři sloupce hodnot, tj. x-ové souřadnice, naměřené rychlosti fotosyntézy a spočítané rychlosti fotosyntézy. V přípa-

dě, že by uživatelé zajímaly jiné funkční hodnoty rychlosti fotosyntézy, program po zadání intervalu nezávisle proměnné, tj. celkový počet x -ových souřadnic, počáteční x -ovou souřadnici a krok argumentu x (tj. rozdíl mezi dvěma po sobě následujícími x -ovými souřadnicemi), vypočítá rychlosti fotosyntézy s možnostmi výpisu na displej nebo na tiskárně. Po vyčerpání této nabídky je program ukončen.

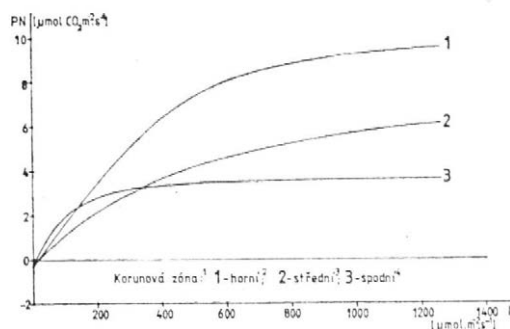
PŘÍKLAD VYUŽITÍ PROGRAMU FOTOS

V roce 1988 byl v rámci Vědecko-realizačního sdružení pro řešení negativního působení antropogenních imisí na lesy a lesní hospodářství Beskyd zahájen rozsáhlý ekofyziologický výzkum funkční stránky produkčních procesů porostu smrku ztepilého. Výzkum je soustředěn na stacionár Bílý Kříž (Moravskoslezské Beskydy) a skládá se z různých metodických přístupů (Kratochvílová a kol., 1989).

Fotosyntetická aktivita jednotlivých korunových zón v průběhu vegetační sezóny je především determinována dostupností fotosynteticky aktivní radiace. Z těchto důvodů má prvořadou důležitost stanovení světelných křivek fotosyntézy, které jsou založeny na měřeních uskutečňovaných přímo v lesním porostu. Zpracování těchto dat je nemyslitelné bez využití programu FOTOS. Příklad této aplikace je uveden na obr. 6. Parametry fotosyntetické charakteristiky vypočtené programem FOTOS uvádí tab. I. Výsledky dokumentují výraznou vertikální diferenciaci fotosyntetické aktivity v korunové vrstvě smrkového porostu. Výrazná vertikální diferenciacie fotosyntetické aktivity je výsledkem rozdílů v množství FAR, které proniká do jednotlivých korunových zón. Ozáření spodní korunové zóny činí pouhých 22 % ozáření horní zóny a 39 % střední korunové zóny (Marek a kol., 1989). Hlavní fotosyntetická aktivita je soustředěna do horní třetiny koruny. Rozdíly v hodnotách saturační rychlosti fotosyntézy P_{Nmax} mezi horní a spodní korunovou zónou činí 63 %. Spodní korunová zóna přispívá k celkové fotosyntetické produkci velmi malým podílem. Vertikální topografii fotosyntetické aktivity je možné dále dokumentovat rozбором vypočtených parametrů fotosyntetické charakteristiky.

Hodnoty kompenzační ozáření I' poskytují důležitou informaci o vztazích mezi procesy asimilace a disimilace CO_2 . Nižší hodnota I' spodní korunové zóny je výsledkem adaptace asimilačního aparátu jehlic k nízkým hodnotám FAR (Björkman, 1981). Znamená to tedy, že asimilační aparát jehlic spodní korunové zóny zahajuje aktivní fotosyntetickou produkci při nižších hodnotách FAR v porovnání s jehlicemi horních korunových zón.

Police letorostů v koruně stromu způsobuje rozdíly ve fotochemické efektivnosti α (tab. I). Hodnoty α poskytují informaci o nákladech energie, které jsou nezbytné k fixaci



6. Výsledek využití programu FOTOS při hodnocení fotosyntetické aktivity korunové vrstvy smrkového porostu (relace I.) Vertikální topografie P_N (*Picea abies* — Bílý Kříž — červen 88) — The result of an application of the FOTOS programme to an evaluation of the photosynthetic activity of the crown layer of a spruce stand (relationship I). Vertical topography P_N (*Picea abies* — Bílý Kříž — June 88) crown layer¹, upper², middle³, lower⁴

jedné molekuly CO_2 . S klesající pozicí letorostu v koruně stoupá fotochemická efektivnost a počet kvant nutných pro fixaci molekuly CO_2 je nižší. To je důsledek adaptace asimilačního aparátu jehlic na stín (Kull a Koppel, 1987).

Hodnoty parametru konvexity Θ vyšší než 0,8 indikují tzv. Blackmanův typ závislosti rychlosti fotosyntézy na FAR. Tento typ závislosti je charakterizován rychlým dosažením maximální hodnoty rychlosti fotosyntézy a je typický pro letorosty horní korunové zóny.

Výše naznačený soubor parametrů fotosyntetické charakteristiky je součástí kvantifikace fotosyntetické produkce studovaného porostu smrku ztepilého. Změny v hodnotách těchto parametrů jsou výhodnými kvantifikátory průběhu produkční funkce ve vztahu k sezónní dynamice a pěstebnímu zásahům.

ZÁVĚR

Ekofyziologické výzkumy funkční stránky produkčních procesů lesních dřevin jsou založeny na rozsáhlých datových souborech. Zpracování těchto souborů a získání odhadů fyziologicky interpretovatelných parametrů z těchto souborů je nemyslitelné bez využití matematických modelů. Přitom není vždy nezbytně nutné pro potřeby daného typu výzkumu využívat modely, jejichž vypovídací schopnost pokrývá všechny dílčí procesy sledovaného fyziologického děje. Rozhodující je schopnost daného typu matematického modelu popsat požadované děje a kvantifikovat vybrané parametry. Program FOTOS vychází z poměrně jednoduchého funkčního modelu, který popisuje závislost rychlosti fotosyntézy na hodnotě fotosynteticky aktivní radiace nebo na koncentraci oxidu uhličitého rovnici nerovnoosé hybeperboly. Program je sestaven tak, aby formou dialogu s uživatelem zpracovával výsledky venkovních měření, která byla uskutečněna v podmínkách lesních porostů. Velkou předností použitého postupu je i to, že dovoluje dopočítat úplný průběh sledované závislosti z neúplných měření. To značně urychluje sběr dat v terénu.

Literatura

- BJÖRKMAN, O.: Responses to different quantum flux densities. In: Physiological plant ecology. I. Responses to the physical environment, s. 57–108, O. L. Lange, P. S. Nobel, H. Ziegler (eds.). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1981.
- JONES, H. G.: Limiting Factors in Photosynthesis. New Phytol., 72, 1973, s. 1084–1094.
- KOTVALT, V. – HÁK, R.: Method for mathematical estimation of CO_2 response curve parameters based on closed system measurements. Photosynthetica, 21, 1987, s. 91–95.
- KULL, O. – KOPPEL, A.: Net photosynthetic response to light intensity of shoots from different crown positions and age in *Picea abies* (L.) Karst. Scand. J. For. Res., 2, 1987, s. 157–166.
- KRATOCHVÍLOVÁ, I. – JANOUŠ, D. – MAREK, M. – BARTÁK, M. – ŘÍHA, L.: The production activity of mountain cultivated Norway spruce stands under the impact of air pollution. I. General description of problems. Ekológia (ČSSR), 1989, v tisku.
- MAREK, M.: Fotosyntéza – základ produkce lesních porostů. Lesnictví, 29, 1983, s. 634–642.
- MAREK, M. – LOMSKÝ, B.: Vliv odlišných forem hnojení amonným dusíkem na fotosyntetickou produktivitu různých proveniencí smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.). Lesnictví, 33, 1987, s. 109–120.
- MAREK, M. – BARTÁK, M. – PIROCHTOVÁ, M.: Vertical topography of photosynthetic activity and crown structure in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Acta Sci. Natur., Brno, 23, 1989, č. 11, 52 s.
- THORNLEY, J. H. M.: Mathematical Models in plant physiology. Academic Press, London-New York-San Francisco 1976.

Došlo 17. 1. 1990

PIROCHTOVÁ, M. — MAREK, M. (Institute of Systematic and Ecological Biology, Czechoslovak Academy of Sciences, Brno): *A method of mathematical evaluation of the photosynthetic activity of forest tree species*. *Lesnictví*, 37, 1991 (4–5): 399–408.

Measurements of photosynthetic activity performed directly in forest stands offer a great amount of data. The FOTOS user programme was developed to process these data sets; the programme is based on a simple functional mathematical model describing a dependence of photosynthetic rate on 1) photosynthetically active radiation (FAR) or 2) carbon dioxide concentration. The model comprises parameters with physiological interpretation; in this way they contribute to deeper knowledge of photosynthetic characteristics. The values recorded in the field do not always describe the complete pattern of the dependence under study. Applying the FOTOS programme, it is possible to calculate this dependence also from the data which represent clusters of points in the field of the minimum, maximum and transition part of the interval of FAR values or CO₂ concentration.

photosynthetic characteristics; mathematical model

Adresa autorů:

Ing Marta Pirochtová, RNDr. Michal Marek, CSc., Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Květná 8, 603 65 Brno

HYDRAULIC HOLE DIGGERS ON SPECIAL FOREST WHEELED TRACTORS AND FERTILIZER APPLICATION

J. Konečný

KONEČNÝ, J. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna): *Hydraulic hole diggers on special forest wheel tractors and fertilizer application*. Lesnictví, 37, 1991 (4-5): 409-416.

Soil preparation by means of hole diggers was one of the first operations of artificial regeneration when the heavy manual labour was replaced. In 1980 to 1985 a hydraulic hole digger was designed within the framework of a state plan project, to be used for soil preparation and to be attached to special forest wheel tractors. On the basis of this successful design it was claimed that other attachments would be used that would comply with the requirements of forest operation and that would enable better utilization of the power source. Attachments were designed and tested in practical operating conditions which can be used for the band application of lime, fertilizers, mycorrhizal granules, etc. The hole digger was combined with a weed cutter: during one operation it is possible to dig the hole and to cut off the weed in the hole space in the first year of plant setting. The tractor and hole digger combination set is at the same time a large-capacity carrier of planting material. The use of electronic components enabled to increase the productivity of operation and to decrease the operator's working load. This combination set for the hole preparation of soil, lime and fertilizer application can be used for the setting of strong containerized plants and saplings at localities exposed to heavy air pollution.

hydraulic hole digger; lime and fertilizer application; tending of forest cultures; use of electronics

In recent years afforestation operations have been increasingly mechanized, especially drill planting machines have been used. This largely decreases the proportion of manual hole planting. However there are localities with varied growing and typological conditions in Czech and Slovak Federative Republic where hole planting must be used for afforestation. These are usual operations of forest regeneration at localities where the universal wheeled tractors cannot work and where strong, containerized plants are used for afforestation.

In 1980 to 1985 one research project concerned the research and development of an implement for the hole preparation of soil which could be attached to special forest wheeled tractors. The series production of this implement is run at present in one establishment at Olomouc.

On the basis of this successful solution requirements were formulated to design other attachments which would comply with the demands of practical operating conditions and which would help to make better use of energy sources. These attachments should serve for a band application of calcareous materials, fertilizers, mycorrhizal granules, etc. It was also recommended to attach a weed cutter to the hole digger: hole digging and weed control for the first year of planting will be combined within one operation. Other requirements concerned the performance of the tractor and implement combination, or the performance of the hydraulic hole digger, and a reduction in the operator's work load using electronic equipment.

TECHNICAL DESCRIPTION

If an LKT.81 tractor is to be used as a carrier of the above described implements, implements for forest exploitation must be stripped (blade, shield, winch). The hitch points of blade, winch and shield can be used without any adjustments as hitches of individual parts of hole digger.

GROUP 100 — HOLE DIGGER

A hole digger is attached in the hitch points of blade. It is a front-mounted jib which carries in its upper part a gearbox and hydraulic motor. The jib revolution enables the turning of the hole digger to respective working positions. The turning is effected by means of a straight hydraulic motor. The jib with a handle and gearbox is mounted on a swing mechanism. A sensor of keeping the hole spacing in the process of hole digging is fixed to the column of swing mechanism.

The design of the jib enables the hole digging behind an obstacle. The jib is fixed to the swing mechanism and its lifting is driven by a single-acting straight hydraulic motor. The jib, and in this way the digging unit, are luffed to working positions by the own mass of jib, handle, gearbox and rotary hydraulic engine.

The luffing handle is fixed to the jib by a swing mechanism and it can be adjusted from transport to working position. The gearbox with rotary hydraulic engine is mounted by a swing mechanism at the handle end; its correct working position is set by a spring with clamping screw. The handle is luffed to transport position by its own mass.

The torsional moment from the rotary hydraulic motor to the borer is transmitted by the front-mounted gearbox, to the output shaft of which can be fitted working implements — borer or weed cutter. The working implement is fixed by a quick-acting system consisting of carrier and safety pin. A fertilizer applicator with fertilizer hose can be mounted on the gearbox. It is a similar attachment to that used in drill plant-setting machines.

GROUP 200 — BORING IMPLEMENTS (WEED CUTTER, BORERS)

The weed cutter consists of a carrying tube, to the upper end of which is fitted a carrier and there is a slit preventing the borer from slipping out. In the middle part of the tube there are holders of axles with rotating disks (2×2 of the diameter 450 mm). They are eccentric axles. The axle design enables to exchange the disks. A pair of knives cutting off weeds is mounted in the disk axes, preventing weed lapping around. In the lower part of the tube there is a centring hub where the exchangeable twist drill is fixed. This exchangeable drill can be of different shape (cylindrical, conical, heart-shaped).

Unified drills of a STIHL 08 hole digger can be used with our type of hole digger, that means knife-blade (heart-shaped) ones of the diameter 30 cm, and twist drills of the diameters 20 and 25 cm. Conical twist drills should be used in the terrain with excessive weed overgrowing.

GROUP 300 — LIME DISTRIBUTOR

A lime hopper of the volume 0.5 m^3 is placed below the tractor winch; it can be tilted so that lime can be gradually metered by a batcher. In the bottom part of hopper there is a batcher with agitator and three-section baffle-plate. The batcher regulates lime application at a rate from 0.05 to 2 kg per m^2 . The batcher transports lime to a pair of spreaders. The spreader consists of a spinning airscrew, body and electric motor (12 V, 55 W, 2600 r.p.m.). The spinning airscrew has a shaft with four blades. The airscrew is fitted in a horizontal plane to the shaft of the motor, which is screwed on the spreader body. Lime is falling in a chute onto the blades of spinning airscrew which spread it to distances as required. The dispersion of lime particles can be regulated by an adjustable flap. The lime spreading within the central band of 60 to 80 cm is regulated by a central skew plate of metal sheet onto which the lime particles are falling.

GROUP 400 — CARRIER OF PLANTS WITH "H" FRAME

A spacer for the suspension of a plant carrier on the special forest wheel tractor has

the shape of „H“ letter and is welded of „U“-iron. A two-deck carrier of the ground-plan dimensions 900×2500 mm is fixed to the spacer by hinge pins and rods. Sixteen crates of standardized dimensions can be placed in this carrier, that means about 3200 naked-root plants or about 500 container-grown plants (peat-cellulose pots). Small tools, fertilizers, substrates can also be transported in the carrier.

GROUP 500 — HYDRAULIC SYSTEM

All operations of this machine are driven by straight or rotary hydraulic motors, with the exception of the pedals clutch — brake and fertilizer metering, which are driven by air cylinders. The source of pressure fluid are two U 80 and U 16 hydrogenerators.

The swing mechanism, jib and lime spreader are operated by electrohydraulic distributors which are mounted on the left side of the engine; the regime of electronic control is automatic or there is a hand control.

In the first section the handle and hopper (mutual dependence) are operated by an RS 20 hand distributor which is a part of the forest wheeled tractor; the second section serves for the connection of a controlled electromagnetic valve VPe 20 — electric starting of the hydraulic motor of a borer — hand control lever in arrested position. In the second position of the hand lever the reverse run of the hydraulic motor (borer) is operated.

GROUP 600 — AIR DISTRIBUTION SYSTEM

The air-filled roller, metering fertilizer rates, is operated by an EV 68 electromagnetic valve which is connected to the source of pressure air. The electromagnetic valve is switched electronically. The clutch and brake pedals are controlled in the course of the LKT-81 tractor working movement (at distances of about 1 m) by the air-filled roller through the EV 68 electromagnetic valve, which belongs to the present outfit of series manufactured hole diggers and is switched by an operator.

GROUP 700 — LIME WORM CONVEYER

A worm conveyer transports lime from the ground where lime is deposited to the hopper of lime batcher. It consists of the worm and transport undercarriage. The worm of the conveyer is seated at the ends of cylindrical piping which has an inlet connection with hand filling and outlet discharge spout. The worm is driven through chain transmission by the hydraulic motor which can be connected by means of quick couplers to the tractor hydraulic system. The one-axle undercarriage has an attachment to be trailed by the special forest wheeled tractor.

GROUP 800 — ELECTRONIC EQUIPMENT

The electronic circuits of the operation of hole diggers are mounted in the following independent constructional units — electronic blocks designated EK ...

EK 30 — block of the control electronics of hole digger

EK 31 — block of control elements

EK 13 — source and operating switch elements

Bistable sensors of metering and measuring and rotary pulse transmitter recording the hole depth cooperate with the above-mentioned blocks. These elements are fitted to the jib column. There is also a TR 1-041 pressure relay sensing the contact of the borer with the ground in dependence on a change in pressure ratios in the hydraulic circuit of jib cylinder. In addition to this set of sensors there is a sensor of the gear shift lever position and a sensor of the serviceability of the brake and clutch system which is controlled electropneumatically.

The coils of electrohydraulic valves and distributors which regulate pressure oil flows in the hydraulic system of the implements are connected to the output of EK 13 block. To the output of EK 13 block is also connected the coil of an electropneumatic valve for the control of the brake — clutch (TRAVEL) system and an alarm horn working during tractor movement in the AUTOMAT regime.

The basic electronic units of a hole digger are placed in the tractor cabin. The EK 30 block of the control electronics of hole diggers is located in the upper right corner of the cabin (if the operator is looking out of the tractor cabin in the direction of tractor movement). The EK 31 block of control elements is mounted in the instrument board and the EK 13 block of sources and operating switch elements is placed on the left side of the cabin. Other units are placed outside the cabin.

BASIC TECHNICAL CHARACTERISTICS

Total length of the combination set	8350 mm
Transport width	2500 mm
Working width	4700 mm
Width of hole digger	1330 mm
Length of hole digger	2750 mm
Height of hole digger	2500 mm
Weight of hole digger	470 kg
Weight of gearbox	90 kg
Weight of weed cutter	45 kg
Max. radius of jib	2200 mm
Max. torsional moment at the gearbox output	1700 N·m
Angle of turning of hole digger from the central position	55°30'
Speed of borer-cutter	2.5 s ⁻¹ max
Weight of two-deck carrier	410 kg
Total weight of the combination set + lime + plants	8500 kg
Speed of operation	2—3 km·h ⁻¹
Maximum transport speed	20 km·h ⁻¹

DESCRIPTION OF TECHNOLOGY

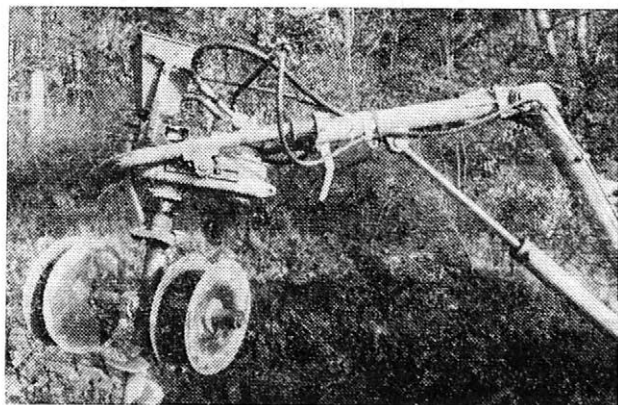
It has already been mentioned that the hydraulic hole digger is to serve for hole boring and for the setting of saplings and strong container-grown plants. A cutter is fitted to the digging tool — borer; it cuts out the sod to the depth of about 10 cm at a radius of 80 cm around the dug hole. A fertilizer applicator is fitted to the hole digger jib, serving for an application of granular fertilizers, herbicides, mycorrhizal granules in the course of plant setting. The band application of lime is performed by a distributor. A carrier for the transport of plants to the area to be afforested can be mounted on the hole digger and tractor combination set.

Like in the other methods of artificial regeneration (when using e. g. tree planters), there must be a continuity of all preceding operations — logging operations and successive ones — pro-



1. A special forest wheel tractor with hole digger and attachment for the mechanical application of fertilizers

2. A detail view of weed cutter and fertilizer distributor



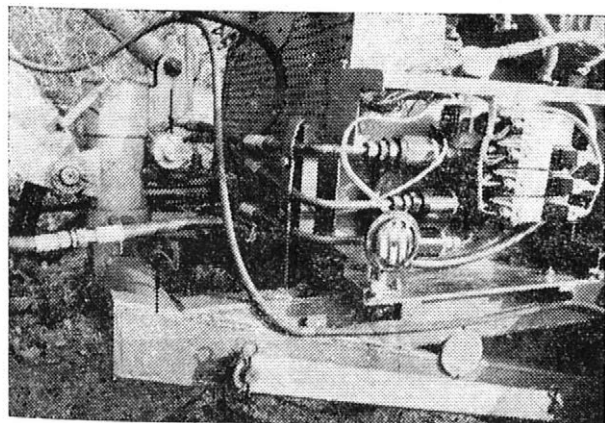
tection of forest cultures. A continual technology should be used, that means a group of workers should perform at the same time several operations: hole digging, lime application and supplemental fertilizing if necessary, and plant setting.

Before the beginning of hole digging operations, the driver of the combination set must learn the on-site conditions and terrain configuration. It is necessary to set up the arrangement of the forest culture that is to be planted.

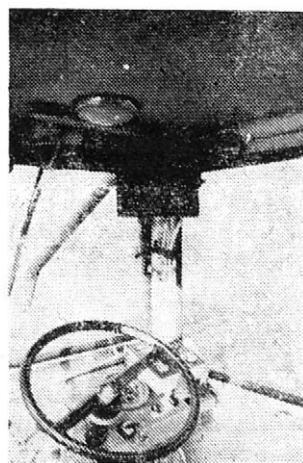
The workers who will set the plants are putting these plants into containers at a place where the plants have been stored or from where they will be transported. Lime is loaded by a worm conveyer which is driven by the hydraulic system of the tractor by means of quick couplers; a batcher can be connected to these couplers when the tractor is working in the field. At the same time the hopper of a fertilizer applicator is filled.

The operator of this combination set has to do the following operations: shift of the jib arm from transport to working position, arrestment of the lever of borer drive (lever of the distributor of the front-mounted blade of the tractor), the adjustment of lime application rates by a throttle valve, shift of worm augers from vertical to working position.

The driver of the tractor and implement combination set goes in the given direction, and observing the required spacing the machine digs three or more holes at one position. The speed



3. Sensors of the jib position (designated by arrow) and electromagnetic distributors



4. Control block and the panel of control elements in the tractor cabin

of operation is 2–3 km per hour. In the process of hole digging the weed cutter cuts out weeds and their root parts and an area of about 80 cm is formed. After hole digging it is possible to spread fertilizers (max. granule size 3.5 cm). In the course of the operation of the combination set, lime pieces of the maximum size 4 cm can be spread in three bands of 60 to 80 cm. The batcher enables to regulate the lime amount from 0.05 to 2.0 kg per m².

The working width of the combination set determines the distance of adjacent plant rows when the machine goes back. The spacing of rows (max. 2.20 m) is given by the radius of the hole digger jib, the distance of plants in the row is given by the speed of operation. Behind the combination set walk the workers who take the plants from the container and set them to the dug holes. The combination set turns round at the end of the clearing and then goes in another adjacent path, keeping the required spacing of rows. A straight direction of plant rows depends on terrain passability.

The combination set of hole digger and other attachments is equipped with electronics which enables the driver to operate the machine by hand control, or to use the automatic control of machine operations.

At hand control the horizontal and vertical movement of the jib is controlled by the electro-hydraulic distributor, operated by an electric cross control device seated in the control desk. The borer rotation or interrupted travel of the machine are operated by the tractor driver also on the control desk.

At automatic control of machine operations the tractor driver gives the following commands in the block of control electronics:

1. hole depth — 20, 30, 40 cm + patch of ground
2. jib lift — maximum or working width
3. individual operations:
 - fertilizer application after each operation of hole digging
 - lime spreading in the course of machine travel
 - automatic beginning of travel after three holes have been dug at one position of the machine.

The automatic travel of the combination set is started by pressing the "AUTOMATIC" button in the control desk. The tractor driver regards the operations and intervenes in the automatic control only in the following cases:

1. Hearing an interrupted acoustic signal, the operator decides about the end of hole digging.
2. Hearing an uninterrupted acoustic signal, he operates the combination set to the next position.
3. If he wants to stop the automatic control, he presses the "STOP" button.

The combination set in the process of hole digging, lime application and supplemental fertilizing is operated by a driver operator. There are another three to five workers setting the plants, in dependence on work organization, difficult or easy working conditions, species and size of plants, etc.

RESULTS

A prototype of this combination set was tested in three stages. In the first stage were manufactured and tested three variants of borer — cutter: disk, twist drill and drill with mouldboard safeguarded by a moment coupling. The best results were recorded using a disk cutter which consists of a series of four disks, with smooth and perforated edges. The borer makes a hole of changeable depth and a patch of ground of the diameter about 80 cm from where the weeds were cut out.

The function of a fertilizer applicator was also tested (attachments to the drill planting machine were used); in this way granular fertilizers, herbicides or other materials can be distributed in the dug holes. In the second stage lime metering was tested in the following conditions and providing the results as follows:

- dry lime of granule size 0–4 mm (extreme grain size up to 10 mm)
- engine speed 800–1000 rpm
- oil feed (hydrogenerator V 10) ca. 6 dm³.min⁻¹
- measured time of 30 sec — corresponds to the path of 8 m at a speed of 1 km per hour and at the band width of 0.8 m the liming area is 6.4 m²
- hydraulic gradient in hydraulic engines 6–7 MPa

I. Application rates of lime

I								
Degree of setting of throttle valve (batcher speed)	1	2	3	4	1	2	3	4
Baffle-plate position	1 — for all speeds				2 — for all speeds			
Total amount of lime (kg) per band (6.4 m ²)	0.70	0.85	1.15	1.38	1.35	1.73	2.20	2.70
Conversion in kg per m ²	0.11	0.13	0.18	0.22	0.22	0.27	0.34	0.42

The lime rates from 0.10 to 0.42 kg per m² were spread at the limited oil feed of about 6 dm³ per min and at the engine speed of 1000 rpm.

The check tests of the combination set were performed in the Forest Enterprise at Janov and in the Training Forest Enterprise at Křtiny. In optimum conditions the per-shift performance was as many as 1700 holes. In current operating conditions when the route of the combination set made about 120 m, the per-shift performance was 1300 to 1600 holes.

The average number of plants being 3000 individuals per 1 ha and the per-shift performance 1600 plants, one hectare of afforested and lime treated area means 1.88 machine shift.

Cost per 1 ha	5 800 Kčs
Labour requirement	80 hours
Fuel consumption per 1 ha	56 litres

The savings of lime including transport, if compared with the old technology when lime is spread on the whole area, amount to ca. 340 Kčs per ha. A comparison of the old and new technology in view of the total cost of afforestation, lime application including weed control by means of weed cutting out, indicates that the savings make more than 1 500 Kčs per ha.

CONCLUSION

The means of mechanization designed for lime and fertilizer application are used both in this country and abroad, with some exceptions, mainly in the sphere of agricultural production, and then analogically in forest management. The machines are suitable to be used for the given purposes; they have, however, one disadvantage: limited possibilities of movement in the uneven forest terrain. Fertilizer and lime distributors have been adapted to be used on special forest wheeled tractors, or they have a design of mounted attachments to the three-point hitch of the tractor hydraulic system. They can be used first of all for fertilizer application on the whole area.

The results shown in this paper are in agreement with the targets of our study. Progressive features of this solution consist in the combination of several implements mounted on the special forest wheeled tractor which enables to perform several simultaneous operations: soil preparation, fertilizer and lime application, plant transport and their setting at a site under afforestation. The electronics used in this combination set increases the work productivity of this combination set and reduces the operator's work load.

References

- BIBR, K.: Rationalization and automation of afforestation operations (Final report). Jiloviště–Strnady, Research Institute of Forestry and Game Management, 1988.
- KAISER, L.: Research on an implement for lime application in the process of hole digging by a hole digger. A report enclosed to the electronics of prototype H. Jiloviště–Strnady, RIFGM 1988.
- KONEČNÝ, J.: Machines and technology of forest artificial regeneration in the terrain passable by special forest wheeled tractors — hydraulic hole digger on the special forest wheeled tractor. (Final report.) Jiloviště–Strnady, RIFGM 1982.
- KONEČNÝ, J.: Mechanized application of fertilizers. Research on a lime distributor used during hole digging by a hole digger. Final report. Jiloviště–Strnady, RIFGM 1988.
- — Output standards of silvicultural activities. South Moravian State Forests, Brno 1983.

Received on May 24th, 1990

KONEČNÝ, J. (Výzkumná stanice VÚLHM, Křtiny u Brna): *Hydraulický jamkovač na speciální lesnické kolové traktory (SLKT) a aplikace hnojiv*. Lesnictví, 37, 1991 (4–5): 409–416.

Příprava půdy pomocí jamkovačů byla u nás jednou z prvních pracovních operací umělé obnovy, při níž byla nahrazena namáhavá ruční práce. V letech 1980 až 1985 byl v rámci úkolu státního plánu řešen jamkovač s hydropohonem pro jamkovou přípravu půdy v adaptaci se SLKT. Na základě úspěšného řešení bylo požadováno rozšířit toto zařízení o další adaptéry, které by jednak řešily požadavky provozu a zároveň byl lépe využit energetický zdroj. Byly navrženy a provozně ověřeny adaptéry na pruhoitou aplikaci vápenatých materiálů, umělých hnojiv, mykorrhizních granulí apod. Vlastní jamkovací zařízení bylo doplněno o ploškovač — zraňovač, což umožňuje provádět v jedné operaci hloubení jamky a ochranu kultury proti buření v prvním roce výsadby. Celá souprava představuje zároveň velkokapacitní nosič sadebního materiálu. Uplatněním elektronických prvků bylo docíleno zvýšení produktivity práce soupravy a snížení pracovního zatížení obsluhy. Souprava pro jamkovou přípravu půdy, aplikaci vápence a umělých hnojiv má uplatnění především při výsadbě silných obalených sazenic a odrostků v oblastech pod vlivem imisí.

hydraulický jamkovač; aplikace vápence a umělých hnojiv; ošetření kultur; uplatnění prvků elektroniky

The author's address:

Ing. Jan Konečný, Výzkumná stanice VÚLHM, 679 05 Křtiny u Brna

DOPLŇUJÍCÍ PŘEHLED VÝSLEDKŮ A PUBLIKACÍ Z LESNICKO-VODOHOSPODÁŘSKÉHO VÝZKUMU V BESKYDECH

Základní přehled o pracovním zaměření, výsledcích výzkumů a publikacích výzkumné stanice v Hnojníku působící v oboru lesnické hydrologie byl předložen v tomto časopise před 10 lety (Lesnictví, 26, 1980, č. 8, s. 757—763). Setkal se s velkým zájmem a s příznivým ohlasem. Proto považujeme za účelné jeho rozšíření o nové údaje.

Výzkumná stanice v Hnojníku, která náležela k Výzkumnému ústavu meliorací v Praze-Zbraslavi (nyní Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd) byla k 1. lednu 1980 převedena do Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady a stala se jeho odloučeným pracovištěm. K dlouhodobě vyhodnocovaným experimentálním povodím Malá Ráztoka a Červík v Beskydech přibýlo od 1. 11. 1987 další povodí U vodárny na levostranném přítoku Šumného potoka v povodích Bělé a Odry. Tento nový výzkumný objekt je v oblasti Lesního závodu Jeseník, Severomoravských státních lesů. Má výměru 1,45 km² a nyní probíhá jeho kalibrace. Experimentální obnova porostů je plánována na závěr devadesátých let. Jeho polohou by měly být vystiženy dosud chybějící údaje typické pro nižší polohy pohoří Jeseníků.

Odloučené pracoviště VÚLHM bylo ke konci června 1989 přemístěno do vlastního, upraveného objektu ve Frýdku-Místku, zatímco v původních prostorách v Hnojníku obnovil svoji výzkumnou stanici VÚZZP. Lesnický výzkum získal objekt vhodný pro další rozvíjení úkolů v oblasti severní Moravy.

Rozhodující část pracovní kapacity pracoviště byla i v uplynulém desetiletí věnována dlouhodobému výzkumu vlivů lesnicko-hospodářských opatření na odtoky vody a erozi lesní půdy, který byl doplněn výzkumem kvality vody. Práce v beskydských experimentálních povodích s netradičním trváním — již téměř 37 let — začínají nyní poskytovat dost nečekané, ale průkazné výsledky, které pomohou zpřesnit hodnocení vodních účinků lesů a možností jejich ovlivňování. Délka řad pozorování je dost ojedinělá i ve světovém měřítku, je však nezbytná pro vyhodnocování vývojových trendů. Přes původní, dnes již značně opotřebované přístrojové vybavení považujeme naměřená data za dost přesná a jejich vyhodnocení za průkazné i velmi poučné.

Přínosem tohoto výzkumu k rozvoji oboru bezpochyby je, víc než samotná data, metodický rozvoj jejich vyhodnocování. Lesnicko-hydrologický výzkum byl totiž až do počátku šedesátých let globálně budován s využitím těch nejjednodušších matematických metod, které mohou jen velmi hrubě vystihnout složité přírodní jevy. Většinou šlo jen o porovnávání součtu nebo průměrů srážek a odtoků ve vybraných povodích s různou lesnatostí a taxačními charakteristikami lesních porostů, a jejich rozdíly byly přičítány kladnému působení lesů. Rozvoj výpočetní

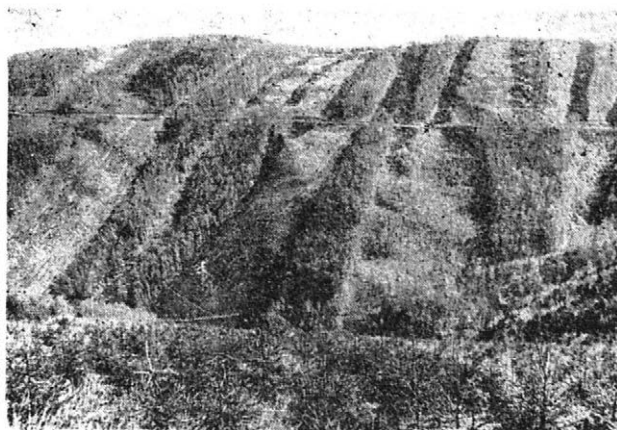
techniky i statisticko-analytických metod otevřel úplně nové možnosti pro zpracování a vyhodnocení dat, pro průkaznost výroků.

K metodickým pokrokům tohoto výzkumu počítáme zjištění, že vliv lesů na odtoky vod nelze postihnout jinak než pomocí kalibrovaných povodí s řízeným experimentem, s urychlenou porostní obnovou a s případnou záměnou skladby dřevin. Díky vynikajícímu přehledu zakladatelů beskydských experimentů (B. Mařana a V. Zeleného), byl již tento postup v daném případě uplatněn. Po kalibračním období 1953 až 1965, v jehož závěru byla v obou povodích pořízena dopravní síť, probíhala postupná porostní obnova pruhovými sečemi (obr. 1). Od poloviny sedmdesátých let se v Beskydech projevují poškození lesních porostů v důsledku silně znečištěného ovzduší, v námi sledovaných povodích silněji v Malé Ráztoce než v Červíku.

Dosavadní výzkumné práce poskytly důkazy, že hlavním činitelem srážkově-odtokových vztahů je rozkolísanost klimatických prvků, především srážek. Zjišťujeme-li rozdíly ve vodnosti povodí horských oblastí související s lesnicko-hospodářskými zásahy, popř. s jinými změnami lesního prostředí za teplé roční období v intervalu 0 až 150 mm, jejich přírodní rozkolísanost je několikanásobně vyšší. Proto mohou být méně výrazné rozdíly překrývány nebo je lze jen velmi nesnadno prokazovat, ale také pro náhodný (eratický) výskyt srážek není možné jejich výskyt zaručit.

V přírodních systémech existují silné zpětné vazby tlumící důsledky vnějších podnětů pro systém nežádoucí povahy. Jsou-li ovlivněny jen některé z prvků vodní bilance, jiné se formují tak, aby ovlivnění odeznělo. Pokud nejsou zpětně-vazebné síly překonány, neexistuje přírodní tendence sčítat účinky vnějších negativních podnětů směrem ke katastrofickému vývoji. Jejich meze však zatím neumíme definovat, protože současný matematický aparát na to nestačí, nejprve musí být odhaleny zákonitosti přírodních nelineárních dynamických procesů. Bývá namítáno, že bez obav z katastrofického vývoje bychom si mohli dovolit dělat s lesy cokoli, ale to není správné. Každý vnější nepříznivý podnět vyvolává odpovídající odezvu, takovou, kterou často nedovedeme předvídat. Labilita systému se zvyšuje, i když to nemusí být hned zřejmé, a není logické zatěžovat jej až k mezím únosnosti.

Na současné praktické využívání výzkumných výsledků máme o něco skromnější nároky. Srážkově-odtokový vztah za určité období (celý rok, období vegetace) můžeme v každém povodí za několik let změřit a lze jej nejjednodušeji vyjádřit lineární regresí, spokojíme-li se asi s $\pm 30\%$ rozptylem dat kolem přímky vyrovnávající jednotlivé naměřené hodnoty zkoumaného období. Tento rozptyl překrývá důsledky méně silných podnětů (např. lesnicko-hospodářských opatření) do lesního prostředí. Teprve až intenzivnější zásahy (např. záměna dřevin, silné imise) mohou tento vztah zřetelně narušit a zvýšit vodnost povodí (omezením ztrát vody ve výparech). Ještě silnějších impulsů by bylo zapotřebí ke zvyšování kulminací průtokových vln. Důkazy, že takovými např. jsou urychlené obnovy odumírajících porostů, nejsou ještě dost přesvědčivé. Čím je ovšem hodnocené povodí menší, tím citlivěji reaguje na změny; trvalou podmínkou vždy je výskyt vydatných dešťů. Čím víc se také porost na daném stanovišti blíží svému přírodnímu vzoru, tím vyrovnaněji a zcela samovolně usměrňuje odtokový režim. Značný význam v tomto



dění má lesní půda, jejíž vznik a uchování je spojeno s interakcí zvětralinového pláště s biocenózou včetně lesních porostů. Upravuje koloběhy vody, látek a energií.

Kromě lesnicko-hydrologických problémů zůstává pracoviště orientováno na protierozní ochranu půd a jiné menší úkoly související s lesním prostředím, což plyne z následujícího bibliografického přehledu:

JARABÁČ, M.: Zhodnocení vývoje a současného stavu vodohospodářských funkcí lesů na území vodohospodářsky státně důležité oblasti Beskydy. Závěr. zpráva výzk. úkolu C-16-331-101-07, etapa 3; SmSl Krnov, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1979.

ZELENÝ, V. — JARABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Přehled lesnicko-vodohospodářské činnosti ve výzkumné stanici v Hnojníku. Lesnictví, 26, 1980, č. 8, s. 757-763.

JARABÁČ, M.: Důsledky nezbytných lesnických opatření v Beskydech na změnu odtokových poměrů. In: Sborník z XXI. vodohospodářského semináře Sm kraje, Ostrava, 1980.

ZELENÝ, V. — JARABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv hospodářských zásahů v lesních porostech na erozi půdy. Dílčí závěr, zpráva výzk. úkolu P 16-329-059-01-2.4, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1980.

ZELENÝ, V. — JARABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Výzkum intercepce srážek ve vybraných lesních porostech. Dílčí závěr. zpráva výzk. úkolu C 11-329-109-01-01, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1980.

JARABÁČ, M.: Mechanizované technologie přibližování dříví a eroze lesních cest. Lesn. Práce, 1980, č. 1, s. 20-26.

JARABÁČ, M.: Vznik a likvidace odpadních vod v lesním provozu. Lesn. Práce, 1981, č. 7; Les, 1981, č. 8; Vod. hospodářství, ř. B, 1981, č. 8; Věstník ČSAZ, 1981, č. 9.

JARABÁČ, M.: Vliv těžebních zásahů na pohyb splavenin v beskydských tocích. In: Sborník ČSAZ, č. 49, 1981.

KREČMER, V. — JARABÁČ, M.: Lesy a voda v Beskydech. In: Sborník „Komplexní využívání lesního fondu a ochrana krajinného prostředí“, ČSAZ Praha, 1981.

JARABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Stok vzvěšených nanosů v beskydských experimentálních bassénech. Konference po hidrologii Karpat. Otčety i doklady, Inst. hidrologii i gidravliki SAV, Bratislava, 1981, s. 208.

KREČMER, V. — JARABÁČ, M. — KREČEK, J.: Metody a experimentální výsledky lesnicko-vodohospodářského výzkumu v ČSR. In: Sborník „Lesnické vodní hospodářství v tvorbě životního prostředí“, 1982.

CHLEBEK, A. — JARABÁČ, M.: Nové poznatky z měření srážek totalizátory v beskydských experimentálních povodích ve vztahu k odtokům vod. Vodohosp. čas. SAV, 1982, č. 2, s. 155-171.

JARABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Předpokládané důsledky poškození beskydských lesů imisemi na odtok vod a erozi lesních půd. Lesn. Práce, 1983, č. 3, s. 107-115.

- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Růst a využití topolů vybraných odrůd v břehových porostech. *Lesnictví*, 1983, č. 7, s. 551-562.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv lesního hospodářství na kvalitu vody v beskydských experimentálních povodích. *Lesnictví*, 1983, č. 8, s. 717-738.
- JAŘABÁČ, M.: Funkcja lasów i jej zakłócenie w rejonach zagrożonych przez emisje przemysłowe. *Las Polski*, 1983, č. 9.
- JAŘABÁČ, M.: 30 let beskydských lesnicko-hydrologických výzkumů. *Věstník ČSAZ*, 1983, č. 10.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv holosečného způsobu obnovy na odtok vody v Beskydech. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu C 16-331-206-05-05, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1984, 19 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv věku a zakmenění na redukcii srážek v SmBk a BkSm stupni. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu C 16-331-206-01-03, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1984, 18 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Eroze půdy vyvolaná technologickými postupy na flyši. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu C 16-331-206-07-02, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1984, 16 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Klasifikace povodí podle intenzity působících přírodních sil. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu C 16-331-206-07-01, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1984, 16 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Der Einfluss des Kahlschlags im Flyschgebiet auf den Ablauf und die Trübung der HQ-Wellen. Symposium INTERPRAEVENT 1984, Villach, Band 1.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Rozbor odtokových kulminací v beskydských experimentálních povodích. *Lesnictví*, 1984, č. 5.
- ZELENÝ, V. — JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv břehových porostů na průtočnost vody korytem. *Lesnictví*, 1984, č. 5, s. 383-396.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv lesů a lesního hospodářství na odtoky vod a erozi půd v Beskydech. *Vod. hospodářství*, ř. A, 1984, č. 4.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Hydrologické důsledky působení imisí v beskydském výzkumném povodí Malá Ráztoka. In: *Sborník XI. konference o biosféře*, Praha, 1984.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: O zahrazování severomoravských bystřin. *Lesn. Práce*, 1984, č. 5.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv lesních hospodářských zásahů na erozi půdy dvou malých beskydských povodí. In: *Sborník VŠLD Zvolen*, 1984.
- JAŘABÁČ, M.: Eroze lesní půdy v beskydských experimentálních povodích. *Věstník ČSAZ*, 1984, č. 3.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Civilizační vlivy a povodňový režim na příkladu malých beskydských povodí. In: *Sborník „Vodní toky '84“*, Hradec Králové, 1984.
- JAŘABÁČ, M.: Eroze cestní a bystřinné sítě jako činitel znehodnocující lesní prostředí. *Sborník „Úkoly v ochraně lesního prostředí“*, Praha, 1984.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Hydrologické důsledky působení imisí v beskydském výzkumném povodí Malá Ráztoka. In: *Sborník z XI. konference o biosféře*, Praha, 1984.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Metodické náměty k měřením v malých experimentálních povodích. 2. hydrologické dny, Zemplínská Širava, 1985.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Změny maximálních průtoků v důsledku porostních obnov v malých beskydských povodích. In: *Sborník VŠZ v Brně „Funkce lesů v životním prostředí“*, 1986, s. 81-90.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Opakování a trvání průtoků v beskydských experimentálních povodích. In: *Sborník VŠLD Zvolen*, 1986, s. 229-237.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv pokračujících těžeb porostu v povodí a obnovy na odtok vody (Beskydy). Zpráva pro inter. oponentní řízení, VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1987, 20 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Srážkové a odtokové poměry ve vztahu k jakosti pitné vody v povodích horských toků. In: *Sborník „Ochrana a využití vodních zdrojů v zem. a les.“*, VŠZ Brno, 1987, s. 120-125.
- LOCHMAN, V. — JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Působení lesních porostů a obnovních sečí na chemické složení vody odtékající do vodních zdrojů ve výzkumných povodích v Beskydech. *Práce VÚLHM*, 68, 1986, s. 73-117.
- JAŘABÁČ, M.: O sledování kvality vodní komponenty lesního prostředí v Beskydech. *Věstník ČSAZ*, 1988, č. 5.

- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Důsledky porostních obnov na odtok vody z beskydských experimentálních povodí. Zprávy les. výzkumu, 1988, č. 4, s. 7-12.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Založení ploch na malých povodích v Jeseníkách a jejich kalibrace. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu U-331-101, VÚLHM Jiloviště - Strnady, 1989, 7 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Vliv těžebních a obnovních technologií na fyzikální vlastnosti a erozi půd. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu U-331-101, VÚLHM Jiloviště - Strnady, 1989, 34 s.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Vliv pokračujících těžeb porostů v povodí a obnovy na odtok vod. Etapová závěr. zpráva výzk. úkolu U-331-101. VÚLHM Jiloviště - Strnady, 1989, 121 s.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: The effect of forests on the hydrological budget. Mitt. d. FBVA Wien, 1989, č. 159, s. 239-251.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Zu den Problemen der Abflussveränderungen durch Abnahme des Waldbestandes aufgrund von Luftverschmutzungen. Symposium INTERPRAEVENT 1988, Graz, Tagungspublikation, Bd. 2, s. 87-96.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Metodické náměty k měření v experimentálních povodích. Práce VÚLHM, 1989, č. 1, s. 13-17.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: Důsledky intenzivních porostních obnov na hydrologické a erozní procesy podle příkladů z beskydských experimentálních povodí. In: Sborník „Přírodní prostředí a vodní toky '89“, Most, 1989, 1. díl, s. 61-72.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: Die Gewässer in kleinen bewaldeten Einzugsgebieten und ihre Bedrohung aufgrund von Luftverschmutzungen. Mitt. DVWK, 1987, H. 17, s. 325-334.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: The problems of streamflow changes due to forest renewal in air polluted area. Berichte FBVA Wien, 1989, H. 36, s. 43-49.
- JAŘABÁČ, M. — CHLEBEK, A.: The results of long — term measurements in four Carpathian basins. Proceedings of the Conference on Hydrological Research Basins and Environment, Wageningen, 1990.
- CHLEBEK, A. — JAŘABÁČ, M.: To the problems of streamflow changes due to forest renewal in air polluted area. Proceedings of the International Symposium on the Hydrological Basis for Water Resources Management, Beijing, 1990.

Ing. Milan Jařabáč, CSc., ing. Alois Chlebek, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti

NABÍDKA REPROGRAFICKÝCH SLUŽEB ÚZLK

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna ÚVTIZ zajišťuje vedle výpůjčních služeb také individuální reprografickou službu. Poskytuje xerokopie článků zveřejněných v bibliografické a referátové službě AGROINDEX a kopie článků z knih a časopisů, které jsou ve fondu ÚZLK.

Cena jedné kopie je 1,50 Kčs (výměr 1316/163/88 - č. 1427/88 zahrnuje pouze náklady na polygrafické práce) a 0,50 Kčs za odborné knihovnické práce související s uvedenou reproslužbou (kalkulace ceny služeb v oblasti VTEI a technické normalizace č. pol. 146,9871 a výnosu FCÚ, ČCÚ a SCÚ č. V-6/88).

Požadavky na kopie článků lze posílat v průběhu celého roku na formulářích *Objednávka reprografické práce*, které je možné objednat v Technickém ústředí knihoven, Slavkov u Brna pod kat. č. TÚK 138-0. Objednávky reprografických služeb přijímá ÚZLK OVRMS, Slezská 7, 120 56 Praha 2.

ZAKLADANIE LESOV V POLSKU

LESY POLSKA

Poľsko je krajinou strednej lesnatosti — lesy pokrývajú 86 280 km² z rozlohy štátu, čo predstavuje lesnatosť 27,6 %. Tento ukazovateľ však nemôže všeobecne charakterizovať vplyv a úlohu lesov, pretože ich rozmiestenie na území Poľska je značne nepravidelné. V centrálnej časti štátu sú oblasti, kde lesnatosť neprekračuje 5 %, ale pozdĺž západnej a južnej štátnej hranice lesnatosť dosahuje 34 až 45 %. Z uvedenej plochy lesov je 82 % v štátnom vlastníctve. Na jedného obyvateľa pripadá 0,24 ha lesnej plochy.

V zastúpení drevín v Poľsku má vysoko dominujúce postavenie borovica sosna (*Pinus sylvestris*). Z 81 % plochy lesov porastenej ihličnatými lesmi pripadá na túto drevinu 70 %, na smrek obyčajný (*Picea abies*) 7 %, smrekovec opadavý (*Larix decidua*) 3 % a jedľu bielu (*Abies alba*) 1 %. Listnaté lesy sú tvorené najmä rodmi *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Ulmus* (6 %); *Betula*, *Carpinus* (5 %); *Fagus* (4 %) a na ostatné zostávajú 4 % (hlavne *Alnus*, *Populus*).

LESNÉ SEMENÁRSTVO

Napriek nadmernej eksploatacii poľských lesov od roku 1918, hlavne nesprávnym hospodárením súkromných vlastníkov v medzivojnovom období a devastáciou lesov počas druhej svetovej vojny, zachovali sa v nich cenné ekotypy základných lesotvorných druhov (borovica sosna, duby), ktoré sú predmetom záujmu aj iných európskych štátov.

Najkvalitnejšie porasty, tzv. chránené semenné porasty (je ich 11 000 ha, zodpovedajú našim uznaným porastom kat. II A), ako cenná reprodukčná báza sa môžu ťažiť len po uplynutí stanovenej ochrannej lehoty. Zo sadeníc, vypestovaných z osiva získaného zo spomínaných porastov, sa zakladajú tzv. registrované kultúry a zo semien najlepších, výberových stromov, tzv. plantážové semenné kultúry. Z vrúblov výberových stromov sa pestujú vrúbľovance na zakladanie semenných plantáží (sádov). Výberové stromy a chránené semenné porasty, pre ich nevelkú rozlohu, samozrejme nemôžu pokryť potrebu prevádzky na semenný materiál. Túto úlohu splňujú tzv. hospodárske semenné porasty (280 000 ha — kat. II B). Ťažbové zásahy v týchto porastoch je možné uskutočniť len v rokoch dobrej semennej úrody. V teréne sa výberové stromy označujú jedným žltým pruhom a prideleným číslom, chránené semenné porasty žltým pruhom a písmenom N (nasienne — semenné) a hospodárske semenné porasty prerušovaným žltým pruhom.

Plánovanie a organizáciu zberu semien zabezpečujú Oblastné správy štátnych lesov (Okregowy zarząd lasów państwowych — OZLP, v organizačnom členení približne naše štátne podniky). Zber semien zo stojacich stromov vykonávajú čaty zberačov špecialistov v rámci OZLP. Najčastejšie používajú rebríkové zberačské súpravy. Zber plodov a semien listnatých drevín a zo spílených stromov zabezpečujú Nadlesníctva (NL, naše lesné závody), ktoré sú základnou organizačnou jednotkou štátnych lesov.

Krátkodobé sa semeno uskladňuje v jednoduchých skladoch (pivniciach) NL. Dlhodobšie uskladňovanie menej chľostivých druhov s dlhšou životnosťou semien sa uskutočňuje vo veľkoobjemovom centrálnom sklade OZLP. Dlhodobé uskladňovanie (3 roky) semien duba a buka je výskumne vyriešené, ale v prevádzke sa ešte nevyužíva, pretože nie sú dobudované klimatizované sklady. Veľké partie plodov a šišíek sa spracúvajú v lúštiarniach OZLP, menšie partie v maloobjemových (skriňových) lúštiarniach NL. Ohodnocovanie kvality partií semien od určitej veľkosti, stanovenej normou, sa uskutočňuje na stanici semenárskej kontroly s celoštátnou pôsobnosťou v Bedoniu pri Lodži. Menšie partie je dovolené ohodnocovať priamo v prevádzkových organizáciách.

Semenné hospodárstvo štátnych lesov sa v období rokov 1975 až 1990 usmerňuje podľa základných pokynov uvedených v „Programe zdokonaľovania semeného hospodárstva a využívania poznatkov lesnej genetiky a šľachtenia“. Tento program vychádza z rajonizácie prírodných pomerov Poľska. Správnosť realizácie programu zabezpečuje a pravidelne kontroluje Výskumný ústav lesnícky vo Varšave.

LESNÉ ŠKŔLKÁRSTVO

Hlavným producentom sadbového materiálu na výsadbu na štátnych, neštátnych pozemkoch i na export sú štátne lesy. Celková plocha lesných škôlok je okolo 3 400 ha. Ročná produkcia dosahuje okolo 2,5 miliárd sadeníc niekoľkých desiatok druhov stromov a krov. Od roku 1976 štátne lesy realizujú program rozvoja škôlkárskej produkcie. Radikálne sa znížil počet a rozloha malých škôlok, založili sa veľkoškôlky. Škôlkárske práce dosahujú vysoký stupeň mechanizácie. Základný ťažný prostriedok — kolesový traktor i ostatné mechanizačné prostriedky a náradie sú skoro výhradne domácej výroby.

Škôlkárske hospodárstvo jedného NL je tvorené plochou škôlok v rozsahu 8—15 ha. Väčšinou túto plochu predstavuje veľkoškôlka, pozostávajúca z viacerých menších, približne 1 ha plôch, oddelených navzájom na výšku stromu širokými pásmi dospelého porastu, pre udržiavanie priaznivejšej mikroklímy. V rámci jedného OZLP sú vybudované 2 až 3 škôlkárske strediská (po 30—50 ha), kde sa vo väčšom rozsahu než v škôlkach NL pestuje materiál progresívnejšími technológiami (PEK, obaly) a odrastenejší materiál na ozeleňovanie.

Z technológií výroby sadbového materiálu výrazne prevláda klasická metóda pestovania na nekrýtych záhonoch v minerálnej pôde. Zo spôsobov výsevu sa na nekrýtych záhonoch plnosejba používa len ojedinele, bežné sú prúžkové a riadkové sejby. Prúžková sejba sa používa pri pestovaní jednoročných semenáčikov, riadková sejba viacročných semenáčikov, so 4—5 prúžkami alebo riadkami na záhon, v závislosti od pestovaného druhu a dĺžky pestovania (obr. 1). Vyspelejší sadbový materiál sa dopestuje podrezávaním alebo škôlkovaním, s termínovaním zásahu podľa druhu a vyspelosti materiálu. Úspešne sa využíva, u smreká takmer výhradne, letné i jesenné škôlkovanie. Realizáciu týchto i ostatných zásahov v škôlkárskej činnosti v Poľsku limituje tiež nedostatok pracovných síl. Pre pestovanie odrastkov podrezávaním alebo škôlkovaním je typické tabulové usporiadanie plôch s väčšou vzdialenosťou riadkov.

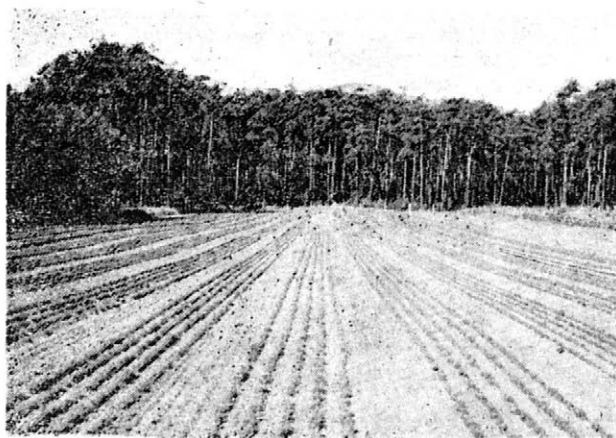
Sadbový materiál vypestovaný na nekrýtych záhonoch vykazuje v porovnaní s našimi podmienkami v priemere výraznejšie znaky vyspelosti. Je to vďaka priaznivým ľahším, piesočnatým pôdam, ale určite aj vďaka starostlivosti o pôdu i pestovaný materiál. Sústavnú pozornosť poľskí škôlkári venujú pletiu a kypreniu záhonov. V škôlkach o výmere nad 1 ha pravidelne každé 3 roky špecializované skupiny HÜL vykonávajú chemické rozборы pôdy pre určenie potreby hnojenia. Pôdu o organický materiál obohacuje a úrodnosť zvyšuje úhorové a kompostové hospodárstvo. Úhorovanie je vo väčšine prípadov spojené so zeleným hnojením, keď zelená hmota sa vypestuje a zaorie i dvakrát za rok. Pri výrobe kompostov sa v maximálnej miere využívajú miestne, ľahšie dostupné zdroje komponentov.

Popri opísaných tradičných metódach pestovania, uplatňujú sa aj modernejšie technológie — pestovanie semenáčikov pod PEK, obalené sadenice, vegetatívne rozmnožovanie. Pod PEK sa pestujú semenáčky smreká, cennejších druhov a u bežných druhov z najkvalitnejšieho osiva. Používajú sa rôzne organické substráty, rašeliny je nedostatok. Pri pestovaní obalených sadeníc sú najpoužívanejšími Nisulova metóda, polyetylénové vrecká, pevné obaly rôzneho tvaru a veľkosti. Z autovegetatívneho rozmnožovania ihličnanov sa prevádzkovo darí len pestovanie smreká z odrezkov. Uvedené modernejšie technológie sa v najväčšom rozsahu uplatňujú v škôlkárskom stredisku Swieradów v Jizerských Horách. Vegetatívnym spôsobom a v obaloch sa pestuje značný podiel odrastenejšieho materiálu, určeného na predaj na ozeleňovanie.

ZALESŇOVANIE

Najdôležitejšou úlohou lesného hospodárstva Poľska v povojnovom období od roku 1945 bola obnova zničených lesov. Už v tom roku boli zalesňovacie prá-

1. Pre lesné škôlky Poľska sú typické pátriadkové záhony.



ce v štátnych lesoch vykonané na ploche 15 000 ha a o 5 rokov neskôr zalesnené plochy dosiahli 170 tis. ha. V súčasnosti sa zalesňuje ročne priemerne 99 000 ha, prirodzenou obnovou sa les obnovuje na ploche asi 3 000 ha. Na 15 000 ha ročne sa les zakladá na pozemkoch nevhodných pre poľnohospodárstvo, čo tvorí približne 15 % ročných zalesňovacích úloh.

Najčastejším spôsobom sadby, v náväznosti na používaný sadbový materiál, je sadba štrbinová. V podmienkach nevhodných a pri sadbovom materiáli nevyhovujúcom pre štrbinovú sadbu, uplatňuje sa jamková sadba, na mokrych a zaburinených pôdach sadba kopčeková. Priaznivé pôdy a ľahko prístupné rovinné plochy umožňujú časté naoranie brázd.

Vysádzaný materiál, jeho vek a spôsob pestovania, závisí od druhu dreviny a zalesňovanej plochy. U borovice sosny a brezy sa vysádzajú 1—2 ročné semenáčky, u smrek a jedle 3—4 ročné škôlkované alebo podrezávané sadenice, u buka, duba i ostatných druhov najčastejšie materiál 2.0, prípadne 2 ročné podrezané sadenice. Spotrebné normatívy semenáčikov a sadeníc hlavných druhov drevín na zalesňovanie v tis. ks.ha⁻¹ sú nasledovné: borovica sosna 10—17; smrek 4—5; jedľa 4,5; smrekovec 1,0—2,5; duglaska 2,5; dub 5—8; buk 4—5; ostatné listnaté 4—6. Ako významnú treba zdôrazniť snahu v maximálnej miere používať sadbový materiál pochádzajúci z miestnych semenných zdrojov, keď na území jedného NL sa zabezpečuje zber semena, vypestovanie sadeníc i ich výsadba.

Zalesňovacie práce sa stále viac mechanizujú (technizujú). Platí to hlavne o príprave pôdy pred zalesňovaním. Podiel mechanizovanej prípravy pôdy v štátnych lesoch bol v roku 1950 1,3 %, v roku 1965 vzrástol na 49,5 % a v 1985 dosiahol 75,1 %. Používajú sa rôzne pluhy na vyorávanie brázd alebo pásov, prenosné alebo na traktore nesené jamkovače. Dôležitú úlohu majú špeciálne spôsoby prípravy pôdy, meliorácie, pri použití silných ťahačov a ťažkých pluhov (napr. orba do hĺbky 60—80 cm, príprava kopčekov). Takéto práce sa vykonávajú ročne asi na 5 000 ha. Čoraz viac sa mechanizuje aj vlastná výsadba. Na štrbinovú sadbu sa napr. používajú vysádzacie stroje pracujúce na princípe škôlkovacích mechanizmov, s kotúčovými pracovnými jednotkami.

ÚLOHY LESNÉHO HOSPODÁRSTVA

Úloha lesov v národnom hospodárstve Poľska neustále vzrastá. Súvisí to s rastom počtu obyvateľov, urbanizáciou a priemyselňovaním štátu, rozvojom roľníctva a zväčšujúcim sa záujmom o lesné produkty. S cieľom upevnenia hlavných spoločenských funkcií sa štátne lesy sústreďujú na tri základné smery:

- zväčšovanie plochy lesov a lesnatosti štátu,
- intenzifikácia produkčného potenciálu lesov,
- prispôbovanie lesov novým spoločenským potrebám.

Vďaka dôslednej realizácii prvého z týchto smerov, v povojnovom období sa výrazne zvýšila plocha lesov. Snahou poľského lesníctva je dosiahnuť úroveň

lesnatosti 30—33 %. Zvyšovanie lesnatosti sa dosahuje zalesňovaním nevyužívaných pozemkov a pozemkov nevhodných pre poľnohospodárstvo.

Zvyšovanie produkčného potenciálu a mimoprodukčného pôsobenia lesov sa dosahuje realizáciou komplexu úloh v oblasti pestovania a ochrany lesov. Ide hlavne o záchranu a vylepšovanie genofondu drevín, zakladanie lesných kultúr optimálne vyhovujúcich a využívajúcich podmienky prostredia, uplatňovanie melioračných a pestovných opatrení zvyšujúcich produktivnosť stanovišť, odolnosť a zdravotný stav lesov, ako i zakladanie plantáží rýchlo rastúcich drevín.

Ing. Ivan Repáč, Lesnícka fakulta VŠLD, 960 53 Zvolen

SEMINÁŘ O OCEŇOVÁNÍ LESŮ

Ve snaze přispět k řešení aktuálních otázek našeho lesnictví uspořádaly Ekonomická komise Odboru lesního hospodářství Akademie zemědělských věd, Ekonomická komise lesnické sekce Československé společnosti pro vědy zemědělské, lesnické, potravinářské a veterinární při ČSAV a Ústav ekonomiky a řízení lesního hospodářství lesnické fakulty VŠZ Brno diskusní seminář k problematice oceňování lesů.

Seminář se konal dne 6. 6. 1991 v budově lesnické fakulty VŠZ v Brně. Zúčastnilo se ho celkem 41 zájemců.

Úvodní slovo k tematice semináře přednesli ing. Z. Bludovský, DrSc., vedoucí vědecký pracovník VÚLHM Jíloviště - Strnady a doc. ing. K. Pulkrab, CSc., vedoucí Ústavu ekonomiky a řízení lesního hospodářství lesnické fakulty VŠZ Praha.

Ve svém vystoupení ing. Bludovský konstatoval, že absence hodnotového ocenění lesního národního majetku v dřívějším systému plánovitého řízení národního hospodářství patřila mezi největší ekonomické deformace, kterých se tento systém vůči lesnímu hospodářství k jeho škodě dopustil.

Lesy, jako základní výrobní prostředek odvětví, byly sledovány jen v technických měrných jednotkách a jejich kvalitativní stav byl charakterizován naturálními taxačními veličinami hospodářské úpravy lesů, konstatoval ing. Bludovský. Logická souvislost mezi hodnotově oceněnými vstupy a hodnotou výstupů, která je kritériálním základem kterékoliv analýzy, byla nahrazena posuzováním dílčích fází výrobního cyklu. Hodnotové ocenění lesního fondu dané organizační jednotky jako celku chybělo. V důsledku toho nebylo možné posoudit ani reálné výsledky její pěstební péče, ani škody, které lesnímu hospodářství působí negativní vlivy civilizačních procesů.

V další části svého vystoupení Bludovský shrnul principy oceňování lesů, které se používají ve vyspělých tržních ekonomikách a seznámil přítomné se svým názorem na metodické přístupy k oceňování lesní půdy a lesních porostů u nás. Na závěr svého úvodního slova zdůraznil, že je třeba vždy přihlížet k tomu, pro jaký účel se les oceňuje.

Na ing. Bludovského navázal svým příspěvkem doc. Pulkrab, který se problematikou oceňování lesů zabýval dlouho v rámci své vědecké činnosti. Také on zdůraznil, že oceňování lesů bylo u nás dříve neprávem přehlíženo a jeho význam hluboce podceněn, ačkoliv jde o vědeckou disciplínu, která tvoří jeden z teoretických základů ekonomických nástrojů řízení v lesním hospodářství vůbec.

Za stěžejního činitele oceňování lesů doc. Pulkrab označil diferenciální rentu. To proto, že to je univerzální kritérium, které je prokazatelně ovlivňováno jen přírodními podmínkami, zatímco ostatní kritéria jsou výsledkem spolupůsobení činnosti lidí.

Druhým klíčovým faktorem v oceňování lesů je, podle doc. Pulkraba, faktor času, vyjádřený příslušnou úrokovou mírou. Za přiměřenou velikost této úrokové míry pro potřeby oceňování lesů označil 2 %, což je úroková míra používaná i v ekonomicky vyspělých zemích západní Evropy.

Protože v prvním vývojovém stadiu mladé porosty neposkytují žádný důchod, který by mohl posloužit k ocenění jejich hodnoty je třeba, podle doc. Pulkraba, stanovit výrobní cenu těchto porostů, která by se pak stala součástí ceny celého lesního majetku.

Po těchto dvou úvodních referátech, z nichž jsem uvedl jen hlavní myšlenky, byla zahájena diskuse. V jejím rámci vystoupilo celkem 12 přítomných, většina z nich opakovaně. Z nejzajímavějších myšlenek z diskuse uvádíme:

- vysoké oceňování celospolečenských funkcí lesů, v diskusi padlo číslo 9 miliard Kčs, diskredituje neprávem význam produkce dříví,
- cenu lesní půdy je třeba stanovit na podkladě potenciální a nikoliv skutečné produkce,
- je třeba včas vyřešit státní dotace na práce celospolečenského významu pro privatizované lesní majetky,
- záměr, aby náhrady za poškození lesů a poplatky za vynětí půdy z lesního fondu byly odváděny do fondu životního prostředí není věcně správný a těžce poškozuje zájmy lesního hospodářství; žádné daňové úlevy nemohou tyto příjmy lesnickým organizacím nahradit,
- věcně je jisté správné, aby lesy ekologického významu měly i větší cenu, avšak paradoxem je, že v důsledku této vyšší ceny by měli majitelé ekologicky významných lesů zaplatit i vyšší daň, a s tím již nelze souhlasit,
- i když v lesním hospodářství musí být uplatněny běžné principy tržní ekonomiky, je nezbytné se na podnikání v odvětví LH dívat z vyššího hlediska vzhledem k celospolečenskému významu lesů.

Diskuse na semináři trvala celkem dvě hodiny a bylo řečeno mnohem více než je v této krátké informaci uvedeno. Kladem celého jednání byly vysoká kultura vystupování jednotlivých účastníků semináře. A i když nebyl učiněn žádný resultativní závěr z jednání, ten nebyl ani organizátory plánován, rozcházela se většina účastníků semináře z ČR a SR s dobrým pocitem, obohacena o nové poznatky, myšlenky a náměty. A to byl také hlavní účel celé akce.

Za pořádající organizace: Doc. ing. M. Novotný, CSc.

Doc. ing. Milan Novotný, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

PŘIROZENÉ LESY ČESKÉ REPUBLIKY

E. Průša

SZN Praha, 1990, 248 s., 1 tab.

64 bar. obr., 340 čb. obr., cena 65 Kčs

Dnes již bývalé ministerstvo lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu České republiky vydalo ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze roku 1990 ve sbírce Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství monografii *Přirozené lesy České republiky*, jejímž autorem je známý odborník ing. Eduard Průša, CSc. Náklad je 5000 výtisků, což se jeví z hlediska významu a dlouhodobé hodnoty publikace poněkud podhodnoceno.

Kniha má velmi vhodné systémové pojetí a bazíruje na biologickém základě hlavních lesních ekosystémů České republiky. Úvodní pasáže osvětlují historický vývoj našich lesů a jejich soudobý stav a ohrožení. Blíže jsou potom uvedeny hlavní téze typologie lesů, zdůrazňující přírodní podmínky a problematika ochrany přírody v kontextu styčných zájmů lesního hospodářství a institucí ochrany přírody.

Významné lesní objekty se deklarují jako „laboratoře v přírodě“. Na principu dislokace českých přírodních lesních oblastí se traktují nejvýznamnější lesnické lokality v následujícím pořadí:

Krušné hory (1): Velké jeřábí jezero, Božídarské rašeliniště

Karlovarská vrchovina (3): Centrální Slavkovský les, Kladské rašeliniště, Vlček České středohoří (5)

Západočeská pahorkatina (6): Běleč, V horách, Lopata, Hádky

Brdská vrchovina (Brdy) (7): Fajmanovy skály (a Klenky), Kokšín, Chynínské buky, Getsemanka

Křivoklátská pahorkatina (8a): Týřov, Kohoutov, Dubensko

Český kras — Karlštejnsko (8b)

Rakovnicko-Kladenská pahorkatina (9): Pochvalovská stráž

Středočeská pahorkatina (10): U vymyšlené pěšiny, Drbákovské tisy, Hradec, Kuchyňka, Voděhradské bučiny, Hrby, Rukávečská obora, Bechyňská obora

Český les (11): Diana, Podkovák

Předhoří Šumavy a Novohradských hor (12)

Šumava (13): Boubínský prales, Milešický prales, Bobík, Chlustov, Borová lada,

Černý les, Stožec, Stožecká skála, Mrtvý luh, Trojmezna hora, Jezerní slaf,

Prales u pramene Vltavy, Modravské slatě, Povydíří, Černé a Čertovo jezero

Novohradské hory (14): Žofínský prales, Hojná Voda

Jihočeské pánve (15): Stará řeka, Žofinka, Červené blato, Třeboňská borovice

Českomoravská vrchovina (16): Zákova hora, Polom, Čertovo břemeno

Polabí (17): Písky, Oškobrh, Lipové (subkontinentální) doubravy, Jiřina, Žehuňská obora, Buky u Vysokého Chvojna, Na bahně, Mochov

Severočeské pískovcové obvody (18, 19): Adršpašsko-Teplické skály, Kokořínsko, České Švýcarsko, Růžák, Studený vrch

Jizerské hory a Ještěd (21): Poledník, Jizera, Na čihadle, Rašeliniště Jizerky, Bukovec

Krkonoše (22): Obří důl, Labský důl, Harrachovsko, Kotelné jámy, Koule, V Bazinkách, Dvorský les

Podkrkonoší (23)

Sudetské mezihoří (24)

Orlické hory (25): Bukačka, Komáří vrch

Předhoří Orlických hor (26): Selský les u Herbortie

Hrubý Jeseník (27): Bílá Opava, Šerák-Keprník, Vrchol Praděda, Eustaška, Holý vrch, Bučina pod Františkovou myslivnou, Rejvíz

Předhoří Hrubého Jeseníku (28): Karlovice sever
 Nízký Jeseník (29)
 Dražanská vrchovina (30)
 Českomoravské mezihoří (31)
 Předhoří Českomoravské vrchoviny (33)
 Moravské úvaly (34, 35): Lanžhotský prales, Království
 Pavlovské vrchy (35)
 Středomoravské Karpaty (36): Chřibý
 Kelečská pahorkatina (37)
 Bílé Karpaty a Vizovické vrchy (38)
 Podbeskydská pahorkatina (39)
 Beskydy (40): Radhošť, Kněhyně-Čertův mlýn, Noříčí, Mazák, Mazácký Gruník,
 Skalka, Mionši, Salajka (Bumbálka), Razula, Pod kasárny, Kutaný
 Číslice v závorce reprezentují označení přírodních oblastí, které jsou znázor-
 něny na mapě na straně 26 publikace.

Monografie je doplněna souhrnem, který uzavírá celou tematiku, a soupisem hlavních citovaných publikací. Navíc kniha obsahuje stručné souhrny v anglickém a německém jazyce.

Při celkovém hodnocení je třeba kladně ocenit ekosystémové pojetí díla, jeho obsahovou vyváženost a jasnou dikci.

I když je kniha pojata převážně jako odborné pojednání o lesích a jmenovitě lesních rezervacích a slouží tedy především lesnickým odborníkům, má navíc zcela flagrantní význam pro přírodovědce, biology a milovníky přírody všech kategorií. Autor totiž dokázal vhodnou formou skloubit a sladit ryze odbornou problematiku s prvky srozumitelné výkladovosti pro všechny vnímavé čtenáře. Po obsahové stránce tedy plní dílo jedinečné poslání a vyplňuje tak mezeru, která dosud u nás ve vědecko-populární literatuře zjevně znesnadňovala poznání významu a funkce zbytků původních přírodních lesů.

Dílo je tedy přínosem nejen ve vědeckém a odborném smyslu, ale reprezentuje důležitý vklad v oblasti ochrany přírody, osvěty a v obecném smyslu i kultury.

Kniha je velmi dobře výtvarně vybavena a vhodně člení text a obrazové přílohy. Barevné přílohy, které reprezentují 8 listů, s představiteli interesantní flóry hlavních ekologických skupin, jsou velmi atraktivní, i když jejich výběr není přirozeně úplný a jejich zařazení do knihy je spíše estetické, nežli plně funkční.

Černobílé obrázky jsou velmi instruktivní, bohatě doplňují psané slovo a pomáhají výrazně zvýšit účinnost monografie. Škoda, že některé obrázky však nejsou na patřičné polygrafické úrovni a jejich šed ubírá podstatně na jejich atraktivnosti. Zejména je to u obrázků 82, 83 na straně 91, ale i na dalších. Tento nedostatek ovšem nepadá na vrub autora, ale je záležitostí výrobního závodu Severografia s.p. závod Velký Senov.

Aby však bylo učiněno spravedlnosti zadost, je nutno v ostatních směrech polygrafickou úroveň knihy jen pochválit, stejně jako její výtvarnou stránku, která činí již na první pohled knihu velmi poutavou a žádoucí.

Můžeme tedy autorovi, ministerstvu, vydavatelství a tiskárně ze srdce blahopřát, že u nás spatřila světlo světa kniha nového typu, která spojuje vědecké, odborné, populární i kulturní poslání a vzbudí jistě velký zájem čtenáře.

Akademik ČSAV, prof. dr. ing. Miroslav V y s k o t, DrSc.

VÝZNAMNÉ ŽIVOTNÍ JUBILEUM PROFESORA BOHUMILA DOLEŽALA



Rok 1991 je jubilejním 80. rokem prací naplněného a plodného života významného českého všestranně vzdělaného lesníka a specializovaného vědce a pedagoga v oboru hospodářské úpravy lesů prof. dr. dr. h. c. ing. Bohumila Doležala, DrSc.

Prof. Doležal se narodil 2. září 1911 v Krnčicích na jihozápadní Moravě. Středoškolská studia absolvoval v nedalekých Moravských Budějovicích. V letech 1929—1933 studoval na lesnickém odboru Vysoké školy zemědělské v Brně a ve stud. roce 1933/34 na École National des Eaux et Forêts v Nancy. Po návratu z Francie byl zaměstnán na různých stupních služby u Čsl. státních lesů a statků. Jako mladý lesní inženýr pracoval v lesích Horehroní, po odchodu ze Slovenska u Správy drobných a selských lesů na jihozápadní Moravě a později také na Školním lesním závodě v Brně. Pobyt ve slovenských horách byl počátkem jeho trvalých a oboustranně prospěšných styků se slovenským lesnictvím, vy-

jádrěných mj. i výukou na tehdejší lesnické fakultě v Košicích v r. 1950/51 a řízením Sektorového výzkumného ústavu pro hospodářskou úpravu lesů v Bratislavě v r. 1950—1953.

Svou pedagogickou dráhu zahájil prof. Doležal na lesnické fakultě v Brně v r. 1947 jako externí učitel přednáškami o kontrolních metodách a v r. 1950 přednáškami z předmětu hospodářská úprava lesů. Definitivně byl přijat na lesnickou fakultu VŠZ v Brně v r. 1953, kde byl po čtyřletém působení jmenován profesorem pro obor hospodářské úpravy lesů. V r. 1962 získal hodnost doktora zemědělsko-lesnických věd (DrSc.) obhájením doktorské práce pojednávající o dobové úpravě lesů.

Prof. Doležal se stal významným členem učitelského a vědeckovýzkumného kolektivu lesnické fakulty. Po svém příchodu na fakultu byl jmenován vedoucím katedry, po několik období řídil jako proděkan pedagogickou, resp. vědeckovýzkumnou práci a jako předseda Správního sboru pro Školní lesní závod se aktivně podílel na rozvoji tohoto školního účelového zařízení. Mimo fakultu pracoval velmi činně v řadě orgánů a komisí ustavených pro řešení závažných otázek našeho lesního hospodářství.

Záslužnou práci vykonal prof. Doležal svými přednáškami a expertizami v zahraničí. Jako ocenění těsné spolupráce s německými lesníky jmenovala lesnická fakulta v Tharandtu (TU Dresden) prof. Doležala v r. 1966 svým čestným doktorem lesnických věd. Vysoko byla ceněna i jeho odborná činnost a spolupráce v Jugoslávii. V r. 1966 působil několik měsíců v Iránu, kde na pozvání iránské vlády připravoval hospodářské využití lesů kaspické oblasti. Myšlenky a náměty prof. Doležala se uplatňovaly také v činnosti různých mezinárodních organizací, ve FAO a zejména v Mezinárodní unii lesnických výzkumných ústavů (IUFRO). Rozhodujícím způsobem přispěl k vydání šestijazyčného slovníku hospodářské úpravy lesů, který vydala IUFRO v minulém roce.

Vědecká a s ní spojená publikační činnost prof. Doležala je obsáhlá a jubilant v ní pokračuje i dnes po patnácti letech odchodu do důchodu. Zahrnuje učebnice, učební texty, knižní publikace, desítky původních vědeckých prací a záverečných zpráv výzkumu, odborných a popularizačních článků, referátů, expertíz, posudků atd. Publikace obsahují všechny základní úseky hospodářské úpravy lesů. Po první knižní publikaci v r. 1948, pojednávající o kontrolních metodách úpravy výběrného lesa, se od padesátých let věnuje problematice prostorové úpra-

vy lesa, zejména vnitřní prostorové úpravě porostů ve spojitosti se zaváděním nové těžební a soustředovací techniky. V dalších letech obrací svůj zájem na dobovou úpravu lesa, typizaci lesních porostů a hospodářsko-úpravnické plánování. Značnou pozornost věnuje provozním systémům a těžební úpravě. Rozvoj základních lesnických nauk a techniky a studium děl nejvýznamnějších našich a evropských lesníků je mu podnětem nejen k hledání odpovědi na aktuální a naléhavé otázky našeho lesního hospodářství, ale přímo směřuje k vytyčenému cíli: vytvořit pro naše poměry původní metodu hospodářské úpravy lesů. Proto v r. 1970 předkládá naší lesnické veřejnosti tzv. brněnskou metodu hospodářské úpravy lesů. Tato metoda staví na dosavadních výsledcích práce autora, zkušenosti úpravnické praxe a nevšední měrou na nových poznatcích lesnických nauk a je v souladu se zájmy čl. lesního hospodářství. Prof. Doležal postupně formuluje své přírodovědné technologické pojetí lesa a z něho vyplývající hospodářskou soustavu jako jednotné usměrnění hospodaření v lese ve všech jeho složkách a hospodářských opatřeních, zaměřených k hospodárnému a bezpečnému dosažení cíle hospodaření. O návrhu hospodářské soustavy autor říká: „Je výrazem morálního závazku a přesvědčení, že žádná generace nemá právo ohrozit existenci a poslání lesa jako nezczizitelného národního dědictví, nýbrž je povinností zodpovědných činitelů předat jej nenarušený generacím budoucím“. V této větě se také plně zračí životní krédo a pracovní úsilí jubilanta.

Myšlenkově bohaté dílo prof. Doležala, jeho pojetí lesa a hospodářské úpravy, je podnětné a inspirující zejména v této době, kdy se v lesním hospodářství, zbaveném dlouholetých ekonomických deformací, otevírají cesty novým myšlenkovým proudům ku prospěchu lesa.

Za svého působení na fakultě předával prof. Doležal ochotně a se zaujetím své vědomosti a zkušenosti svým spolupracovníkům a studentům. Má významný podíl na vzdělání stovek lesních inženýrů, kteří vždy obdivovali jeho neúnavnou pedagogickou práci a zásadu spojit mluvené slovo v posluchárně s výkladem a praktickou činností v lese. I dnes jeho neutuchající zájem o lesnické a společenské dění a pracovní elán je příkladný.

Blahopřejeme prof. Doležalovi k jeho osmdesátinám, vyslovujeme mu uznání za dosavadní práci a do dalších let mu přejeme hodně zdraví a radosti z vykonané práce.

*Doc. ing. Lubomír Polák, CSc.
lesnická fakulta VŠZ v Brně*

Přehled nejvýznamnějších publikací prof. Bohumila Doležala, DrSc.

- 1948: Základní pojmy v učení o kontrolních metodách. Brno
- 1951: Novodobé pojetí lesa. Čsl. les
- 1952: Smernice pre rozčleňovanie porastov na pracovné polia. Bratislava
- 1952: Rozbor problémů vnitřní prostorové úpravy lesa. Lesnická práce
- 1955: Využití lesních typů v hospodářské úpravě lesa. Lesnictví
- 1956: Priestorová úprava lesa. Bratislava
- 1957: Dlouhodobé úpravnické plánování v rámci trvalých jednotek rozdělení lesa. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1958: Plánovitě přizpůsobení lesa nové těžební a dopravní technice. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1959: Hospodářské plánování v lese. Praha
- 1960: Prevádzkové ciele a ich použitie v lesnom hospodárstve. Lesnícky časopis
- 1960: Pojetí dobové úpravy lesa v socialistickém lesním hospodářství. Brno, dokt. disert. práce
- 1962: Úloha technologické typizace lesních porostů v úpravnickém plánování. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1962: Hospodářská úprava lesa v soudobých podmínkách lesního hospodářství. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1964: Časová úprava lesa. Bratislava
- 1964: Užitelnost PMP a 1/20 jako těžebních ukazatelů myšlné těžby. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1965: Někteří zásadní otázky provozních porostních souborů. Lesnícky časopis
- 1966: Beitrag zur Forstentwicklungsplanung der langfristigen Bestandesverjüngungen. Sborník VŠZ v Brně, řada C

- 1967: Příspěvek k otázce těžebních ukazatelů v maloplošně pasečném lese. Lesnický časopis
- 1967: Räumliche Ordnung im Walde unter Gesichtspunkt einer hochtechnisierten Forstwirtschaft. Wiss. Zeitschrift TU Dresden
- 1967: K otázce modelových porostů v lesním hospodářství. Sborník věd. konf. Zvolen
- 1968: Principles of a new method of management for forest under the shelterwood. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1968: Provozní systémy v lese. Brno
- 1969: Prostorová a vývojová dezintegrace lesa a její příčiny. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1970: Die räumliche- und Artenintegration des mitteleuropäischen Waldes. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1970: Pomocní těžební ukazatelé v nepravidelných hospodářských skupinách. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1970: Brněnská metoda hospodářské úpravy lesa. Brno
- 1971: True mission of the „working complexes of stands“ in forest management. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1971: Die forsteinrichtliche Problematik der Betriebssysteme in Gebirgswäldern. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1972: Beziehungen zwischen Holzbringungstechnologie und Betriebssystemen in der Kleinflächenwirtschaft. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1972: Rozpory mezi teorií a praxí těžební úpravy ve vysokokmenném pasečném lese a jejich řešení. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1972: Racionalizace porostních obnov v maloplošně pasečném (podrobném) lese. Konf. o racionalizaci obnov, Brno
- 1973: Rationalisierte Betriebssysteme im Kleinflächenschlagwald. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1973: Prostorová vnitřní porostní výstavba jako klíčový problém maloplošně pasečného hospodářského způsobu. Lesnictví
- 1974: The criteria indicating feasibility of indices of cutting regulations for harvesting in a forest under the shelterwood system. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1975: The Brno concept of management controls in a shelterwood system. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1976: Lesní hospodářský plán na základě ekonomických horizontů. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1977: Naturwissenschaftlich — technologische Auffassung des Waldes und sein System. Zvolen
- 1977: Udeo uradenja šuma pri tehnološkom projektovanju. Beograd
- 1977: Reálné možnosti uplatnění principu těžební rovnoměrnosti v socialistickém lesním hospodářství. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1978: Problém biologické a technologické integrace v přírodovědně-technologickém pojetí lesa. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1980: Hospodářská normalita a její charakteristiky. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1981: Vývoj, stav a výhled úpravnických preventivních opatření proti škodám živly v lese. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1982: Judeichova, Mayrova, Wagnerova a moje cílová představa prostorového utváření lesa. Sborník VŠZ v Brně, řada C
- 1984: Štete u šumu izazvane primenom mehanizacije. Beograd
- 1986: Hospodářská soustava vysokokmenného, druhově a prostorově integrovaného maloplošně pasečného lesa. Sborník VŠZ v Brně, řada C

Spoluautorství:

- Doležal, B. — Schlaghamerský, A. (1965): Vliv nové dopravní techniky na navrhování sítě lesních cest. Lesnický časopis
- Doležal, B. — Korf, V. — Priesol, S. (1969): Hospodářská úprava lesů. Praha
- Doležal, B. — Truhlář, J. (1990): Rozbor hospodářských soustav použitých na Školním lesním podniku v období 1895—1982, I.—III. díl, ŠLP Brno

CONTENTS

Šebánek J., Králík J., Klíčová Š., Vítková H., Psota V., Netočný T.: The effect of paclobutrazol on the morphogenesis of adventitious roots and the concentrations of endogenous gibberellins and auxins	294
Kobliha J., Snášelová V., Havel L.: Explant cultures — a promising possibility of mass regeneration of valuable hybrids within the <i>Abies</i> genus	302
Magurová I.: Damage to pine stands in areas with increased SO ₂ concentrations, as depending on environmental factors	311
Čížková R.: Growth of conifer seedlings under simulated acid rain with respect to seedling nutrition	323
Glomb V., Artner P., Sequens J.: Injections of chemical preparations to stimulate resin production in trees	332
Tokár F.: The effect of thinnings on the development of production in different types of red oak (<i>Quercus rubra</i> L.) and black walnut (<i>Juglans nigra</i> L.) stands	346
Vreštiak P.: Foliage phytomass and growth characteristics of English oak (<i>Quercus robur</i> L.)	358
Prudič Z.: The growth of black walnut (<i>Juglans nigra</i> L.) in the Strážnice forest establishment	369
Kohán Š.: Some results of poplar growing in bad on — site conditions of the East — Slovakian Lowland	381
Dejmal J.: The size of the available handling area in skidding tree-length logs	387
Kudrleová L., Bartuněk J.: Quantification of the utilization of forest functions	397
Pirochtová M., Marek M.: A method of mathematical evaluation of the photosynthetic activity of forest tree species	408
Konečný J.: Hydraulic hole diggers on special forest wheeled tractors and fertilizer application	409

LESNICTVÍ č. 6/1991

je tematicky zaměřeno na poznatky z obnovy a výchovy lesů a má obsahovat tyto práce:

Vyskot M.: Nové poznatky z obnovy a výchovy lesů

Lokvenc T., Vacek S.: Vývoj dřevin vysazených na holině a pod porostem rozpadávajícím se vlivem imisí

Saniga M.: Kombinovaná obnova v bukovom lesnom vegetačnom stupni

Vacek S., Tesař V.: Skladba mladých jeřábových porostů v Krkonoších

Korpeľ Š.: Znaky a efekt prebierky v zmiešaných dubovo-bukových porastoch

Vyskot M.: Nadzemní biomasa adultního smrku

Objednávky přijímá:

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2

Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rukopisy odevzdány k tisku 6. 5. 1991 — Podepsáno k tisku 5. 9. 1991

Vědecký časopis LESNICTVÍ • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redak-torka RNDr. Marie Forejťová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl Final, s.p., Legerova 22, 120 00 Praha 2.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá admi-nistrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Pra-ha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9.