

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 39, No. 7, 1993

OBSAH – CONTENTS

Chroust L.: Asimilační biomasa smrku (<i>Picea abies</i>) a její fotosyntetický výkon – Biomass of needles in spruce (<i>Picea abies</i>) and net photosynthesis rates.	265
Barták M., Dvořák V., Hudcová L.: Rozložení biomasy jehlic v korunové vrstvě smrkového porostu – Distribution of needle biomass within canopy of Norway spruce stand	273
Sereda O., Macharáček M.: Testování vitality sazenic bez pokusné výsadby – Tests of plant survival without experimental planting	282
Kohán Š.: Hodnotenie výsledkov intenzívneho pestovania topol' ov na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny v oblasti Tisy – Evaluation of results of intensive poplar cultivation on heavy-textured soils of the East Slovakian Lowland in the Tisa river basin	286
Voronkov N. A.: Zákonitosti hydrické funkce lesů a způsoby hospodaření v povodí – Patterns of the hydrological role of forests and watershed management methods	294
Kaněčka P.: Lumci housenic ploskohřbetky smrkové [<i>Cephalcia abietis</i> (L.)] a poznatky z jejich chovů – Ichneumon flies on larvae of false spruce webworm sawfly [<i>Cephalcia abietis</i> (L.)] and information on their breedings.	297
Kohout V.: Multikriteriální hodnocení z metodického aspektu – Multiple criteria optimization from methodical aspects.	304
Bukovjan K., Hoffmann V., Bukovjanová E.: Výskyt reziduí organických cizorodých látek v tukové tkáni zajíců polních (<i>Lepus europaeus</i> Pall.) – The presence of residues of organic extraneous matters in the adipose tissue of brown hare (<i>Lepus europaeus</i> Pall.)	308

Redakční rada - Managing Editorial Board

Doc. Ing. Vladimír Č h a l u p a , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchdol, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří B a r t u n ě k , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Č e c h , CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchdol, Czech Republic)

Ing. Ján I l a v s k ý , CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef K o n ô p k a , CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan K o u b a , CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchdol, Czech Republic)

Ing. Vladimír K r e ě m e r , CSc. (160 00 Praha 6, Na loukoti 20, Czech Republic)

Ing. Václav L o c h m a n , CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnady, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Š m e l k o , DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav V y s k o t , DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY je mezinárodní vědecký časopis, který publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví mající vztah k lesním ekosystémům střední Evropy. Časopis je vydáván měsíčně.

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 20 stran (psané obřádku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á , Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvožďanská 5-7, 149 00 Praha 4.

Scope of Journal

LESNICTVÍ - FORESTRY is an international scientific journal that publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. The journal is published monthly.

Manuscripts

Manuscripts, maximum 20 double-spaced typed pages (A4 size), including tables, figures, references and abstract, should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Č h l e b e ě k o v á , Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic. Articles are published in the Czech, Slovak or English language.

Subscription Information

LESNICTVÍ - FORESTRY is distributed by PNS (the First Periodicals Distribution Service). Information on subscription available and subscription orders are accepted in every PNS office, and by the Administrace centralizovaného tisku (Distribution Service of Centralized Press), Hvožďanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly, Czech Republic.

ASIMILAČNÍ BIOMASA SMRKU (*PICEA ABIES*) A JEJÍ FOTOSYNTETICKÝ VÝKON

L. Chroust

Na Olivě 569, 517 73 Opočno

Po silném uvolnění korun mladých smrkových porostů [*Picea abies* (L.) Karst.] dochází k bezprostřednímu zvýšení tloušťkového přírůstu. Předpokladanou příčinou je zvýšená aktivita asimilačních orgánů. Domněnka je ověřována srovnávacím experimentem, při němž je analyzována asimilační biomasa, její distribuce v koruně a fotosyntetická účinnost. Bylo zjištěno, že 14leté až 24leté husté porosty mají hmotnost a povrch listové větvičky větší než porosty starší. Rovněž podíl mladších ročníků jehličí je větší. Specifická hmotnost jehličí a jeho specifický povrch je uspořádán do systému, který je produktem procesu ontogeneze. Po rozvolnění korun se zvýšila fotosyntetická účinnost jehličí a jeho specifická hmotnost. Pravděpodobnou příčinou efektu urychlujícího přírůstu je zvýšená aktivizace na stín adaptovaného jehličí.

smrk ztepilý; hmotnost a plocha jehličí; distribuce ročníků; specifická hmotnost; LAI; RGR

Při výchově mladých smrkových porostů dochází po silném uvolnění korun k efektu urychlujícímu přírůstu (Wuchsbeschleunigungseffekt - Assmann, 1954) projevujícímu se náhlým zvětšením tloušťkového přírůstu. Příčinu zvětšení přírůstu spatřuje Assmann (1965) ve zvýšené aktivitě asimilačních orgánů, která se dostává po „šoku v důsledku jejich náhlého ozáření“. Protože však k náhlé změně světelných podmínek po rozvolnění korun dochází jen v jejich některých částech a protože asimilační aparát stromů je složitý komplex fotosyntetických jednotek, jejichž výkon se mění v závislosti na fyziologickém stádiu jehlic (Šesták, Čatský, 1986; Helms, 1970; Larcher, 1988, aj.) a pozici v koruně (Norman, Jarvis, 1974; Schulze et al., 1977; Leverenz, Jarvis, 1980; Marek et al., 1991; Barták, 1992, aj.), bylo přistoupeno k ověření hypotézy Assmanna o změně aktivity listové srovnávacím experimentem, při němž byla analyzována skladba listové a jeho fotosyntetická účinnost.

Objasnění příčiny efektu urychlujícího přírůstu má význam nejen z teoretického hlediska produkční ekologie, ale i pro péstební praxi, která může poznatku využít pro zvýšení produkčních schopností lesa.

OBJEKT A METODIKA

Výzkum morfogenetických vlastností asimilační biomasy (ABM) smrku ztepilého a jejího fotosyntetického výkonu - resp. čistého výkonu asimilace (NAR) - jako etapa dlouhodobého experimentu výzkumu výchovných sečí byl zahájen v r. 1976, kdy se začalo se soustavným sledováním vývoje a růstu 12leté smrkové mlaziny, jejíž hustota byla v paralelní části sedmileté kultury (1972) redukována ze 6,9 tis. ks.ha⁻¹ na 2,5 tis. ks.ha⁻¹ (tab. I).

Experimentální porost se nachází na náhorní rovině Sudetského meziohří ve výšce 700 m n.m. v pásmu kyselých jedlových bučin. Objektem zájmu byly tři srovnávací plochy o rozměru 40 x 25 m, označované symboly: H - hustý porost, Ř - řídký porost, VŘ - velmi řídký porost.

Všechny stromky na plochách byly očíslovány a každoročně se měřila jejich tloušťka (*d*), periodicky výška (*h*) a na počátku a konci desetiletého období byly odebrány vzorky k totální destrukční analýze. Ze sumy výčetních ploch (*K*) byla vypočtena tloušťka středního stromu (*d_k*), od níž byly odvozovány další taxační parametry: hmotnost kmínků (*WS*), větví (*WB*) a jehličí (*WN*). Tyto tři komponenty nadzemní biomasy (*NBM*) byly zjištěny na základě destrukce 120 vzorků a na základě statistické analýzy byl definován jejich vztah k tloušťce stromu (Chroust, Tesařová, 1985). Hmotnost a přírůstek komponentů *NBM* (W.ha⁻¹) v porostu se vypočítal pronásobením hmotnosti sušiny komponentu středního stromu počtem stromů.

Detailní analýza byla provedena u 2 x 3 vzorníků blízkých stromu střednímu na počátku a konci pokusu. U těchto stromů bylo separováno jehličí po přeslenech tím způsobem, že se každá větev rozstříhala po letorostech, od nichž se po vysušení jehličí oddělilo, zvážilo a vypočítala se hmotnost jednotlivých ročníků pro příslušný přeslen (*WN_{m,n}*). Z jehličí přesleny a ročníky bylo náhodně vybráno 30 jehlic ke zjištění jejich specifické hmotnosti (*SNW_{m,n}*) a specifického povrchu (*SNA_{m,n}*) (Celtníker, 1982). Z každého tříčlenného souboru byl vypočítán průměr pro průměrný vzorník příslušného porostu a věku.

I. Taxační parametry porostů (0,10 ha) - Stand characteristics (0.10 ha)

Porost ¹	Věk ²	N	K (m ²)	d _k (cm)	h (m)
Hustý ³	13	690	1,52	5,3	3,0
	14	690	1,95	6,0	3,6
	23	561	4,32	9,9	9,3
	24	561	4,67	10,3	9,8
Řídký ⁴	13	250	0,79	6,3	3,1
	14	250	1,04	7,3	3,9
	23	242	3,36	13,3	10,5
	24	242	3,62	13,8	11,2
Velmi řídký ⁵	13	251	0,58	6,2	3,0
	14	251	0,88	6,7	3,7
	23	90	1,57	14,9	11,1
	24	90	1,74	15,7	11,8

¹stand, ²age, ³dense, ⁴sparse, ⁵very sparse

Z těchto základních informací byla vypočítána:

$$LA = \text{listová plocha (m}^2 \cdot \text{strom}^{-1}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (SNW_{m,n} \cdot WN_{m,n})$$

$$SLA = \text{specifická listová plocha (m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}) = LA / WN$$

$$SLAP = \text{specifická listová plocha projekční (m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}) = SLA / 2,8$$

$$LAI = \text{plocha povrchu listů (ha \cdot ha}^{-1}) = SLA \cdot WN$$

$$LAIP = \text{projekční plocha listů (ha \cdot ha}^{-1}) = WN \cdot SLAP$$

$$RGR = \text{relativní rychlost růstu (t \cdot t}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}) = (W_2 - W_1) / W_1$$

$$NAR = \text{čistý výkon asimilace (W}_2 - W_1) / LAP$$

Pro přepočet SLA a SLAP byl použit koeficient 2,8 (L a s á k , V a c e k , 1969).

VÝSLEDKY

Zjišťování fotosyntetické účinnosti jehličí bylo začato ve fázi zapojování kultur, kdy výstavba korunového prostoru přestává být příznivá pro ozáření listů celé koruny, neboť množství jehličí soustředěné na nejdelších větvích dává ozáření v její dolní části. Ozáření pod korunami zapojujících se stromků klesá v průměru vegetační sezóny na 4,5 % ozáření mimo les. Naopak převážně plně ozářeno - v důsledku zvětšujícího se výškového přírůstu a velké vzdálenosti nezastínujících se větví - je jehličí v horní polovině koruny, kde se průměrné ozáření pohybuje okolo 85 %.

Ve stejné staré kultuře, v níž v sedmi letech byla redukována hustota, k zapojování ještě nedochází a je ozářena periferie i nejspodnějších větví. V důsledku rozdílné hustoty a rozdílných světelných podmínek došlo v průběhu čtyř až pěti let po rozvolnění mlaziny $\check{R}$ k výrazným změnám ve struktuře korunového prostoru i kvantitativně kvalitativním rozdílnosti listů (tab. II).

II. Rozměry korun (m) - Dimensions of the crowns (m)

Věk ¹	14		24	
Porost ²	H	$\check{R}$	H	$\check{R}$
Délka ³	3,1 - 5,4	3,7 - 5,9	2,0 - 7,1	8,1 - 11,0
Šířka ⁴	1,6 - 2,2	2,0 - 2,8	1,7 - 3,2	2,1 - 4,4
Profil ⁵	2,5 - 6,0	3,7 - 8,2	1,7 - 11,4	8,5 - 24,2
Projekce ⁶	2,1 - 3,8	2,9 - 6,1	2,2 - 8,0	3,4 - 15,2

¹ age, ² stand, ³ length, ⁴ width, ⁵ profile, ⁶ projection area
H - dense stand, $\check{R}$ - sparse stand

IV. Hmotnost a podíl ročníků jehličí (W, %) - Weight and share of the needles of different age (W, %)

Věk ¹	14				24			
Porost ²	Hustý ³		Řidký ⁴		Hustý ³		Řidký ⁴	
Ročník ⁵	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
I.	1014	39,8	1812	40,1	1338	25,5	2 392	23,2
II.	846	33,2	1349	29,9	1465	27,9	2 026	19,6
III.	471	18,5	728	16,1	1138	21,6	2 083	20,2
IV.	174	6,8	349	7,7	803	15,3	1 714	16,6
V.	40	1,6	202	4,5	394	7,5	1 171	11,3
VI.	2	0,0	74	1,6	117	2,2	677	6,5
VII.	0	0,0	2	0,0	0	0,0	246	2,4
VIII.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	22	0,2
Celkem ⁶	2547	99,9	4514	99,9	5255	100,0	10 331	100,0

¹ age, ² stand, ³ dense, ⁴ sparse, ⁵ age of the needles, ⁶ total

Výčetní tloušťka středního stromku v husté mlazině H byla ve 14 letech 6,0 cm s hmotností sušiny jehličí 2,85 kg. V mlazině $\check{R}$ byla střední tloušťka 7,3 cm s hmotností sušiny jehličí 4,80 kg. Po deseti letech se tloušťka středního stromu zvětšila v porostu H na 10,3 cm a hmotnost jehličí na 5,26 kg, v porostu $\check{R}$ na 18,8 cm s hmotností jehličí na 10,50 kg.

Rozložení hmotnosti jehličí v profilu korun, tj. hmotnost v jednotlivých přeslenech vzorníků H a $\check{R}$ ve 14 letech, znázorněná na obr. 1, ukazuje na zřetelné rozdíly v dolní polovině korun, kde vzorník $\check{R}$ má dvojnásobné množství jehličí než vzorník H . Naproti tomu stejné množství jehličí v horní polovině koruny, v přeslenech 1. až 4., svědčí i o stejných podmínkách ozáření.

Ve stadiu 24letých tyčkovin je situace částečně analogická jen s tím rozdílem, že zvětšené množství jehličí vzorníku $\check{R}$ se projevuje také v horní polovině koruny (obr. 2).

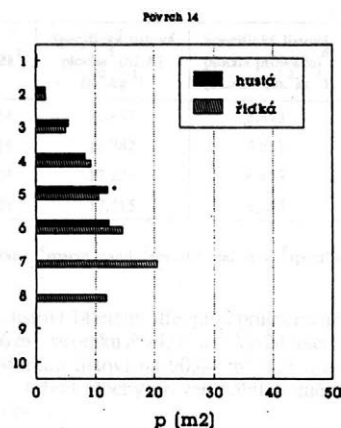
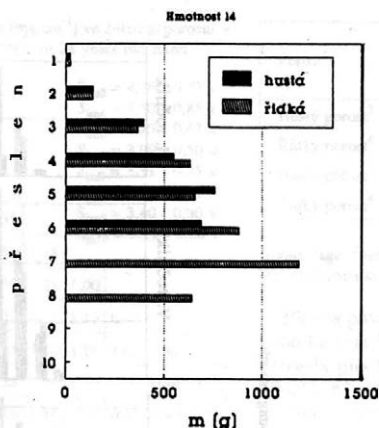
Podíl zastoupení jednotlivých ročníků obsahuje tab. IV. Ročník I. je ve 14 letech u obou vzorníků zastoupen stejně 40 %. Ročník II. má o 10 % menší zastoupení a spolu s ročníkem I. se podíl na celkové hmotnosti koruny 70 %. Podíl starších ročníků prudce klesá od 16 až 18 % (ročník III.) na 0,7 - 1,6 % (ročníky VI., VII.). Ve stadiu tyčkovin dochází k významné změně podílu všech ročníků; v důsledku zvětšeného podílu starších ročníků klesá podíl ročníků I. a II. ze 73 % na 53 % v porostu H a ze 70 % na 42 % v porostu $\check{R}$. Z grafického znázornění

III. Hmotnost komponentů NBM v závislosti na tloušťce (kg) - Weight of biomass in relation to dbh (kg)

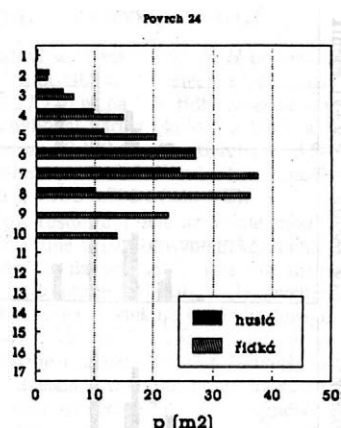
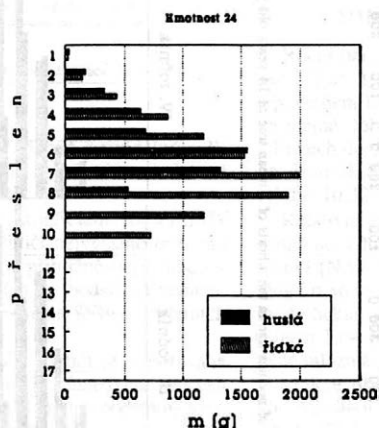
Porost 14 let ¹	Hustý ²	Řidký ³
Jehličí ⁴	m = 0,056 d ^{0,96}	m = 0,032 d ^{1,17}
Větvě ⁵	m = 0,012 d ^{1,34}	m = 0,076 d ^{1,51}
Kmínky ⁶	m = 0,318 d ^{1,82} x 0,435	m = 0,276 d ^{1,92} x 0,435
Porost 24 let ⁷	hustý ²	řidký ³
Jehličí ⁴	m = 0,117 d ^{1,63}	m = 0,143 d ^{1,637}
Větvě ⁵	m = 0,304 d ^{1,22}	m = 0,298 d ^{1,332}
Kmínky ⁶	m = 0,028 d ^{2,74}	m = 0,022 d ^{2,818}

¹ stand 14 years, ² dense, ³ sparse, ⁴ needles, ⁵ branches, ⁶ stems, ⁷ stand 24 years
d ve 14 letech v mm, ve 24 letech v cm - d 14 years in mm, at 24 years in cm

1. Hmotnost sušiny a plocha povrchu jehličí v přeslenech průměrného stromku 14leté mlaziny husté (*H*) a řídké (*Ř*) – Dry weight and surface area of needles in the whorls of a mean tree of 14 years old dense (*H*) and sparse (*Ř*) young growth



2. Hmotnost sušiny a plocha
povrchu jehličí v přeslenech
průměrného stromku 24leté
tyčkoviny husté (*H*) a řídké (*Ř*)
– Dry weight and surface area
of needles in the whorls of a
mean tree of 24 years old dense
(*H*) and sparse (*Ř*) small pole
stand



je zřejmé, že k rozdílnému zastoupení ročníků dochází v dolní polovině koruny a pouze ročník I. si zachová proporcionální rozložení ve všech přeslenech (obr. 3, 4).

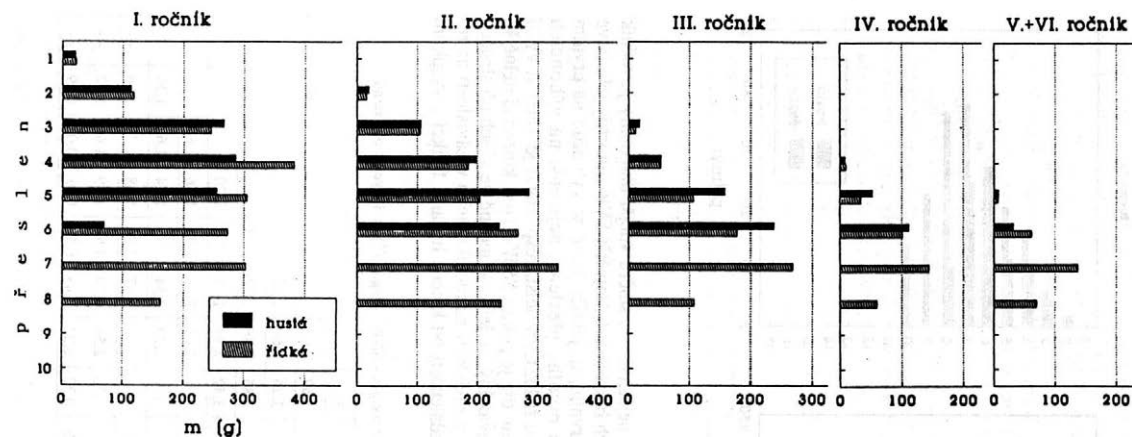
Specifická hmotnost jehličí (*SNW*) v tab. V. a VI. je sestavena do tabulky tak, aby se znázornil vertikální průřez právě poloviny koruny, tzn., že v prvním sloupci je hmotnost jehličí nejbližší u kmínku a řádky představují přeseňy. V prvním řádku prvního sloupce je jehličí posledního roku (ročník I.), v pátém řádku téhož sloupce

je ročník nejstarší. Ve směru vnější diagonály je ročník I. ve všech řádcích atd. Největší SNW má vždy jehličí ve sloupci prvním, tj. jehličí, které se vytvořilo na prvním letorostu prvního přeslenu, nejmenší na výhoncích nejvyššího řádu. Čím delší, resp. starší je větev a vyšší řád větvení, tím je pokles SNW od osy kmene zřetelnější. Je tak pravidelný, že jej bylo možné ve všech přeslenech vyrovnat v závislosti na ročníku nebo v závislosti na relativní vzdálenosti od kmene lineární funkcí s vysokým

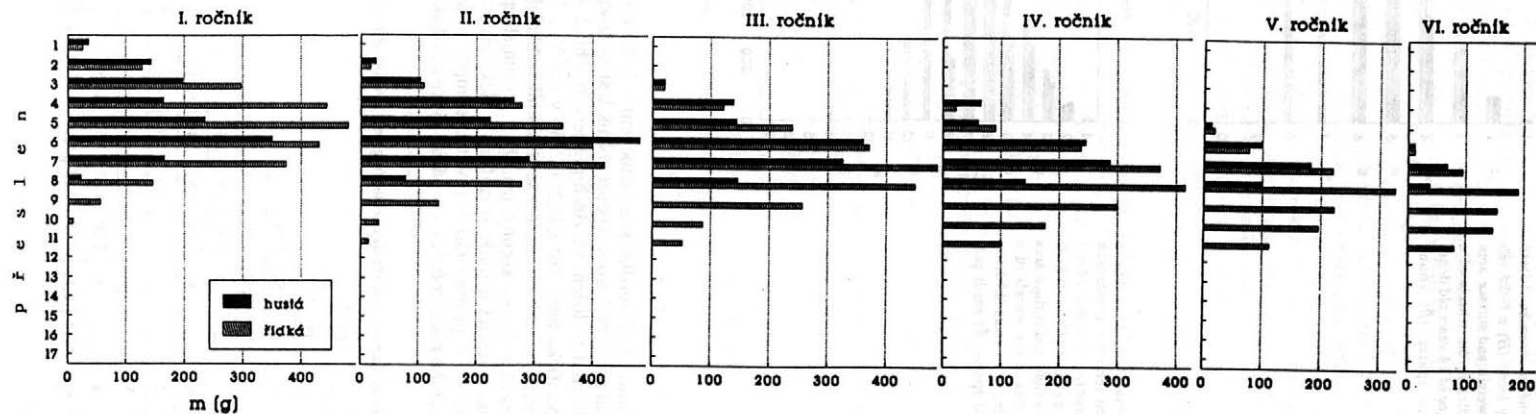
V. Specifická hmotnosť ročníků jehlic (mg.cm^{-1}) ve 14letém porostu – Specific needle weight - *SNW* - (mg.cm^{-1}) in 14 years old stand

1	2,91								
2	3,45	2,57							
3	3,09	2,50	2,18						
4	2,92	2,64	2,36	1,87					
5	2,23	2,31	2,33	1,85	1,65				
6	--	1,87	1,95	1,59	1,49	1,33			
7	--	--	--	--	--	--	--		
8	--	--	--	--	--	--	--	--	--
$\bar{x}$	2,92	2,38	2,20	1,77	1,57	1,33	--	--	--
$\pm Sx$	0,44	0,30	0,18	0,15	0,11	--	--	--	--

[illegible]¹ whorl



3. Hmotnost sušiny ročníků jehlic v přeslenech průměrného stromku 14leté mlaziny – Dry weight of needles age in the whorls of a mean tree of 14 years old young growth



4. Hmotnost sušiny ročníků jehlic v přeslenech průměrného stromku 24leté tyčkoviny – Dry weight of needles age in the whorls of a mean tree of 24 years old small pole stand

VI. **Specifická hmotnost ročníků jehlic (mg.cm^{-1}) ve 24letém porostu – Specific needle weight - *SNW* - (mg.cm^{-1}) in 24 years old stand**

	1	3,35																	$S_{m3} = 4,36 - 0,85 x$
	2	3,50	2,25																$S_{m4} = 4,60 - 0,85 x$
	3	3,61	2,45	1,90															$S_{m5} = 4,25 - 0,63 x$
	4	3,98	2,63	1,92	1,38														$S_{m6} = 3,99 - 0,50 x$
	5	4,02	2,74	2,01	1,77	1,35													$S_{m7} = 3,31 - 0,35 x$
	6	3,88	2,83	2,07	2,02	1,54	1,18												$S_{m8} = 3,36 - 0,34 x$
	7	3,17	2,61	2,04	1,86	1,50	1,28	1,00											$S_{m9} = 3,40 - 0,30 x$
	8	3,45	2,63	2,09	1,77	1,57	1,31	1,13	0,85										$S_{m10} = 3,19 - 0,26 x$
	9	--	3,21	2,38	1,98	1,75	1,44	1,29	1,04	0,89									
	10	--	--	2,73	1,94	1,82	1,55	1,27	1,02	0,89	0,73								
Frequen.	$\bar{x}$	3,61	2,66	2,14	1,82	1,59	1,35	1,17	0,97	0,89	0,73								
	$\pm Sx$	0,31	0,28	0,28	0,21	0,17	0,14	0,13	0,10	--	--								

¹whorl
x = relativní vzdálenost od kmene – relative distance from stem

stupněm korelace (tab. VI). Podobně pravidelný a lineární pokles má i *SNW* každého ročníku i ve směru od vrcholu koruny k její dolní části.

Z malé variability (variační koeficient 10 %) *SNW* prvního sloupce vyplývá, že jehličí nejvyššího přeslepu a terminálů každoročně dosahuje přibližně stejné hodnoty, která se již v průběhu dalších let podstatně nemění. Podobně konstantní (ale nižší) zůstává *SNW* i v ostatních pozicích.

Z tabulek je zřejmé, že SNW jehličí je uspořádána systematicky do soustavy, která je důsledkem procesu ontogeneze; vnější podmínky na ni nemají podstatný vliv.

Vliv vnějších podmínek - zejména stupně ozářenosti - se však projevuje na absolutní velikosti SNW. Jehličí všech ročníků ve 14leté mlazně *Ř* mělo v průměru korunu SNW o 13,6 % větší než jehličí z mlaziny *H* (tab. V).

Povrch listoví (*SNA*) zjištěný pro jednotlivé ročníky a přeneslý má v profilu korun v podstatě stejné rozložení jako jeho *SNW* (obr. 1, 2). Jisté rozdíly (okolo 4 %) jsou patrné pouze při vyjádření relativní *SNA* a jeho *SNW*: v horní části korun je povrch jehlic relativně menší, v dolní naopak větší a to jak u korun z porostu *H*, tak *Ř*. Příčina spočívá v menším *SNA* jehlic z vrcholu koruny a větším povrchu slabých, ale početných jehlic z leto-rostů spodních větví. Tato skutečnost je také příčinou rozdílu specifických ploch listoví:

Porost ¹	Věk ²	Specifická listová plocha ⁵ (SLA) (m ² ·kg ⁻¹)	Specifická listová plocha projekční ⁶ (SLAP) (m ² ·kg ⁻¹)
Hustý porost ³	14	15,885	5,673
Řídký porost ⁴	14	16,382	5,851
Hustý porost ³	24	17,228	6,153
Řídký porost ⁴	24	17,515	6,255

¹ stand, ² age, ³ dense stand, ⁴ sparse stand, ⁵ specific leaf area, ⁶ specific leaf projection area

Plocha povrchu listoví 14letého středního průměrného stromku H je $40,46 \text{ m}^2$, stromku $\check{R}$ $74,05 \text{ m}^2$. Ve 24 letech vzrostla plocha povrchu listoví na $90,44 \text{ m}^2$ u H a na $180,93 \text{ m}^2$ u $\check{R}$. Rozložení plochy ve vertikálním směru je znázorněno na obr. 1, 2.

FOTOSYNTETICKÝ VÝKON LISTOVÍ

Roční nárůst listoví se v husté mlazině *H* pohyboval mezi 2 až 3 t.ha⁻¹ a dosáhl ve 13 letech 17,462 t.ha⁻¹ s povrchem listoví 27,720 ha.ha⁻¹. V řídce mlazině *R* se ve stejné době pohyboval nárůst okolo 1,8 t.ha⁻¹ a ve 13 letech dosáhl pouze 10,109 t.ha⁻¹ s povrchem 16,568 ha. Hmotnost *NBM* se v mlazině *H* zvětšila v průběhu roku o 10,323 t.ha⁻¹ v *R* o 6,736 t (tab. VII).

Relativní rychlost růstu ve 13leté až 14leté mlazině dosahuje v husté mlazině 0,19, fotosyntetická účinnost listoví (NAR) 1,04. V řídce mlazině je účinnost listoví téměř o 36 % vyšší a dosahuje 1,31 (tab. VIII). Znamená to, že hektar plochy listoví produkuje ve stadiu hustých mlazin 1,04 t sušiny NBM ročně, ve stejné staré prořezané mlazině produkuje 1 ha listoví 1,31 t. Největší část produkce přitom připadá v mlazině husté na přírůstek kmínků (48,9 %), méně na větve (29,6 %) a nejméně na jehličí (21,5 %). V řídce mlazině jsou relace sice zachovány, ale přesto na kmínky připadá jen 43,9 % a na jehličí 24,5 %.

Využití sluneční energie bylo stanoveno na základě dvouletého měření celkové radiace v době od května do října a údajů Š a r m a n a (1984) o množství energie vázané komponenty *NBM*. Průměrná denní radiace ve vrcholcích korun mlaziny byla v roce 1976 $14,9 \pm 5,5 \text{ MJ m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$, v r. 1977 $12,9 \pm 3,7 \text{ MJ m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$, tj. v průměru dvou let $13,9 \text{ MJ m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$ a $2,085 \times 10^4 \text{ MJ ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Z poměru chemické energie fixované v ročním nárůstu *NBM* k sezónnímu úhrnu celkové radiace naměřené nad porostem zjišťujeme, že využití sluneční energie plným zápojem dosahuje hodnoty 0,91, zatímco ve volném zápoji je její využití o 25 nižší (tab. IX).

VII. Zásoba a přírůst komponentů *NBM* v mlazině *H* – Volume and increase of biomass components in dense stand

Věk ¹	<i>d</i>	<i>N</i>	Jehličí ²		Větvě ³		Kmínky ⁴		NBM celkem ⁷
	(cm)	(tis.)	strom ⁵ (kg)	porost ⁶ (t.ha ⁻¹)	strom ⁵ (kg)	porost ⁶ (t.ha ⁻¹)	strom ⁵ (kg)	porost ⁶ (t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)
13	5,3	6,9	2,54	17,46	2,45	16,93	2,88	19,92	54,32
14	6,0	6,9	2,85	19,68	2,89	19,99	3,62	24,98	64,64
Přírůst ⁸			0,31	2,22	0,44	3,06	0,74	5,06	10,32

¹age, ²needles, ³branches, ⁴stems, ⁵tree, ⁶stand, ⁷total, ⁸increase

$$\text{LAIP}_{13} = 17,46 \text{ t} \times 5,67 \text{ m}^2 = 9,90 \text{ ha} \cdot \text{ha}^{-1}, \quad \text{RGR} = \frac{10,323 \text{ t}}{54.322 \text{ t}} = 0,19 \text{ t} \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}, \quad \text{NAR} = \frac{10,323 \text{ t}}{9,90 \text{ ha}} = 1,04$$

Věk ¹	Porost ²	RGR	NAR	E
13 - 14	H	0,19	1,04	0,91
	Ř	0,25	1,31	0,70
23 - 24	H	0,09	0,75	1,23
	Ř	0,09	0,75	1,07
	VŘ	0,13	1,20	0,77

¹ age, ² stand

IX. Akumulace energie v NBM – Accumulation of energy in the biomass

Porost ¹	Hustý ²	Řídký ³
V jehličí ⁴	4,216 x 10 ⁴ MJ	3,606 x 10 ⁴ MJ
Ve větvích ⁵	5,465 x 10 ⁴ MJ	4,666 x 10 ⁴ MJ
V kmínkách ⁶	9,398 x 10 ⁴ MJ	6,314 x 10 ⁴ MJ
Celkem ⁷	19,079 x 10 ⁴ MJ	14,586 x 10 ⁴ MJ

¹ stand, ² dense, ³ sparse, ⁴ needles, ⁵ branches, ⁶ stems, ⁷ total

$$E_H = \frac{19,079 \times 10^4 \text{ MJ}}{2,085 \times 10^4 \text{ MJ}} \cdot 100 = 0,91, E_R = \frac{14,586 \times 10^4 \text{ MJ}}{2,085 \times 10^4 \text{ MJ}} \cdot 100 = 0,70$$

X. Přírůst konstantního souboru stromů – Increase in the constant number of trees

Porost ¹	Řídký ²	Velmi řídký ³
N	10	10
d ± Sx (cm)	13,39 ± 0,19	13,35 ± 0,23
id ± Sx (cm)	4,40 ± 0,96	8,60 ± 3,24
WN (kg)	9,98 ± 0,27	9,95 ± 0,28
i NBM (kg)	4,51 ± 1,09	9,33 ± 4,68
NAR ± Sx	0,45 ± 0,11	0,93 ± 0,45

¹ stand, ² sparse, ³ very sparse

Po deseti letech, kdy sledované mlaziny vypsely do stadia tyčkovin, poklesl roční nárůst listoví v hustém porostu z 2,2 t na 1,9 t.ha⁻¹, v porostu Ř, který se v 17 až 19 letech také zapojil, poklesl nárůst NBM z 1,8 t na 1,5 t.ha⁻¹. Zásoba NBM naproti tomu vzrostla v porostu H na 132,478 t, v porostu Ř na 124,781 t.

V důsledku nárůstu jehličí v obou porostech dochází ke zvětšování jeho povrchu a k zahušťování korunového prostoru. Intenzivnější rozrůstání korun v porostu Ř způsobilo, že se po deseti letech původní rozdíl 40 % LAI zmenšil na 12 %, ozářenost v podkorunovém prostoru klesla v porostu H na 1,3 %, v porostu Ř na 4,7 % ozářenosti mimo les a fotosyntetická účinnost z původních 1,04, resp. 1,31 na 0,75. Ještě výrazněji se změnila rychlost růstu - v obou porostech poklesla na 0,09.

Ve třetím paralelním porostu VŘ, v němž byla hustota znovu redukována v r. 1986 a korunový prostor silně rozvolněn (ozářenost v porostu stoupla ze 4,7 % na 19,2 %), účinnost listoví stoupla na 1,20 a rychlost růstu se zvětšila o 44 % (tab. VIII).

Ověření, zda zvýšení účinnosti listoví není důsledkem tzv. početního posunu středního stromu směrem k výkonnějším stromovým třídám, bylo provedeno na dvou

paralelních souborech deseti stromů stejné výčetní tloušťky z porostu Ř a VŘ. Z tab. X je zřejmé, že uvolněné stromy mají výrazně větší přírůst než stromy z porostu Ř a proto zvětšení jejich přírůstu není důsledkem početního posunu, ale jejich zvýšeným fotosyntetickým výkonem.

Využití sluneční energie porosty ve věku 23 - 24 let bylo vypočítáno za předpokladu, že celková radiální energie nad porosty je přibližně stejná jako před deseti lety, tj. 2 085 x 10⁴ MJ. vegetační období¹.

V relaci k nej hustšímu porostu, který využívá z celkové radiace 1,23 % energie, je její využití v porostu Ř ve stadiu tyčkovin o 13 % menší, v porostu VŘ dokonce o 37 % (tab. VIII).

DISKUSE A SOUHRN

Při výzkumu vlivu výchovných sečí na asimilační aparát mladých smrkových porostů bylo zjištěno, že hmotnost sušiny jehličí ve 14letých hustých mlazinách je 19,7 t.ha⁻¹ a je tedy stejná nebo i vyšší než uvádějí Mitscherlich (1971), Kern (1966), Vyskot (1980), Vinš, Šika (1981), Petráš et al. (1985), Černý (1990) pro porosty ve věku 30 až 100 let. Pokud se hustota porostu záměrně neredukovala výchovnými zásahy, hmotnost jehličí se ještě zvětšovala a ve 24 letech dosáhla 29,5 t.ha⁻¹. Přesáhla tím přibližně o 20 - 30 % hmotnosti uváděné citovanými autory. Ze zjištěných údajů vyplývá, že nárůst asimilační biomasy kulminuje již mezi 20. - 25. rokem a tedy dříve než datuje Assmann (1968) na základě šetření Bůrgera. S dřívější kulminací souvisí i dřívější pokles hmotnosti ABM proti kulminaci, kterou udává Burger (1953) a Vanselow (1951).

Při silné redukci hustoty (50 %) ve stadiu mlazin se sice úměrně snížila hmotnost jehličí, ale v důsledku intenzivnějšího nárůstu rozvolněných korun (0,76 kg.strom⁻¹rok⁻¹ proti 0,31 kg porostu hustého) se hmotnost jehličí prořezaného porostu přiblížila hustému po deseti letech na rozdíl 14 %. Kvantitativní rozdíly ve hmotnosti listoví se projevily zejména v dolní polovině korun: v hustém porostu u nejstarších ročníků jehličí na nejspodnějších větvích postupně opadávalo, v rozvolněném přetrvávalo a nové narůstalo. Tak došlo ke změně tvaru korun i k vertikální distribuci listoví (obr. 2, 4).

S hmotností listoví se zvětšovala i plocha jeho povrchu, která ve stadiu hustých mlazin dosahovala 27,7 ha.ha⁻¹ (LAIP = 9,89) a dále narůstala na 47,6 ha.ha⁻¹ (LAIP = 17,02) ve 24 letech a přesahovala tak literární údaje o LAIP ze starších porostů: 11 až 15 (Møller, 1945); 10,6 až 11,9 (Oren et al., 1986); 11,7 až 15,6 (Munster - Swendsen, 1987); 11,6 (Schulze et al., 1977); 5,8 až 9,8 (Barták, 1992). Pouze Mitscherlich (1971) uvádí větší hodnotu (19,2). Uváděným údajům o LAI naproti tomu odpovídají hodnoty z mlaziny a tyčkoviny prořezané, které ve 14 letech dosahovaly 5,89 (povrch 16,5 ha.ha⁻¹) a 14,96 ve 24 letech (povrch 41,9 ha.ha⁻¹). Nízký listový index uváděný v literatuře nasvědčuje tomu, že údaje pocházejí z porostů nejen starších, ale současně i řidších.

Specifická plocha povrchu jehličí (m².kg⁻¹) byla u středního stromu v husté mlazině 15,9 m².kg⁻¹, v řídce 16,4 m².kg⁻¹. Po deseti letech vzrostla v husté tyčkovině na 17,2 m², v řídce na 17,5 m².

Příčinou vzrůstající SLA s přibývajícím věkem a velikostí koruny je zvětšující se množství jehličí s větší SNA, která se vyskytuje na letorostech vyšších řádů ve stinné části koruny. Proto také podlažené stromy s převahou stinného jehličí mají SLA větší než stromy dominantní (Mitscherlich, 1971). Schulze et al. (1977), který udává plochu 15,27 až 18,4 m²·kg⁻¹, přičítá různou velikost plochy připadající na 1 kg podmínkám klimatu.

Zastoupení jednotlivých ročníků jehličí (tab. IV, obr. 4) se v průběhu deseti let výrazně změnilo: ve stadiu mlazin převládaly ze 70 % nejproduktivnější první dva ročníky, a to jak v hustém, tak v řídkém porostu. Po deseti letech poklesl jejich podíl v hustém porostu na 54 %, v řídkém na 43 % a jak ukazují některé údaje (Schulze et al., 1977), bude jejich podíl nadále klesat až na 13 - 18 % v 89 letech.

Vertikální distribuce hmotnosti jehličí, jejich plochy a ročníků se mění v závislosti na věku a hustotě korunového zápoje (obr. 2). Ve stadiu 24letých tyčkovin se blíží distribuci popsané Dvořákem (1991) u 35leté nastávající kmenoviny.

Významným poznatkem morfologické analýzy ABM je popsání hierarchie specifické lineární hmotnosti jehličí (SNW), která podle Orena et al. (1986) významně vypovídá o jeho fotosyntetické kapacitě. Pomocí statistického počtu byl definován těsný vztah mezi SNW a stářím jehlic nebo jejich relativní vzdáleností od kmene stromu ve směru „horizontálním“ (ve směru větvení vyšších řádů - Pirochová, Barták, 1991) a ve směru „diagonálním“, tj. od vrcholu koruny k dolní části, kdy SNW v koruně se nemění ani vlivem stářím stromu, ani vlivem vnějších podmínek a je proto důsledkem procesu ontogeneze (Kellomäki, Okerblom, 1981). Vnější podmínky nenarušily těsnost lineárních vztahů a systém vázanosti SNW na pozici v koruně, ale ve stadiu prořezaných mlazin se zvětšila jeho absolutní hmotnost. Ukazuje se, že větší SNW starších ročníků nemá příčinu v postupném usazování nečistot na jejich povrchu a minerálních látek uvnitř, případně zvětšování voskové vrstvy (Cannell, 1989), ale je dána již v prvním roce jejich vzniku (části i v roce předcházejícím) a nadále zůstává více méně konstantní.

Jinak je tomu s jejich fotosyntetickou aktivitou, která v důsledku stárnutí pletiv (Šesták et al., 1966; Larcher, 1988, aj.) a snížené ozářenosti v nitru korun klesá (Schulze et al., 1977; Oren et al., 1986; Leverenz, Jarvis, 1979). Účinnost listové měřené NAR ve stadiu hustých mlazin dosahovala hodnoty 1,04 a byla ve srovnání s prořezanou mlazinou o 27 % nižší (1,31 - tab. VIII). Naproti tomu využití radiační energie je v husté mlazině o 25 % větší než v mlazině prořezané (0,91 proti 0,70). To znamená, že významná část radiace prochází rozvolněným zápojem produkčně nevyužitá. Obě zjištěné hodnoty se nacházejí v mezích uváděných pro nejrůznější dřeviny, tj. = 1,0 (Cannell, 1989).

Ve stadiu tyčkovin, kdy se množství listové v řídkém porostu zvětšilo o 110 % a přiblížilo se množství listové porostu hustého, které se zvětšilo jen o 50 %, NAR listové v obou porostech klesla proti NAR před deseti lety na stejnou hodnotu (0,75). V té době se ozářenost porosty pohybovala do 4 % ozářenosti mimo les. Po opětovném rozvolnění zápoje, kdy se ozářenost v porostu zvětšila na 19 %, NAR opět bezprostředně stoupla na 1,20, tj. na hodnotu blízkou rozvolněné 14leté mlazině (tab. VIII).

Využití sluneční energie naproti tomu bylo opět největší v porostu nejhustším, kde hodnotou 1,23 dosahuje účinnosti některých lučních společenstev i kulturních plodin (Rychnovská, 1985). V porostu rozvolněném je využití energie opět nižší (0,77).

ZÁVĚR

Z bezprostředního zvýšení účinnosti listové pro rozvolnění korun je zřejmé, že její příčinou je zvýšená aktivita listové v té části korun a korunového prostoru, v níž došlo ke zvýšené ozářenosti. Poznatky koresponduje s výsledkem experimentu (Marek, Pirochová, 1991), při němž bylo zjištěno, že po probírkovém zásahu ve 35letém smrkovém porostu se zvyšuje fotosyntetická aktivita spodních partií korun. Listové v této tzv. stinné části korun v důsledku své adaptace na nízké ozáření je citlivější na světelné podmínky (Künstle, Mitscherlich, 1975; Kellomäki, Hari, 1980; Boysen-Jensen, 1932, aj.) a proto reaguje na jejich zvýšení větším fotosyntetickým výkonem než jehličí slunné (Leverenz, Jarvis, 1980), nacházející se v horní části korun, v níž navíc nelze ozářenost regulovat. Podobně vyšší výkon má „stinné“ jehličí i za extrémních podmínek sucha a tepla (Schulze et al., 1979), kdy asimilační aktivita ve svrchní korunové zóně je limitována v důsledku malé vodivosti průduchů (Marek, Pirochová, 1991).

Vzhledem k této skutečnosti a k významnému množství listové adaptované na nízké ozáření je opodstatněné se domnívat, že přírůst uhrnující efekt je důsledkem zvýšeného výkonu stinného listové.

Literatura

- ASSMANN, E.: Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung bayrischer Fichten-Durchforstungsreihen. Forstwiss. Cbl., 37, 1954, č. 9/10: 257-271.
- ASSMANN, E.: Bemerkungen zu einem neuen Durchforstungsver-
fahren in einem jungen Fichtenbestand. Forstwiss. Cbl., 84, 1965, č. 7/8: 201-264.
- ASSMANN, E.: Náuka o výnose lesa. Bratislava, Příroda 1968: 487.
- BARTÁK, M.: Struktura koruny smrku ztepilého ve vztahu k produkci. [Kandidátská disertační práce.] Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, 1992: 126.
- BRECHTEL, H. M.: Strahlungsmessungen auf reaktionskinetischer Grundlage und Anwendungsmöglichkeiten für hydrologische Zwecke. Dtsch. Gewässer. Mitt., 12, 1968, č. 6: 142.
- BURGER, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs Fichten im gleichaltrigen Hochwald. Mitt. Schweiz. Anst., 29, 1953, č. 1: 38-130.
- CANNELL, M. G. R.: Physiological basis of wood production: a review. Scand. J. For. Res., 4, 1989: 459-490.
- CELNIKER, J. L.: Uproščený metod opredelenia povrchnosti chvoji sosny i eli. Lesovedenje, 1982, č. 4: 85-87.
- ČERNÝ, M.: Biomass of *Picea abies* (L.) Karst. in Midwestern Bohemia. Scand. J. For. Res., 5, 1990: 83-95.
- DVOŘÁK, V.: Distribuce jehličí v koruně smrku ztepilého. Analýza podle věku. In: Studium produkce porostů lesních dřevin. Sborník, Bfý Křž, LF VŠZ Brno, 1991: 36-37.
- HELMS, J. A.: Summer net photosynthesis of Ponderosa pine in its natural environment. Photosynthetica, 4, 1970: 243-253.
- CHROUST, L.-TESÁŘOVÁ, J.: Quantification of above-ground components of 20 years old Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. Commun. Inst. for Českoslov., 14, 1985: 111-126.
- JARVIS, P. G.: Production efficiency of coniferous forest in the UK. In: JOHNSON, C. B.: Physiological Processes Limiting Plant Productivity, University of Reading, London, 1981: 81-107.

- KELLOMÄKI, S. - OKER-BLOM, P.: Specific needle area of Scots pine and its dependence on light conditions inside the canopy. *Silva fenn.*, 15, 1981, č. 2: 190-198.
- KELLOMÄKI, S. - HARI, P.: Eco-physiological studies on young pine stands: I. Tree class as indicator of needle biomass, illumination, and photosynthetic capacity of crown system. *Silva fenn.*, 14, 1980, č. 3: 227-242.
- KERN, K. G.: Wachstum und Umweltfaktoren im Schlag. und Plenterwald. Schriftenreihe Forst. Abt. Univ. Freiburg., Bd. 5, 1966: 232.
- KÜNSTLE, E. - MITSCHERLICH, G.: Photosynthese, Transpiration und Atmung in einem Mischbestand im Schwarzwald. I. Teil.: Photosynthese. *AFZ*, 146, 1975, č. 3/4: 45-100.
- LARCHER, W.: Fyziologická ekologie rostlin. Praha, Academia 1988: 368.
- LASÁK, J. - VACEK, J.: Stanovení povrchu jehličí u smruku pomocí fotoplanimetru. Sbor. Věd. lesn. Úst. VŠZ Praha, 12, 1969: 201-220.
- LEVERENZ, J. W. - JARVIS, P. G.: Photosynthesis in Sitka spruce. VIII. *J. appl. Ecol.*, 16, 1979: 919-932.
- LEVERENZ, J. W. - JARVIS, P. G.: Photosynthesis in Sitka spruce. IX. *J. appl. Ecol.*, 17, 1980: 59-68.
- MAREK, M. - JANOŠ, D. - MARKOVÁ, I.: Analýza vybraných parametrů fotosyntetické aktivity smruku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.] *Lesnictví*, 37, 1991, č. 2: 109-116.
- MAREK, M. - PIROCHTOVÁ, M.: Vertikální distribuce fotosyntetické aktivity v korunní vrstvě smrkového porostu - vliv probírkového zásahu. Studium produkce porostů lesních dřevin. VŠZ Brno, 1991: 86-89.
- MITSCHERLICH, G.: Wald, Wachstum und Umwelt (2. Band). Frankfurt am Main, J. D. Sauer- landers Verlag 1971: 365.
- MÖLLER, C. M.: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. *Forstl. Fors. - Vacs. Danm.*, 17, 1945: 1-287.
- MUNSTER-SWENDSEN, J.: Index of vigour in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] *J. appl. Ecol.*, 24, 1987: 551-561.
- NORMAN, J. M. - JARVIS, P. G.: Photosynthesis in Sitka spruce. III. *J. appl. Ecol.*, 11, 1974: 375-398.
- OREN, R. - SCHULZE, E. D. - MATYSSEK, R. - ZIMMERMANN, R.: Estimating photosynthetic rate and annual carbon gain in conifers from specific leaf weight and leaf biomass. *Oecologia*, 70, 1986: 187-193.
- PETRAŠ, R. - KOŠŮT, M. - OSZLÁNYI, J.: Listová biomasa stromov smreka, borovice a buka. *Lesn. Čas.*, 31, 1985, č. 2: 121-136.
- PIROCHTOVÁ, M. - BARTÁK, M.: Formalizace architektury koruny smruku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.]: model větvení vyšších řádů. *Lesnictví*, 37, 1991, č. 3: 233-243.
- RYCHNOVSKÁ, M.: Ekologie lučních porostů. Praha, Academia 1985: 287.
- SCHÖPFER, W.: Beiträge zur Erfassung des Assimilationsapparates der Fichte. Schrift-reihe d. Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, B. 10, 1961: 127.
- SCHULZE, E. D. - FUCHS, M. I. - FUCHS, M.: Special distribution of photosynthetic capacity and performance in a mountain spruce forest of Northern Germany. *Oecologia*, 29, 1977: 43-61.
- SLAVÍKOVÁ, J.: Ekologie rostlin. Praha, SPN 1986: 365.
- ŠARMAN, J.: Akumulace energie v biomase smrkového porostu. *Lesnictví*, 30, 1984, č. 11: 1001-1010.
- ŠESTÁK, Z. - ČATSKÝ, J. et al.: Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha, Academia 1966.
- VANSELOV, K.: Krone und Zuwachs der Fichte in gleichaltrigen Reinbeständen. *Fw Cbl.*, 70, 1951: 706-719.
- VINŠ, B. - ŠÍKA, A.: Biomasa smrkového porostu v chlumní oblasti. *Práce VÚLHM*, 59, 1981: 83-99.
- VYSKOT, M.: Balance biomasy hlavních lesních dřevin. *Lesnictví*, 26, 1980, č. 10: 849-882.
- CHROUST, L. (Opočno): Biomass of needles in spruce (*Picea abies*) and net photosynthesis rates. *Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (7) : 265-272.

Dolno 19. 3. 1993

A study of biomass of needles in spruce stands at the age of 14 to 24 years has been focused on determination of the cause of positive growth response occurring after heavily opening the crown canopy. Three experimental stands established in a seven-year plantation with the density at the time of planting approximately 7 thousand trees per ha are situated on the plateau of the Sudetic Mezihoří at a height of 700 m above sea level, with average annual temperature of 6 °C and annual precipitation around 800 mm. Their density was differentiated to the values shown in Tab. I. Tabs. II, III, IV show crown dimensions and weight of biomass in 5 and 15 years after density adjustment. The dry weight of foliage of mean trees (W) in opened stands is approximately twice higher than that of full-canopy trees. Their net assimilation rate (NAR) is also substantially higher (Tab. VIII). On the contrary, radiation efficiency (E) of the canopy is higher in sparser stands. The differences in leaf weight (WL) and leaf area (LA) were observed particularly in the lower parts of crowns (Figs. 1, 2, 3, 4) where leaf irradiance is low. Vertical distribution of leaf weight, leaf area and needle age depends upon the age and density of crown canopy. Specific needle weight (SNW) (mg/cm) within the tree crown is arranged in a fixed system and it is not influenced by external conditions (Tabs. V, VI).

It can be stated that relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR) are higher in young spruce stands with loose canopy than in stands with full canopy, but radiation efficiency E is lower (Tab. VIII). RGR and NAR are decreasing in older stands, but E is increasing.

The cause of the higher net assimilation rate in opened crowns is foliage in the lower parts of the crown, not only its higher mass but also the increased net assimilation rate due to higher irradiance (Marek, Pirochtoová, 1991). Positive growth responses to stand opening projected in diameter increments are probably a consequence of responses of the foliage developed in the shady part of the crown.

Norway spruce; needle weight and area; distribution of needle age; specific weight; LAI; RGR

Kontaktní adresa:

Ing. Luděk Chroust, CSc., Na Olivě 569, 517 73 Opočno

ROZLOŽENÍ BIOMASY JEHLIC V KORUNOVÉ VRSTVĚ SMRKOVÉHO POROSTU

M. Barták¹, V. Dvořák², L. Hudcová²

¹Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno

²Ústav systematické a ekologické biologie ČAV, Květná 8, 603 65 Brno

Práce se zabývá stanovením vertikálních distribučních křivek suché hmotnosti jehlic a projekční listové plochy jehlic pro čtyři skupiny 35letých vzorníků smruku [*Picea abies* (L.) Karst.], tj. nadúrovňových a úrovňových stromů v porostu probíraném a kontrolním. Pomocí destruktivní analýzy byly stanoveny podíly přeslenového a mezipřeslenového větvení, dále podíly jehlic jednotlivých ročníků, podíly jehlic nesené rozdílnými řády větvení na celkové biomase jehlic koruny. Hodnota maxima distribuční funkce celkové suché hmotnosti jehlic byla nalezena nejvyšší pro skupinu nadúrovňových stromů probíraného porostu (370 g.m⁻²), nejnižší pro skupinu úrovňových stromů porostu kontrolního (225 g.m⁻²). Hodnoty střední celkové biomasy jehlic pro vzorníky jednotlivých skupin následovaly za sebou v tomto pořadí: 17,6 kg (nadúroveň, probírka), 13,7 kg (úroveň, probírka), 12,7 kg (nadúroveň, kontrola), 11,5 kg (úroveň, kontrola). Byl zjištěn poměrně vysoký podíl jehlic mezipřeslenového větvení na celkové biomase koruny vzorníkových stromů (16,1 - 27,8 %). Obdobné relace mezi skupinami, resp. podíly mezipřeslenového větvení byly zjištěny také pro projekční plochu jehlic. Jehlice byly nesené zejména druhým (horní polovina koruny) a třetím řádem větvení (dolní polovina koruny).

smrk ztepilý; struktura koruny; jehlice; větve; biomasa

Koruna je tou částí stromu a porostu, která primárně rozhoduje o velikosti produkce dřeva, neboť právě v koruně stromu probíhá přeměna energie absorbované slunečního záření na asimiláty, tj. základní stavební látky nově vznikající biomasy. K tomuto procesu dochází v listech (jehlicích), které slouží nejen jako zachytňovací aparát, ale také jako aktivní povrch pro výměnu plynů a energií mezi stromem a jeho okolím.

Pro podrobný popis tak složitého systému, jakým je koruna stromu, se používají charakteristiky množství, velikosti, pozice a orientace každého elementu (větví, letorostů, listů, jehlic). V praktických podmínkách je možné uskutečnit takto detailní popis pouze u semenáčků lesních dřevin, v případě vzrostlých jedinců je nutné volit proti skutečnosti značnou zjednodušení. Proto se v porostech lesních dřevin popisují asimilační elementy stromů jako statistické veličiny v podobě prostorových nebo časových průměrů strukturálních parametrů listoví (Campbell, Norman, 1987).

Mezi standardní charakteristiky náleží suchá hmotnost listoví, listová plocha, hustota listové plochy a index listové plochy, resp. vertikální rozdělení (distribuce) těchto veličin v korunové vrstvě porostu. Korunovou vrstvou se rozumí vrstva omezená vrcholem nejvyššího stromu porostu aází koruny nacházející se nejbližší půdního povrchu. Distribuce statistických charakteristik listoví v korunové vrstvě umožňuje sledovat jednotlivé dílčí horizontální vrstvy a spolu s dalšími údaji vypočítat dalších parametrů (např. evapotranspirace, zachyt slunečního záření, extinkční koeficient, interceptace srážek,

celková fotosyntéza, respirace apod.), využitelných zejména v lesnické ekologii a ekologické fyziologii rostlin.

Práce je zaměřena na stanovení vertikálních distribučních křivek a strukturálních charakteristik jak asimilačního, tak i podpůrného aparátu koruny smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.]. Jsou srovnávány distribuční křivky skupin stromů lišících se navzájem sociálním postavením v porostu. Zároveň jsou uvedeny některé příklady praktického použití distribučních funkcí při analýze struktury koruny.

MATERIÁL A METODY

Struktura koruny byla studována pomocí destruktivních 20 vzorníkových stromů v 35letém porostu smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.] v lokalitě Bílý Kříž (Moravskoslezské Beskydy, 49° 30' 17" severní šířky, 18° 32' 28" východní délky, 870 m.n.m.). Klimatické podmínky lokality jsou charakterizovány průměrnou roční teplotou 5 °C, ročním úhrnem srážek 1400 mm, počtem dnů se sněhovou pokrývkou 160 a převládajícím západním směrem větru během roku. Detailní popis klimatických charakteristik lokality byl uveřejněn v práci Kratochvílová et al. (1989). Geologické podloží lokality je tvořeno godulskými pískovci, na kterých se vyvinula písčito-jílovitá, středně hluboká hnědá horská půda. Zkoumaný porost je smrková monokultura první generace, založená v r. 1958 umělou výsadbou sazenic místního původu. Porost je situován v mírném svahu JZ expozice a je rozdělen na pět dílčích výzkumných ploch (dvě probírané, tři kontrolní), které se odlišují silou dřívě uskutečněného pěstebního zásahu. V r. 1987 byla na plochách probíraných uskutečněna podúrovňová probírka o síle 17 % zásoby porostu, plochy kontrolní byly ponechány bez zásahu. Na jaře r. 1991 byla uskutečněna další probírka, a to o síle 16 a 11 % (porosty probírané č. 1 a 2), resp. 6 % (porosty kontrolní, odstranění stromů s výraznými vrcholovými zlomy). Podrobné biometrické údaje o výzkumných plochách jsou uvedeny v tab. I.

Na základě taxacích údajů byly v porostech probíraných a kontrolních vybrány čtyři skupiny vzorníkových stromů, rozdílné svým sociálním postavením v porostu a velikostí růstového prostoru. Jednalo se o tyto skupiny: 1. stromy nadúrovňové probíraného porostu (v textu dále probNÚR), 2. stromy úrovňové probíraného porostu (probÚR), 3. stromy nadúrovňové kontrolního porostu (kontNÚR) a 4. stromy úrovňové kontrolního porostu (kontÚR). V každé skupině bylo pět stromů, přičemž nadúrovňové vzorníky byly určeny podle středních hodnot výšky (H) a výčetní tloušťky ($D_{1,3}$) z 20 % nejvyšších a nejlustších stromů daného porostu. Úrovňové vzorníky byly určeny na základě středních hodnot stanovených pro část základního souboru stromů představujících 2. a 3. kategorii podle Krafovy klasifikace stromů. Skupiny byly určeny také na základě kvantifikace růsto-

I. Základní biometrické charakteristiky výzkumných ploch. Údaje vycházejí z měření v r. 1990, údaj označený pochází z r. 1987. Probrírka = 1,2; kontrola = 3, 4, 5 – Basic biometrical parameters of experimental plots based on data from the 1990 measurement. Data marked with asterisk * was measured in 1987. A list of parameters: plot area, tree density, mean $D_{1,3}$, mean tree height, stand basal area

Výzkumná plocha ¹ (č.)	1	2	3	4	5
Rozloha ² (m ²)	1597	598	398	276	379
Hustota ³ (počet stromů/ha ⁻¹)	1616	1321	2437	2644	2005
Střední výčetní tloušťka ⁴ (cm)	17,29	19,14	14,82	15,23	17,94
Střední výška ⁵ (m)	13,25	13,78	12,29	12,90	13,98
Kruhová výčetní základna ⁶ (m ² ·ha ⁻¹)	37,94	38,01	42,04	48,17	50,681

¹research area, ²acreage, ³density (tree number/ha), ⁴mean breast-height diameter, ⁵mean height, ⁶basal area

vého prostoru, který měly jednotlivé vzorníky k dispozici. Pro tento účel byl použit index kompetice (H e g y i, 1974)

$$Ci = \sum (Dj / Di) / Lij \quad (1)$$

II. Parametry vzorníkových stromů a skupin. Symboly: $D_{1,3}$ - výčetní tloušťka, H - výška stromu, L - délka koruny, G - kruhová výčetní základna, C - index kompetice - Parameters of tree individuals and sample groups (probrírka, kontrola, nadbrírka, nadkontrola). Key to the symbols: $D_{1,3}$ - diameter at breast height, H - tree height, L - crown length, G - basal area, C - competition index

		Strom ³ č.	$D_{1,3}$ (cm)	H (m)	L (m)	G (cm ²)	C
Úroveň ¹	Probrírka ⁴	1	19,95	15,85	8,50	312,6	2,40
		2	16,70	15,92	10,00	219,0	2,12
		3	20,35	17,79	11,99	325,3	1,68
		4	19,95	15,32	9,26	312,6	1,70
		5	19,35	14,43	10,01	294,1	1,48
	$\bar{x} \pm Sx$		19,26 $\pm$ 1,47	15,86 $\pm$ 1,23	9,96 $\pm$ 1,30	292,7 $\pm$ 42,6	1,88 $\pm$ 0,37
	Kontrola ⁵	6	17,95	15,73	6,45	253,1	3,12
		7	18,05	16,32	7,81	255,9	2,76
		8	17,00	16,51	9,16	227,0	2,35
		9	16,55	14,46	7,33	225,1	2,82
		10	16,05	14,21	7,25	202,3	2,46
	$\bar{x} \pm Sx$		17,12 $\pm$ 0,87	15,45 $\pm$ 1,06	7,60 $\pm$ 1,00	230,7 $\pm$ 23,4	2,70 $\pm$ 0,31
Nadúroveň ²	Probrírka ⁴	11	22,55	17,36	12,60	399,4	1,88
		12	18,00	15,64	9,65	254,5	2,00
		13	20,50	15,37	8,41	330,1	2,59
		14	18,80	18,60	9,12	277,6	2,33
		15	22,75	17,95	10,00	406,5	1,95
	$\bar{x} \pm Sx$		20,52 $\pm$ 2,14	16,98 $\pm$ 1,42	9,95 $\pm$ 1,59	333,6 $\pm$ 69,0	2,15 $\pm$ 0,39
	Kontrola ⁵	16	18,05	17,27	10,90	255,9	2,87
		17	15,25	15,01	6,92	182,7	3,08
		18	19,10	15,94	9,19	286,5	2,53
		19	17,95	16,64	8,51	253,1	2,51
		20	18,02	16,76	7,86	255,0	2,75
	$\bar{x} \pm Sx$		17,67 $\pm$ 1,43	16,32 $\pm$ 0,87	8,86 $\pm$ 1,43	246,6 $\pm$ 38,4	2,75 $\pm$ 0,24

¹middle canopy trees, ²dominant trees, ³tree, ⁴thinning, ⁵control

koruny. Druhá vybraná větev byla rozstříhána podle řádů větvení letorostů. Řádem 0 (nula) je kmen stromu, řád 1 mají osy větví nasedajících na kmen, každé další větvení je označeno řádem o 1 vyšším (tj. basipetální označení). Skupiny letorostů byly analogicky označeny a uloženy. Zbývající větve daného přeslenu byly odříznuty a uloženy dohromady. Také mezipslenové větve rostoucí mezi dvěma po sobě následujícími přeslensy byly odděleny a uloženy jako jeden vzorek. Metoda, použitá při destrukci koruny stromů na jednotlivé komponenty, byla v obecných rysech podobná postupu, který publikoval Čermák et al. (1990).

V laboratoři byly u vzorků odděleny jehlice od dřevnaté části letorostu (v práci dále označované jako skelet). Potom byly jak jehlice, tak skelet vysušeny do konstantní hmotnosti, která byla stanovena s přesností 0,01 g. Po zvážení všech vzorků byly pro jednotlivé vzorky vypočítány tyto charakteristiky:

1. celková suchá hmotnost jehlic větví každého přeslenu,
2. celková suchá hmotnost skeletu větví každého přeslenu,
3. celková suchá hmotnost jehlic větví každého mezipslenu,
4. celková suchá hmotnost skeletu větví každého mezipslenu,
5. absolutní a relativní podíly letorostů jednotlivých ročníků na celkové suché hmotnosti přeslenu, resp. mezipslenu,
6. absolutní a relativní podíly řádů větvení na celkové suché hmotnosti jehlic přeslenu.

Tyto charakteristiky byly vyneseny jako závisle proměnné relativní výšky koruny (tj. distribuční křivky). Báze koruny byla označena nulou (0 %), vrchol koruny byl považován za 100 %. Pro každý ročník letorostů a řád větvení byl vypočítán index olíštění Io :

$$Io = DNW / DSW \quad (2)$$

kde: DNW - suchá hmotnost jehlic daného ročníku nebo řádu větvení,

DSW - suchá hmotnost skeletu tohoto ročníku nebo řádu.

Dále byl pro jednotlivé řády větvení vypočítán index nosnosti Is definovaný jako

$$Is = [(DNW_{i+n} + DSW_{i+n}) + DNW_i] / DSW_i \quad (3)$$

kde: DNW_i , DSW_i - suché hmotnosti jehlic a skeletu letorostů nosného řádu větvení,
 DNW_{i+n} , DSW_{i+n} - suché hmotnosti nesených částí (tj. jehlic a skeletu všech letorostů řádu o 1 a více vyšších než i -tý řád).

Na základě údajů o projekční ploše (měřené fotoplametricky) a suché hmotnosti vzorku 100 jehlic z každého přeslenu byla ve vertikálním profilu koruny vypočítána specifická listová plocha jehlic (SLA). Pomocí SLA a vertikálních distribučních křivek DNW byla stanovena projekční plocha (FPA).

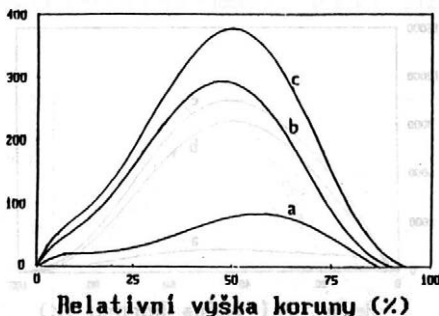
VÝSLEDKY

DISTRIBUCE SUCHÉ HMOTNOSTI JEHLIC (DNW)

Vertikální distribuce jsou pro sledované skupiny vzorků $probN\ddot{U}R$, $prob\ddot{U}R$, $kontN\ddot{U}R$ a $kont\ddot{U}R$ uvedeny na obr. 1 - 4. Jedná se o distribuci jehlic (a) mezipslenového větvení, (b) přeslenového větvení a (c) jehlic koruny celkem. Příkladový tvar a průběh křivek (jednovrcholová křivka, poloha maxima přibližně v 50 % relativní délky koruny) existují mezi skupinami výrazné rozdíly. Pro celkovou suchou hmotnost jehlic DNW byla nejvyšší hodnota maxima nalezena pro skupinu $probN\ddot{U}R$, a to 370 g.m^{-1} . Dále za sebou následovala maxima skupin $prob\ddot{U}R$ (285 g.m^{-1}), $kontN\ddot{U}R$ (242 g.m^{-1}) a $kont\ddot{U}R$ (225 g.m^{-1}). Ve všech těchto případech se maxima nacházela v 50 % relativní výšky koruny.

Pro maxima suché hmotnosti jehlic přeslenových větví platí velmi podobná relace. Nejvyšší hodnoty maxima bylo dosaženo v případě $probN\ddot{U}R$ (300 g.m^{-1}). Dále za sebou následovala maxima skupin v pořadí: $prob\ddot{U}R$ (240 g.m^{-1}), $kontN\ddot{U}R$ (185 g.m^{-1}) a $kont\ddot{U}R$ (170 g.m^{-1}). Také pro tyto distribuční křivky platí, že maxima byla nalezena v intervalu 40 až 50 % relativní výšky koruny.

$DNW \text{ (g/m)}$



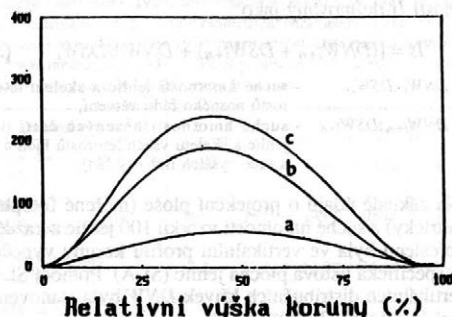
1. Vertikální distribuce suché hmotnosti (DNW) skupiny vzorků $probN\ddot{U}R$. Použité symboly: a - jehlice mezipslenových větví, b - jehlice přeslenových větví, c - jehlice koruny celkem. Relativní výška koruny: 100 % - vrchol, 0 % - báze koruny - Vertical distribution of dry needle weight (DNW) of the $probN\ddot{U}R$ tree group. Key to the symbols: a - needles of interwhorl branches, b - needles of whorl branches, c - needles of total crown. Relative crown height: 100 % - tree top, 0 % - crown bottom

$DNW \text{ (g/m)}$



2. Vertikální distribuce suché hmotnosti (DNW) skupiny vzorků $prob\ddot{U}R$. Použité zkratky a symboly obr. 1 - Vertical distribution of dry needle weight (DNW) of the $prob\ddot{U}R$ tree group. For symbols see Fig. 1

DNW (g/m)



3. Vertikální distribuce suché hmotnosti (DNW) skupiny vzorníků kontNÚR. Použité zkratky a symboly obr. 1 – Vertical distribution of dry needle weight (DNW) of the kontNÚR tree group. For symbols see Fig. 1

Distribuce jehlic internodálního větvení je ve skupině probNÚR a probÚR charakteristická posunem maximálních hodnot DNW směrem k vrcholu stromu, a to do relativní výšky koruny 60 až 65 %, zatímco v obou skupinách kontrolního porostu se maxima nacházejí v oblasti 50 % relativní výšky koruny. Absolutní hodnoty maxim distribučních funkcí byly 85 g.m⁻¹ (probNÚR), 50 g.m⁻¹ (probÚR a kontNÚR) a 38 g.m⁻¹ (kontÚR).

DISTRIBUCE PROJEKČNÍ PLOCHY JEHLIC (FPA)

Průběh distribučních funkcí FPA je ve sledovaných skupinách vzorníků podobný průběhu DNW, i když můžeme zaznamenat drobné odlišnosti (obr. 5 - 8). Jde především o to, že maximální hodnoty FPA se nacházejí níže v koruně (40 - 50 % relativní výšky koruny), nejníže byl nalezen extrém FPA přeslenových větví (FPA_{nod}) a celkové FPA (FPA_{tot}) skupiny kontNÚR (35 %). V absolutních hodnotách maxim FPA_{tot} za sebou skupi-

DNW (g/m)

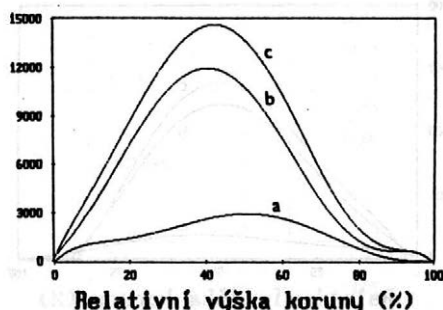


4. Vertikální distribuce suché hmotnosti (DNW) skupiny vzorníků kontÚR. Použité zkratky a symboly obr. 1 – Vertical distribution of dry needle weight (DNW) of the kontÚR tree group. For symbols see Fig. 1

ny následují v pořadí probNÚR (1,46 m².m⁻¹), kontNÚR (1,09 m².m⁻¹), probÚR (1,05 m².m⁻¹) a kontÚR (0,85 m².m⁻¹).

Pokud se týče distribuce FPA přeslenů (FPA_{nod}), je pořadí maxim probNÚR (1,29 m².m⁻¹), probÚR (0,94 m².m⁻¹), kontNÚR (0,85 m².m⁻¹) a kontÚR (0,66 m².m⁻¹). Nejvyšší hodnota maxima FPA_{int} pro jehlice mezipslenových větví byla zaznamenána ve skupině probNÚR (0,30 m².m⁻¹), nejmenší pak pro skupinu probÚR (0,15 m².m⁻¹). Obě kontrolní skupiny měly hodnotu maxima FPA_{int} přibližně stejnou, tj. 0,22 m².m⁻¹. Rozdíl v FPA_{tot} mezi stromy nadúrovňovými a úrovňovými (úrovňové představují 100 %) je výraznější v případě porostu probíraného (30,1 %) než v porostu kontrolním (8,5 %). Z celkových hodnot FPA pro jednotlivé skupiny vzorníků (tab. IV) je patrné, že se stromy různého sociálního postavení rostoucí v nesterétně hustých porostech výrazně liší, neboť dominují stromy nadúrovňové (předrůstavé).

FPA (cm²)

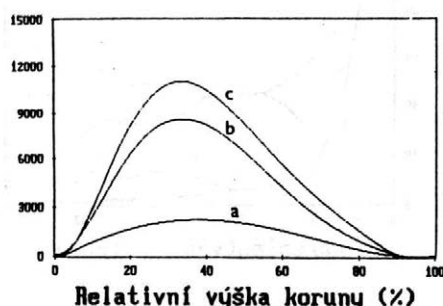


5. Vertikální distribuce čerstvé projekční plochy (FPA) skupiny vzorníků probNÚR. Použité symboly: a - jehlice mezipslenových větví, b - jehlice přeslenových větví, c - jehlice koruny celkem. Relativní výška koruny: 100 % - vrchol, 0 % - báze koruny – Vertical distribution of fresh projected area (FPA) of the probNÚR tree group. Key to the symbols: a - needles of interwhorl branches, b - needles of whorl branches, c - needles of total crown. Relative crown height: 100 % - tree top, 0 % - crown bottom

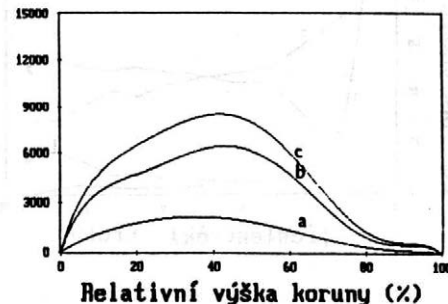
FPA (cm²)



6. Vertikální distribuce čerstvé projekční plochy (FPA) skupiny vzorníků probÚR. Použité zkratky a symboly obr. 5 – Vertical distribution of fresh projected area (FPA) of the probÚR tree group. For symbols see Fig. 5

FPA (cm²)

7. Vertikální distribuce čerstvé projekční plochy (FPA) skupiny vzorníků kontNÚR. Použité zkratky a symboly obr. 5 – Vertical distribution of fresh projected area (FPA) of the kontNÚR tree group. For symbols see Fig. 5

FPA (cm²)

8. Vertikální distribuce čerstvé projekční plochy (FPA) skupiny vzorníků kontÚR. Použité zkratky a symboly obr. 5 – Vertical distribution of fresh projected area (FPA) of the kontÚR tree group. For symbols see Fig. 5

ZASTOUPENÍ JEHLIC V ROČNÍCÍCH LETOROSTŮ A RÁDECH VĚTVENÍ

Porovnání nadúrovňových (NÚR) a úrovňových (ÚR) vzorníků přineslo zjištění, že nejmladší ročník jehlic hmotnostně převládá (DNW) v horní části koruny (přibližně v rozmezí 1. až 5. přeslenu) v obou skupinách (obr. 9 - 10). Dvouleté a tříleté letorosty ve studovaném porostu dosahují hodnot nejmladšího ročníku letorostů pouze v krátkém úseku koruny mezi 6. až 7. přeslenem. Zajímavé je, že v obou skupinách, počínaje přibližně polovinou koruny až po její bázi, si udržují nejvyšší zastoupení staré letorosty (čtyřleté).

Analýza zastoupení DNW jehlic v rádech větvení ukázala, že nejvíce biomasy nese 2. a 3. řád větvení, přičemž v horní části koruny převládá 2. řád a, počínaje 7. přeslenem až po bázi koruny, řád 3. Zastoupení DNW nesené 4. řádem větvení nedosahuje ani v nejnižších částech koruny 20 % celkové biomasy přeslenu (obr. 11 - 12).

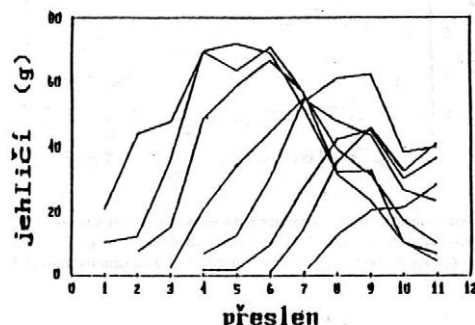
Index olistění (Io) v jednotlivých přeslenech koruny nadúrovňových a úrovňových stromů je pro ročníky letorostů zachycen na obr. 13 a 14, pro řády větvení na obr. 15 a 16. Letorosty staré jeden rok až pět let dosahují

v celé délce koruny vyšších hodnot Io v případě nadúrovňových vzorníků ve srovnání s úrovňovými. Letorosty starší mají hodnoty Io v odpovídajících částech koruny srovnatelné. V rádech větvení (obr. 15 - 16) jsou hodnoty Io v celém profilu koruny v obou skupinách (NÚR a ÚR) víceméně stejné. Také index podpory (Is) dosahuje ve stejných částech koronového profilu NÚR a ÚR srovnatelných hodnot pro jednotlivé řády větvení (obr. 17 - 18).

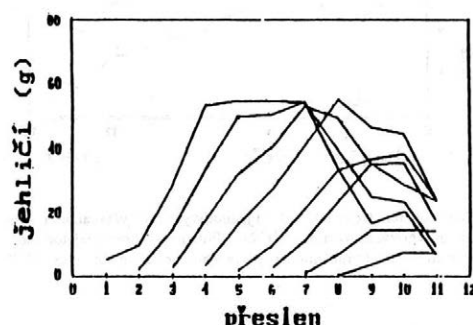
DISKUSE

DISTRIBUCE SUCHÉ HMOTNOSTI JEHLIC

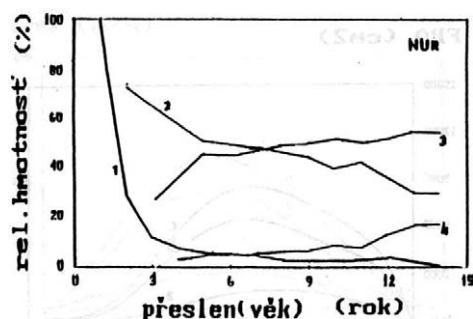
Podíl jehlic mezipřeslenového větvení na celkové průměrné suché hmotnosti jehlic činí pro jednotlivé skupiny 21,6 % (probNÚR), 16,1 % (probÚR), 24,4 % (kontNÚR) a 27,8 % (kontÚR). Tak vysoký podíl se považuje (Tešář, 1982) za ukazatel dobrého zdravotního stavu (vitality) stromu, neboť opadávání jehlic způsobené průmyslovými imisemi začíná zpravidla od středu koronového tělesa a týká se především mezipřeslenových větví. Na základě údajů z tab. III lze vyslovit hypotézu, že jedinci, kteří jsou ve svém výškovém a zejména stra-



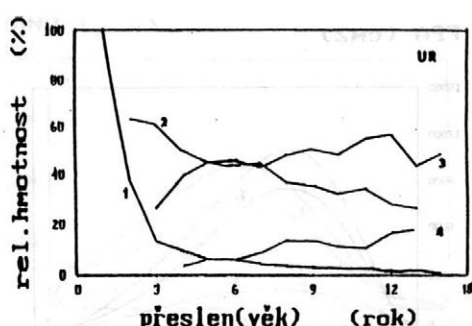
9. Distribuce hmotnosti jehličí (DNW) podle ročníků jehlic v přeslenech koruny skupiny nadúrovňových vzorníků (NÚR) – Distribution of DNW of subsequent needle generations in crown whorls of the group of dominant trees (NÚR)



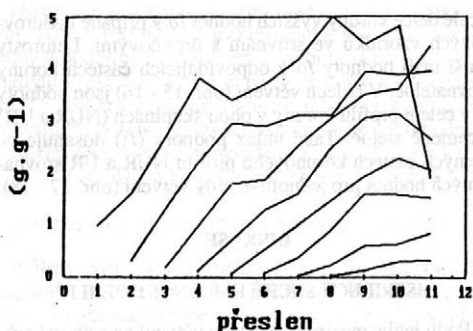
10. Distribuce hmotnosti jehličí (DNW) podle ročníků jehlic v přeslenech koruny skupiny úrovňových vzorníků (ÚR) – Distribution of DNW of subsequent needle generations in crown whorls of the group of middle canopy trees (ÚR)



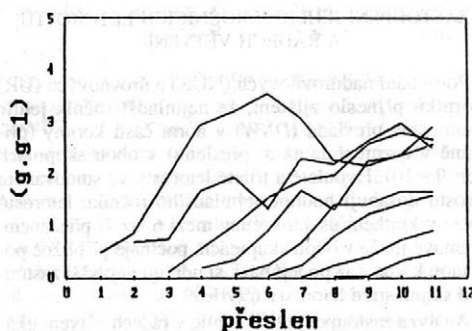
11. Relativní zastoupení suché hmotnosti jehlic nesené jednotlivými řádů větvení (1 až 4) ve vertikálním profilu nadúrovňových vzorníků (NÚR) – Relative proportion of dry needle weight supported with subsequent branching orders (1 to 4) within the vertical canopy profile of dominant trees (NÚR)



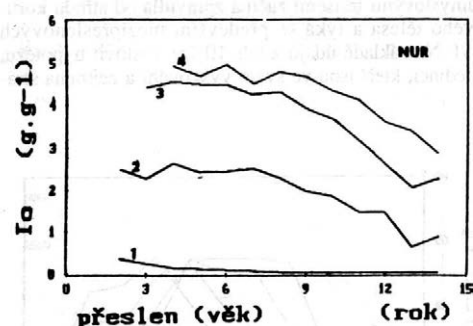
12. Relativní zastoupení suché hmotnosti jehlic nesené jednotlivými řádů větvení (1 až 4) ve vertikálním profilu úrovnňových vzorníků (ÚR) – Relative proportion of dry needle weight supported with subsequent branching orders (1 to 4) within the vertical canopy profile of middle canopy trees (ÚR)



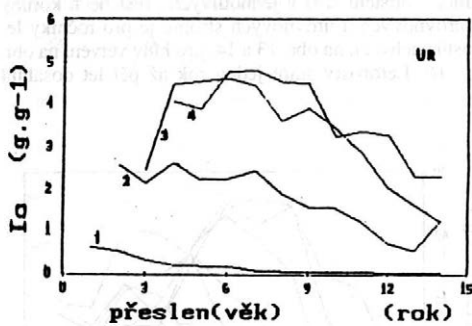
13. Index olístění (I_o) v jednotlivých ročnících letorostů pro přesleny nadúrovňových vzorníků (NÚR) – Foliage to shoot skeleton index (I_o) for subsequent shoot generations in whorls of dominant trees (NÚR)



14. Index olístění (I_o) v jednotlivých ročnících letorostů pro přesleny úrovnňových vzorníků (ÚR) – Foliage to shoot skeleton index (I_o) for subsequent shoot generations in whorls of middle canopy trees (ÚR)



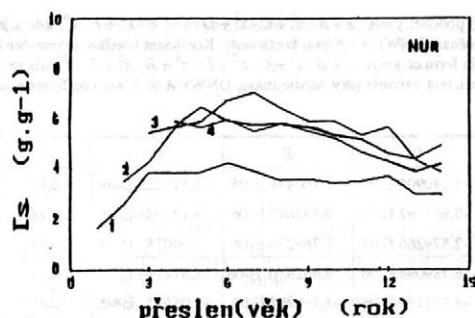
15. Index olístění (I_o) v letorostech jednotlivých řádů větvení pro přesleny nadúrovňových vzorníků (NÚR) – Foliage to shoot skeleton index (I_o) for subsequent branching orders in whorls of dominant trees (NÚR)



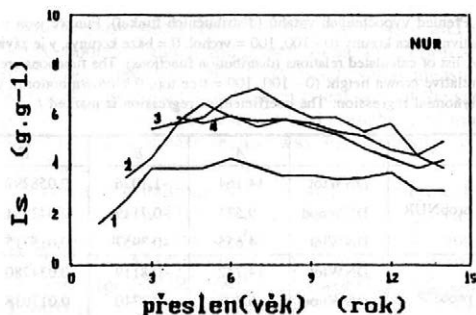
16. Index olístění (I_o) v letorostech jednotlivých řádů větvení pro přesleny úrovnňových vzorníků (ÚR) – Foliage to shoot skeleton index (I_o) for subsequent branching orders in whorls of middle canopy trees (ÚR)

novém růstu omezení okolními stromy, mají v přeslenových větvích méně jehlic ve srovnání s netisněnými jedinci. Tím se v koruně zvyšuje poměr mezi biomasou jehlic mezipřeslenového a přeslenového větvení, jak uka-

zuje tab. III. Lze se domnívat, že se tak děje na základě růstové strategie stromu, který při nedostatku prostoru pro rozvoj mohutných přeslenových větví vytváří více mezipřeslenových větví v místech, která jsou k dispozici,



17. Index podpory (I_s) v letorostech jednotlivých řádů větvení pro přesleny nadúrovňových vzorníků (NÚR) – Support index (I_s) of shoots of subsequent orders in whorls of dominant trees (NÚR)



18. Index podpory (I_s) v letorostech jednotlivých řádů větvení pro přesleny úrovňových vzorníků (ÚR) – Support index (I_s) of shoots of subsequent orders in whorls of middle canopy trees (ÚR)

III. Suchá hmotnost jehlic (DNW) a skeletu (DSW) pro jednotlivé skupiny vzorníků. Symboly: DNWint, DSWint - biomasa mezipřeslenových větví, DNWnod, DSWnod - biomasa přeslenových větví, DNWtot, DSWtot - celková biomasa, Int. - podíl biomasy mezipřeslenů na celkové biomase – Dry needle weight (DNW) and dry skeleton weight (DSW) for sample groups. Symbols: DNWint, DSWint - biomass of interwhorl branches, DNWnod, DSWnod - biomass of whorl branches, DNWtot, DSWtot - total biomass, Int. - relative proportion of interwhorl biomass in total biomass

	Jehlice ¹				Skelet větví ²			
	DNWint (kg)	DNWnod (kg)	DNWtot (kg)	Int. (%)	DSWint (kg)	DSWnod (kg)	DSWtot (kg)	Int. (%)
probNÚR	3,8	13,8	17,6	21,6	2,1	13,0	15,1	14,0
probÚR	2,2	11,5	13,7	16,1	3,9	14,7	18,6	20,9
kontNÚR	3,1	9,6	12,7	24,4	2,1	8,9	11,0	19,5
kontÚR	3,2	8,3	11,5	27,8	2,7	8,8	11,5	23,5

¹needles, ²branch skeleton

tj. mezi jednotlivými přesleny. Tuto hypotézu však bude třeba dále ověřit. Důležitým aspektem dalšího studia korun smrků je do budoucna zjištění úlohy, jakou má v korunovém tělese mezipřeslenové větvení, resp. jak se mezipřeslenové větvení podílí na všech funkcích koruny. Již dnes lze předpokládat některé odlišnosti, neboť mezipřeslenové větve mají proti přeslenovým rozdílné biometrické parametry (délka, typ větvení, výškový úhel) a rozdílné uspořádání v rámci koruny.

Celková průměrná suchá hmotnost jehličí nalezená pro jednotlivé skupiny vzorníků (tab. III) je srovnatelná s údaji udávanými našimi autory pro smrk ztepilý přibližně stejného věku. Tesář (1982) udává pro 22 - 33leté jedince hodnoty 15,7 - 16,5 kg (nadúrovňové stromy) a 5,8 - 12,1 kg (úrovňové stromy). Také hodnoty našich dřívějších zjištění (14,5 kg pro 35leté nadúrovňové stromy, 12,4 kg pro 35leté úrovňové stromy (Barták et al., 1993) jsou v souladu s výsledky této práce. Hodnoty udávané Černým (1990), který zjišťoval biomasu jehličí 57letých jedinců (11,7 kg - průměrná hodnota pro porost), rovněž podporují výsledky této práce. Vyskot (1981) udává ve srovnání s našimi výsledky poněkud odlišné hodnoty suché hmotnosti jehlic koruny 24letých vzorníků smrků, a to 20,0 kg pro nadúrovňové stromy (kategorie I) a 2,4 kg pro stromy úrovňové (kategorie II). Tyto rozdíly lze vysvětlit odlišnými metodikami výběru vzorníků a získávání základních biometrických údajů.

DISTRIBUCE ČERSTVÉ PROJEKČNÍ PLOCHY JEHLIC (FPA)

Rozdíly v celkové průměrné FPA jsou daleko výraznější, porovnáme-li skupiny probNÚR a probÚR

(33,7 %), než skupiny kontrolního porostu kontNÚR a kontÚR (8,5 %) - tab. IV. Potvrzuje se, že hustota porostu výrazně ovlivňuje jak celkovou DNW, tak FPA, neboť ani nadúrovňový jedinec skupiny kontrolního porostu (kontNÚR) nedosáhl hodnoty celkové DNW a FPA úrovňových stromů probíraného porostu. Kromě diskutovaného růstového prostoru může být v případě celkové FPA další příčinou rozdílu mezi stromy různého sociálního postavení také variabilita specifické listové plochy jehlic (SLA) uvnitř koruny i mezi jednotlivými stromy různě hustých porostů. Pro smrk ztepilý byla variabilita SLA terénními měřeními mnohokrát potvrzena (např. Hager, Sterba, 1985).

Podíl jehlic mezipřeslenového větvení na FPA koruny je nejvýraznější v obou kontrolních skupinách, a to 23,6 % (kontNÚR) a 24,4 % (kontÚR), což odpovídá analogickým podílům DNWint a celkové biomasy jehlic koruny DNWtot. Příčina posunu maxima distribuce FPAint skupin kontNÚR a kontÚR do nižších částí koruny (38, resp. 36 % relativní výšky koruny) proti skupinám probíraného porostu (obr. 5 - 8) je zatím neznámá. Patrně bude souviset s rozdílnou aklimatizací jehlic sledovaných skupin stromů na intenzitu slunečního záření,

IV. Čerstvá střední projekční plocha jehlic skupin vzorníků – Mean fresh projected area (FPA) of needles of sample tree groups. FPAint - whorls, FPAint - interwhorls, FPAtot - total

	probNÚR	probÚR	kontNÚR	kontÚR
FPAint (m ²)	57,67	48,18	39,56	35,86
FPAint (m ²)	15,55	8,35	12,13	11,56
FPAtot (m ²)	73,23	56,27	51,47	47,43

V. Přehled vypočtených vztahů (distribučních funkcí). Funkce jsou v obecné podobě: $y = A \cdot x + B \cdot x^2 + C \cdot x^3 + D \cdot x^4 + E \cdot x^5 + F \cdot x^6$, kde x je relativní délka koruny (0 - 100, 100 = vrchol, 0 = báze koruny), y je závisle proměnná (DNW), $A - F$ jsou koeficienty. Koeficient korelace je označen I - A list of calculated relations (distribution functions). The functions are given in form of $y = A \cdot x + B \cdot x^2 + C \cdot x^3 + D \cdot x^4 + E \cdot x^5 + F \cdot x^6$, where x is relative crown height (0 - 100, 100 = tree top, 0 = crown bottom), y is dependent variable (dry needle mass, DNW), A to F are coefficients of polynomial regression. The coefficient of regression is marked I

		A	B	C	D	E	F	I
probNÚR	DNWtot	14,164	-1,1076	0,058292	-1,240905 E-03	1,106498 E-05	-3,519228 E-08	0,83
	DNWnod	9,531	-0,7149	0,042731	-9,863762 E-04	9,333042 E-06	-3,123084 E-08	0,78
	DNWint	4,655	-0,3957	0,015715	-2,579266 E-04	1,766276 E-06	-4,09075 E-08	0,75
probÚR	DNWtot	14,742	-0,8119	0,034780	-6,789094 E-06	5,652950 E-06	-1,674196 E-08	0,71
	DNWnod	6,798	-0,2740	0,017038	-3,921198 E-04	-3,460792 E-04	-1,03672 E-08	0,67
	DNWint	2,123	-0,1390	5,250783 E-03	-9,052347 E-05	6,857570 E-07	-1,881549 E-09	0,65
kontNÚR	DNWtot	-0,933	0,8211	-0,029149	4,362129 E-04	-3,262793 E-06	1,003706 E-08	0,92
	DNWnod	1,150	0,3965	-0,011508	1,081046 E-04	-3,654272 E-07	2,699192 E-10	0,89
	DNWint	0,935	0,0513	-1,289043 E-03	6,827282 E-06			0,71
kontÚR	DNWtot	16,729	-1,2377	0,052371	-1,028731 E-03	9,017010 E-06	-2,8964 E-08	0,82
	DNWnod	13,916	-1,1081	0,046930	-9,126337 E-04	7,944316 E-06	-2,542078 E-08	0,78
	DNWint	2,863	-0,1315	5,446269 E-03	-1,15373 E-04	1,061177 E-06	-3,49229 E-09	0,78

neboť maxima distribucí FPAint se nacházejí v různých osluněných místech vertikálního profilu koronové vrstvy porostu. Vyloučit nelze ani chybu vzniklou při prokládání statisticky ideálních křivek shlukem bodů.

ZASTOUPENÍ JEHLIC V ROČNÍCÍCH LETOROSTŮ A ŘÁDECH VĚTVENÍ

Tato problematika byla předmětem dřívějších prací (Barták, 1991; Dvořák, 1991), proto se omezíme pouze na krátké shrnutí. Z hlediska rozložení biomasy jehlic a některých strukturních parametrů je důležitým bodem polovina koruny (tj. 6. - 7. přeslen), kde dochází k nejvýraznějším změnám parametrů: 1. Většina zjištěných distribučních křivek kulminuje právě v polovině koruny. 2. Druhý řád větvení, který nese nejvíce biomasy jehlic v horní polovině koruny, je zde nahrazen 3. řádem větvení. 3. Dominantní letošní ročník jehlic, který je nejvíce fyziologicky aktivní a z hlediska produktivity stromu velmi důležitý, je zde nahrazen ročníky staršími. Tato zjištění jsou přirozeně platná pouze pro sledovaný porost a je na dalších studiích, aby potvrdily či vyvrátily jejich všeobecnou platnost.

K důležitým poznatkům této práce patří fakt, že index nosnosti I_0 se ve vertikálním profilu koruny liší, porovnávalme-li nejmladších pět ročníků letorostů mezi nadúrovňovými a úrovňovými stromy, přestože stejný parametr (I_0) se výrazně neodlišuje, je-li porovnáván v rámci řádů větvení (obr. 13 - 16).

ZÁVĚR

V práci jsou prezentovány vertikální distribuční křivky suché hmotnosti a čerstvé projekční plochy jehlic koruny nadúrovňových a úrovňových stromů dvou různých hustých porostů. Sledované skupiny se navzájem lišily jak hodnotou maxima distribuční funkce, tak celkovou biomasou jehlic, resp. celkovou projekční plochou. Nejvyšších hodnot dosahovaly nadúrovňové vzorníky z probíraného porostu, nejnižších stromy úrovňové porostu kontrolního. Práce ukazuje na vysoký podíl jehlic mezipřeslenového větvení (přibližně 20 %) na celkových

hodnotách biomasy a plochy jehlic. Zároveň přináší údaje o některých charakteristických strukturních koruny (index olistění, zastoupení biomasy ročníků letorostů a letorostů jednotlivých řádů větvení) a jejich proměnlivosti ve vertikálním profilu koruny smrku.

Poděkování

Autoři děkují kolektivu pracovníků Oddělení produkční ekologie lesních dřevin ÚSEB ČSAV Brno za všestrannou pomoc poskytnutou zejména při sběru základních dat v terénu a zpracování vzorků v laboratorii. Publikace vznikla v rámci kandidátské disertační práce, zpracovávané M. Bartákem v době jeho působení v ÚSEB ČSAV Brno. Autoři děkují za podporu ze strany ÚSEB ČSAV.

Literatura

- BARTÁK, M.: Distribuce jehličí v koruně smrku ztepilého. Analýza podle řádů větvení. Sborník Studium produkce porostů lesních dřevin. Bílý Kříž, 1991 : 40-43.
- BARTÁK, M. - HUDCOVÁ, L. - DVOŘÁK, V. Productional activity of mountain cultivated Norway spruce under the impact of air pollution. III. Foliage distribution within upper and middle canopy trees. Ekológia (Bratislava), 12, 1993 : 3-13.
- CAMPBELL, G. S. - NORMAN, J. M.: The description and measurement of plant canopy structure. In: RUSSELL, G. - JARVIS, P. G. - MARSHALL, S. (eds.): Plant canopies: their growth, form and function. 1987 : 1-27.
- ČERMÁK, J. - JANÍČEK, R. - TESAŘ, V. - OSZLÁNYI, J.: Stanovení distribuce jehličí v korunách vzrostlých smrků. VŠZ Brno, 1990 : 30.
- ČERNÝ, M.: Biomass of *Picea abies* (L.) Karst. in Midwestern Bohemia. Scan. J. For. Res., 1990, č. 5 : 83-96.
- DVOŘÁK, V.: Distribuce jehličí v koruně smrku ztepilého. Analýza podle věku. Sborník Studium produkce porostů lesních dřevin. Bílý Kříž, 1991 : 36-39.
- HAGER, H. - STERBA, H.: Specific leaf area and needle weight of Norway spruce (*Picea abies*) in stands of different densities. Scan. J. For. Res., 15, 1985 : 389-392.
- HEGYI, F.: A simulation model for managing jack-pine stands. In: FREIS, J. (ed.): Growth models for tree and stand simulation. Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, 1974 : 74-90.
- KRATOCHVÍLOVÁ, I. - JANOUŠ, D. - MAREK, M. - BARTÁK, M. - ŘÍHA, L.: Production activity of mountain cultivated Norway spruce stands under the impact of air pollution. I. General description of problems. Ekológia (ČSSR), 1989 : 407-419.

TESAŘ, V.: Hmotnost asimilačního ústrojí mladého smrku odlišovaného působením imisí. *Práce VÚLHM*, 61, 1982 : 77-92.
VYSKOT, M.: Biomass of the tree layer of a spruce forest in the Bohemian Uplands. *Praha, Academia* 1981 : 400.

Došlo 5. 1. 1993

BARTÁK, M. - DVOŘÁK, V. - HUDCOVÁ, L. (Faculty of Science of the Masaryk University, Brno; Institute of Systematic and Ecological Biology, Brno): *Distribution of needle biomass within canopy of Norway spruce stand. Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (7) : 273-281.

The present paper deals with estimation of vertical distributions of dry needle mass (DNW) and fresh projected area (FPA) of needles as well as some other structural parameters within Norway spruce canopy. Four tree sample groups from two stands differing in density were used for that purpose: 1. dominant trees of moderately thinned stand (marked as probNÚR in the text), 2. middle canopy trees of moderately thinned stand (probÚR), 3. dominant trees of control stand (kontNÚR), 4. middle canopy trees of control stand (kontÚR). Each group consisted of five individuals, the parameters of which are shown in Tab. II. Tree samples were destroyed *per partes* starting from tree top and basic phytometrical data of cut sections were recorded.

Two sample branches were divided into 1. shoot generation classes, 2. order of branching classes in each

whorl to show proportions of differently aged and ordered shoots in branch and crown totals. Projection area of randomly taken sample of 100 needles was measured with a photoplanimeter and specific leaf area of the sample was calculated. The rest of whorl branches and interwhorl branches of each section was then routinely oven-dried and DNW was measured.

Vertical distributions of DNW and FPA were calculated as shown in Figs. 1-8. Tree sample groups varied both in maximum value of distribution and total value of DNW, FPA. Maximum of DNW was found to be 370 g.m^{-1} (probNÚR), 285 g.m^{-1} (probÚR), 242 g.m^{-1} (kontNÚR) and 225 g.m^{-1} (kontÚR). The value of mean total DNW of the studied groups was found highest in probNÚR (17.6 kg), followed by probÚR (13.7 kg), kontNÚR (12.7 kg), kontÚR (11.5 kg). Interwhorl branches contributed by a relatively high portion to the total DNW (16.1 - 27.8 %), which was assumed to be an indicator of vigorous trees. Distributions of FPA for the tree groups were similarly shaped like the DNW curves (see Figs. 5-8). Maximum values of FPA were found lower in the canopy (by 10 % of relative crown height) in comparison with DNW maxima.

Analysis of needle contribution to differently ordered parts of branches resulted in a finding that order 2 shoots were found to be supporters of a dominant amount of foliage in the upper canopy part. Order 3 shoots support a dominant amount of foliage in the lower canopy. In this respect, no significant differences were found between tree sample groups from thinned stand and control.

Kontaktní adresa:

Ing. Miloš Barták, CSc., Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Kolokvium na téma pěstování exot v lesích Německa se konalo na počest prof. dr. H. S a c h s s e při jeho odchodu z aktivní služby na univerzitě v Göttingách. Referuje o něm B. W a g n e r o v á a S. P e t e r s z této univerzity. Při pěstování exot se musí splnit sedm kritérií, pokud se tyto dřeviny mají pěstovat velkoplošně. Exotický druh musí být 1. přizpůsoben stanovišti, 2. přinášet zlepšení půdy, 3. nesmí šířit žádné choroby, 4. nesmí být citlivý na škody, 5. musí se nechat mísit s jinými dřevinami, 6. přirozeně se zmlazovat, 7. umožňovat rozmanitou strukturu lesa. Tomuto ekologickému fit-in v plném rozsahu vyhovuje pouze douglaska; přitom jednotlivé provenience jsou vhodné v různé míře. Z toho důvodu Zemská lesní správa v Dolním Sasku usiluje dlouhodobě o desetiprocentní zastoupení této dřeviny. Proto zůstává pěstování douglasky omezeno na stanoviště, pro něž se domácí druhy nedoporučují. K jiným vyzkoušeným exotům patří japonský modřín (*Larix leptolepis* Gord.), dub červený (*Quercus rubra* L.), jedle obrovská (*Abies grandis* Lindl.), borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.), jedle vznešená (*Abies procera* Rehd.), zerav obrovský (*Thuja plicata* D. Don), střemcha pozdní (*Prunus serotina* Ehrh.). Tyto dřeviny se mají z různých důvodů z pěstování vyloučit nebo by se měly pěstovat prozatím ve zdrženlivé míře, protože o nich scházejí určité znalosti. Z hlediska ochrany přírody je také většina otázek stále otevřených. Pěstování exot se na kolokviu posuzovalo také z hlediska aspektů technologie dřeva. Uvádí se, že v SRN produkované řezivo jedle vznešené není o nic horší než řezivo smrku ztepilého a jedle bělokory. Na kolokviu byly podány informace o marketingu uvedených dřevin. Otázky pěstování exot nemohou být zodpovězeny výlučně a plně jednou disciplínou, protože zde jsou spojeny aspekty nejen přírodovědecké a ekonomické, ale také psychologické a filozofické. - (*Allgemeine Forstzeitschrift*, 1993, č. 11, s. 526-530, M. P a g a e ů)

TESTOVÁNÍ VITALITY SAZENIC BEZ POKUSNÉ VÝSADBY

O. Sereda¹, M. Macharáček²

¹Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

²Školní lesní podnik LF VŠZ Brno, 664 01 Břilovice nad Svitavou

Pomocí testovacích hodnot vitality sazenic ověřených měřením ztrát z pokusné výsadby se odvodí výpočet pravděpodobné testy jiných druhů listnatých i jehličnatých dřevin. Porovnáním s rámcovými hodnotami testů ověřených druhů se usuzuje na souhrnnou vitalitu nově měřených souborů a dopočítají se limitní údaje pro třídění podle náročnosti stanoviště. Metoda byla kontrolována pomocí známých testů *Y* a *I* smruku, borovice, dubu, buku a jeřábu a vyzkoušena na 19 druzích vrby, na olši, dubu a buku. Bylo zjištěno, že početní způsob mírně nadsazuje (o asi 7 %) ve prospěch příznivých stanovišť.

vitalita sazenic; testování vitality; početní odvození testů

V odborném tisku bylo již několik článků o možnostech testování vitality sadebního materiálu elektronickými způsoby (Macharáček, Sereda, 1984; Sereda, Macharáček, 1990a; Sereda, 1990b; Sereda, Macharáček, 1990c.) Byly vyvinuty, vyzkoušeny a prakticky aplikovány dva způsoby kontroly vitality; oba spočívají v nepřímém měření vodního potenciálu pletiv sazenic. Jak je známo, ukazatel *Y* je indexovým údajem elektrické vodivosti měřené mezi dvěma jemnými hroty vbodnutými na hloubku 1 mm ve vzdálenosti 9 mm do krčku sazenice. Naproti tomu ukazatel *I* spočívá v registraci změny jakosti indukčního členu vysokofrekvenčního oscilátoru přiblížením rostlinné části k plošné cívké obvodu. Změna výkonu rozložovaného oscilátoru se projeví poklesem jeho proudu, který se měří v mikroampérech. Proudový údaj je pak měrou vodivosti zkoumaného objektu v nepřímé závislosti, neboť nižší proud oscilátoru odpovídá vyšší elektrolytické vodivosti a tedy i vyššímu vodnímu potenciálu.

Oba ukazatele jsou závislé jistou měrou na hmotnosti, resp. geometrii sazenice; z toho plyne, že jsou indexy komplexními. Je bezesporu zajímavé, že tato závislost je podstatně těsnější u sazenic s turgescenčními pletivy ($r = \pm 0,84$), zatímco u materiálu s nízkou vitalitou a poškozeného např. i špatným skladováním je výrazně nižší - $r = \pm 0,32$.

Jiným zajímavým zjištěním je skutečnost, že listnaté sazenice mají vyšší testy *Y* proti jehličnatým, což značí větší vodní potenciál jejich krčků. Testy *I* však mají zřetelně nižší, tj. vyšší hodnoty proudu *I*. Je to vysvětlitelné větší komplexností tohoto ukazatele. Pole snímáček cívkou oscilátoru je totiž ovlivňováno nejen stavem pletiv krčku sazenice, ale i celou její hmotou, tj. nadzemní a podzemní částí. Sazenice listnaté jsou před výsadbou na rozdíl od jehličnatých dřevin bez plně vyvinutých asimilačních orgánů a proto jsou u nich naměřeny relativně nižší testy *I* (např. tab. V).

MOŽNOSTI URČENÍ TESTŮ *Y* A *I* BEZ POKUSNÉ VÝSADBY

Na základě nadějných výsledků z testování vitality jehličnatých sazenic bylo přikročeno k obdobným stu-

diím také u listnatého materiálu. V průběhu roku 1984 byly vykonány přípravné práce, během nichž bylo proměřeno 518 sazenic listnatých dřevin, a to 80 sazenic olše, 100 buku, 78 dubu a 19 druhů vrby v celkovém počtu 260 vzorků. Výsadba proběhla v období od 11. 4. do 15. 6. 1984. Před výsadbou byla u všech vzorků změněna ve dvou na sebe kolmých průměrech tloušťka krčku a test *Y* a *I* popsáným způsobem (Macharáček, Sereda, 1984). V případě vrby nešlo o zakořeněné jedince, ale o čerstvě odřezané prýty, které byly zbytky vzorků původně dodaných pro měření mechanických charakteristik jejich různých druhů. (Byla zjišťována pevnost v ohybu a modul pružnosti čerstvých a vyschlých prýtů pro účely košíkářství.)

Použitý sadební materiál:

1. Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), třiletá sazenice zaškolovaná jako jednoletka (1/2), původ Břilovice nad Svitavou, vegetační lesní stupeň 2 - bukodubový.
2. Dub letní (*Quercus robur* L.), dvouletá sazenice s podřezáním kořenů po prvním vegetačním období (1/1), původ Rajhrad, vegetační stupeň 1 - dubový.
3. Olše lepkavá [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. - Bas.], dvouletý semenáček (2/0), původ Sokolnice, vegetační lesní stupeň 1 - dubový.
4. Vrba - rod (*Salix* L.) s klony podle tab. IV.

Naměřené testy *Y* a *I*, průměry krčků *D* a data výsadby jsou shrnuty v tab. I - IV. Shodou nepříznivých okolností nemohla být pokusná výsadba obvyklým způsobem a v termínech vyhodnocena po stránce míry ztrát ve vztahu k naměřeným testům. To vedlo k tomu, že zjištěná testovací data byla využita pro hledání empirické závislosti mezi průměrnými hodnotami a jejich pravděpodobnými mírami pro stanovení hranice použitelnosti pro výsadbu v nepříznivých podmínkách.

Srovnávací studií, při níž bylo použito výsledků z dříve vyhodnocovaných souborů jak jehličnatých, tak

I. Testy vitality pokusné výsadby buku - Survival tests of beech experimental planting

Datum výsadby ¹	20. 4. 1984	4. 5. 1984	18. 5. 1984	4. 6. 1984	15. 6. 1984	Průměrně ²
<i>Y</i>	0,50	0,58	0,68	0,63	0,55	0,60
<i>Y_m</i>	0,95	1,03	0,87	1,19	0,95	0,98
<i>Y_n</i>	0,10	0,10	0,38	0,11	0,10	0,20
<i>I</i>	51,60	50,70	49,40	50,00	51,00	50,70
<i>I_m</i>	46,00	45,00	47,00	43,00	46,00	45,20
<i>I_n</i>	57,00	57,00	53,10	56,50	58,00	56,70
<i>D</i> (mm)	6,00	4,80	4,40	4,90	4,20	4,90
<i>N</i>	20	20	20	20	20	20
Σ	100					

¹date of planting, ²on average

II. Testy vitality pokusné výsadby dubu – Survival tests of oak experimental planting

Datum výsadby ¹	20. 4. 1984	4. 5. 1984	18. 5. 1984	4. 6. 1984	Průměrně ²
Y	1,18	1,34	1,42	1,49	1,36
Y _M	2,17	2,86	2,38	2,08	2,37
Y _m	0,38	0,28	0,47	0,59	0,43
T	43,10	41,10	40,20	39,20	40,90
I _m	30,70	22,10	28,10	31,80	28,20
I _M	53,10	54,40	52,00	50,50	52,50
D (mm)	11,70	10,60	12,40	11,20	11,50
N	20	20	20	18	19,50
Σ	78				

For 1 - 2 see Tab. I

III. Testy vitality pokusné výsadby olše – Survival tests of alder experimental planting

Datum výsadby ¹	11. 4. 1984	4. 5. 1984	18. 5. 1984	4. 6. 1984	Průměrně ²
Y	1,44	0,91	1,36	1,12	1,27
Y _M	2,06	1,35	1,28	1,67	1,62
Y _m	0,93	0,55	0,80	0,55	0,76
T	40,90	46,60	45,10	43,80	41,90
I _m	34,50	41,00	41,00	36,50	38,00
I _M	47,00	54,00	47,90	51,00	50,30
D (mm)	-	3,60	4,00	3,60	3,70
N	20	20	20	20	20
Σ	80				

For 1 - 2 see Tab. I

IV. Testy vitality pokusné výsadby vrby – Survival tests of willow experimental planting

Salix	N	D (mm)	Datum výsadby ²	Y	Y _M	Y _m	T	I _m	I _M
mas	15	9,4	5. 6. 1984	0,95	2,63	0,45	46,0	24,9	52,3
melanostachis	15	7,2	5. 6. 1984	1,43	3,13	0,95	40,0	18,7	46,0
muscina	15	9,3	5. 6. 1984	1,53	4,17	0,59	38,7	5,6	50,5
purpurea	13	8,8	15. 6. 1984	0,91	1,47	0,34	46,5	37,7	53,6
viminalis	10	8,7	15. 6. 1984	1,28	1,61	0,91	41,9	37,7	46,5
elbursensis	15	8,7	15. 6. 1984	0,94	1,39	0,54	46,1	40,5	51,1
apendiculata	17	6,9	15. 6. 1984	0,58	1,47	0,10	50,7	39,5	56,6
acutifolia	15	8,2	15. 6. 1984	1,25	1,79	0,95	42,2	35,5	46,0
americana	13	8,2	15. 6. 1984	1,18	1,67	0,87	43,1	37,0	47,0
monticola	15	8,0	15. 6. 1984	0,66	1,56	0,13	49,6	38,4	56,3
incana	15	7,6	15. 6. 1984	1,04	1,56	0,83	44,8	38,4	47,5
sach. sekka	15	8,2	15. 6. 1984	0,53	1,67	0,18	51,3	37,0	55,6
irrorata	15	6,8	15. 6. 1984	1,04	2,00	0,50	44,9	32,8	51,6
silesiaca	13	8,1	15. 6. 1984	0,59	1,14	0,10	50,6	42,6	56,6
aurita	15	6,5	15. 6. 1984	0,47	1,79	0,10	52,0	35,5	56,6
songarica	15	5,8	15. 6. 1984	1,37	2,08	0,74	40,7	31,8	48,6
taraconensis	13	3,4	15. 6. 1984	0,91	1,85	0,15	46,5	34,7	56,0
hookeriana	8	5,0	15. 6. 1984	0,57	2,17	0,10	50,7	30,7	56,6
discolor	8	4,0	15. 6. 1984	0,91	1,92	0,10	46,5	33,8	56,6
Průměry ¹	13	7,3	-	0,95	1,95	0,45	45,9	33,5	52,2
Σ	260								

¹averages, ²date of planting

listnatých sazenic (tab. V), byl tento vztah nalezen pro test Y ve tvaru

$$Y_p = (Y + Y_M) \cdot 0,55 \quad (1)$$

a pro test I

$$I_p = (T + I_M) \cdot 0,45 \quad (2)$$

Kromě toho byla hledána závislost mezi testy Y a I, která je pro listnaté sazenice

$$I = 59,7 - 12,53 \cdot Y \quad (3)$$

kde: Y, T - aritmetický průměr testu Y a I celého souboru,
Y_M, I_M - aritmetický průměr maximálních skupin (časových etap výsadby), do nichž je soubor rozdělen. Soubor 100 sazenic je např. rozdělen do pěti skupin po

20 členech. Y je průměrná hodnota testu všech 100 sazenic, Y_M je aritmetický průměr maximálních hodnot zjištěných v každé dvacetičlenné skupině - etapě.

Rámcové hodnoty testů vitality jehličnatých a listnatých sazenic ověřené pokusnými výsadbami jsou obsaženy v tab. V, kde se uvádějí i relace intervalu testů pro příznivá stanoviště. Spodní hranice (Y_m a I_m) jsou pravděpodobné hodnoty nenadějných jedinců. Přesto se ale doporučuje na příznivém stanovišti vysázet veškerý materiál (tedy i s podlimitními testy), byl-li jinak pečlivě ošetřován a nemá známky hrubého poškození.

Testy určené výpočtem pomocí rovnic (1) a (2) sazenic neověřovaných pokusnou výsadbou jsou sestaveny v tab. VI, kde jsou rovněž procenticky porovnány s limi-

Určení ¹	Nepříznivé stanoviště ²		Příznivé stanoviště ³			
Dřevina ⁴	Y	I	Y	$\frac{Y_m}{Y_M}$	I	$\frac{I_m}{I_M}$
Jehličnaté ⁵	> 1,00	< 40,2	1,00 - 0,54	0,54	40,2 - 49,0	0,82
Listnaté ⁶	> 1,80	< 44,0	1,80 - 1,50	0,83	44,0 - 53,0	0,83

¹determination, ²site with bad conditions, ³site with good conditions, ⁴tree species, ⁵coniferous, ⁶broadleaved

VI. Základní testovací hodnoty některých listnatých dřevin stanovené výpočtem – Basic test values of some broadleaved species determined by calculations

Dřevina ¹	Y_p	Diference ² (%)	I_p	Diference ² (%)	Zařazení ³	Σ %
Vrba ⁴	1,60	-11,1	35,7	+18,9	náročné stanoviště ⁸	+7,8
Olše ⁵	1,59	-11,7	36,0	+18,2	náročné stanoviště ⁸	+6,5
Dub ⁶	2,05	+13,9	31,1	+29,3	náročné stanoviště ⁸	+43,2
Buk ⁷	0,87	-51,7	43,2	+1,8	příznivé stanoviště ⁹	-49,9

¹tree species, ²difference, ³classification, ⁴willow, ⁵alder, ⁶oak, ⁷beech, ⁸site with high requirements, ⁹site with good conditions

VII. Výpočtové hodnoty testů pro třídění sazenic podle náročnosti stanoviště – Calculated values of tests for plant classification according to site requirements

Určení ¹	Nepříznivé stanoviště ²		Příznivé stanoviště ³	
Dřevina ⁴	Y	I	Y	I
Vrba ⁵	> 1,60	< 35,7	1,60 - 1,33	35,7 - 43,0
Olše ⁶	> 1,59	< 36,0	1,59 - 1,32	36,0 - 43,4
Dub ⁷	> 2,05	< 31,1	2,05 - 1,70	31,1 - 37,5
Buk ⁸	-	-	0,87 - 0,72	43,2 - 52,0

¹determination, ²site with bad conditions, ³site with good conditions, ⁴tree species, ⁵willow, ⁶alder, ⁷oak, ⁸beech

ty podle tab. V. Zde jde o spodní hranice obou skupin, tj. jehličnatých i listnatých dřevin. Údaje slouží pro kontrolu platnosti výpočtených testovacích hodnot. Z výsledků v tab. VI je zřejmé, že ze zkoumaných souborů vyhověly tři, tj. vrba, olše a dub. U vrby a olše jsou sice poněkud nižší testy Y (vodní potenciál krčku), ale zato jsou nadlimitní testy I charakterizující globální celkovou zdravotnost jedince. Sazenice dubu pak vyhověly nadlimitně v obou ukazatelích. Naproti tomu soubor buku byl výrazně podlimitní a v sumárním hodnocení je použitelný pouze na příznivém stanovišti.

Výsledkem studie je definitivní tab. VII pro nastavování hodnot normálů na testovacích přístrojích. Spodní hranice na příznivém stanovišti jsou počítány pomocí poměrů Y_m/Y_M a I_m/I_M z tab. V.

VIII. Porovnání průkazných a odvozených testů Y – Comparison of significant and calculated tests Y

Dřevina ¹	Borovice ²	Smrk ³	Douglaska ⁴	Olše ^{5x}	Dub ⁶	Dub ^{6x}	Buk ⁷	Buk ^{7x}	Jeřáb ⁸	Vrba ^{9x}
Y	1,20	1,00	1,00	-	2,00	-	1,80	-	2,40	-
Y_p	1,31	1,05	1,06	1,69	2,26	2,05	1,95	0,94	2,57	1,61
Diference ¹⁰ (%)	+9,2	+5,0	+6,0	-	+13,0	+2,5	+8,3	-47,8	+7,1	-

¹tree species, ²pine, ³spruce, ⁴Douglas fir, ⁵alder, ⁶oak, ⁷beech, ⁸European mountain ash, ⁹willow, ¹⁰difference

^x nekontrovaná výsadba z r. 1984 – not checked planting from 1984

DISKUSE, ZÁVĚR

Výsledky výpočtového testování byly porovnány s hodnotami získanými ověřením pokusné výsadby. Porovnání je shrnuto v tab. VIII a to podle testů Y, protože pro tuto metodu se již měřicí přístroj sériově vyrábí a není problémem doplnit jeho normály o hodnoty náležející dalším dřevinám. Z porovnání naměřených a výpočtených údajů vyplývá, že početné stanovené testy jsou o něco vyšší než zjištěné pokusnou výsadbou na bázi vyhodnocení ztrát. Rozdíly se pohybují od 2,5 do 13 %. Tyto difference jsou v podstatě výhodné, neboť poněkud zvyšují jistotu zařazení do skupiny pro náročná stanoviště.

V případě výsadby buku je výrazný rozdíl mezi průkaznou a odvozenou hodnotou -47,8 % v neprospěch odvozeného údaje Y_p . Znamená to, že k experimentu byl v roce 1984 použit materiál mimořádně nízké kvality, který by mohl být vysazován pouze s kritériem podmíněné použitelnosti. O tom svědčí i skutečnost, že ani maximální hodnota testu $Y_M = 1,19$ v tab. I nedosáhla potřebného limitu pro listnáče, který je podle tab. V 1,8! Skutečnost, že jinak šlo o sazenice srovnatelných rozměrů s kvalitními (průměr krčku se v podstatě neliší od souborů s vysokými testy), je jen dalším důkazem, že sama fyzická výspělost není ještě zárukou vitality sadebního materiálu.

V článku popisovaný způsob testování je mnohem operativnější než hodnocení pokusnou výsadbou a využívá dřívějších experimentálně ověřených výsledků v te-

růnu. Je zřejmé, že poněkud znevýhodňuje (zpřísňuje) výběr pro extrémní stanoviště ve prospěch skupiny méně odolného materiálu. S přihlédnutím k dosavadní praxi, kdy se testování realizuje spíše jen povšechným vizuálním posouzením habitu a zjevné čerstvosti sazenic, je však tento rozdíl proti zcela exaktnímu postupu zanedbatelný.

Pro testování použité přístroje, jejichž původcem je doc. O. S e r e d a , jsou s popisem manipulace uvedeny v literatuře (M a c h a r á č e k , S e r e d a , 1984, s. 6-9, S e r e d a , 1990, s. 37-53), kde jsou i jejich elektrická schémata. Polní měřič vitality podle autora pod názvem BIOTEST S oceňovaný zatím pro pět druhů lesních dřevin vyrábí a dodává STS Jihlava.

Literatura

MACHARÁČEK, M. - SEREDA, O.: Některé možnosti objektivní kontroly vitality semenáčků a sazenic jehličnatých dřevin. Lesnictví, 30, 1984, č. 1: 5-32.

SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M.: Některé poznatky z objektivní kontroly vitality sazenic jehličnatých dřevin. Lesnictví, 36, 1990a, č. 4: 259-281.

SEREDA, O.: Testování vitality sazenic lesních dřevin elektronickými způsoby. Elektronické měřicí přístroje pro lesní hospodářství. Praha, Dům techniky ČSVTS 1990b: 37-53.

SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M.: Některé poznatky z objektivní kontroly vitality sazenic jehličnatých dřevin. Lesn. práce, 69, 1990c: 258-264.

Doloženo 29. 4. 1993

SEREDA, O. - MACHARÁČEK, M. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno; Training Forest Enterprise of the University of Agriculture, Břilovice): *Tests of plant survival without experimental planting*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (7) : 282-285.

Knowledge of test values of plant survival supported by calculation of losses from experimental planting enables to determine analogical data for other tree species on the basis of their actual survival tests defined by parameters Y and I . Probable calculated value of test Y is determined from equation (1), probable value of test I from equation (2). Equation (3) shows a dependence of I on Y . Aggregate survival of the population is assessed by comparing the results of calculations with the general values of tests for coniferous and broad-leaved species in Tab. V - shown in Tab. VI. For the purposes of detailed classification according to survival tests the lower margins of parameters of the group are calculated for a site with good conditions - Tab. VII. The mathematical method of determining survival tests was tested in samples of 19 species of willows, in alder, oak and beech, and the results were checked by comparison with an experimental planting by means of documented tests of pine, spruce, Douglas fir, oak, beech and European mountain ash. In healthy vigorously growing populations the calculation tests show slightly better value on average by approximately 7 %, but finally it provides for higher security during classification with respect to the requirements of the sites. Tab. VIII shows a comparison of significant and calculated tests. Tabs. I - IV illustrate the measured tests of Y and I of the populations of broad-leaved plants, but not checked by experimental planting.

plant survival; survival tests; mathematical calculation of tests

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Oleg S e r e d a , CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

AD *eko*
A.S.

VÝHODNÝ LEASING STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ PODNIKATELE

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potřeb výrobců a obchodním organizacím formou leasingového financování

ADEKO a. s., Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: 258 342, fax: 207 229

HODNOTENIE VÝSLEDKOV INTENZÍVNEHO PESTOVANIA TOPOFOV NA ŤAŽKÝCH PÔDACH VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY V OBLASTI TISY

Š. Kohán

Lesnícký výskumný ústav, Výskumná stanica, Čárskeho 3, 040 01 Košice

V práci sa hodnotia výsledky intenzívneho pestovania topofov I-214, Gelrica a Robusta na 25-ročnej výskumnej ploche Trakany, založenej v sponoch 6,5 x 5,6 m a 4 x 4 m. Výskumná plocha leží na ťažkých nezaplavovaných alúviách Tisy v oblasti Východoslovenskej nížiny. Z výsledkov hodnotenia vyplýva, že zo sledovaných topofov najlepší výškový a hrúbkový rast vykazuje topoľ I-214, ktorý dosahuje aj maximálnu objemovú a hodnotovú produkciu. Súčasne sa zistilo, že široké spony majú kladný vplyv na hrúbkový rast, kým pri strednom spon sa dosahuje vyššia objemová a hodnotová produkcia. Aplikácia intenzívneho pestovania šľachtených topofov umožňuje vypestovať požadované sortimenty podľa hospodárskeho cieľa aj na ťažkých, fľovitých pôdach v zmenených stanovištných podmienkach Východoslovenskej nížiny.

topole; rast; produkcia; intenzívne pestovateľské technológie; ťažké pôdy; Východoslovenská nížina

V našich nížinných oblastiach sa na pestovanie topofov v poslednom období často využívajú aj zmenené, vodohospodárskymi zásahmi negatívne ovplyvnené stanovišťa. Tieto stanovišťa sa vyznačujú nízkou hladinou podzemnej vody a suchším pôdnym prostredím. Okrem toho sú v mnohých prípadoch reprezentované ťažkými fľovitými pôdami, ktoré vykazujú nepriaznivé fyzikálne vlastnosti - predovšetkým sú nedostatočne prevzdušnené, majú nízky kapilárny zdvih a nepriaznivú vlahovú bilanciú. Úspešné pestovanie náročných šľachtených klonov predpokladá na týchto stanovištiach aplikovať intenzívne technológie ich pestovania, ktoré v daných zmenených stanovištných podmienkach môže charakterizovať predovšetkým celoplošnou prípravou a celoplošným sústavným obrábaním pôdy, využívaním vysoko produktívnych klonov ako aj individuálnou pestovnou a ochrannou starostlivosťou o každý strom. Pri uvedenom spôsobe rozlišujeme na Slovensku pestovanie topofov v lignikultúrach, ktoré sa zakladajú v rubných sponoch (s rastovou plochou nad 30 m² na jeden strom), v intenzívnych kultúrach, ktoré sa zakladajú v stredných sponoch (s rastovou plochou 16 - 25 m² na strom) a v kultúrach na produkciu vlákna, založených v hustých sponoch (s rastovou plochou do 9 m² na strom).

Na možnosti intenzifikácie pestovania topofov na pôdach so zníženou hladinou podzemnej vody v oblasti dolného toku Pádu poukázali už takí významní odborníci ako Piccarolo (1952) a Montanari (1951). O intenzívnych technológiách pestovania topofov v takýchto stanovištných podmienkach Talianska pojednávajú Prevosto (1973) a Tóth - Szemerédi (1982). V podmienkach Juhoslávie sa touto problematikou zaoberal najmä Herpka (1972). Vplyv zníženia hladiny podzemných vôd na lesy, ktoré ležia na ťažkých pôdach nížinných oblastí Maďarska, zhodnotili M a -

gyar (1960, 1961), Simon (1973), Járó (1977), Keresztesi et al. (1978), Halupa, Tóth (1988) a ďalší. Poukázali na to, že zmenené nepriaznivé podmienky mali často za následok hromadné odumieranie duba letného, kým pri intenzívnom pestovaní poskytovali vhodné klony topofov aj na takýchto stanovištiach primerané výsledky. Clonaru (1969) a Taranu (1970) odporúčajú v podmienkach Rumunska pestovať najmä vhodné klony topofov a vrb, predovšetkým na produkciu vlákna pri skrátenej (10 až 12-ročnej) rubnej dobe. Na Slovensku tieto problémy riešili najmä Krébes (1963), Cifra (1970) a Kohán (1977, 1978, 1990).

Všetci autori sú toho názoru, že v uvedených zmenených stanovištných podmienkach treba aplikovať intenzívne technológie pestovania topofov, ktoré umožňujú v maximálnej miere využívať potenciálnu produkčnú schopnosť stanovišťa. V príspevku hodnotíme výsledky intenzívneho pestovania topofov na sérii trvalých výskumných plôch Trakany, ktorá leží v oblasti Tisy, na veľmi ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny.

MATERIÁL A METÓDY

Séria trvalých výskumných plôch Trakany sa založila v jeseni r. 1967 na celoplošne mechanicky pripravenej pôde, po vyrúbaní nekvalitného výmladkového porastu duba letného. Pri celoplošnej mechanickej príprave pôdy sa odstránil pnie a hrubé korene kľováním, ďalej sa vykonala povrchová úprava pôdy a hlboká orba. Po týchto agrotechnických opatreniach sa pôda ošetrila diskovaním. Jeden rok pred vysadením topofov sa pôda zmeliorovala pestovaním a zaoraním lupiny.

Táto séria trvalých výskumných plôch pozostáva z dvoch čiastkových plôch. Na založenie výskumnej plochy sa použili neškólkované dvojročné sadenice topofov I-214, Gelrica a Robusta. Na jednotlivých čiastkových plochách sa tieto klony vysadili v pravidelných sponoch a to na ploche I v trojuholníkovom sponu 6,5 x 5,6 m (s počtom stromov 273 na hektár a rastovú plochu 36,66 m² na jeden strom), čiže v lignikultúre, na ploche II v štvorcovom sponu 4,0 x 4,0 m (s počtom stromov 625 na ha a rastovú plochu 16,00 m² na strom), čiže v intenzívnej kultúre. Na jednotlivých plochách sa v prvých troch rokoch pestovala kukurica ako poľnohospodárska medzipodlaha. V ďalších rokoch sa pôda celoplošne mechanicke ošetrovala diskovaním, a to každoročne dva razy, vždy cez vegetačné obdobie. V rámci biotechnických opatrení sa na čiastkových plochách uskutočnila úprava koruny a systematicky sa okliešňovali všetky jedince. Uvedenými opatreniami sa usmerňoval správny vývoj kmeňa topofov. Na čiastkovej ploche so sponom 6,5 x 5,6 m sa prebiehajúci zásah nerobil, kým na čiastkovej ploche so sponom 4,0 x 4,0 m sa uskutočnil

jeden schematický zásah odstránením každého druhého radu topofov v diagonále. Pri tomto prebierkovom zásahu sa vybralo 50 % z počtu stromov a približne 50 % zo zásoby. Počiatkový spon 4,0 x 4,0 m sa takto zväčšil na 5,6 x 5,6 m, kým pôvodný počet stromov 625 na ha sa znížil na 312 na ha a pôvodná rastová plocha 16 m² na jeden strom sa rozšírila na 32 m².

Biometrické meranie sa uskutočnilo vždy po ukončení vegetačného obdobia. Na skusných plochách sa merali všetky výšky a hrúbky, a to výšky s presnosťou na 0,5 m, kým hrúbky s presnosťou na 0,5 cm. Posledné meranie a hodnotenie sa robilo na konci 25. roku, teda prakticky k rubnému veku.

Pri hodnotení meraní sme vypočítali strednú výšku a strednú hrúbku, ďalej bežný a priemerný výškový a hrubkový prírastok, kruhovú základňu a prírastky na nej, zásobu, objem prebierok a celkovú objemovú produkciu na hektár, ďalej objem a kruhovú plochu stredného kmeňa ako aj bežný a priemerný objemový prírastok. Urobilo sa aj rozdelenie početnosti, zásoby a kruhovej plochy v hrubkových stupňoch, sortimentácia (podľa Kulcsára, 1965), ktorú sme prispôbili našim podmienkam, a určenie hodnotovej produkcie. Objem hrubiny sa vypočítal pomocou objemových tabuliek Korsuňa (1967). So zreteľom na to, že ide o sústavne sledovanú sériu výskumných plôch na veľmi ťažkej pôde Východoslovenskej nížiny s nepriaznivými fyzikálnymi vlastnosťami, výsledky našich výskumov hodnotíme jednak podľa sledovaných troch klonov, jednak podľa použitých sponov. Keďže značná časť lesov leží v tejto oblasti na ťažkých fľovitých pôdach, výsledky nášho hodnotenia budú mať širší praktický význam. Na základe hodnotenia týchto výsledkov bude možné určiť vhodné klony, agrotechnické a biotechnické opatrenia, očakávanú produkciu a posúdiť možnosti jednotlivých spôsobov intenzívneho pestovania topofov v tejto oblasti.

OPIS A HODNOTENIE PRÍRODNÝCH POMEROV

Séria trvalých výskumných plôch Trakany leží v oblasti Východoslovenskej nížiny na ťažkých nezaplavovaných alúviách Tisy v obvode LZ Sobrance. Klimaticky môžeme túto oblasť charakterizovať ako teplú, mierne suchú, s chladnou zimou a s dlhým snežným ziarom. Dlhoročná priemerná teplota vzduchu zistená na meteorologickej stanici Somotor dosahuje 9,4 °C, vo vegetačnom období 16,5 °C. Priemerný úhrn ročných zrážok predstavuje 597 mm, z toho na vegetačné obdobie pripadá 362 mm. Letné zrážky sú však väčšinou búrkového pôvodu a preto ich vegetácia málo využíva. Nízky úhrn zrážok v mesiacoch marec - apríl značne sťažuje úspech jarného zalesňovania.

Preto je nutné zalesňovať čím skôr, aby sa v maximálnej miere využívala zimná vlaha. Z rozboru zrážkových pomerov ďalej vyplýva, že každý tretí rok máva v tejto oblasti nedostatok zrážok (ročný úhrn pod 350 mm).

Vegetačné obdobie trvá približne 200 - 220 dní. Priemerný počet tzv. letných dní (kedy maximum dennej teploty predstavuje viac ako 25 °C) je 67,2. Najteplejším mesiacom v roku je júl (priemerná teplota je 20,2 °C), najchladnejším január (-3,1 °C).

Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou je ročne 53, čo je asi o 15 dní viac ako v oblasti Podunajskej nížiny. Ročný výpar z pôdy dosahuje 550 - 600 mm. Výpar

v mesiacoch máj až august môže byť až 450 mm, kým atmosférické zrážky v tom istom období dosahujú okolo 270 mm. Táto okolnosť len združuje nevyhnutnosť vykonávať agrotechnické opatrenia v mladých topoľových kultúrach.

Nástup fenologických etáp pre kontinentálny ráz podnebia vykazuje v jednotlivých rokoch značné rozdiely. V jarnom období môže byť tento rozdiel až 36 dní, kým v jeseni je podstatne menší. Jarné poľnohospodárske práce sa podľa dlhodobého pozorovania začínajú okolo 15. marca, teda asi o desať dní neskoršie ako v oblasti Podunajskej nížiny.

Pôdnym typom je na tejto výskumnej ploche hnedá glejová pôda, ktorá je zmlotstve veľmi ťažká, fľovitá a vykazuje zhoršené fyzikálne vlastnosti, najmä nedostatočnú prevzdušnosť a nízky kapilárny zdvih. Obsah všetkých dôležitých prístupných živín (najmä MgO, K₂O a P₂O₅) okrem vápnika je nedostatočný. Reakcia pôdy je slabá alkalická. Hladina podzemnej vody sa vo vegetačnom období nachádza v hĺbke okolo 3,0 m. Oproti stavu pred vodo hospodárskymi zásahmi poklesla asi o 1,0 - 1,5 m.

Z komplexného hodnotenia pôdných pomerov vyplývalo, že pestovným požiadavkám topofov nevyhovuje na tejto ploche ani textúra pôdy.

Typologicky patrí táto výskumná plocha do hospodárskeho súboru lesných typov hrabových ľužných jaseňín (tvrdých ľuhov), ktorý tu reprezentuje skupina lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpinum*. Lesným typom je vlhká brestová jaseňina s hrabom (č. 951).

Stručná charakteristika prírodných pomerov ukazuje, že výskumná plocha verne reprezentuje zmenený, vodo hospodárskymi zásahmi negatívne ovplyvnený stav, ktoré sú v oblasti Východoslovenskej nížiny značne rozšírené. Tieto stavišťa sa vyznačujú prevažne ťažkou, fľovitou pôdou a nižším obsahom minerálnych živín. Výsledky hodnotenia našich výskumov budú cenné najmä preto, lebo nám umožnia reálne posúdiť možnosti intenzívneho pestovania topofov na ťažkých, fľovitých pôdach aj v zmenených stavištných podmienkach Východoslovenskej nížiny.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri rozbere výsledkov našich výskumov hodnotíme predovšetkým rast, objemovú a hodnotovú produkciu ako aj rozdelenie početnosti, zásoby a kruhovej plochy sledovaných klonov pri jednotlivých sponoch. Prehľad o dôležitejších taxačných veličinách vo veku 25 rokov je zostavený v tabuľkách. Priebeh výškového a hrubkového rastu ako aj objemovej produkcie od prvého merania je aj graficky znázornený. Pri hodnotení taxačných veličín uvádzame v príslušných tabuľkách jednak absolútne hodnoty, jednak percentuálne porovnanie údajov jednotlivých pestovaných klonov v rámci tej-ktoej čiastkovej plochy. Pri porovnávaní sa za 100 % pokladá vždy príslušná hodnota topoľa Robusta, ktorý sa označuje ako štandardný klon.

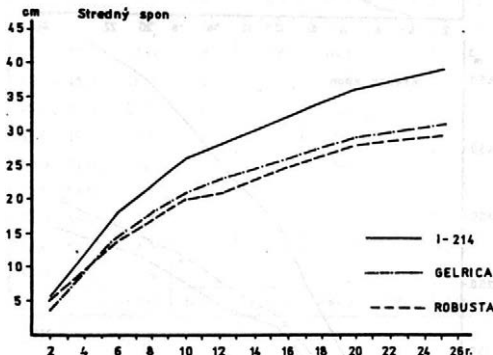
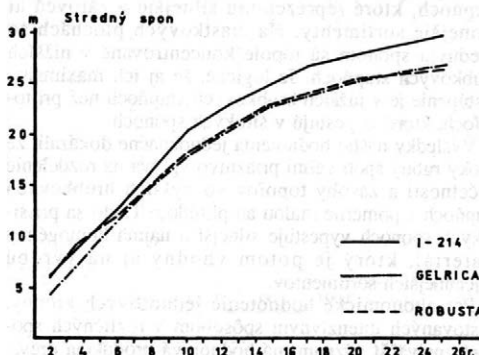
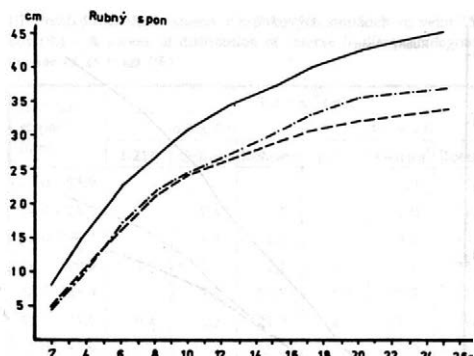
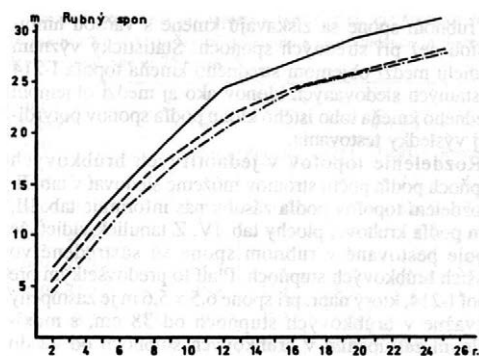
Prehľad o strednej výške, strednej hrúbke a kruhovej základni na jeden hektár ako aj o bežných a priemerných prírastkoch dáva tab. 1. Celkový priebeh výškového rastu sledovaných troch klonov od začatia merania na jednotlivých čiastkových plochách je graficky znázornený na obr. 1, kým priebeh hrubkového rastu na obr. 2. Z príloh vidieť, že maximálnu strednú výšku ako aj najväčší prie-

Čiastková plocha ¹		I			II		
Spon ²		6,5 x 5,6			4,0 x 4,0		
Počet stromov na ha ³	(ks)	273			625		
Názov klonu ⁴		I-214	Gelrica	Robusta	I-214	Gelrica	Robusta
Stredná výška ⁵	(m)	30,7	27,0	27,2	30,0	27,3	27,1
	(%)	112,9	99,3	100,0	110,7	100,7	100,0
Bežný prírastok výškový ⁶	(m)	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3
Priemerný prírastok výškový ⁷	(m)	1,3	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1
Stredná hrúbka ⁸	(cm)	44,8	37,3	33,7	38,4	31,1	29,4
	(%)	132,9	110,7	100,0	130,6	105,8	100,0
Běžný prírastok hrúbkový ⁹	(cm)	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3
Priemerný prírastok hrúbkový ¹⁰	(cm)	1,8	1,5	1,3	1,5	1,2	1,2
Kruhovú základňu ¹¹	(m ² .ha ⁻¹)	43,3524	30,3303	24,6792	36,6288	24,0552	21,5904
	(%)	175,70	122,90	100,00	169,60	111,40	100,00
Bežný prírastok na kruhovej základni ¹²	(m ² .ha ⁻¹)	0,8299	0,6061	0,5296	0,8162	0,5429	0,5117
Priemerný prírastok na kruhovej základni ¹³	(m ² .ha ⁻¹)	1,7341	1,2132	0,9872	1,4651	0,9622	0,8636
Kruhovú základňu stredného kmeňa ¹⁴	(m ²)	0,1588	0,1111	0,0904	0,1174	0,0771	0,0692
Zásoba ¹⁵	(m ³ .ha ⁻¹)	542,2	328,4	276,5	453,3	267,1	242,7
Objem prebierok ¹⁶	(m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	173,4	99,2	84,5
Celková objemová produkcia ¹⁷	(m ³ .ha ⁻¹)	542,2	328,4	276,5	626,7	366,3	327,2
	(%)	196,1	118,8	100,0	191,5	111,9	100,0
Bežný prírastok objemový ¹⁸	(m ³ .ha ⁻¹)	16,1	9,8	9,2	15,0	10,3	9,6
Priemerný prírastok objemový ¹⁹	(m ³ .ha ⁻¹)	21,7	13,1	11,1	25,1	14,6	13,1
Objem stredného kmeňa ²⁰	(m ³)	1,986	1,203	1,013	1,453	0,856	0,778

¹partial area, ²spacing, ³number of trees per ha, ⁴name of clone, ⁵mean height, ⁶usual height increment, ⁷mean height increment, ⁸medium diameter, ⁹usual diameter increment, ¹⁰mean diameter increment, ¹¹circular base, ¹²usual increment on circular base, ¹³mean increment on circular base, ¹⁴circular base of medium trunk, ¹⁵reserve, ¹⁶volume of thinning, ¹⁷total volume production, ¹⁸usual volume increment, ¹⁹mean volume increment, ²⁰volume of medium trunk

merný ročný výškový prírastok zo sledovaných klonov vykazuje na všetkých čiastkových plochách topoľ I-214. Topole Robusta a Gelrica vykazujú v podstate rovnaký výškový rast. Najväčší percentuálny rozdiel medzi topoľom Robusta a I-214 sa zistil pri rubnom sponu (v lignikultúre). Pri tomto sponu vykazuje topoľ I-214 o 12,9 % väčšiu strednú výšku než topoľ Robusta. Pri strednom sponu (4 x 4 m) tvorí tento rozdiel 10,7 %, samozrejme v prospech topoľa I-214. Z výsledkov testovania tiež vyplýva, že rozdielne stredné výšky zistené medzi topoľom I-214 a ostatnými klonmi sú štatisticky veľmi významné. Ak porovnáme výškový rast topoľov na čiastkovej ploche s rubným sponom (6,5 x 5,6 m) s výškovým rastom so stredným (4,0 x 4,0 m) sponom, nezistujeme podstatné rozdiely. Z toho vyplýva, že rozličné spony nemali prakticky vplyv na výškový rast sledovaných topoľov. Z výsledkov nášho sledovania a hodnotenia ďalej vyplýva, že bežný ročný výškový prírastok dosahuje svoju kulmináciu v daných stanovištných podmienkach v pomerne mladom veku. Táto kulminácia nastáva pri topoľe I-214 už vo štvrtom až piatom roku, kým pri ostatných sledovaných topoľoch okolo piateho až šiesteho roku. Najväčší bežný ročný výškový prírastok (2,1 m) v priebehu sledovania dosiahol topoľ I-214, a to pri sponu 6,5 x 5,6 m. Výškový rast sledovaných topoľov po kulminácii klesá pomaly, kým od 12. roku klesá veľmi intenzívne.

Sledovanie a hodnotenie hrúbkového rastu jednoznačne ukazuje, že najintenzívnejší hrúbkový rast z pestovaných klonov vykazuje topoľ I-214 a to v každom veku a pri obidvoch použitých sponoch. Za uvedeným klonom nasleduje topoľ Gelrica, potom topoľ Robusta. Na konci 25. roku mal napr. topoľ I-214 na sledovaných čiastkových plochách o 30,6 až 32,9 % väčšiu strednú hrúbku ako topoľ Robusta. Medzi klonmi Gelrica a Robusta boli tieto rozdiely podstatne menšie. Výsledky nášho hodnotenia zároveň ukázali, že široký rubný spon veľmi pozitívne vplyva na hrúbkový rast všetkých sledovaných klonov. Topoľ I-214 dosiahol napr. v 25. roku pri rubnom sponu strednú hrúbku 44,8 cm, kým pri strednom sponu mal strednú hrúbku 38,4 cm. Podobné rozdiely sa zistili v tomto smere aj pri topoľoch Gelrica a Robusta. Výsledky testovania potvrdili, že rozdiely zistené medzi strednou hrúbkou topoľa I-214 a ostatných sledovaných klonov ako aj v rámci toho istého klonu pri rozličných sponoch sú štatisticky veľmi významné. Hodnota bežného ročného hrúbkového prírastku kulminovala o jeden rok skôr ako hodnota výškového prírastku. Hodnota priemerného ročného hrúbkového prírastku sa v 25. roku pohybuje pri topoľi I-214 v medziach od 1,5 cm (pri strednom sponu) do 1,8 cm (pri rubnom sponu), kým pri topoľoch Gelrica a Robusta dosahuje hodnotu v medziach od 1,2 cm do 1,5 cm, resp. od 1,2 cm do 1,3 cm. Zreteľnejší pokles priemerného ročného hrúbko-



1. Priebeh výškového rastu topofov – The course of height growth of poplars under study

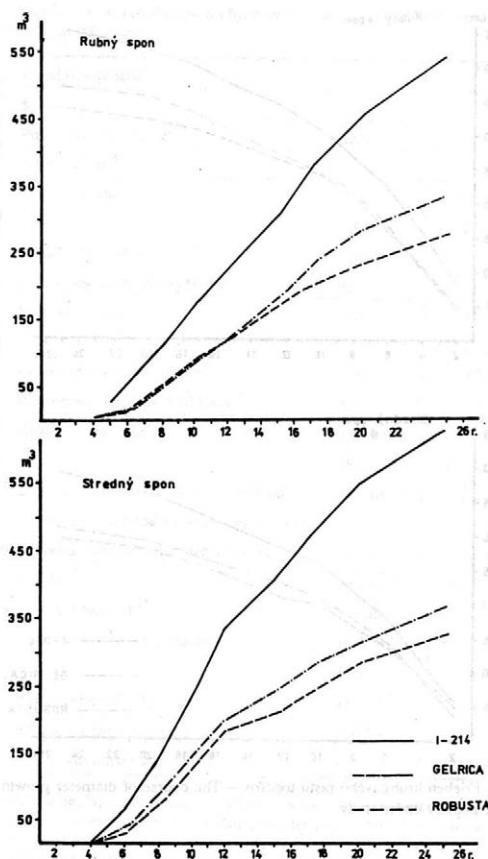
2. Priebeh hrúbkového rastu topofov – The course of diameter growth of poplars under study

vého prírastku sa pozoroval najmä pri strednom sponu, a to od desiateho roku. Pri hodnotení kruhovej základne sme dostali v podstate také výsledky ako pri hodnotení hrúbkového rastu.

Výškový a hrúbkový rast topofov pestovaných intenzívnym spôsobom v daných - pre náročné klony nepriaznivých - stanovištných podmienkach môžeme porovnať s rastom topofov pestovaných tradičným spôsobom (bez celoplošnej prípravy a kultivácie pôdy) na podobných stanovištiach. Z porovnania vyplýva, že pri intenzívnom pestovaní sa dosiahol podstatne lepší výškový a najmä hrúbkový rast pestovaných topofov. Použitím vhodných sponov a sústavným vykonávaním agrotechnických opatrení sa hrúbkový rast topofov zväčšil najmenej o 50 %. Náklady na celoplošnú kultiváciu pôdy diskováním sú preto pri intenzívnom pestovaní topofov plne odôvodnené. Táto skutočnosť umožňuje vypestovať potrebné sortimenty pre drevospracujúci priemysel v skrátenej rubnej dobe aj v nepriaznivých stanovištných podmienkach (v konkrétnom prípade na veľmi ťažkých pôdach), kde by úspešné pestovanie topofov tradičným spôsobom vôbec nebolo možné.

O ekonomickom efekte intenzívneho pestovania topofov na nepriaznivých stanovištiach rozhoduje predovšetkým objemová ako aj hodnotová produkcia. Údaje o zásobe, o objeme prebierok a celkovej objemovej produkcii ako aj o objemových prírastkoch vo veku 25 rokov uvádza tab. 1. Priebeh celkovej objemovej produkcie sledovaných topofov podľa jednotlivých sponov je graficky znázornený na obr. 3.

Z prílloh vidieť značnú závislosť objemovej produkcie od pestovaného klonu ako aj použitého sponu. Zo sledovaných klonov najvyššiu zásobu, resp. maximálnu celkovú objemovú produkciu vykazujú topoľ I-214, a to v každom veku a pri všetkých sponoch. Zo stránky objemovej produkcie za topoľom I-214 nasleduje topoľ Gelrica, potom Robusta. Pri rubnom sponu, kde sa zásoba rovná celkovej objemovej produkcii, vykazujú napr. topoľ I-214 o 96,1 % vyššiu zásobu ako štandardný topoľ Robusta. Uvedený rozdiel medzi topoľom Gelrica a Robusta je podstatne menší a predstavuje iba 18,8 %. Menší rozdiel zisťujeme v tomto smere medzi sledovanými klonmi na čiastkových plochách so stredným sponom, kde topoľ I-214 poskytuje o 91,5 % vyššiu celkovú objemovú produkciu ako štandardný topoľ Robusta. Táto skutočnosť nás upozorňuje, že pri intenzívnom pestovaní topofov na nepriaznivých stanovištiach treba pestovať vždy stanovištné najvhodnejšie klony. V danom prípade teda na ťažkých, nedostatočne prevzdušnených pôdach je to klon I-214, ktorý pri strednom začiatkovom sponu dosahuje takmer dvojnásobnú celkovú objemovú produkciu ako topole Gelrica alebo Robusta. Sledovanie objemovej produkcie podľa použitých sponov ukazuje, že topole poskytujú v príslušnom veku pri stredných sponoch vždy vyššiu celkovú objemovú produkciu než pri širokých rubných sponoch. V konkrétnom prípade je napr. celková objemová produkcia topoľa I-214 na hektár pri strednom sponu o 84,5 m³ (15,6 %) vyššia ako pri širokom sponu. Túto diferenciu spôsobuje predovšetkým vyšší počet jedincov na ha, ktorý za rovnakých stanovištných pomerov



3. Priebeh celkovej objemovej produkcie topofov – The course of total volume production of poplars under study

poskytuje vyššiu celkovú objemovú produkciu, samozrejme za predpokladu, že sa uskutočňujú potrebné agrotechnické a biotechnické opatrenia.

O hodnotách priemerného ročného objemového prírastku ako aj o objeme stredného kmeňa podľa sledovaných klonov a použitých sponov vo veku 25 rokov nás tiež informuje tab. I. Z nej vidieť, že zo sledovaných klonov – podobne ako pri celkovej objemovej produkcii – najväčší priemerný ročný objemový prírastok má I-214, s hodnotou od 21,7 m³ na ha (pri rubnom spon) do 25,1 m³ na ha (pri strednom spon). Pri topofoch Gelrica a Robusta sa jeho hodnota pohybuje od 13,1 m³ na ha do 14,6 m³ na ha, resp. od 11,1 m³ na ha do 13,1 m³ na ha, teda dosahuje prakticky iba polovicu priemerného ročného objemového prírastku topoľa I-214. Z tabuľky je tiež zrejme, že hodnota priemerného ročného objemového prírastku je na plochách so stredným sponom pri každom klone väčšia ako pri širokom spon. Súvisí to najmä s vyšším počtom jedincov pri stredných sponoch. Celkové hodnotenie priemerného ročného objemového prírastku ukazuje, že jeho hodnota na plochách s rubným sponom do veku 15 rokov pri každom klone stúpa, kým na plochách so stredným sponom od 12. roku je v podstate ustálená, resp. mierne klesá.

Z doterajšieho hodnotenia vyplýva, že aj objem stredného kmeňa je najväčší pri topoli I-214. Podobne aj

pri rubnom spon sa získavajú kmeňe s väčšou hmotnosťou než pri stredných sponoch. Štatistický význam rozdielu medzi objemom stredného kmeňa topoľa I-214 a ostatných sledovaných klonov ako aj medzi objemom stredného kmeňa toho istého klonu podľa sponov potvrdili aj výsledky testovania.

Rozdelenie topofov v jednotlivých hrúbkových stupňoch podľa počtu stromov môžeme sledovať v tab. II, o rozdelení topofov podľa zásoby nás informuje tab. III, kým podľa kruhovej plochy tab. IV. Z tabuliek vidieť, že topole pestované v rubnom spone sú sústredené vo vyšších hrúbkových stupňoch. Platí to predovšetkým pre topoľ I-214, ktorý napr. pri spon 6,5 x 5,6 m je zastúpený prevažne v hrúbkových stupňoch od 38 cm, s maximálnym zastúpením v hrúbkových stupňoch od 42 do 48 cm. Na čiastkových plochách so širokým sponom sú teda topole rozložené v niekoľkých vyšších hrúbkových stupňoch, ktoré reprezentujú silnejšie a zároveň aj cennejšie sortimenty. Na čiastkových plochách so stredným sponom sú topole koncentrované v nižších hrúbkových stupňoch. Je logické, že aj ich maximálne zastúpenie je v nižších hrúbkových stupňoch než pri topofoch, ktoré sa pestujú v širokých sponoch.

Výsledky nášho hodnotenia jednoznačne dokázali, že široký rubný spon veľmi priaznivo vplyva na rozdelenie početnosti a zásoby topofov vo vyšších hrúbkových stupňoch s pomerne malou amplitúdou. Takto sa pri širokých sponoch vypustje silnejší a najmä homogénny materiál, ktorý je potom vhodný aj na výrobu najcennejších sortimentov.

Pre ekonomické hodnotenie jednotlivých klonov, pestovaných intenzívnym spôsobom v rozličných sponoch, najväčší význam má hodnotová produkcia dreva. Hodnotovú produkciu sledovaných klonov sme určili ako súčet hodnôt jednotlivých sortimentov vypestovaných pri jednotlivých sponoch. O výške celkovej a priemernej ročnej hodnotovej produkcie dreva dáva prehľad tab. V. Z nej vyplýva, že topoľ I-214 vykazuje zo sledovaných klonov najvyššiu nielen celkovú, ale aj priemernú ročnú hodnotovú produkciu, a to pri všetkých použitých sponoch. Ak priemernú ročnú hodnotovú produkciu topoľa Robusta pokladáme za 100 %, potom topoľ I-214 dosahuje pri širokom rubnom spon 212,6 % (13 169 Sk na ha), teda viac než dvojnásobnú hodnotovú produkciu na ha. Ešte väčšie sú rozdiely v tomto smere medzi uvedenými klonmi pri strednom spon. Naopak medzi topoľmi Robusta a Gelrica sa so zreteľom na hodnotovú produkciu nezistili podstatné rozdiely. Ak vypočítame hodnotovú produkciu toho istého klonu pri rozličných sponoch, vidíme, že najlepšie výsledky sa dosiahli pri strednom spon aj napriek menej priaznivým cenovým reláciám vlákna, ktorá predstavuje značnú časť produkovaných sortimentov pri tomto spon. Pre úplnosť však treba uviesť, že vyššia hodnotová produkcia pri stredných sponoch je iba relatívnou hodnotou. Musíme si totiž uvedomiť, že pri stredných sponoch sú náklady na výsadzu topofov približne dvakrát väčšie než pri širokých sponoch. Vyplýva to predovšetkým z potreby vyššieho počtu sadencov na ha. Z uvedených skutočností je zrejme, že na ťažkých, fľovitých pôdach Východoslovenskej nížiny možno intenzívnym spôsobom úspešne pestovať topole podľa hospodárskeho cieľa. Pri pestovaní v lignikultúrach sa bude rubná doba pohybovať v medziach od 15 do 20 rokov, kým pri pestovaní v intenzívnych kultúrach v medziach od 20 do 25 rokov podľa biologických, ekologických a pestovných vlastností použitých klonov.

II. Prehľad rozdelenia početnosti v hrúbkových stupňoch vo veku 25 rokov (%) – A survey of distribution of abundance in diameter degrees at the age of 25 years (%)

Hrúbkové stupne ¹ (cm)	S p o n ² (m)					
	6,5 x 5,6			4,0 x 4,0		
	I-214	Gelrica	Robusta	I-214	Gelrica	Robusta
22,0 - 23,9	-	-	-	-	7,1	1,5
24,0 - 25,9	-	1,1	3,1	-	8,6	7,6
26,0 - 27,9	-	2,9	3,1	-	5,7	21,2
28,0 - 29,9	-	2,9	3,1	-	5,7	25,8
30,0 - 31,9	-	10,8	13,4	8,3	27,1	25,8
32,0 - 33,9	0,9	2,9	23,7	6,7	17,1	7,6
34,0 - 35,9	2,9	14,8	26,8	18,3	18,6	4,5
36,0 - 37,9	-	12,7	15,5	11,7	4,3	1,5
38,0 - 39,9	7,7	17,6	6,2	15,0	2,9	3,0
40,0 - 41,9	8,7	17,6	4,1	15,0	2,9	1,5
42,0 - 43,9	16,4	6,9	1,0	8,3	-	-
44,0 - 45,9	26,0	5,9	-	10,0	-	-
46,0 - 47,9	21,1	3,9	-	5,0	-	-
48,0 - 49,9	7,7	-	-	-	-	-
50,0 - 51,9	2,9	-	-	1,7	-	-
52,0 - 53,9	2,9	-	-	-	-	-
54,0 - 55,9	0,9	-	-	-	-	-
56,0 - 57,9	0,9	-	-	-	-	-
58,0 - 59,9	0,9	-	-	-	-	-
Spolu ³	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

¹diameter degrees, ²spacing, ³total

IV. Prehľad rozdelenia kruhovej plochy v hrúbkových stupňoch vo veku 25 rokov (%) – A survey of distribution of circular area in diameter degrees at the age of 25 years (%)

Hrúbkové stupne ¹ (cm)	S p o n ² (m)					
	6,5 x 5,6			4,0 x 4,0		
	I-214	Gelrica	Robusta	I-214	Gelrica	Robusta
22,0 - 23,9	-	-	-	-	3,7	1,0
24,0 - 25,9	-	0,4	1,7	-	5,5	5,2
26,0 - 27,9	-	1,5	1,9	-	4,2	17,4
28,0 - 29,9	-	1,7	2,1	-	4,8	24,1
30,0 - 31,9	-	7,2	11,3	5,3	26,4	27,1
32,0 - 33,9	0,5	2,3	21,7	4,7	18,1	9,0
34,0 - 35,9	1,7	12,5	28,0	14,7	22,7	6,1
36,0 - 37,9	-	12,0	17,8	10,3	5,7	2,3
38,0 - 39,9	5,8	18,6	7,9	14,9	4,2	5,1
40,0 - 41,9	7,1	20,8	6,0	16,5	4,7	2,7
42,0 - 43,9	15,0	8,7	1,6	10,0	-	-
44,0 - 45,9	25,8	8,3	-	13,4	-	-
46,0 - 47,9	22,9	6,0	-	7,1	-	-
48,0 - 49,9	9,0	-	-	-	-	-
50,0 - 51,9	3,6	-	-	3,1	-	-
52,0 - 53,9	3,9	-	-	-	-	-
54,0 - 55,9	1,5	-	-	-	-	-
56,0 - 57,9	1,5	-	-	-	-	-
58,0 - 59,9	1,7	-	-	-	-	-
Spolu ³	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

For 1 - 3 see Tab. II

III. Prehľad rozdelenia zásoby v hrúbkových stupňoch vo veku 25 rokov (%) – A survey of distribution of reserve in diameter degrees at the age of 25 years (%)

Hrúbkové stupne ¹ (cm)	S p o n ² (m)					
	6,5 x 5,6			4,0 x 4,0		
	I-214	Gelrica	Robusta	I-214	Gelrica	Robusta
22,0 - 23,9	-	-	-	-	3,9	0,9
24,0 - 25,9	-	0,4	1,5	-	5,0	4,9
26,0 - 27,9	-	1,4	1,7	-	4,0	16,6
28,0 - 29,9	-	1,7	2,1	-	4,6	23,7
30,0 - 31,9	-	7,2	10,8	5,1	25,7	27,6
32,0 - 33,9	0,4	2,3	21,7	4,6	18,7	9,2
34,0 - 35,9	1,7	12,3	28,0	14,4	23,0	6,3
36,0 - 37,9	-	11,8	18,4	10,4	5,9	2,4
38,0 - 39,9	5,7	18,7	8,1	15,1	4,4	5,5
40,0 - 41,9	7,0	20,7	6,1	16,7	4,8	2,9
42,0 - 43,9	15,0	9,0	1,6	10,1	-	-
44,0 - 45,9	26,0	8,2	-	13,5	-	-
46,0 - 47,9	23,0	6,3	-	7,1	-	-
48,0 - 49,9	9,1	-	-	-	-	-
50,0 - 51,9	3,7	-	-	3,0	-	-
52,0 - 53,9	3,9	-	-	-	-	-
54,0 - 55,9	1,4	-	-	-	-	-
56,0 - 57,9	1,5	-	-	-	-	-
58,0 - 59,9	1,6	-	-	-	-	-
Spolu ³	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

For 1 - 3 see Tab. II

Na základe hodnotenia dosiahnutých výsledkov v zahraničí môžeme konštatovať, že v mnohých krajinách sa v nížinných lesoch stále vo väčšom rozsahu pestujú rýchlorastúce mäkké listnaté dreviny, najmä šľachtené topole. Pri využívaní potenciálnej produkčnej schopnosti nížinných lesov v zmenených stanovištných podmienkach sa pestujú podobným spôsobom ako u nás. V Taliansku, v bývalej Juhoslávii a v Bulharsku sa šľachtené topole pestujú prevažne intenzívnym spôsobom s rastovou plochou 25 - 32 m² na jeden strom. Tieto spony sa osvedčili aj v našich podmienkach. Hoci prírodné pomery na pestovanie šľachtených topofov sú u nás menej priaznivé, pri intenzívnom pestovaní topofov na ťažkých pôdach dosahujeme adekvátne výsledky.

ZÁVER

V práci sa uvádzajú výsledky hodnotenia rastu a produkcie topofov I-214, Gelrica a Robusta, ktoré sa pestovali intenzívnym spôsobom na trvalej výskumnej ploche Trakany v sponoch 6,5 x 5,6 m a 4 x 4 m. Výskumná plocha leží na veľmi ťažkých nezaplavovaných alúviách Tisy. Výsledky hodnotenia ukázali, že najlepšie výškový a hrúbkový rast ako aj maximálnu objemovú a hodnotovú produkciu vykazuje v daných podmienkach topoľ I-214. Na hrúbkový rast jednotlivých topofov ako aj na vyšších podiel cenných sortimentov priaznivo vplývali široké spony, kým pri stredných sponoch sa dosiahla vyššia celková objemová produkcia. V daných stanovištných podmienkach Východoslovenskej nížiny možno intenzívnym spôsobom pestovania šľachtených topofov zabezpečiť výrobu potrebných sortimentov podľa hospodárskeho cieľa a to pri 15 až 25-ročnej rubnej dobe.

Čiastková plocha ¹		I			II			
Spon ²		6,5 x 5,6			4,0 x 4,0			
Názov klonu ³		I-214	Gelrica	Robusta	I-214	Gelrica	Robusta	
Sortimentácia: ⁴								
Výrezy ⁵ I	} triedy akosti ⁶	(m ³ .ha ⁻¹)	43,4	-	11,0	25,1	-	
II		54,2	-	22,1	87,7	-	32,7	
III		216,9	190,5	118,9	250,7	190,5	127,6	
IV		48,8	29,6	24,9	56,4	29,3	22,9	
Drevo ⁷ V		108,4	68,9	66,4	125,3	102,6	104,7	
VI		70,5	39,4	33,2	81,5	43,9	39,3	
Celkom ⁸		(m ³ .ha ⁻¹)	542,2	328,4	276,5	626,7	366,3	327,2
Hodnotová produkcia: ⁹								
Výrezy ⁵ I	} triedy akosti ⁶	(Sk.ha ⁻¹)	57 722	-	13 299	30 345	-	-
II		68 942	-	26 542	105 328	-	37 721	
III		126 453	113 919	71 102	149 919	113 919	68 521	
IV		15 323	9 294	7 819	17 710	9 200	7 190	
Drevo ⁷ V		52 899	33 623	32 403	61 146	50 069	51 094	
VI		7 896	4 413	3 718	9 128	4 917	4 402	
Celkom ⁸		(Sk.ha ⁻¹)	329 235	161 249	154 883	373 576	178 105	168 928
Priemerná ročná hodnotová produkcia ¹⁰		(Sk.ha ⁻¹)	13 169	6 450	6 195	14 943	7 124	6 757
		(%)	212,60	104,10	100,00	221,10	105,40	100,00

¹partial area, ²spacing, ³name of clone, ⁴assortment, ⁵logs, ⁶quality grade, ⁷timber, ⁸total, ⁹value production, ¹⁰mean annual value production

Literatúra

- CIFRA, J.: Poloprevádzkové overenie technológie zakladania listnatých lignikultúr. [Záverečná správa.] VÚLH Zvolen, 1970 : 97.
- CLONARU, A.: Posibilități de valorificare a terenurilor stuficole prin culturi de plopi si salcie. Rev. Pădur., 84, 1969, č. 6 : 273-274.
- HALUPA, L. - TÓTH, B.: A nyár termesztése és hasznosítása. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó 1988 : 274.
- HERPKE, I.: Problemi podizanja, gajenja i iskorišćavanja zasada topola i vrba u vodoprivredi. Topola, 16, 1972, č. 91-92 : 16-19.
- JÁRÓ, Z.: Nyártelepítések határtermőhelyeken. Az Erdő, 26, 1977, č. 5 : 198-205.
- KERESZTESI, B. et al.: A nyárak és a fűzék termesztése. Budapest, MK 1978 : 374.
- KOHÁN, Š.: Optimalizácia technológií pestovania topoľov a vrb na typologickom podklade. [Záverečná správa.] VÚLH Zvolen, 1977 : 140.
- KOHÁN, Š.: K problematike intenzívnych spôsobov pestovania topoľov v skupine lesných typov *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*. Lesn. Čas., 24, 1978, č. 1 : 3-17.
- KOHÁN, Š.: Technológia obhospodarovania nížinných lesov vo Východoslovenskom kraji. [Záverečná správa.] VÚLH Zvolen, 1990 : 57.
- KORSUN, F.: Hmotové a porostní tabulky pro topol. Lesn. Čas., 13, 1967, č. 11 : 987-992.
- KRÉBES, G.: Zakladanie topoľových plantáží so súčasným pestovaním poľnohospodárskych plodín. [Záverečná správa.] VÚLH Zvolen, 1963 : 80.
- KULCSÁR, A.: Nyárállományok kitermelési értéke. Az Erdő, 100, 1965, č. 12 : 540-545.
- MAGYAR, P.: Alföldfásítás I. Budapest, Akadémiai Kiadó 1960 : 575.
- MAGYAR, P.: Alföldfásítás II. Budapest, Akadémiai Kiadó 1961 : 622.
- MONTANARI, V.: La pioppicoltura nelle zone di bonificadelle Valpadane. Atti del Congresso nazionale di pioppicoltura, Pavia, 1951 : 103-119.
- PICCAROLO, G.: Il pioppo. Roma, REDA 1952 : 130.

PREVOSTO, M.: Nuove macchine per piantare in profondità i pioppi. Pioppicoltura. Agricolt. Legno, 16, 1973, č. 2 : 53-58.

SIMON, M.: Nyárfakutatási eredmények a Duna-Tisza közn. Budapest, ERTI 1973 : 38-43.

TÁRANU, N.: Clone si schema la plantatiile cu plopi euroamericani pentru producerea de lema de celuloza. Rev. Pădur., 85, 1970, č. 6 : 308-309.

TÓTH, B. - SZEMERÉDI, M.: Tanulmányúti tapasztalatok az olaszországi nyárfatermesztésről. Az Erdő, 117, 1982, č. 7 : 290-294.

Došlo 21. 5. 1993

KOHÁN, Š. (Research Station of Forestry Research Institute, Košice): Evaluation of results of intensive poplar cultivation on heavy-textured soils of the East Slovakian Lowland in the Tisa river basin. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (7) : 286-293.

The study brings data on results of the growth and production of poplars I-214, Gelrica and Robusta in intensive growing on 25-year permanent research area Trakany established in spacings of 6.5 x 5.6 m and 4 x 4 m. The research site is located on very heavy clayey non-inundated alluvial deposits of the Tisa river in the *Ulmeto-Fraxinetum carpineum* forest-type group. The soil exhibits worsened physical properties - in particular insufficient aeration and low capillary elevation. Content of important nutrients, except calcium, is insufficient. The soil reaction is slightly alkaline. Tab. I gives the outline of growth data and volume production of studied poplars I-214, Gelrica and Robusta. The total pattern of height growth of studied three clones from beginning of measurements on individual partial areas is plotted in Fig. 1, while the pattern of their diameter growth is in Fig. 2. The pattern of total volume production is in Fig. 3. It is

evident from the evaluation of these data that the best height and diameter growth is exhibited by the clone I-214 which simultaneously had the maximum volume production. Different spacings had no significant effect on height growth of cultivated poplars. The diameter growth of poplars was negatively influenced by wide spacings which did not enable to cultivate stronger and homogenous material suitable for production of most valuable assortments. When medium spacings were used, higher total volume production was gained together with mean volume increment. Percentage of distribution of poplars in individual diameter degrees according to the number of trees can be seen in Tab. II. Tab. III gives the distribution of poplars according to the reserve, while Tab. IV gives the distribution according to basal area. It is evident from these tables that poplars cultivated in rotation spacing are concentrated in higher diameter degrees. In spite of it, poplars cultivated in medium spacing are placed prevalently in lower diameter degrees. Tab. V gives the survey of assortment and value production of timber. It follows from it that the poplar I-214 exhibits

the total highest, as well as mean annual value production at wide rotation and medium spacings. On the contrary, there are no significant differences between poplars Geric and Robusta. It follows from the comparison of the value production of the same clone at various clones that at medium spacing better results were obtained. On the other hand, we must consider that at medium spacings the costs of stand establishment and cultivation are higher than those at wide spacings. It is evident from the complex evaluation that intensive cultivation of poplars can be used in accordance with management aim on heavy clayey soils of East Slovakian Lowland in changed ecological conditions. In cultivation with wide spacings the rotation period is ranging from 15 to 20 years while in cultivation with medium spacings from 20 to 25 years this will depend on biological, ecological and cultural characteristics of clones applied.

poplars; growth and production; intensive cultural technologies; heavy soils; East Slovakian Lowland

Kontaktní adresa:

Ing. Štefan K o h á n, CSc., Lesnícký výskumný ústav, Výskumná stanica, Čárskeho 3, 040 01 Košice

RECENZE

Biotechnology in Agriculture and Forestry, Volume 16, Trees III. (Biotechnologie v zemědělství a lesnictví, sv. 16, Stromy III)

Bajaj, Y. P. S. (ed.)

Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - London, 1991 (493 pp.)

V nakladatelství Springer je od roku 1986 vydáváno rozsáhlé dílo věnované použití biotechnologií v zemědělství a lesnictví. V současné době bylo vydáno již 21 knih věnovaných této problematice, ve kterých je shromážděno velké množství poznatků. Publikované výsledky názorně dokumentují neobyčejně rychlý vývoj a velké pokroky, kterých bylo v tomto oboru v posledních letech dosaženo. Editorem tohoto rozsáhlého díla je indický profesor Y. P. S. Bajaj, pracující v New Delhi, kterému se podařilo shromáždit příspěvky od expertů z celého světa. O biotechnologiích v lesních stromů je pojednáno v několika svazcích a to zejména ve svazku 1 (Trees I, publikováno 1986), ve svazku 5 (Trees II, publikováno 1989) a ve svazku 16 (Trees III, publikováno 1991).

Šestnáctý svazek (Trees III) obsahuje 28 kapitol o biotechnologiích v lesních, okrasných a ovocných stromů a to jak u listnatých, tak u jehličnatých druhů. Jsou zastoupeny druhy rostoucí v Evropě i druhy původně domácí v Americe a v Asii. U jehličnatých stromů jsou samostatné kapitoly věnovány zejména některým americkým a evropským druhům borovic: *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus strobus* L., *Pinus ponderosa* Laws., *Pinus taeda* L., *Pinus elliotii* Engelm., *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus caribaea* Morelet, *Pinus edulis* Medw., *Pinus pinaster* Sol. V dalších kapitolách jsou popsány biotechnologie u smrků *Picea glauca* (Moench) Voss., *Picea mariana* (Mill.) B. S. P. a *Picea engelmannii* Parry ex. Engelm., dále u modřinu *Larix decidua* Mill., u druhu *Thuja plicata* D. Don ex. Lambert a u *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) Endl. U listnatých dřevin jsou samostatné kapitoly věnovány druhům *Prunus serotina* Ehrh., *Prunus cerasus* L., *Tilia* spp., *Platanus* spp., *Aesculus* spp., *Liriodendron* spp., *Ficus* spp., *Calamus* spp., *Punica granatum* L., *Eriobotrya japonica* Lindl., *Cercis canadensis* L. a *Cercis siliquastrum* L., *Amelanchier alnifolia* Nutt., *Sassafras randaiense* (Hay.) Rhehd. a rovněž bambusům.

V kapitolách věnovaných jednotlivým druhům je popsáno jejich rozšíření a jejich význam a hospodářské uplatnění. Dále jsou uvedeny konvenční metody jejich rozmnožování a podán přehled o výsledcích při pěstování jejich kultur *in vitro*. Hlavní pozornost je věnována způsobům jejich rychlého množení *in vitro*. Popsáno je i další použití biotechnologických metod zejména při vytváření haploidních rostlin, při produkci bezvirozných rostlin, při mikroroubování, popsána je i indukce mutací a somaklonální variability, pěstování a fúze protoplastů, způsoby dlouhodobé konzervace genomu buněk a způsoby genetické transformace. Moderní biotechnologické přístupy mají velký význam pro dosažení rychlého klonového množení stromů, pro zachování genofondu a pro vytváření nových genotypů zejména za pomoci metod genového inženýrství. Lze očekávat, že mikroporogace a genetické manipulace *in vitro* budou mít v budoucnu velký význam při šlechtění stromů a při vytváření nových dokonalejších odrůd.

V knize je podán souhrnný přehled současných znalostí o použití biotechnologických metod u uvedených druhů dřevin. Publikace je určena především vědeckým pracovníkům, studentům, učitelům i provozním a řídícím pracovníkům v lesnictví, sadovnictví a příbuzných oborech. Kniha je vybavena mnoha názornými fotografiemi a tabulkami. Její formální úprava, tisk a kvalita papíru jsou na vysoké úrovni. Obsahuje rovněž rozsáhlou literaturu vztahující se k jednotlivým druhům rostlin. Publikace představuje významný zdroj základních informací pro všechny pracovníky, zabývající se o biotechnologie v lesních dřevinách.

Doc. Vladimír Chalupe, DrSc.

ZÁKONITOSTI HYDRICKÉ FUNKCE LESŮ A ZPŮSOBY HOSPODAŘENÍ V POVODÍ

N. A. Voronkov

Gosudarstvennyj pedagogičeskij institut, Moskva, Rusko

Studie uvádí nově poznané zákonitosti oběhu vody v lesních a polních ekosystémech a dále koncepci hydrické funkce lesů, rozlišenou podle řady činitelů (struktura lesních porostů, hydrologické typy podloží, množství srážek, geografické poměry atd.). Systém opatření pro cílenou vodohospodářskou funkci lesů v povodí je navržen ovlivňováním lesních společenstev a zahrnuje úpravu poměru zastoupení jehličnanů a opadavých dřevin v druhové skladbě, úpravy hustoty, věkové struktury a rozložení lesa na plochách povodí.

vodohospodářská funkce lesů; celkový odtok z lesů; ocenění vlivu lesa; systém hospodaření; úprava povodí

Problematika účinků lesa na celkový odtok z povodí zůstává stále sporná (Int. Symposium 1967; Idzon, 1980; Krečmer, Křeček, 1981; Rachmanov, 1984; Voronkov, 1988). Tato studie uvádí některé nové zákonitosti v účincích lesa na odtok vody a další hydrologické procesy. Jejím základem jsou výsledky analýz a zevšeobecnění dlouhodobých ekologických a hydrologických výzkumů, v některých případech trvajících 20 až 30 let v lesních ekosystémech a na povodích v zóně lesní, lesostepní a stepní evropského Ruska. Použili jsme ekologickou a hydrologickou metodu jako základní pro studium vodní bilance ekosystémů, jež závisí na struktuře fytocenóz (druhová skladba, věk, hustota atd.), půdních poměrech, na charakteristických vlastnostech atmosférické a půdní vláh, hloubce rhizosféry a na dalších činitelích.

VÝSLEDKY

Účinky lesa na celkový odtok a další hydrologické procesy jsou jevem komplexním. Závisí na utváření korunového patra lesních porostů během chladného ročního období (zimy) a období přechodných (jaro a podzim), na množství srážek a jejich rozložení během ročních období, na kapacitě biologických složek oběhu vody v půdách (rhizosféře), na druhové skladbě, věku, hustotě a ostatních parametrech fytocenóz. Nejvýraznější rozdíly mezi hydrologickými procesy jsou podmíněny měnlivou kapacitou rhizosféry a druhovou skladbou lesních společenstev.

Podle prvního kritéria (kapacita rhizosféry) by bylo vhodné rozlišovat hydrologický režim pro půdy s omezenou kapacitou rhizosféry (mělké půdy, stejně pro všechna stromová i bylinná společenstva) a pro půdy s neomezenou kapacitou rhizosféry (s rozlišováním stromových a bylinných společenstev, hluboké půdy).

Podle dalšího kritéria (druhová skladba) jsou lesy klasifikovány jako tmavé jehličnaté (jedlové a smrkové), světlé jehličnaté (borové) a opadavé lesy (březové, osikové, modřínové, dubové atd.).

Půdy prvního typu (mělké) jsou charakteristické jak pro roviny lesní zóny (hlubší pronikání kořenů je ne-

možné pro ztuhlý horizont podzolových půd), tak i pro horské oblasti, kde pronikání kořenů do hloubky brání skalní podklad. Půdy druhého typu (hluboké) jsou typické pro stepní a lesostepní oblasti.

Nejvyšší evapotranspirace byla v případě prvního půdního typu (mělké půdy) zjištěna v tmavých jehličnatých lesích (501 mm ročně), zatímco minimální evapotranspirace byla pozorována v opadavých porostech (396 mm ročně). Ve smíšených jehličnatolistnatých lesích a v povodích pokrytých travními společenstvy činila evapotranspirace v průměrech za rok 420 až 470 mm (les), resp. 425 mm (bezlesí). Tyto údaje jsou výsledkem osmiletého výzkumu v Moskevské oblasti.

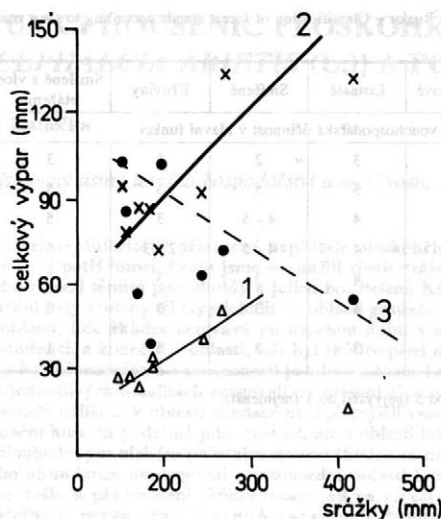
Na mělkých půdách jsou největší rozdíly v evapotranspiraci a odtoku mezi různými fytocenózami vytvářeny během chladného ročního období (zima) a období přechodných (jaro, podzim), takže právě na tato období je nutné během výzkumu zaměřit pozornost. V průběhu těchto ročních období propouštějí opadavé porosty nejvíce srážek a zadržují je pod korunami. Průměrný celkový roční výpar tam činí za osm let měření jen 32 mm. V tmavých jehličnatých lesích je nejvyšší spotřeba vody, stoupající s množstvím srážek. Celkový výpar tam činil 130 až 135 mm v letech s bohatými srážkami a 80 až 90 mm v letech s nízkým množstvím srážek. V chladném ročním období a v obdobích přechodných se prakticky neuplatňují travní společenstva a proto celkový výpar v bezlesí narůstá s poklesem množství srážek. To znamená, že vývoj výparu je opačný než v lesích. Množství vody vydané celkovým výparem dosahuje 50 až 70 mm ve vlhkých letech a 60 až 100 mm v letech suchých (obr. 1).

V letním období jsou na mělkých půdách rozdíly v celkovém výparu různých fytocenóz mírně nedostatek vláh a stejnou možností ji využívat pro všechny rostliny v důsledku omezené kapacity rhizosféry.

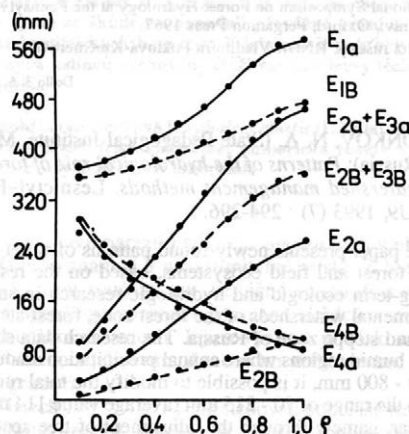
Existující protikladné názory na hydrickou funkci lesů vznikají patrně proto, že studie vodního režimu v lesích se omezují pouze na teplá roční období, vycházejíce z předpokladu, že oběh vody během chladného ročního období a v obdobích přechodných je v různých fytocenózách shodný.

Máme-li za to, že chladné roční období spolu s obdobími přechodnými je rozhodující, zjišťujeme, že odtok není zůstatkem výparu (jak se obvykle uvažuje), ale naopak - výpar je zůstatkem odtoku. Z tohoto důvodu nemůže být potenciální schopnost vydávat vodu výparem pokládána za míru (kritérium) hydrické funkce rostlinných společenstev na mělkých půdách. Účinek na odtok je podle nových poznatků usměrňován půdní složkou koloběhu vody a aktuálním množstvím srážek, uplatňujícím se v povodí během období vytváření velkých vod.

Na hlubokých půdách prakticky všechny lesy spotřebovávají více vláh než společenstva bylinná, a to pro jejich lepší schopnost využít půdní vodu. Známé konsta-



1. Vztah mezi srážkami a celkovým výparem během zimy a přechodných ročních období: 1 - porost listnatý, 2 - porost smrkový, 3 - pole – Relationship between precipitation and total evaporation during winter and passing seasons: 1 - deciduous stand, 2 - spruce stand, 3 - field

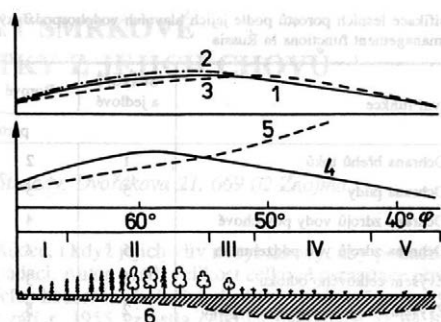


3. Vztah mezi evapotranspirací v porostech smrkových, březových a osikových a jejich zakmeněním (pro porosty středního věku a I. bonity) – Relationship between evapotranspiration in spruce, birch and aspen stands and their stand density (for stands of medium age and first site quality)

E_{1a} ... evapotranspirace smrkových porostů, E_{1b} ... evapotranspirace listnatých porostů, E_2 ... interceptní výpar z korun, E_3 ... transpirace, E_4 ... výpar z půdy a půdní pokrývky, ρ ... zakmenění porostů

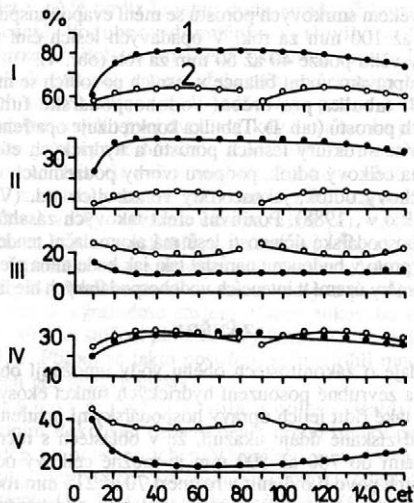
tování G. N. Vysockého (1938), že „les vysušuje nížiny...“, aplikováno za daných podmínek, nemá v podstatě žádnou výjimku.

Zákonitosti výparu vztahované ke kapacitě rhizosféry, druhové skladbě společenstev a k vláhovým poměrům jsou dosti zřejmé v průřezu zeměpisných zón: pro roviny lesní zóny Ruska je typický maximální celkový výpar v tmavých jehličnatých lesích, minimální v lesích opadavých; střední hodnoty celkového výparu byly zjišťová-



2. Evapotranspirace lesních a travních společenstev v závislosti na zeměpisných zónách a kapacitě rhizosféry v půdě – Evapotranspiration of forest and grassland communities in dependence on geographic zones and capacity of soil rhizosphere

Horní třetina grafu: evapotranspirace, střední třetina grafu: srážky a celkový výpar, spodní třetina grafu: rozsah rhizosféry. 1 - roční evapotranspirace pole, 2 - roční evapotranspirace tmavých jehličnatých porostů, 3 - roční evapotranspirace listnatých porostů, 4 - roční úhrny srážek, 5 - roční celkový výpar, 6 - hloubka rhizosféry, I - tundra, II - lesní zóna, III - lesostepní zóna, IV - step, V - polopoušť a poušť



4. Evapotranspirace a celkový odtok jako funkce věku smrkových a listnatých (březových a osikových) porostů. Předpoklad života listnatých porostů je 80 let, smrkových porostů 160 let – Evapotranspiration and total runoff as the function of age of spruce and deciduous (birch and aspen) stands. Expectation of life of deciduous stands is 80 years, of spruce stands - 160 years

I - smrkový porost, 2 - listnatý porost, I - evapotranspirace, II - interceptní výpar z korun, III - výpar z půdy a bylinné vegetace, IV - transpirace lesního porostu, V - celkový odtok. Údaje v procentech ročních srážek

ny u společenstev bylinných v bezlesí (obr. 2). V suchých oblastech (lesostepní a stepní zóna) mohou být jakékoliv lesy považovány za vysušující činitel.

Evapotranspirace lesů závisí zejména na hustotě porostu. Jestliže hustota smrkových porostů klesá z plného zakmenění na 0,6, odtok může vzrůst o 90 až 100 mm. V opadavých lesích je tento efekt značně slabší - pouze 20 až 30 mm za rok (obr. 3).

Hlavní funkce	Smrkové a jedlové	Borové	Modřínové	Listnaté	Smišené	Křoviny	Smišené s více etážemi
	porosty a jejich vodohospodářská účinnost v hlavní funkci						
1. Ochrana břehů toků	1	2	2	3	2	5	3
2. Ochrana půdy	5	5	5	5	5	5	5
3. Ochrana zdrojů vody povrchové	3	4	4	4	4 - 5	3	5
4. Ochrana zdrojů vod podzemních	5	4	4	4	4 - 5	2 - 3	5
5. Zvýšení celkového odtoku	2	3	5	4	3	3	2
6. Zvýšení odtoku a stabilizace písků	2	5	5	4	3	3	2
7. Totéž tam, kde podzemní voda je dostupná kořenům v aridních oblastech	2	3	4	3	3	5	1

Poznámka: Vodohospodářská účinnost pro danou hlavní funkci je vyjadřována od 5 (nejvyšší) do 1 (nejnižší).

Opatření ke zvýšení funkčnosti porostů pro uvedené hlavní funkce:

1. Přednost mají porosty vrb a keřová vegetace.
2. Vyhovuje hospodaření podle produkčních cílů.
3. Přeměny monokultur na porosty smíšené.
4. Přeměny monokultur na porosty smíšené.
5. Vyloučení tmavých jehličnatých porostů, zvýšení podílu opadavých dřevin.
6. Sítidání lesů a bezleší, přednost borovým porostům.
7. Preference keřových fytoceóz, vyloučení jehličnatých porostů tmavých.

S věkem smrkových porostů se mění evapotranspirace o 50 až 100 mm za rok. V opadavých lesích činí tyto efekty věku pouze 40 až 60 mm za rok (obr. 4).

K úpravám vodní bilance v lesních povodích se může použít tabulka pro určení vodohospodářské funkce lesních porostů (tab. I). Tabulka konkretizuje opatření týkající se struktury lesních porostů a hydričských efektů lesa na celkový odtok, podporu tvorby podzemních vod, povrchový odtok, jakost vody ve zdrojích atd. (Voronkov, 1988). Pozitivní efekt takových zásahů do vodohospodářské účinnosti lesů má akumulaci tendenci. Bude proto v budoucnu narůstat tak, jak bude třeba přetvářet poměry území v intencích vodohospodářských hledisek.

ZÁVĚRY

Údaje o zákonitostech oběhu vody umožňují objektivní a zevrubné posouzení hydričských funkcí ekosystémů a také řídit jejich úpravy hospodářskými opatřeními. Dosud získané údaje ukazují, že v oblastech s ročními srážkami do 700 až 800 mm je možné celkový odtok z lesních povodí ovlivnit v rozmezí 70 až 215 mm ročně. Průměrná hodnota z více než osmiletého pozorování je 114 mm ročně. Je to tak možné učinit úpravou druhové skladby lesů, poměrem jehličnatých a opadavých lesních porostů. Ekonomický efekt vodohospodářsky účelného vlivu lesního ekosystému na hydrologické procesy činí 474 - 558 Kčs.ha⁻¹ za rok. Vezmeme-li v úvahu faktor času, ekonomické hodnocení představuje 9420 - 11 100 Kčs.ha⁻¹ (v cenové hladině roku 1988).

Literatura

- IDZON, P. F.: Les i vodnye resursy. Moskva, Les. Prom. 1980.
 KREČMER, V. - KREČEK, J.: Lesnatost jako hydrologická charakteristika povodí. Lesnictví, 27, 1981, č. 5: 461-470.
 RACHMANOV, V. V.: Gidrologičeskaja rol' lesov. Moskva, Les. Prom. 1984.

VORONKOV, N. A.: Rol' lesov v ochrane vod. Leningrad, Gidrometeoizdat. 1988.

VYSOCKIJ, G. N.: O gidrologičeskom vlijanii lesov. Moskva, Gosleschizdat. 1938.

International Symposium on Forest Hydrology at the Pennsylvania State Univ., Oxford, Pergamon Press 1967.

Překlad z ruštiny: RNDr. Vladimír Puklová-Krečmerová

Došlo 3. 6. 1992

VORONKOV, N. A. (State Pedagogical Institute, Moscow, Russia): *Patterns of the hydrological role of forests and watershed management methods*. Lesnictví-For-estry, 39, 1993 (7) : 294-296.

The paper presents newly-found patterns of water cycle in forest and field ecosystems, based on the results of long-term ecologic and hydrologic research in small experimental watersheds of the forest zone, forest-steppe zone and steppe zone of Russia. The research data show that in humid regions where annual precipitation amounts to 700 - 800 mm, it is possible to modify the total runoff within the range of 70 - 215 mm (average value 114 mm) per year, namely through the adjustment of tree species composition (coniferous/deciduous species ratio in forest stands). The economic benefit from these forest functions in watershed management amounts to 474 - 558 Kčs.ha⁻¹ a⁻¹, with respect to time factor 9420 - 11 100 Kčs.ha⁻¹ in the price level of 1988.

A system of measures of forest management for the sake of watershed management is suggested. It includes control of the coniferous/deciduous species ratio in the species composition of forest stands, control of stand density, age structure and dislocation of forests within the catchment area.

hydrologic function of forests; influencing of total runoff; appraisal of forest influences; forest management system; watershed management

Kontaktní adresa:

Prof. N. A. Voronkov, Institutskaja 19, kv. 58, 141 200 Puškino, Rusko

LUMCI HOUSENIC PLOSKOHRBETKY SMRKOVÉ [CEPHALCIA ABIETIS (L.)] A POZNATKY Z JEJICH CHOVŮ

P. Kaněčka

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady, Dvořákova 21, 669 02 Znojmo

Mezi nejdůležitější přirozené nepřátele ploskohrbetky smrkové patří lumci. Proto jsme se snažili zjistit vzájemné vztahy mezi těmito parazitoidy a jejich hostitelem. Ke sledování byly zvoleny tři typy lokalit - v oblasti gradace, dále v oblasti, kde škůdce setrvává po dlouhou dobu v nízké abundanci, a konečně v oblasti, kde byl škůdce před několika lety přemnožen a v současnosti je také v latenci. Lumci na jednotlivých lokalitách reagovali na zvýšení abundance hostitele odlišně. V oblasti gradace pružně zvýšili svou populační hustotu podobně jako hostitel, ale v oblasti latence s dlouhodobým nízkým počtem stavem škůdce na nárůst jeho abundance nereagovali a v sousední oblasti latence, kde došlo k přemnožení škůdce, reagovali na vzrůst jeho početnosti pouze dva z hlavních parazitoidů kladné (*H. narrator*, *O. monticola*). V chovech byl zjištěn příjem potravy dospělci škůdce i jeho parazitoidy, přičemž ploskohrbetka smrková i lumci lžili medovici más, která pro ně byla vysoce atraktivní. Lumci kromě toho požírali i pylová zrna kvetoucích trav (*Calamagrostis* sp.). Délka života imag ploskohrbetky smrkové i lumků chovaných v terénu se pohybovala kolem 10 - 14 dnů, v laboratoři asi jeden týden. Lumci *H. narrator* a *H. rufinus* chovaní v terénu spolu se škůdce napadali převážně první a druhý instar hostitelských housenic. V laboratoři pak byly z napadených jedinců vychovány čtyři vzrostlé larvy těchto parazitoidů.

ploskohrbetka smrková [*Cephalcia abietis* (L.)]; larvální parazitoidi čeledi *Ichneumonidae*; numerická reakce s hostitelem; chovy v terénu a laboratoři

Lumci jako parazitická čeleď hmyzu mají v přírodě své významné a nezastupitelné místo. Z hlediska člověka jsou součástí tzv. užitečné entomofauny, přičemž pomáhají udržovat populace škůdců v mezích hospodářské ušlechposti. Jejich význam je však nemalý i při likvidaci již přemnoženého hmyzího druhu, tj. při jeho gradaci.

V letech 1987 - 1991 jsme sledovali populace jednoho z nejdůležitějších lesnických škůdců - ploskohrbetky smrkové, přičemž jsme se zaměřili i na pozorování jejích nejdůležitějších endoparazitoidů - lumků. Pozornost byla věnována zejména zjišťování populační hustoty jednotlivých druhů, jejich reakcí na změny abundance hostitele, a dále i na získávání nových údajů z jejich bionomie. Článek obsahuje souhrn získaných poznatků.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

Přirozené nepřátele ploskohrbetky smrkové studovala celá řada autorů. Téměř ve všech pracích můžeme nalézt zmínky o nejrůznějších cizopasnících tohoto škůdce - lumcích. Podrobněji se však této oblasti věnovaly následující práce.

Kudela (1957) podal první ucelený přehled o vlivu parazitoidů i patogenů na populační hustotu ploskohrbetky smrkové. Podle něj patřili lumci mezi nejvíce zastoupenou skupinu parazitoidů housenic tohoto

škůdce, i když jejich vliv nebyl takový, aby potlačil jeho gradaci. Autor uvádí velikost celkové parazitace přeléhajících housenic až 59 % (od září r. 1954 do června 1956); v září r. 1955 vzrostla celková parazitace až na 62 %. Z jednotlivých druhů lumků uváděných jako parazitoidi ploskohrbetky smrkové autor zjistil lumky *Homaspis narrator* (Grav.), *Sinophorus crassifemur* (Thoms.) (*Eulimneria* sp.), *Homaspis robustus* Thoms., *Xenoschesis fulvipes* (Grav.), *Ctenopelma nigrum* Hlmg. (*Xanopelma* sp.) a *Diplazon ornatus* Grav. (determinovali S. Kolubajev a J. Šedivý). Nejhojnějším cizopasníkem byl druh *S. crassifemur*, který také nejdříve poletoval (v polovině června). Autor na základě vzrůstu parazitace přeléhajících housenic ploskohrbetky smrkové v květnu až srpnu a nahloučenosti zámostků uvedeného lumka v půdě tvrdí, že tento druh napadá až housenice přeleželé. Podobnou domněnku vyslovil i u druhu *H. narrator*. Poletování všech ostatních druhů lumků probíhalo od konce června až do začátku července. Vývoj všech lumků autor uvádí jednoletý, pouze u druhu *X. fulvipes* uvádí vývoj dvouletý, kdy larva lumka poprvé přezimuje v nymfě hostitele a podruhé ve vytvořeném zámostku. Největší počty zámostků lumků v půdě autor zjistil koncem května a začátkem června. Zároveň byl zjištěn i velký význam cizopasníků při snižování plodnosti samic ploskohrbetky smrkové. Šlo o jedince s tzv. nodulem - encystovaným parazitoidem, kdy účinky vyčerpání fermentativní obranou vedly u postižených housenic k výraznému snížení zásoby tukového tělesa a následně ke snížení plodnosti vyhlídnutých se samic až o 53 %. Přitom se takto postižení jedinci líhli mnohem později než jedinci zdraví.

Jahnová (1978) zjistila v oblasti Waldviertel v Dolním Rakousku celkem devět druhů lumků parazitujících na housenicích ploskohrbetky smrkové. Šlo o druhy *Sinophorus crassifemur* (Thoms.), *Olesicampe monticola* (Hedw.), *Xenoschesis fulvipes* (Grav.), *Homaspis narrator* (Grav.), *Homaspis rufinus* (Grav.), *Homaspis robustus* Thoms., *Homaspis krausseii* Ulbr., *Notopygus bicarinatus* Teunissen a *Notopygus flavicornis* Hlgr. Lumka *H. robustus* autorka považuje za formu druhu *H. rufinus* (pozn. - není uveden autor determinace druhů). Všichni lumci se podle ní vyskytovali asi uprostřed července; přitom se prvních pět uvedených druhů považuje za hlavní parazitoidy ploskohrbetky smrkové. Autorka v některých letech zjistila poměrně vysoké procento entomofágního hmyzu na přeléhajících housenicích škůdce, přičemž byl na některých lokalitách často pozorován i vyšší počet zámostků lumků než počet pronymf. Podíl zámostků lumků však byl vždy výrazně nižší proti celkovému počtu všech odebraných přeléhajících housenic. Autorka zároveň předpokládala i fyziologickou synchronizaci vývoje hostitelů s jejich parazitoidy.

Přehled komplexu parazitoidů ploskohrbetky smrkové i jejich bionomie nejuceleněji podává ve své práci Eichhorn (1988), který u housenic tohoto škůdce

zjistil celkem deset druhů lumků (východní Bavorsko, Švábsko). Šlo o druhy: *Homaspis rufinus* (Grav.), *Homaspis narrator* (Grav.), *Homaspis kraussei* Ulbr., *Homaspis subalpinus* Schm., *Sinophorus crassifemur* (Thoms.), *Olesicampe monticola* (Hedw.), *Xenoschesis fulvipes* (Grav.), *Xenoschesis mordax* (Thoms.), *Ctenopelma nigrum* Hlmg., a *Mesochorus dimidiatus* Hlmg. (determinovali R. Hinz, P. M. Sanborne). Poslední druh je hyperparazitoid. Většina uvedených lumků poletovala od poloviny června do poloviny, popř. někdy až do konce července (*X. fulvipes*). Výjimkou byly druhy *C. nigrum* a *S. crassifemur*, z nichž první poletoval už koncem května a pak zejména v červnu a druhý až počátkem července. Všichni ti lumci patří mezi nespecifické parazitoidy, tzn., že kromě housenic plosohřbetky smrkové byli zjištěni i v housenicích příbuzných druhů plosohřbetek r. *Cephalcia* sp. a *Acantholyda* sp. Jde tedy o tzv. oligofágy.

Výjimkou je však druh *S. crassifemur*, který byl kromě toho nalezen i u housenek motýlů a v housenicích pilatek (Eichhorn, 1988; Martinek, 1988). U většiny těchto lumků autor uvádí vývoj jednoletý až čtyřletý podobně jako u plosohřbetky smrkové. U některých druhů (*H. rufinus*, *C. nigrum*) pozoroval i praepupální diapauzu. Ta byla nejvýraznější u lumka *C. nigrum*, kdy ze dvou třetin jeho zátoček vyjmutých z půdy koncem dubna a v květnu se po přenesení do laboratoře nevyvíjela imaga, ale ještě v červenci (a v jednom případě dokonce i po roce) zátočky obsahovaly buď larvy, nebo rané stadium kukly. U druhu *X. fulvipes* se uvádí i možnost embryonální diapauzy. (Stadia L_1 tohoto parazitoida byla zjištěna u čerstvě napadených housenic plosohřbetky smrkové až na jaře přístého roku.)

Všechny druhy lumků napadaly žeroucí housenice plosohřbetky smrkové, a to první až třetí instar. U druhu *C. nigrum* autor nevyklučuje i možnost parazitace vajíček vzhledem k časnému začátku rojení, ale zároveň uvádí i absenci literárních dokladů tohoto jevu. U všech zjištěných druhů lumků Eichhorn předpokládá synchronní vývoj s hostitelskou housenicí. Výjimkou byl druh *S. crassifemur*, jehož dospělá larva byla zjištěna i v onymfách sledovaného škůdce. U všech druhů autor popsal i rozsáhlou superparazitaci a multiparazitaci. V jednom případě bylo nalezeno dokonce pět druhů parazitoidů v jedné housenici. Larvální parazitace (žeroucí housenice) byla znatelně vyšší (přes 70 %) než parazitace nymfální (přeléhající housenice - 56,7 až 64 %). Většina larev lumků opouštěla své hostitele na podzim, kdy zároveň docházelo k tvorbě zátoček. Největší stupeň superparazitace Eichhorn zjistil u druhu *H. narrator*, kdy nalezl v jedné housenici až 18 jedinců různých vývojových stadií tohoto lumka. Přezíval však vždy pouze jeden jedinec. Hyperparazitoid *M. dimidiatus* byl zjištěn v housenicích plosohřbetky smrkové již napadených lumky *H. narrator*, *S. crassifemur* a *O. monticola*.

Martinek (1990) zjistil podrobný šetření na různých lokalitách v České republice celkem osm druhů lumků, parazitujících v housenicích plosohřbetky smrkové. Šlo o tyto druhy: *Homaspis subalpinus* Schm., *Notopygus nigricornis* Kriechb., *Ctenopelma nigrum* Hlmg., *Homaspis rufinus* (Grav.), *Homaspis narrator* (Grav.), *Olesicampe monticola* (Hedw.), *Sinophorus crassifemur* (Thoms.), a *Xenoschesis fulvipes* (Grav.). Přitom první tři druhy a *X. fulvipes* se vyskytovaly hlavně v teplejších nižších polohách, druhy *H. rufinus* a *H. narrator* byly zjištěny ve všech polohách a lumci

O. monticola a *S. crassifemur* spíše ve středních polohách. Druh *O. monticola* měl dále ještě tendenci šířit se směrem do vyšších poloh a lumek *S. crassifemur* naopak do poloh nižších. U těchto posledních dvou druhů udává Martinek (1988) celkovou délku vývoje jednoletou až tříletou, přičemž u lumka *S. crassifemur* převažoval jednoletý vývoj a u druhu *O. monticola* vývoj dvouletý. Poletování probíhalo u obou druhů od poloviny června do počátku července.

U lumka *X. fulvipes* pak Martinek (1989) udává vývoj jednoletý až tříletý (dominantní byla frakce dvouletá), přičemž byl tento druh nejpočetnější v nižších polohách. Poletování probíhalo proti jiným cizopasným později, tj. od poloviny června a počátku července. Lumek *C. nigrum* měl pak podle autora vývoj jednoletý až dvouletý (dominantní frakce dvouletá), přičemž životní optimum bylo opět v nižších polohách (do 600 m n. m.). Poletování probíhalo již od konce května a ve vyšších polohách během června a počátku července.

U lumka *H. narrator* Martinek (1989) zjistil vývoj jednoletý až tříletý (převažoval dvouletý), přičemž masovější výskyt byl zaznamenán v nižších polohách. Poletování začínalo během června a v červenci. Lumek *H. rufinus* měl podle Martinka stejný vývoj, v teplejších chovech byl zjištěn i vývoj čtyřletý. Dominantní byla vždy frakce dvouletá. Poletování probíhalo podobně jako u předešlého druhu, tedy od června a počátku července. U lumka *H. subalpinus* autor zjistil vývoj převážně dvouletý, méně často tříletý. Výskyt tohoto druhu zaznamenal pouze v nejnižších polohách (do 600 m n. m.). Lhnutí dospělci nastávalo během června. Lumek *N. nigricornis* byl vychován pouze jako jeden exemplář s dvouletým vývojem. Tento jedinec se vyvíjel až v polovině července.

METODA

SLEDOVÁNÍ POPULACÍ PLOSOHŘBETKY SMRKOVÉ A JEJÍCH PARAZITOIDŮ

Ke sledování populací plosohřbetky smrkové a jejích parazitoidů jsme využili metody fotoeklektorů, které jsme rozmísťovali od r. 1987 na třech moravských lokalitách - Velké Karlovce (1000 m n. m.), Kněžice (630 m n. m.) a Třešň (650 m n. m.). Přitom bylo na každé lokalitě umístěno celkem deset těchto pastí o rozměrech 1 x 1 m. Ulovená imaga hmyzu (fixována 70% alkoholem) jsme odebírali asi v měsíčních intervalech. Tento interval odběru jsme však nemohli vždy přesně dodržet.

Při zpracování údajů jsme pro druhy, u nichž počet odlovených jedinců dosáhl minimální četnosti statistického souboru (25 ks), vypočítali pro možnost porovnání kolísání jejich abundance v jednotlivých letech vážený chronologický průměr množství odchycených jedinců za každý rok ($\bar{x}_ch$). U druhů, kde počet odlovených jedinců nedosáhl uvedeného rozsahu, byly do grafu vyneseny absolutní četnosti (n_i) zjištěné za celý rok.

CHOV IMAG PLOSOHŘBETKY SMRKOVÉ A IMAG LUMKŮ

Za účelem získání dalších poznatků z bionomie byla imaga hostitele i jeho parazitoidů chována v zajetí v teplejších i laboratorních podmínkách.

V laboratoři jsme imaga nejprve chovali ve skleněných nádobách o průměru 20 - 25 cm, na jejichž dně byla

silnější vrstva vlhké hrabanky a čerstvé smrkové větvičky každodenně vlhčené ručním rozprašovacem. Nádoby byly uzavřeny monofilovou tkaninou. Později jsme k chovu imag použili dřevěnou klíčku o rozměrech 30 x 30 x 30 cm, opatřenou hustým síťovým pletivem, kterou jsme pokládali na podložku se stejnou vrstvou hrabanky. Pod klíčkou byly v lahvičce s vodou umístěny čerstvé smrkové větve, denně vlhčené ručním rozprašovacem. Takto vydržely větvičky v čerstvém stavu po celou dobu života imag, takže je nebylo třeba měnit. Chovaným jedincům byla také pokusně předkládána potrava (silně koncentrovaný cukerný roztok). Imaga k chovu byla získávána vyfuknutím z housenic škůdce odebraných na jaře s plně vyvinutým pupálním očima a ze zámočků lumků, rovněž odebraných na jaře spolu s housenicemi hostitele.

V terénu jsme imaga chovali pod bedničkami opatřenými hustým síťovým pletivem o rozměrech 0,5 x 0,5 x 0,3 m. Chovné bedny byly do porostu rozmísťovány ještě před začátkem rojení ploskohřbetky smrkové, přičemž pod každou z nich byla umístěna lahvička se širokým hrdlem s vodou s čerstvými smrkovými větvemi, určenými k výživě vyfuklých housenic. I když byla do nádobek dolévána voda jen občas, větvičky vydržely v čerstvém stavu po celou dobu chovu. Po ukončení poletování lumků jsme takto chované housenice ploskohřbetky smrkové přemístili spolu se živnou rostlinou mezi dvě chovné bedny, z nichž jedna tvořila dno a druhá sloužila jako těsný přiklop. V tomto zařízení jsme housenice dochovali a po ukončení žíru přenesli do laboratoře, kde jsme je dále chovali podle metodiky předchozích prací (K a n ě k a , 1991).

VÝSLEDKY

SLEDOVÁNÍ POPULACÍ PLOSKOHŘBETKY SMRKOVÉ A JEJÍCH PARAZITOIDŮ

Populace ploskohřbetky smrkové a jejích parazitoidů byly sledovány na třech lokalitách. První z nich, lokalita Velké Karlovice, nacházející se v pásmu Vsetinských vrchů a Beskyd, je typického horského charakteru s poměrně velmi studeným klimatem. Navíc je zde i specifické mezoklima dané polohou této lokality těsně pod vrcholovým hřebem. Lokality Kněžice a Třešť patří do rozsáhlého komplexu lesů Českomoravské vrchoviny a i přes menší nadmořskou výšku se rovněž vyznačují poměrně studeným klimatem, i když mírnějším než u lokality předešlé (osobní pozorování).

Ploskohřbetka smrková měla na lokalitách Kněžice a Třešť převážně dvouletý vývoj, zastoupeny však byly i subpopulace jednoleté a tříleté. Na lokalitě Velké Karlovice měla převážná část populace škůdce čtyřletý vývoj, i když i zde byly zastoupeny subpopulace s jednoletým až tříletým vývojem.

Rojení imag probíhalo na severomoravské lokalitě vždy o dva až tři týdny dříve než na obou lokalitách jiho-moravských. Ve druhé polovině dubna jsme při odběrech housenic na lokalitě Velké Karlovice již pravidelně nacházeli i kukly sledovaného škůdce, přičemž rojení imag začínalo v průměru vždy až ve druhé polovině května. Stadium kukly je tedy podle našich pozorování při normálním průběhu jara delší než se obecně předpokládalo, a to jeden měsíc i déle. (P s c h o r n - W a l c h e r , 1982, uvádí stadium kukly 10 - 18 dnů.) V této souvislosti bychom chtěli upozornit na jev zjištěný i jinými autory (např. M a r t i n e k , 1988) - velkou závislost počátku rojení tohoto druhu na průběhu počasí, zvláště pak denních teplot. V r. 1991 jsme zaznamenali na lokalitě Velké Karlovice velmi studený nástup jara (vegetace zpožděna asi o jeden měsíc). Rojení imag pak následkem toho nastalo až počátkem června, i když podle pozorování v letech s normálním průběhem teplot vždy kulminovalo na přelomu května a června. Rojení hostitele bylo v tomto roce zcela přizpůsobeno i poletování lumků.

Celková doba rojení ploskohřbetky smrkové činila v průměru asi 30 - 45 dnů; přitom kulminace trvala asi 10 - 14 dnů.

Při pozorování rojení ploskohřbetky smrkové na lokalitě Velké Karlovice jsme také často viděli imaga obou pohlaví na listech javorového nárostu, kde lízala medovici mšic. Při nabídnutí této potravy chovaným jedincům byla zaznamenána její velká atraktivnost pro samce i samičky. Při přenosu listů s výměšky mšic nám dokonce rojící se samečkové přistávali přímo na javorových větvičkách a hltavě konzumovali kapičky čerstvé medovice. Za suchého slunného počasí jsme vždy na listech s medovicí pozorovali poměrně velké množství rojících se imag při konzumaci této potravy.

Parazitů lumci housenic ploskohřbetky smrkové byli zastoupeni celkem deseti druhy. Druhové spektrum na jednotlivých lokalitách je patrné z tab. I.

Kromě uvedených druhů lumků jsme do fotoeklektorů ještě na všech třech lokalitách odchytávali i lumka *Endasy erythrogaster* Grav., který byl v poměrně velkém počtu zaznamenán v r. 1987 zvláště na lokalitě Velké Karlovice (asi 70 jedinců za celou sezónu - přesné zázna-

I. Druhové spektrum lumků odlovených do fotoeklektorů - The species spectrum of ichneumon flies caught in photoeclectors

Lokalita ¹	Druh ²
Velké Karlovice	<i>Homaspis rufinus</i> (Grav.), <i>Homaspis narrator</i> (Grav.), <i>Xenoschesis fulvipes</i> (Grav.), <i>Xenoschesis mordax</i> (Thoms.), <i>Olesicampe monticola</i> (Hedw.), <i>Ctenopelma nigrum</i> Hlmg., <i>Notopygus bicarinatus</i> Teunissen, <i>Notopygus flavicornis</i> Hlgr. Pozn. Lumek <i>C. nigrum</i> byl zaznamenán pouze ojediněle vychováním larev z parazitovaných housenic hostitele.
Kněžice	<i>Homaspis rufinus</i> (Grav.), <i>Homaspis narrator</i> (Grav.), <i>Homaspis robustus</i> Thoms., <i>Xenoschesis fulvipes</i> (Grav.), <i>Xenoschesis mordax</i> (Thoms.), <i>Notopygus bicarinatus</i> Teunissen, <i>Notopygus flavicornis</i> Hlgr., <i>Sinophorus crassifemur</i> (Thoms.), <i>Olesicampe monticola</i> (Hedw.) Pozn. Lumek <i>S. crassifemur</i> byl vychován z odebraného zámočku.
Třešť	<i>Homaspis rufinus</i> (Grav.), <i>Homaspis narrator</i> (Grav.), <i>Xenoschesis fulvipes</i> (Grav.), <i>Xenoschesis mordax</i> (Thoms.), <i>Olesicampe monticola</i> (Hedw.), <i>Notopygus bicarinatus</i> Teunissen, <i>Notopygus flavicornis</i> Hlgr.

¹locality, ²species

my z odlovů z r. 1987 chybějí). Druh se v literatuře uvádí jako parazitoid pilatek *Pristiphora abietina* (Christ.) a *Pachynematus scutellatus* (Htg.) (Pfeffer et al., 1954; Křístek, Obrtel, 1958). Poletování většiny druhů lumků začínalo na lokalitě Velké Karlovice v polovině června, kulminovalo na přelomu června a července a trvalo asi do konce července. Výjimkou byly druhy *N. bicarinatus* a *N. flavicornis*, které poletovaly až od druhé poloviny července do poloviny srpna.

Lumek *E. erythrogaster* poletoval podle údajů z fotoklektorů i vlastního pozorování v terénu ve dvou vlnách. První vlna probíhala od počátku července a trvala asi tři týdny, druhá vlna probíhala od počátku srpna a trvala přibližně stejnou dobu. Druh jsme však pozorovali na lokalitě i 24. října, takže patrně přezimuje ve stadiu imaga.

Jihomoravské lokality Třešť a Kněžice vykazovaly téměř shodné druhové zastoupení, přičemž jednotlivé druhy lumků poletovaly obdobně jako na lokalitě Velké Karlovice, tj. v návaznosti na rojení svého hostitele, které zde začíná asi o dva až tři týdny později než na lokalitě severomoravské.

Zajímavé jsou výsledky z lokality Třešť, kde bylo v osmdesátých letech uskutečněno ošetření porostů insekticidy. Druhovému spektru lumků zde bylo v podstatě shodné se sousední lokalitou Kněžice. Zřejmě tedy dochází již brzy po postřiku k migraci lumků z okolí do ošetřené oblasti, takže jejich funkce jako přirozených regulátorů je rychle obnovena. V tomto případě určitě má úlohu i poměrně velmi rychlý rozpad současných moderních pesticidů (použití EVISEKT 90 SP) bez dlouhodobě se rozkládajících reziduí.

Při posuzování abundance jednotlivých druhů lumků a jejich porovnání s hostitelem (obr. 1) jsme dospěli k následujícím závěrům. Na lokalitě Velké Karlovice, kde je škůdce ve fázi kulminace gradace, lumci pružně reagovali na zvýšení populační hustoty hostitele. Naproti tomu velmi zajímavých výsledků jsme dosáhli na obou jihomoravských lokalitách, kde škůdce v obou případech zvýšil svůj početní stav v r. 1989 (obr. 1b, 1c). Na tuto skutečnost však lumci na obou lokalitách reagovali odlišně. Na lokalitě Třešť druhy *H. narrator*, *O. monticola* a *Notopygus* sp. zvýšily také svou populační hustotu jako hostitel, ale na lokalitě Kněžice nedošlo v tomto roce k žádnému nárůstu abundance lumků. Ta u hlavních parazitoidů spíše klesala (obr. 1c). Přitom je v současnosti ploskohřbetka smrková na obou lokalitách ve fázi latence. Rozdílná je pouze ta skutečnost, že na lokalitě Třešť došlo v letech 1984 a 1986 k přemnožení tohoto škůdce, zatímco na lokalitě Kněžice byl stále v hluboké latenci.

Při hodnocení dominance jednotlivých druhů lumků byl na všech třech lokalitách hlavním parazitoidem lumek *H. narrator*, na druhém místě následoval druh *H. rufinus*.

CHOV IMAG PLOSKOHŘBETKY SMRKOVÉ A IMAG LUMKŮ

V laboratorních podmínkách jsme imaga ploskohřbetky smrkové chovali v letech 1988, 1989 a 1992. V r. 1988 a 1989 byla imaga chována ve skleněných nádobách a v r. 1992 v popsané dřevěné klínce. Celkově jsme za tuto dobu chovali 17 samců a 13 samic. Samci žili v průměru nejdéle šest až sedm dnů, samice nejdéle osm dnů. Mezi délkou života imag chovaných

bez potravy a občas krmených koncentrovaným cukerným roztokem jsme zatím nepozorovali podstatnější rozdíly. Pokusy je však třeba dále opakovat (pro malý počet chovaných jedinců). Zajímavý byl zjištěný rozdíl v délce příjmu předložené potravy samičkami a samci. Zatímco samci pili cukerný roztok jen krátce (1 - 2 minuty), samice nabídnutou potravu sály až 10 minut. Samice chované v laboratoři také kladly vajíčka, nejvíce v počtu osm až deset. Imaga chovaná v klínce se také bez problémů vzájemně pářila.

Z imag lumků jsme v laboratoři chovali pouze dva kusy druhu *H. rufinus*; jeden jedinec žil tři dny, druhý pět dnů. Oběma byla také předložena potrava (květy bylin, cukerný roztok); jako atraktivní byl také zjištěn koncentrovaný cukerný roztok. Stadium na jaře odebraného zámotku (od umístění v laboratoři do vyhlíhnutí imaga) trvalo u tohoto druhu asi pět týdnů.

V terénních podmínkách jsme chovali imaga lumků a ploskohřbetky smrkové v letech 1988 - 1991. Chovaným jedincům jsme předkládali jako potravu medovici mšic a květy různých bylin. Medovice však byla k dispozici pouze v r. 1990, kdy v době rojení ploskohřbetky smrkové i lumků převládalo teplé a slunečné počasí. Lumci přijímali tuto potravu stejně dychtivě jako imaga ploskohřbetky smrkové. Při silném poletování lumků v r. 1992 jsme na lokalitě Dačice (doplňková lokalita) rovněž pozorovali imaga jednotlivých druhů, požírajících pylová zrna trav, zejména *Calamagrostis* sp.

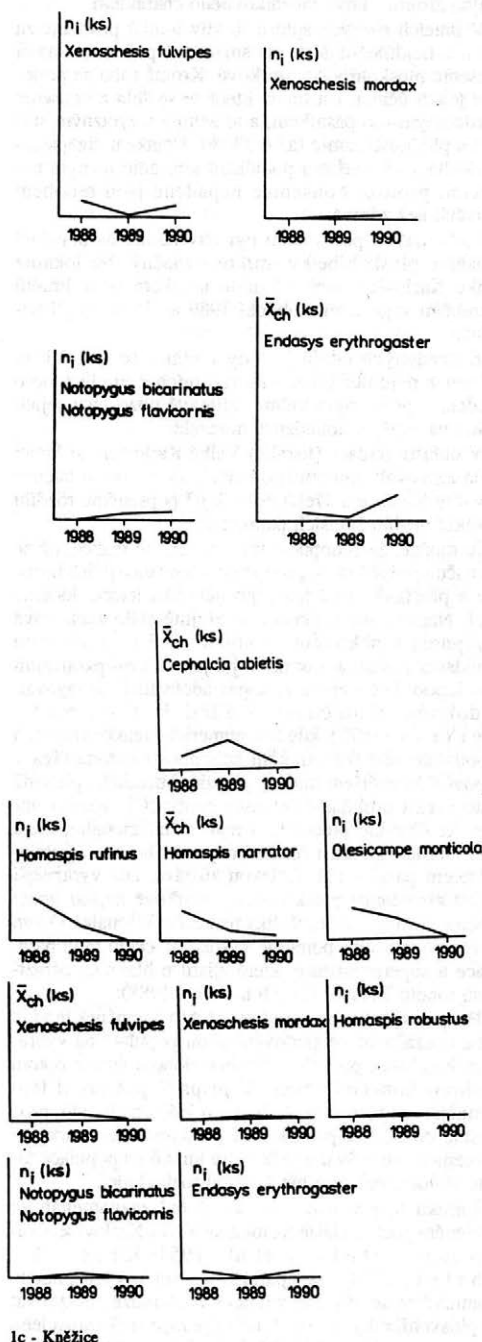
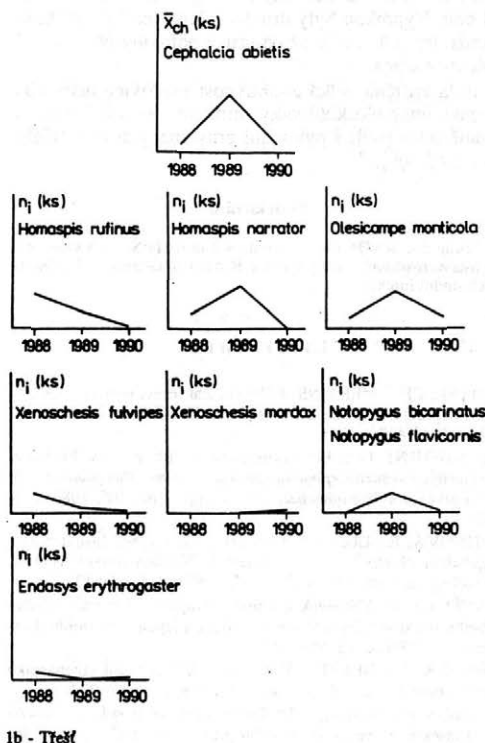
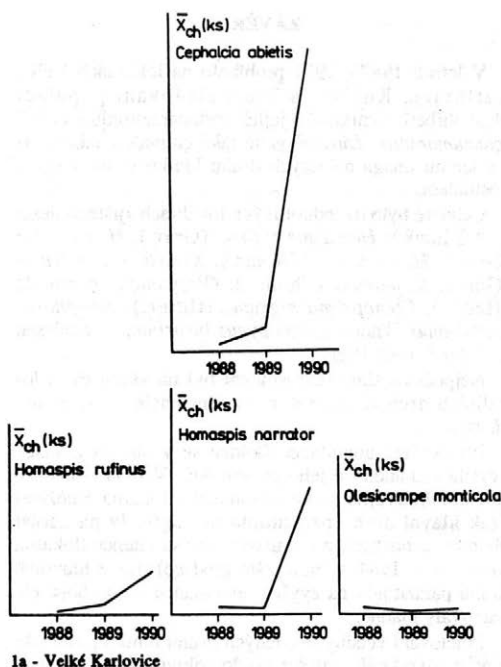
Na lokalitě Velké Karlovice jsme chovali tyto druhy lumků: *H. rufinus*, *H. narrator*, *X. fulvipes*, *X. mordax*, *O. monticola* a *E. erythrogaster*. Chovaní jedinci žili v průměru asi 10 - 14 dnů. Současně s lhnutím lumků *H. narrator* a *H. rufinus* zde probíhalo i lhnutí housenic škůdce, přičemž *H. narrator* podle pozorování nejvíce napadal první instar housenic a *H. rufinus* druhý instar (odhad podle doby výskytu). Vlastní průběh parazitace těmito druhy se nám podařilo pozorovat až v r. 1992 na lokalitě Kněžice, kde jsme chovali housenice škůdce na větvích rostoucích stromů. Samičky obou druhů přistávaly neomylně na předivových vácích hostitelských housenic a s dopředu vystrčeným zadečkem ho opatrně celý obhmatávaly. Poté v jednu chvíli vbodly kládélko zřejmě do přítomné ukryté housenice. Je to skutečně obdivuhodný výkon, uvědomíme-li si, že samička lumka *H. rufinus* takto svá vajíčka neomylně klade přímo do slinné žlázy svého hostitele.

Po dochování housenic pocházejících z chovu imag na lokalitě Velké Karlovice se nám v laboratoři podařilo vychovat celkem čtyři vzrostlé larvy obou těchto cizopasníků (tři *H. narrator*, jedna *H. rufinus*), které jsme pak determinovali podle klíče Eichorna (1988).

Na doplňkové lokalitě Dačice jsme pokusně založili chov lumků *O. monticola*, *X. mordax* a *C. nigrum* v r. 1991. U housenic později dochovávaných v laboratoři jsme zjistili pouze přítomnost nodulů, larvy těchto parazitoidů se nám vychovat nepodařilo.

DISKUSE

Přirození nepřátelé ploskohřbetky smrkové z čeledi *Ichneumonidae* mají poměrně velký význam při snižování populační hustoty tohoto škůdce a mají významnou úlohu i při potlačení jeho gradace. Jejich působení se však vždy projevuje v součinnosti s ostatními mortalitními činiteli jako jsou patogenní organismy, predátoři, pa-



1. Abundance dynamics of spruce webworm sawfly and its parasitoids – Abundance dynamics of spruce webworm sawfly and its parasitoids
 $\bar{x}_{ch}$ - chronologický průměr množství odchycených jedinců za rok – chronological mean of the numbers of caught individuals per year
 n_i - absolutní četnost (celkový počet odchycených jedinců za rok) – absolute frequency (total number of caught individuals per year)
 (ks) - počet v kusech – number of individuals

razitoidů z ostatních čeledí a v neposlední řadě i vlivy abiotické, zejména počasí. Vliv těchto činitelů však při vysoké abundanci škůdce nemůže zabránit poměrně silným žrům, i když mozaikovitěho charakteru.

V pracích různých autorů se vliv lumků považuje za jeden z nejdůležitějších při snižování početních stavů housenic ploskohřbetky smrkové. Kromě toho se projevuje jejich účinek i u imag, která se vylhla z housenic se zdolaným cizopasníkem, a to zejména výrazným snížením plodnosti samic (až o 53 %). Účinkem cizopasníků dochází i k většímu podléhání housenic různým nemocím, protože housenice napadené jsou mnohem citlivější než zdravé.

Podle našich pozorování byl vliv lumků na populaci housenic ploskohřbetky smrkové značný. Na lokalitě Velké Karlovice např. uhynulo účinkem larev lumků v průběhu vegetačního období 1989 až 55 % zdejší populace.

Z uvedených údajů je tedy zřejmé, že lumci jsou jedním z nejdůležitějších mortalitních činitelů tohoto škůdce, a proto bylo velmi zajímavé pozorovat jejich reakci na zvýšení abundance hostitele.

V oblasti gradace (lokalita Velké Karlovice) si lumci zcela zachovali numerickou reakci, ale v oblasti latence (lokalita Kněžice a Třešť) došlo k již popsanému rozdílu v reakci nejdůležitějších parazitoidů.

Je možné, že schopnost tzv. numerické reakce, již se vyznačují právě lumci, po snížení abundance jejich hostitele a přechodu do latence po několika letech dočasně mizí. Naproti tomu škůdce si zřejmě stále zachovává schopnost v některém vhodném roce výrazně svou abundanci zvýšit, avšak na to již jeho hlavní parazitoidi pravděpodobně nejsou schopni adekvátně zareagovat. Podobnou skutečnost uvádějí i Coppel, Mertins (1977), kde tzv. numerická reakce znamená v podstatě růst reprodukční schopnosti entomofága v odpověď na zvýšení hustoty populace hostitele, přičemž tento vzrůst probíhá v několika generacích. Reakci numerické obvykle předchází i reakce funkcionální, která má za následek nárůst četnosti napadání housenic jedním jedincem parazitoida. Otázkou zůstává, zda výraznější nárůst abundance ploskohřbetky smrkové nejsou lumci schopni eliminovat právě díky reakci funkcionální. O tom by mohlo svědčit i poměrně vysoké procento multiparazitace a superparazitace, které zjistil u hlavních parazitoidů tohoto škůdce Eichhorn (1988).

Pro potvrzení nebo vyvrácení těchto domněnek je však třeba pokračovat ve sledování obou populací na vybraných lokalitách po velmi dlouhou dobu a teprve potom vyslovit konečný závěr. V případě potvrzení této domněnky je také možné, že jde o jeden z důvodů, proč vlastně dochází k přeměně ploskohřbetky smrkové. A vezmeme-li v úvahu velký vliv lumků na populaci tohoto škůdce, může to být i důvod rozhodující.

Lumka *E. erythrogaster*, který byl zaznamenán ve zvýšeném počtu zvláště na lokalitě Velké Karlovice, uvádějí autoři (Pfeffer et al., 1954; Křístek, Obrtel, 1958) jako parazitoida smrkových pilatek. Domníváme se však, že zmíněný druh může parazitovat i u ploskohřbetky smrkové, neboť je zajímavý nárůst jeho abundance na lokalitě Velké Karlovice v r. 1990 podobně jako u sledovaného škůdce, přičemž se ale jeho v literatuře uváděný hostitel vyskytoval v tomto roce na lokalitě jen v malém množství.

ZÁVĚR

V letech 1987 - 1991 probíhalo na lokalitách Velké Karlovice, Kněžice a Třešť sledování populací ploskohřbetky smrkové a jejich endoparazitoidů z čeledi *Ichneumonidae*. Zároveň jsme také chovali v laboratoři i v terénu imaga některých druhů lumků spolu s jejich hostitelem.

Celkově bylo na jednotlivých lokalitách zjištěno deset druhů lumků: *Homaspis rufinus* (Grav.), *H. narrator* (Grav.), *H. robustus* (Thoms.), *Xenoschesis fulvipes* (Grav.), *X. mordax* (Thoms.), *Olesicampe monticola* (Hedw.), *Ctenopelma nigrum* (Hlmg.), *Sinophorus crassifemur* (Thoms.), *Notopygus bicarinatus* Teunissen a *N. flavicornis* Hlgr.

Nejpočetnějším cizopasníkem byl na všech třech lokalitách druh *H. narrator*, za ním následoval lumek *H. rufinus*.

Při zvýšení abundance škůdce se v oblasti gradace zvýšila i abundance jeho parazitoidů. V oblasti latence (při dlouhotrvající nízké abundanci - lokalita Kněžice) však hlavní druhy parazitoidů nereagovaly na nárůst abundance hostitele a v sousední oblasti latence (lokalita Třešť - v r. 1984 a 1986 ještě gradace) dva z hlavních druhů parazitoidů na zvýšení abundance svého hostitele reagovaly kladně.

Poletování většiny uvedených druhů lumků probíhalo v průměru od poloviny června do poloviny července, přičemž délka života chovaných imag činila v terénu 10 - 14 dnů. Výjimkou byly druhy *N. bicarinatus* a *N. flavicornis*, jež poletovaly až od druhé poloviny července do poloviny srpna.

Byla zjištěna velká atraktivnost medovice mšic jako potravy imag ploskohřbetky smrkové i lumků. Lumci se kromě toho živili i pylovými zrny různých trav (*Calamagrostis* sp.).

Poděkování

Děkuji doc. RNDr. Josefu Šedivému, DrSc., z Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni za determinaci jednotlivých druhů lumků.

Literatura

- COPPEL, CH. - MERTINS, J.: Biological insect pest suppression. Berlin Springer - Verlag 1977, ruský překlad, Moskva, Izdatel'stvo Mir 1980: 3-427.
- EICHORN, O.: Untersuchungen über die Fichtengespinstblattwespen *Cephalcia* spp. Panz. (Hym., Pamphiliidae) II. Die Larven und Nymphenparasiten. J. appl. Ent., 105, 1988: 105-140.
- JAHNOVÁ, E.: Über das Auftreten parasitischer Insekten von *Cephalcia abietis* L. im Waldviertel (Niederösterreich) Anz. Schädlingskde. Pfl. - Umweltsch., 51, 1978, č. 8: 119-122.
- KANĚČKA, P.: Příspěvek k průběhu diapauzy housenic ploskohřbetky smrkové [*Cephalcia abietis* (L.)] a jejich parazitoidů. Lesnictví, 37, 1991, č. 12: 981-992.
- KŘÍSTEK, J. - OBRTL, R.: Příspěvek k poznání cizopasníků pilátek proužkované. Zool. Listy, 21, 1958, č. 7: 309-324.
- KUDELA, M.: Hubení ploskohřbetky smrkové [*Cephalcia abietis* (L.)] insekticidy ve vztahu k jejím přirozeným nepřítelům. Práce výzk. Úst. lesn., 1957, č. 12: 191-248.
- MARTINEK, V.: Zastoupení a fenologie lhnutí jednotlivých druhů ploskohřbetek rodu *Cephalcia* Pz. (Hym., Pamphiliidae) v synusii - polohy do 700 m n.m. Lesnictví, 34, 1988, č. 3: 219-248.

MARTINEK, V.: Cizopasníci plosohřbetek rodu *Cephalcia* Pz. (Hym., Pamphiliidae) v ČR. IV. Voltinismus lumků rodu *Homasia* Forst. a druhu *Notopygus nigricornis* Kriechb. (Hym., Ichneumonidae). Lesnictví, 35, 1989, č. 9: 783-806.

MARTINEK, V.: Cizopasníci plosohřbetek rodu *Cephalcia* Pz. (Hym., Pamphiliidae) v ČR. III. Voltinismus lumků *Xenoschesis fulvipes* (Grav.) a *Ctenopelma nigrum* Hlmg. (Hym., Ichneumonidae). Lesnictví, 35, 1989, č. 3: 193-212.

MARTINEK, V.: Cizopasníci plosohřbetek rodu *Cephalcia* Pz. (Hym., Pamphiliidae) v ČR. V. Zastoupení larválních cizopasníků ve spektru přirozených nepřátel. Lesnictví, 36, 1990, č. 3: 201-220.

PFEFFER, A. et al.: Lesnická zoologie II. Praha, SZN 1954: 5-622.

PSCHORN-WALCHER, H.: Unterordnung Symphyta, Pflanzenwespen. In: SCHWENKE, W. (ed.): Die Forstschädlinge Europas, Hautflügler und Zweiflügler, Bd. 4. Hamburg und Berlin, Paul Parey Verlag 1982: 4-128.

ŠMELKO, Š. - WOLF, J.: Statistické metody v lesnictví. Bratislava, Příroda 1977: 5-330.

Došlo 6. 10. 1992

KANEČKA, P. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady, Znojmo Station): *Ichneumon flies on larvae of false spruce webworm sawfly [Cephalcia abietis (L.)] and information on their breedings*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (7): 297-303.

Ichneumon flies belong to the most important natural enemies of spruce webworm sawfly. Their effects are observed mainly in the latency period, when they are an efficient mortality factor. Ichneumon flies may influence the mortality rate of this pest also in the gradation period, when their relatively high fertility is gradually playing its role; thus they contribute to a reduction in the gradation population of spruce webworm sawfly. But there are very complex relations between these important parasitoids and spruce webworm sawfly due to complex bionomy of the host (diapause).

Three types of localities were chosen to investigate the populations of spruce webworm sawfly and its parasitoids: in the area of gradation, in the area with low abundance of the pest for a long time, and finally in the area with mass outbreak of the pest several years ago and currently with pest latency. A method of using photoelectrodes was applied for these investigations.

Responses of ichneumon flies to increases in its host's abundance were different in the particular types of localities. In the area of gradation ichneumon flies flexibly increased their population density similarly like the host, but in the area of latency with the long-term low abundance of the pest they did not respond to the increase in pest's abundance while in the adjacent area of latency with the former mass outbreak of the pest (high abundances of spruce webworm sawfly in 1984 and 1986) only two species of the main parasitoids (*H. narrator*,

O. monticola) responded to the increase in pest's abundance. Fig. 1 clearly shows the responses of particular species. Analogical spectra of ichneumon fly species were determined in the particular types of localities (Tab. I). It is to note that the species spectrum of ichneumon flies at the Trest locality with applications of the EVISEKT 90 SP chemical to control the pest larvae was in fact similar to that of the adjacent locality Knezice. At the North Moravian locality Velké Pavlovice the swarming of spruce webworm sawfly began on average two to three weeks earlier than at both South Moravian localities (Trest, Knezice).

Flits of ichneumon flies had similar patterns at the particular localities, that means similar to its host's swarming patterns. Observations of spruce webworm sawfly swarming indicated food intake by the pest adults, and honeydew of aphids was found to be highly attractive. This kind of food was equally attractive to ichneumon fly adults and to their hosts; they were also found to consume pollen grains of blossoming grasses. Honeydew of aphids was available only in dry sunny weather.

The adults of spruce webworm sawfly in laboratory breeding were administered highly concentrated sugar solution. The intake of this food did not for the time being influence either their life duration or female fertility. But the breeding comprised a relatively low number of individuals (17 males, 13 females). An interesting finding was an observed difference in the time of food intake in both sexes. The males licked the sugar solution for a short time only (1 - 2 min), but the females licked it even 10 minutes. The females were also laying eggs, 8 to 10. The adults of ichneumon flies of the species *H. rufinus*, *H. narrator*, *X. fulvipes*, *X. mordax*, *O. monticola* and *E. erythrogaster* were raised together with the larvae of spruce webworm sawfly in field conditions. Parasitism was successful only in the species *H. narrator* and *H. rufinus*. The species *H. narrator* mostly attacked the first instar of the host's larvae while *H. rufinus* attacked the second instar (estimate on the basis of the time of occurrence). Four adult larvae of these ichneumon flies (three larvae of *H. narrator*, one larva of *H. rufinus*) were raised from the parasitized larvae of spruce webworm sawfly at a laboratory. The life duration of adults raised in field conditions (ichneumon flies and spruce webworm sawfly) was between 10 and 14 days. An assessment of dominance in the particular species of ichneumon flies showed that *H. narrator* was the major parasitoid and *H. rufinus* ranked as the second. Higher abundance of *O. monticola* was observed at the localities Knezice and Trest.

spruce webworm sawfly [*Cephalcia abietis* (L.)]; larval parasitoids of the *Ichneumonidae* family; numerical response to host; breedings in field conditions and at laboratory

Kontaktní adresa.

Ing. Pavel K a n e č k a, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady, Dvořákova 21, 669 02 Znojmo

MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ Z METODICKÉHO ASPEKTU

V. Kohout

Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

Použití jednoduchých metod multikriteriálního hodnocení, založených na přiřazování vah kritériím podle výsledku párového srovnávání jejich významnosti, nezaručuje samo o sobě výsledek v podobě racionálního kompromisu (objektivnost výsledku musí být zajištěna jiným způsobem, např. současně použitým expertním hodnocením). Je předložen spekulativně odvozený jednoduchý způsob objektivizace metodiky multikriteriálního hodnocení, a to eliminací důležitých výsledků pravděpodobně zatížených postoje hodnotícího subjektu opakovaným řešením, s uplatňováním různých reálně možných subjektivních přístupů. Po eliminaci extrémů pak lze výsledek považovat za hledaný racionální kompromis, skutečně přiměřeně zohledňující všechny aspekty hodnocení.

rozhodovací metody; optimalizace

Použití jednoduchých metod multikriteriálního hodnocení při výběru z více variantních možností ať ve vysokoškolské výuce, nebo přímo v hospodářské praxi je výrazem žádoucích snah po objektivizaci (a tím i o vyšší kvalitativní úroveň) hospodářského rozhodování, snahy o posun od intuitivního rozhodování k vědeckým metodám řízení.

Principu multikriteriálního hodnocení se může např. výhodně použít k optimalizaci výběru disponibilních výrobních či dopravních prostředků a technologií, založených na jejich používání. Ovšem optimální výsledek řešení složitějšího problému hospodářského rozhodování musí být nutně racionálním kompromisem, přiměřeně zohledňujícím všechna kritéria, tj. všechny užití aspekty hodnocení. V této souvislosti je nutné si položit otázku, zda algoritmus jednoduchých metod multikriteriálního hodnocení, založený na stanovení vah jednotlivých kritérií párovým srovnáváním jejich závažnosti, skutečně k takto chápánému optimálnímu řešení vede?

Jinými slovy, zda dosažení optimálního řešení je automaticky zaručeno již samotným použitím metody multikriteriálního hodnocení (jak se domnívá většina laiků včetně potenciálních uživatelů), anebo zda je multikriteriální hodnocení nástrojem spíše mechanickým a adekvátnost výsledků jím dosažených závisí na kvalifikovanosti způsobu jeho použití.

KLADY, ZÁPORY A RIZIKA MULTIKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ ZALOŽENÉHO NA PÁROVÉM SROVNÁVÁNÍ ZÁVAŽNOSTI KRITÉRIÍ

Metody multikriteriálního hodnocení, založené zpravidla na párovém srovnání významu hodnotících kritérií (každého s každým), představují určitý způsob formalizace lidského myšlení při rozhodování. Na rozdíl od intuitivního rozhodování musí rozhodující se subjekt své myšlení formalizovat, neboť je k tomu veden algoritmem rozhodovací metody. Tato formalizace zpřesňuje jeho myšlení v tom smyslu, že vylučuje případné myšlenkové „zkratky“, které by mohly vést k opomenutí některého zá-

važného kritéria, nebo naopak - k zařazení několika kritérií zdánlivě různých, ale ve skutečnosti vzájemně závislých.

První krok algoritmu totiž vyžaduje inventarizaci kritérií, která jsou pro posuzování daného problému závažná. Zde je první kritický moment rozhodování z hlediska možnosti vzniku závažné chyby.

Chybou může být opomenutí kritéria, které je pro řešení problému závažné. Chybou ale může být i zařazení několika kritérií vzájemně závislých, tedy takových, která různou formou vyjadřují podstatu stejného jevu. Pak je, úměrně počtu vzájemně závislých kritérií, některému aspektu hodnocení (který je těmito kritérii zastoupen) neodůvodněně přiřazena vyšší váha než aspektům ostatním a výsledek je tak zkreslen. Opomenutí důležitého kritéria při rozhodování je chyba zcela triviální, každému z osobní zkušenosti známá, a tedy i její důsledek (ve smyslu vlivu na nesprávnost závěrů rozhodování) jsou pochopitelné. Uvědomit si podstatu stejného jevu druhu a jejího možného dopadu na výsledek rozhodování je již obtížnější. To proto, že závislost mezi několika kritérii nebývá vždy nápadná, a navíc - jedna a tatáž dvojice kritérií se v některých konkrétních případech může jevit jako závislá a jindy jako nezávislá. Je proto lépe vysvětlit tyto skutečnosti na příkladech.

Příklad první: při volbě stroje pro technologický řetězec sklady dříví byla do úvahy zahrnuta mj. i kritéria „celkové náklady na krácení jednotkového množství dříví“ ($K\check{C}.m^{-3}$), „pracnost krácení jednotkového množství dříví“ ($NH.m^{-3}$) a „spotřeba energie na krácení jednotkového množství dříví“ ($kWh.m^{-3}$).

Protože pracnost výroby lze vyjádřit nejen spotřebou pracovního času, ale také ve formě mzdových nákladů ($K\check{C}.m^{-3}$) a spotřeba energie lze rovněž vyjádřit ve formě finančních nákladů ($K\check{C}.m^{-3}$), je nutné konstatovat, že všechna tři použítá kritéria jsou navzájem závislá. Totiž, že druhá dvě jsou již obsažena v třetí. Pak - pokud neexistují zvláštní důvody, pro které by kritéria „pracnost“ a „spotřeba energie“ měla být použita (tj. pokud neexistuje více reálných aspektů hodnocení, z nichž každý by byl reprezentován jedním z uvedených kritérií) a tato kritéria byla přesto ponechána všechna, zvýšila by se tím třikrát relativní váha ekonomického aspektu v hodnocení vůči aspektům dalším (mimoekonomickým).

Příklad druhý: při rozhodování o volbě dopravního prostředku pro polární expedici byla do úvahy zahrnuta mj. kritéria „celkové náklady na dopravu jednotkového množství nákladu na jednotkovou vzdálenost“ ($K\check{C}.t^{-1}.km^{-1}$) a „spotřeba pohonných hmot na dopravu nákladu na jednotkovou vzdálenost“ ($1.100 km^{-1}$).

Spotřeba pohonných hmot „in natura“ bude v rozhodování ponechána, ačkoliv ji lze vyjádřit i ve formě finančních nákladů, protože v tomto specifickém (i když poněkud exotickém) příkladu nepředstavuje v úvaze ekonomický aspekt. Ten je vyjádřen kritériem celkových nákladů, zatímco spotřeba pohonných hmot v přírodním podobě vyjadřuje schopnost prostředku operovat bez

nutnosti doplňování pohonných hmot, tedy speciální aspekt technický.

Na algoritmech i nejjednodušších metod multikriteriálního rozhodování je tedy z tohoto pohledu cenné, že párovým srovnáním kritérií každého s každým (které je druhým krokem algoritmu) přivádí subjekt rozhodování i ke kontrole vzájemné nezávislosti zvolených kritérií.

Naproti tomu princip párového srovnání závažnosti kritérií (jako podklad přiřazení jim různých vah pro další matematický výpočet) sám o sobě objektivitu rozhodování nezaručuje. Algoritmus párového srovnání kritérií zpravidla vede k potvrzení výchozího stanoviska rozhodujícího se subjektu (což je skutečnost známá každému, kdo takové metody zkusil použít v praxi). Nejedná se o jev nahodilý, ale zcela zákonitý, což lze nejlépe doložit opět na příkladu (tento příklad je úmyslně extrémně zjednodušený, aby se popisované jevy uplatnily v extrémní poloze a tím se staly nápadnými; v matici výsledků blízké realitě použít, tj. při hodnocení m variant podle n kritérií se projeví stejné zákonitosti, ale v množství údajů to již není tak zjevné).

Příklad třetí: do úvahy při optimalizaci výběru technologií dopravy dříví metodou multikriteriálního hodnocení bylo zahrnuto několik (n) reálné významných a vzájemně nezávislých kritérií. Celkové náklady na přepravu jednotkového množství ($K \cdot m^3$), v pracovním pořadí kritérií zapsané jako první, představují ekonomický aspekt, a rozsah poškození půdy v porostu (%), zapsaný jako poslední (tj. n -té) kritérium v pracovním pořadí, ekologický aspekt. Jako disponibilní prostředky (a technologie na nich založené) byly do výběru zařazeny lesní kolový traktor, lanovka a vrtulník.

Bude-li jako subjekt rozhodování hodnotit osoba A, vyhraněně orientovaná způsobem odpovídajícím prvnímu aspektu (ekonomický), lze předpokládat, že stěží dokáže být absolutně nezaujatá, když bude párově porovnávat první kritérium s ostatními. A tak, i když kritéria další (tj. druhé, třetí, atd... až n -té) bude vzájemně srovnávat nezaujatě, a tedy relativně objektivně, nelze vyloučit, že první kritérium (odpovídající ekonomickému přístupu) nebude preferovat, byť jen podvědomě. Tím ovšem toto kritérium upřednostní před ostatními natolik, že mu algoritmus hodnocení automaticky přiřadí nejvyšší váhu. Nikoliv náhodou pak výsledkem bude výběr právě té varianty, která je optimální z ekonomického aspektu, bez přihlídnutí k aspektům dalším.

V rámci daného příkladu povede multikriteriální hodnocení zcela jednoznačně k výběru lesního kolového traktoru, prostředku, který minimalizuje celkové přepravní náklady (kritérium vyjadřující ekonomický aspekt).

Bude-li stejný výběr variant hodnotit jako subjekt rozhodování osoba B, která je orientovaná rovněž vyhraněně, ale způsobem odpovídajícím poslednímu aspektu (ekologický), pravděpodobně ani ona nedokáže být absolutně nezaujatá, tentokrát ovšem při porovnávání n -tého kritéria s dalšími. A i když pak kritéria první, druhé, atd. až ($n - 1$) bude vzájemně srovnávat nezaujatě a tedy také relativně objektivně, opět nelze a priori vyloučit, že n -té kritérium (odpovídající ekologickému přístupu) nebude preferovat, a tím je neupřednostní před ostatními. Takže tentokrát toto n -té kritérium získá nejvyšší váhu, což povede automaticky k výběru té varianty, která je optimální z ekologického aspektu bez přihlídnutí k aspektům dalším.

V rámci daného příkladu tentokrát povede multikriteriální hodnocení jednoznačně k výběru vrtulníku, tj. prostředku, který minimalizuje poškození porostní půdy (kritérium vyjadřující ekologický aspekt).

Následující dva trojúhelníky párů jsou jednoduchým modelem právě popsaných hodnocení, provedených subjekty A a B z daného příkladu. Řádky a sloupce v trojúhelníkových tabulkách jsou očíslovány a odpovídají jednotlivým kritériím, kterých bylo určeno celkem pět. Čísla v průsečících řádků a sloupců označují kritérium, kterému byla v párovém srovnání dvojice kritérií (odpovídajících danému řádku a sloupci) přisouzena vyšší významnost. Subjekt A preferoval aspekt představovaný prvním kritériem, subjekt B aspekt představovaný pátým kritériem, a to tak, že každý svému kritériu přisoudil v párovém srovnávání vyšší významnost třikrát a pouze jednou připustil vyšší významnost kritéria jiného (subjekt A kritériu č. 3 - viz první řádek v prvním trojúhelníku, subjekt B kritériu č. 2 - viz poslední sloupec ve druhém trojúhelníku). Výsledky ostatních párových srovnání v modelu (tj. kritérií 2. - 5. v příkladu A a 1. - 4. v příkladu B) byly generovány náhodně (aby příklad nebyl považován za účelově konstruovaný). V obou tabulkách je v každém řádku dále sumárně uvedeno (v závorce), kolikrát byla v párových srovnáních příznána odpovídajícímu kritériu vyšší významnost proti druhým kritériím:

A						B							
	1.	2.	3.	4.	5.		1.	2.	3.	4.	5.		
1.	-	1	3	1	1	(3x)	1.	-	1	3	4	5	(1x)
2.		-	2	4	2	(1x)	2.		-	2	2	2	(3x)
3.			-	4	5.	(2x)	3.			-	4	5	(1x)
4.				-	5	(2x)	4.				-	5	(2x)
5.					-	(2x)	5.					-	(3x)

Je patrné, že podle popsaného příkladu vedl algoritmus metody u osoby A zcela jednoznačně k přiřazení nejvyšší váhy preferovanému kritériu č. 1. U osoby B dostalo i nepreferované kritérium č. 2 celkem třikrát hodnocení vyšší významnosti, takže se s preferovaným kritériem č. 5 o první pořadí dělí. Přes tuto skutečnost je vliv preference stále zjevný - preferované kritérium sice nezískalo jednoznačně první pořadí, v žádném případě však nemůže sestoupit do pořadí nižších!

Metodu, která pouze potvrdí výchozí subjektivní postoj rozhodujícího se subjektu, za objektivní v žádném případě nelze považovat; to platí i pro multikriteriální hodnocení. Jeho použití, jak je zřejmé, samo o sobě k objektivizaci výběru nevede; musí být tedy zajištěna jiným způsobem.

Ani výsledky multikriteriálního hodnocení pak nemůžeme považovat za potřebný racionální kompromis, zohledňující v přiměřené míře všechna použitá kritéria.

POKUS O OBJEKTIVIZACI METODIKY JEDNODUCHÉ METODY MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ

Jestliže otázka, zda algoritmus multikriteriálního hodnocení založeného na přiřazení poměrových vah jednotlivým použitým kritériím párovým srovnáním jejich závažnosti objektivně zaručuje požadovaný racionální kompromisní výsledek či nikoliv, byla zodpověze-

na záporně, je nutné položit otázku další: má použití popsané metody vůbec nějaký smysl?

Prvním možným východiskem je důsledné používání metod multikriteriálního hodnocení společně s metodami expertního hodnocení. V této kombinaci totiž multikriteriální hodnocení plní technickou úlohu nástroje na sestavení matematického pořadí hodnocených objektů (odpovídající závažnosti přisouzené jednotlivým hodnotícím kritériím), přičemž relativní objektivita přisouzení závažnosti hodnotícím kritériím je úměrná objektivitě expertního hodnocení.

Domnívám se, že existuje i jiné možné východisko, použitelné tam, kde z nejrůznějších příčin není expertní hodnocení reálné. Je konstruováno sice spekulativně, ale nejen že respektuje předpokládanou preferenci kritéria odpovídajícího vlastní orientaci rozhodujícího se subjektu, ale je založeno právě na této skutečnosti a na pravděpodobném předpokladu, že ostatní kritéria (než preferované) porovnává subjekt relativně nezaujatě a objektivně: rozhodovací problém lze řešit opakovaně, a to s vědomě různými výchozími přístupy.

To znamená po výběru kritérií opakovat zbývající části algoritmu multikriteriálního hodnocení tolikrát, kolik je v daném případě reálně možných subjektivních přístupů (což zajistí není problém při značné jednoduchosti matematického výpočtu a zejména při možnosti jeho automatizace využitím samočinného počítače). Výsledkem tedy bude několik dílčích řešení, která se mohou vzájemně podstatně lišit. Přitom jako „nejlepší“ je v každém dílčím řešení vyhodnocena právě ta varianta, u které lze oprávněně předpokládat její extrémní zatížení předpojatostí rozhodujícího subjektu.

Protože ale lze také předpokládat, že subjektivním přístupem je zatížen především výběr varianty, která nejlépe vyhovuje kritériu preferovanému při párovém srovnávání, zatímco ostatní (tj. nepreferovaná) kritéria byla hodnocena víceméně nezaujatě a tedy relativně objektivně, je možné jednotlivá dílčí řešení vzájemně porovnat a všechna extrémní hodnocení z dalších úvah eliminovat (a tím další úvahy podstatně objektivizovat).

Předmětem dalších úvah (nebo snad přesněji) dalším (novým) krokem algoritmu řešení bude tedy zjištění, do jaké míry se shodují pořadí variant vyhodnocených v jednotlivých dílčích řešeních (zejména jako druhé a další v pořadí).

Aby byla splněna předpokládaná podmínka očištění výsledného řešení od dílčích výsledků pravděpodobně zatížených subjektivitou, hledaný racionální kompromisní výsledek, reálně zohledňující všechny uvažované aspekty, představuje ta hodnocená varianta, která se opakovaně umísťla na předních (nikoliv ovšem prvních) místech pořadí ve výsledcích několika dílčích řešení. V ideálním teoreticky možném případě by to byla varianta, která ve všech dílčích řešeních zaujala právě pořadí druhé (v praxi samozřejmě nelze vyloučit ani krajní případ, kdy by se shodovaly i výběry prvního pořadí v dílčích výsledcích; svědčilo by to o nezaujatosti hodnotícího subjektu, a konečný závěr by pak byl naprosto jednoznačný).

V rámci použitého příkladu výběru lesnických dopravních technologií je jedním dílčím výsledkem řešení zatíženým pohledem ekonomy (pořadí: 1. lesní kolový traktor, 2. lanovka, 3. vrtulník) a druhým dílčím výsledkem řešení zatíženým pohledem ekologa (pořadí: 1. vrtulník, 2. lanovka, 3. lesní kolový traktor). Racionálním kompro-

misním řešením, skutečně přiměřeně zohledňujícím všechny uvažované aspekty - tedy řešením hledaným - je varianta opakovaně se umísťující v obou řešeních jako druhá, tedy lanovka.

ZÁVĚR

Metody multikriteriálního hodnocení založené na párovém srovnání významnosti kritérií neposkytují výsledek, který by byl jednoznačně požadovaným racionálním kompromisním řešením problému, přiměřeně zohledňujícím všechna uvažovaná kritéria hodnocení, protože nevylučují možnost ovlivnění výsledku výchozím přístupem hodnotícího subjektu.

Proto je nutné metody multikriteriálního hodnocení používat společně s metodami expertního hodnocení, které (nikoli samy metody multikriteriálního hodnocení) jsou schopny výsledek objektivizovat.

Spekulativně je vyvozena možnost objektivizace algoritmu multikriteriálního hodnocení jeho opakováním (tolikrát, kolik existuje reálně možných a nezávislých aspektů řešení), aby bylo možné identifikovat ty z dílčích výsledků, které jsou vysoce pravděpodobně subjektivitou zatížené, eliminovat je, a konfrontací takto očištěných dílčích výsledků dospět k závěrečnému výsledku, který by byl skutečným racionálním kompromisem zohledňujícím všechny hodnotící aspekty - tedy k výsledku relativně objektivnějšímu.

Na takto použité jednoduché metodě multikriteriálního hodnocení lze považovat za cenné i to, že jejím výstupem není jediný výsledek, ale soubor výsledků, totiž několik výsledků dílčích, vymezujících oblast řešitelnosti problému, a závěrečný výsledek kompromisní - optimální.

Došlo 25. 9. 1992

KOHOUT, V. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno): *Multiple criteria optimization from methodical aspects*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (7) : 304-307.

The principle of multiple criteria optimization is considered as a good method of the choice of alternative production or transport means and technologies based on their use. The result of the solution to the complex problem of economic decision must necessarily be a reasonable compromise adequately involving all the criteria of optimization (and/or all the used aspects of evaluation). But practical applications show that the algorithm of simple methods of multiple criteria optimization, based on determination of the weights of particular criteria by paired comparison of their weights, does not guarantee a result in form of reasonable compromise, on the contrary it usually confirms the starting position of the author.

The person to make a decision, biased by a certain aspect of decision, can hardly be absolutely unprejudiced when they evaluate by paired comparison a criterion corresponding to their preferred aspect with the others. So, even if they compare mutually other criteria relatively objectively, it cannot be excluded that they will not favour the criterion (matching their preferred aspect), be it only subconsciously. In this way the preference to this criterion against the others will be so high that the algorithm of optimization will automatically assign the greatest weight to this criterion. Hence the result is the choice of

such a scenario that is optimum from the author's preferred viewpoint rather than of a compromise optimum scenario (including also other aspects).

The use of the simple method of multiple criteria optimization in itself does not automatically guarantee that an optimum result will be obtained, as it depends on the qualified use of this method (e.g. the simultaneous use of expert evaluation may provide for the result objectivity).

A speculatively derived simple method of objectification of multiple criteria optimization is presented, elimi-

nating partial results that are probable to be biased by the author's attitude, identified by a comparison of partial results, obtained by finding repeated solutions to the algorithm, with gradual application of different, really potential initial attitudes.

After extreme elimination, the result will represent the searched-for reasonable compromise including all aspects of optimization in an adequate way.

decision-making methods; optimization

Kontaktní adresa:

Ing. Václav Kohout, r.CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

RECENZE

Biotechnology in Agriculture and Forestry, Volume 18, High-Tech and Micropropagation II. (Biotechnologie v zemědělství a lesnictví, sv. 18, Špičkové technologie a mikrorozmnožování II)

Bajaj, Y. P. S. (ed.)

Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - London, 1992 (509 pp.)

V sérii knih, věnovaných biotechnologiím v zemědělství a lesnictví, jsou čtyři knihy (svazek 17 - 20) věnovány mikrorozmnožování různých druhů rostlin včetně některých druhů lesních stromů. Ve svazku 17 jsou podrobně popsány ve 29 kapitolách špičkové technologie mikrorozmnožování rostlin. Hlavní pozornost je věnována rozmnožování pomocí meristémových kultur, somatické embryogenezi, mikroroubování, zakotňování v umělých substrátech, aklimatizaci rostlin, jsou uvedeny způsoby produkce somatických embryí a umělých semen, uchovávání kultur pomocí kryokonzervace a je popsáno použití automatických systémů, robotů, bioreaktorů a automatických skleníků při mikrorozmnožování rostlin. V následujících třech knihách je popsáno rozmnožování *in vitro* různých druhů rostlin. Svazek 18 je věnován rozmnožování některých lesních a ovocných druhů dřevin. Svazek 19 obsahuje 34 kapitol o rozmnožování různých druhů zeleniny, olejnin, trav a léčivých a aromatických rostlin. Svazek 20 obsahuje 29 kapitol o rozmnožování okrasných druhů rostlin jako je např. *Rhododendron*, *Syringa*, *Cornus*, *Chrysanthemum*, *Gladiolus*, *Begonia*, *Hyacinthus*, *Pelargonium*, orchideje, růže, kaktusy a další.

V osmáctém svazku (High-Tech and Micropropagation II), který obsahuje 26 samostatných kapitol, jsou v první části knihy popsány způsoby mikrorozmnožování některých druhů lesních stromů a dřevin, které poskytují plody. Jsou podrobně popsány dosavadní výsledky s rozmnožováním *in vitro* akátu (*Robinia pseudoacacia* L.), břízy (*Betula* spp.), topolů (*Populus* spp.), jeřábu (*Sorbus aucuparia* L.) a břečku (*Sorbus torminalis* (L.) Cr.), dále *in vitro* rozmnožování druhů *Quercus acutissima* Carruth., *Santalum album* L., *Liquidambar styraciflua* L., *Juglans regia* L. a *Theobroma cacao* L. Z jehličnatých druhů stromů jsou uvedeny výsledky dosažené u *Larix* spp. a *Thuja* spp. Druhá část knihy je věnována rozmnožování *in vitro* ovocných stromů a některých dalších rostlin poskytujících plody. Jsou uvedeny výsledky získané s mikrorozmnožováním jabloní (*Malus domestica* Burkh.), hrušní (*Pyrus communis* L.), broskvoni (*Prunus persica* (L.) Batsch.), švestek (*Prunus* spp.), třešní (*Prunus* spp.), datlové palmy (*Phoenix dactylifera* L.), olivy (*Olea europaea* L.) a s mikroroubováním citrusů. Dále jsou uvedeny výsledky získané s rozmnožováním *in vitro* jahodníku (*Fragaria* spp.), maliníku (*Rubus idaeus* L.), vinné révy (*Vitis vinifera* L.), a druhů *Ananas comosus* L., *Actinidia* spp., *Carica* spp. a *Diospyros kaki* L.

U každého popisovaného druhu je uvedeno jeho rozšíření, hospodářský význam a konvenční způsoby rozmnožování. Kromě výsledků získaných při rozmnožování na živých médiích jsou rovněž popsány způsoby přenosu rostlin vypěstovaných *in vitro* do nesterilního substrátu, metody jejich dopěstování ve skleníku, způsoby jejich aklimatizace a výsledky získané po jejich výsadbě na venkovní plochy. Jsou hodnoceny i hospodářské výsledky mikrorozmnožování a její další perspektivy.

Knihy přináší mnoho nových základních poznatků o rozmnožování *in vitro* některých významných dřevin. U každého popisovaného druhu je rovněž uvedena rozsáhlá literatura, vztahující se k projednávanému problému. Publikaci lze doporučit všem pracovníkům, zabývajícím se o rozmnožování rostlin, i odborníkům pracujícím v oboru genetiky a šlechtění. Jedná se o zdaleka významnou publikaci, přinášející souhrnný přehled současných poznatků o uplatnění biotechnologických metod při rozmnožování rostlin.

Doc. Vladimír Chalupa, DrSc.

VÝSKYT REZIDUÍ ORGANICKÝCH CIZORODÝCH LÁTEK V TUKOVÉ TKÁNI ZAJÍČŮ POLNÍCH (*LEPUS EUROPAEUS* PALL.)

K. Bukovjan, V. Hoffmann, E. Bukovjanová

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

U zaječích zvěře (*Lepus europaeus* Pall.) pocházející z různých obhospodařovaných zemědělských oblastí byla v zásobní tukové tkáni stanovena rezidua organochlorových sloučenin a polychlorovaných bifenylů. Vzorů tkání pocházejí z adultní zvěře odlovené v rámci depistážních odlovů v pravidelných šestitýdenních intervalech na sedmi lokalitách okresů Benešov u Prahy, Nymburk, Praha-západ, obvod Praha 5. Soubor zahrnuje jedince odlovené v období říjen 1987 až březen 1991. Při vyhodnocení výsledků byly zaznamenány rozdílné koncentrace sledovaných organických cizorodých látek včetně statisticky významných rozdílů.

zajíc polní; polychlorované bifenyl; izomery HCH, HCB, DDT; zemědělské oblasti

Zvyšující se kontaminace jednotlivých složek přírodních ekosystémů se projevuje i nekontrolovatelným nárůstem celých skupin cizorodých látek v tělních orgánech a tkáních volně žijících i hospodářských zvířat.

V současné době patří mezi nejčastěji sledované organické cizorodé látky v České republice i perzistující rezidua organochlorových uhlovodíků a polychlorovaných bifenylů. Jako vhodný bioindikační druh akumulujícího typu pro tuto oblast byly vybrány jednotlivé populace zaječích zvěře z různých obhospodařovaných zemědělských lokalit.

V nedávné minulosti se uvedenými kontaminanty zabývali především Kačmár et al. (1978), Kredl, Breyl (1981), Páv (1985), Drápal et al. (1987), Bukovjan et al. (1988, 1990, 1992), Mikeš (1988, 1990), Šeplavý, Drápal (1989), Fanta, Bukovjan (1989), Korenková et al. (1990). Jako výchozí materiál použili tukovou tkáň, játra a svalovinu srstnaté zvěře, případně vejce ptáků. Získané výsledky jsou vzhledem k shodným vyšetřovacím metodám většinou srovnatelné. Základní údaje o vzniku, působení, chemickém složení organochlorových insekticidů a polychlorovaných bifenylů včetně výsledků analýz lze nalézt v přehledné souhrnné práci Mikeše (1988).

Organochlorové uhlovodíky se řadí mezi látky s výraznými liposolubními vlastnostmi. V živočišném organismu mají schopnost pronikat ochrannými bariérami a dlouhodobě působit na tělní systémy. Rezidua aktivně ovlivňují metabolismus, zasahují do činnosti žláz s vnitřní sekrecí, negativně ovlivňují vznikající hormony.

Kumulace v mozkové tkáni u některých druhů podmiňuje změny v sociálním a rodičovském chování, což bylo prokázáno především u ptáků. U savců byl mj. zjištěn i přestup těchto látek do vyvíjejících se plodů a následná kumulace v jejich orgánech (Umeda et al., 1978; Turek, Wolf, 1984). Uvedené kontaminanty vstupují aktivně do interakce s některými lipofilními vitamíny, u kterých následně vzrůstá intenzita odbourávání a snižuje se postupně jejich biologický účinek.

Další neméně důležité změny jsou popisovány v imunitních systémech, kde dochází působením těchto látek k imunosupresi, k poruše metabolismu některých minerálů, případně k nabourání enzymatických systémů.

Celosvětově rovněž vzrůstá množství polychlorovaných bifenylů (PCB) v krmivech, všeobecně v potravinách, v mléce a mase jatečných i volně žijících zvířat; tím dochází k pozvolnému zatěžování potravního řetězce. Tyto látky jsou známy již od roku 1881 a průmyslově se využívají od dvacátých let tohoto století (Mikeš, 1988). Jedná se o látky chemicky, termicky i biologicky v přírodním prostředí velmi stabilní. Převládá u nich nebezpečí kumulace nejen v tělním tuku, ale i v játrech, ledvinách, gonádách, méně v mozku a minimálně ve svalovině. I příjmem hluboce subletálních dávek při delší časové expozici se ovlivňuje růst a vývoj, případně reprodukce většiny homoiotermních živočichů. U ptáků pak byly prokázány výrazné změny v imunitním systému, zvýšené změny na játrech, mozku a ledvinách. Jako negativní lze hodnotit i účinek vyslovené imunosupresivní (Halouzka, 1992).

MATERIÁL A METODIKA

LOKALITY A ODBĚR VZORKŮ

Zpracovaný biologický materiál pochází ze souboru adultní zaječích zvěře obojího pohlaví, starší jednoho roku, odebrané v pravidelných šestitýdenních intervalech na vybraných sedmi lokalitách Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady (okres Praha-západ, Praha 5, Benešov u Prahy, Nymburk), na kterých dlouhodobě probíhá výzkum zdravotního stavu drobné zvěře. Lokality patří do bramborářské (I), bramborářskoobilnářské (II), řepářské (III), zelinářské (IV) a řepářskoobilnářské (V) oblasti.

Ve vyhodnocení jsou zahrnuti pouze jedinci, kteří byli odloveni podle současně používané metodiky výzkumu v období říjen až březen 1987 - 1991.

VLASTNÍ ANALÝZY

Analýzy byly provedeny z depotní tukové tkáně odebrané při patoanatomické pitvě z okolí ledvin, která byla až do doby zpracování uchována při konstantní teplotě -18 °C.

Izolace reziduí chlorovaných pesticidů (HCH, alfa, beta, gama HCH, DDT, Aldrin, Endrin) byla provedena na základě osvědčené metodiky (Hruška, Kociánová, 1974) s rozšířením na rezidua PCB (Kredl, Breyl, 1984). Princip stanovení spočívá v extrakci tuku z biologického materiálu společně s rezidui lipofilních organických kontaminantů směsí aceton-petroleter a následným odpařením tuku z koeextrahovaných znečištěnin na sloupci aktivního floxiolu.

K následným analýzám byly použity plynové chromatografy s detektorem elektronového zachytu. Pro stano-

vení chlorovaných pesticidů byl použit Varian aerograf 2470 s náplní 1,5% OV-17 + 1,95% QF-1 na chromosorb V 80/100 MESH za podmínek: teplota kolony 220 °C, detektoru 280 °C a injektoru 235 °C při průtoku N_2 40 ml.min⁻¹. Rezidua PCB byla detekována pomocí plynového chromatografu Hawlett-Packard 5730 se skleněnou kolonou a náplní 10% OV 101 na Gas-Chrom Q 80/100.

Pro všechny přístroje byla použita metoda absolutní kalibrace. Standardy chlorovaných pesticidů pocházely od firmy Polyscience Corporation z Illinois (USA). Pro PCB byl vybrán Delor 106 a Aroclor 1260.

U DDT nejsou rozlišeny jednotlivé formy a výsledek je prezentován jako celková suma tohoto kontaminantu.

Získané údaje byly vyhodnoceny pomocí jednoduchých matematicko-statistických metod při hladině významnosti 5%, tj. při 95% pravděpodobnosti za použití Studentova *t*-testu. Na jednotlivých analýzách se podíleli pracovníci Státního veterinárního ústavu ve Vratislavcích nad Nisou, Ústavu pro vyšetřování potravin a VÚLHM Jilovské - Strnady.

VÝSLEDKY A DISKUSE

HEXACHLORCYKLOHEXAN (HCH)

Mezi účinky jednotlivých izomerů HCH byly prokázány výrazné kvalitativní a kvantitativní rozdíly. Alfa izomer HCH vykazuje karcinogenní účinky, beta izomer se 30krát více kumuluje v organismu než akutně nejtoxickejší gama izomer. Alfa a gama izomery mají v organismu především stimulační účinky zvláště v počátku působení, beta a delta izomery naopak depresivní. Na příjem HCH se pravděpodobně vyvíjí návyk, při různých dlouhých expozicích dochází k fotosenzibilizaci, porfyriinurii a hepatomegalii (Mikeš, 1988). U těchto sloučenin byly popsány i nervové poruchy (Deichmann, Gerarde, 1971; Mikeš, 1988).

HEXACHLORCYKLOBENZEN (HCB)

V minulosti se využíval jako součást složek řady dezinfekčních prostředků a fungicidních přípravků. V ČSFR se používal jako součást mořidel obilí, mezi kterými lze uvést Agronal H (10% HCB a 1,8% fenylmerkurichlorid). Při jeho praktickém používání docházelo kromě vlastních účinků i k nekontrolované dotaci samotné ruti po polních ekosystémech a k ukládání v orgánech veškeré volně žijící zvěře (Páv, Márová, 1988; Bukovjan, Páv, 1989; Bukovjan, Šebesta, 1989; Bukovjan et al., 1991).

Změny při působení se dávají do souvislosti s poruchami nervového systému, strukturami cévních stěn a změnami v koncentracích biochemických parametrů séra. V parenchymech převládá obraz degenerativních změn až difúzních steatóz. U divokých prasat se vzácně zjišťuje i periduktální fibróza pankreatu (Mikeš, 1988).

DICHLORDIFENYLTRICHOLORETAN (DDT)

Analoga DDT působí rovněž především na nervový systém. Toxicita spočívá především ve vazbě na membrány nervových buněk a narušení přenosu nervových vzruchů, pravděpodobně změnou rovnováhy draslíkových a sodíkových iontů na buňčné membráně axonu (Kay et al., 1967; Mikeš, 1988).

Průměrné koncentrace organochlorových uhlovodíků na sledovaných lokalitách středních Čech činily u HCB 0,0497 mg.kg⁻¹ ± 0,009; alfa + beta HCB 0,0041 mg.kg⁻¹ ± 0,0014, gama HCH 0,027 mg.kg⁻¹ ± 0,004 a sumy DDT 0,222 mg.kg⁻¹ ± 0,22. Nejvyšší průměrná koncentrace byla zjištěna u HCB v oblasti II, kde byly hodnoty zhruba dvojnásobné (0,0845 mg.kg⁻¹ ± 0,039) proti ostatním lokalitám, alfa + beta HCH v oblasti III (0,0066 mg.kg⁻¹ ± 0,004), gama HCH v oblasti II (0,040 mg.kg⁻¹ ± 0,017) a suma DDT rovněž v oblasti II (0,524 mg.kg⁻¹ ± 0,138).

Kolísání koncentrací sledovaných organických cizorodých látek se udává i v letech 1983 - 1984 na lokalitách okresů Benešov u Prahy, Praha 5 a Nymburk. Průměr HCB se pohyboval mezi 0,051 mg.kg⁻¹ a 0,044 mg.kg⁻¹, alfa + beta HCH 0,017 mg.kg⁻¹ a 0,009 mg.kg⁻¹, gama HCH 0,032 mg.kg⁻¹ a 0,031 mg.kg⁻¹, celková suma DDT 0,304 a 0,450 mg.kg⁻¹ (Páv, 1985). O tři roky později byly ve shodné oblasti zjištěny následující koncentrace - HCB 0,030 mg.kg⁻¹, alfa + beta HCH 0,02 mg.kg⁻¹, gama HCH 0,02 mg.kg⁻¹ a suma DDT 0,150 mg.kg⁻¹. Ve vyhodnoceném souboru však byly zahrnuty i výsledky vyšetření juvenilních jedinců, u kterých jsou všeobecně zjišťovány nižší koncentrace cizorodých látek proti adultům (Bukovjan et al., 1988).

Na Slovensku Koreneková et al. (1990) uvádějí koncentrace v tuku zaječích zvěře HCB 0,06 mg.kg⁻¹, alfa + beta HCH 0,02 mg.kg⁻¹, gama HCH 0,01 mg.kg⁻¹ a DDT 0,06 mg.kg⁻¹. Rozdílné rozpětí hladin bylo zjištěno v létě - 0,013 - 0,032 mg.kg⁻¹ u gama HCH, 0,029 - 0,045 mg.kg⁻¹ u DDT proti zimě - 0,030 - 0,130 mg.kg⁻¹ a 0,087 - 0,120 mg.kg⁻¹ (Kredl, Breyl, 1981).

V letech 1984 - 1986 byly na různých lokalitách středních Čech zaznamenány odlišné hodnoty proti našim současným výsledkům. Mikeš (1988) uvádí u DDT 0,123 mg.kg⁻¹, což je v souladu s uvedenými koncentracemi, ale u alfa HCH a gama HCH jsou koncentrace vyšší (0,014 a 0,039 mg.kg⁻¹). Srovnatelné výsledky byly zaznamenány i při výskytu HCB (0,048 mg.kg⁻¹).

Dvojnásobná hladina DDT byla proti současným výsledkům zaznamenána u zaječích zvěře pocházejících z regionu severní Moravy (okres Olomouc) - 0,46 mg.kg⁻¹ a srovnatelná 0,21 mg.kg⁻¹ jihozápadně od Prahy (Mikeš, 1990).

Průměrná koncentrace HCB se v letech 1975 - 1978 pohybovala v tukové tkáni zaječích z České republiky 0,028 mg.kg⁻¹, 0,028 mg.kg⁻¹, 0,053 mg.kg⁻¹ a 0,035 mg.kg⁻¹; u gama HCH pak 0,014 mg.kg⁻¹, 0,028 mg.kg⁻¹, 0,039 mg.kg⁻¹ a 0,009 mg.kg⁻¹. Hladina DDT činila v roce 1975 0,053 mg.kg⁻¹ (Kredl, Breyl, 1981).

Značné rozpětí hladin sledovaných reziduí je popisováno i v letech 1978 - 1987 u HCB 0,007 - 0,035 mg.kg⁻¹, gama HCH 0,0015 - 0,016 mg.kg⁻¹ a DDT 0,001 - 0,063 mg.kg⁻¹. Na základě vyhodnocení uvedených výsledků byl učiněn závěr, že u HCB a DDT je v tomto desetiletí v ČR patrný pokles reziduí, u gama HCH kolísání a u PCB vzestup pozitivních záchytů do roku 1983 a pak následný pokles (Šeplavý, Drápal, 1989).

V Polsku byly u zaječích zvěře zjištěny průměrné hladiny gama HCH 0,019 mg.kg⁻¹ a DDT 0,052 mg.kg⁻¹ (Dzilinski, Chlewski, 1976), v Jugoslávii alfa + beta HCH 0,067 mg.kg⁻¹, gama HCH 0,004 mg.kg⁻¹, DDT 0,052 mg.kg⁻¹ (Aleksič et al., 1977), ve Švýcarsku alfa + beta HCH 0,002 - 0,006 mg.kg⁻¹ a DDT 0,005 - 0,032 mg.kg⁻¹ (Rüedi, 1973). Ve Spolkové re-

Lokalita	PCB	HCB	$\alpha + \beta$ HCH	γ HCH	DDT
I : II	N 0,7140	N 0,2605	N 0,7121	N 0,5353	+ 0,0296
I : III	+ 0,00968	N 0,9840	N 0,6203	N 0,2094	N 0,4453
I : IV	+ 0,00132	N 0,9822	N 0,2896	N 0,6924	N 0,4108
I : V	+ 0,00131	-	-	-	N 0,3665
II : III	N 0,0954	N 0,2474	N 0,5394	N 0,2149	+ 0,0010
II : IV	+ 0,0332	N 0,2357	N 0,5194	N 0,4001	+ 0,0010
II : V	+ 0,0266	-	-	-	+ 0,0218
III : IV	N 0,5805	N 1,0	N 0,3436	N 0,3876	N 0,5300
III : V	N 0,1561	-	-	-	N 0,6734
IV : V	N 0,3551	-	-	-	N 0,9068

N - statisticky nevýznamný rozdíl – statistically insignificant difference

+ - statisticky významný rozdíl – statistically significant difference

I - V - lokalita – locality

II. Koncentrace izomerů HCH a HCB v tukové tkáni adultní zaječ zvěře (mg.kg⁻¹) – Concentrations of HCH and HCB isomers in the adipose tissue of adult brown hare (mg/kg)

Lokalita ¹	I	II	III	IV
$\alpha + \beta$ HCH				
n	9	9	10	8
$\bar{x}$	0,042	0,0032	0,0066	0,002
Median	0,001	-	-	-
$\pm s$	0,005	0,0047	0,0132	0,0036
min.	x	x	x	x
max.	0,012	0,011	0,040	0,008
γ HCH				
n	9	7	9	9
$\bar{x}$	0,029	0,040	0,0197	0,0253
Median	0,020	0,019	0,021	0,019
$\pm s$	0,0205	0,0468	0,0051	0,0180
min.	0,011	0,008	0,014	0,008
max.	0,066	0,14	0,028	0,064
HCB				
n	9	9	9	9
$\bar{x}$	0,0408	0,0845	0,0405	0,0405
Median	0,034	0,042	0,032	0,032
$\pm s$	0,0375	0,1042	0,0318	0,0233
min.	x	0,008	0,015	0,015
max.	0,103	0,118	0,308	0,074

¹locality

publice Německo byla zjištěna koncentrace alfa HCH 0,02 mg.kg⁻¹, gama HCH 0,04 mg.kg⁻¹, DDT 0,010 mg.kg⁻¹ (Rimkus, Wolf, 1987).

Průměrná koncentrace polychlorovaných bifenylů v tukové tkáni zaječ zvěře na vybraných lokalitách středních Čech činila v letech 1987 - 1991 0,212 mg.kg⁻¹ + 0,019. Mezi oblast s vyšším výskytem lze zařadit lokalitu IV (0,299 mg.kg⁻¹ ± 0,045), která je pod bezprostřední zátěží těžkého průmyslu a leží v těsném sousedství chemické obalovny, zaměřené na plastické hmoty, ale jejíž negativní vliv se dosud nepodařilo na znečištění ekosystému prokázat. Dále pak lokalita V (0,239 mg.kg⁻¹ ± 0,038), sousedící s jihozápadním okrajem Prahy, a lokalita III

III. Koncentrace celkového DDT a PCB v tukové tkáni adultní zaječ zvěře – Concentrations of total DDT and PCB in the adipose tissue of adult brown hare

Lokalita ¹	I	II	III	IV	V
Suma ² DDT					
n	13	8	23	20	9
$\bar{x}$	0,2284	0,5246	0,1869	0,1602	0,1662
Median	0,11	0,392	0,165	0,1145	0,1650
$\pm s$	0,1868	0,3916	0,1346	0,1419	0,0311
min.	0,041	0,108	x	x	0,12
max.	0,62	1,24	0,47	0,543	0,21
PCB					
n	15	9	22	20	29
$\bar{x}$	0,075	0,090	0,2092	0,2394	0,2986
Median	0,080	0,035	0,130	0,200	0,22
$\pm s$	0,0685	0,1216	0,18	0,1705	0,2450
min.	x	x	x	x	x
max.	0,200	0,330	0,680	0,690	0,770

¹locality, ²total

(0,209 mg.kg⁻¹ ± 0,038) pod středním průmyslovým zatížením převážně lokálního charakteru.

Proti těmto územím byly v oblastech I a II statisticky nižší hladiny (tab. I). Oblasti se rozprostírají podle střední části vodárenské nádrže Želivka, která v současné době slouží jako zásobárna vody pro Prahu, případně jsou umístěny na jižních hranicích Středočeského kraje. Výsledky a statistické vyhodnocení jsou shrnuty v tab. I až III. V oblastech s nízkým výskytem těchto kontaminantů není v současné době rozvinuta ani intenzivní průmyslová výroba, ani nepatří do spadových území průmyslových, chemických a hutních závodů.

U volně žijících zaječů byly zjišťovány PCB v r. 1983 pod mez detekce a naopak v následujícím roce byly relativně vysoké - 0,885 mg.kg⁻¹ (Mikš, 1988) v porovnání s našimi zjištěními z let následujících.

Na základě řady provedených vyšetření lze konstatovat, že množství reziduí PCB v ČR je u zvěře značně rozdílné. P á v (1985) zaznamenal např. v regionu středních, jižních a východních Čech 0,304 mg.kg⁻¹

a 0,45 mg.kg⁻¹, Mikeš (1990) v severovýchodní oblasti středních Čech 0,23 mg.kg⁻¹, Bukovjan et al. (1988) 0,09 mg.kg⁻¹. Na severní Moravě udává Mikeš (1990) koncentraci 0,053 mg.kg⁻¹ a jižní Moravě 0,72 mg.kg⁻¹ obdobně jako Novotný, Pluhař (1990), kteří v okrese Uherské Hradiště uvádějí vyšší hodnoty. Koreneková et al. (1990) zaznamenali na středním a východním Slovensku 0,13 mg.kg⁻¹ PCB v zaječím tuku.

Nejvyšší hodnotu PCB udává Mikeš (1990) v blízkosti chemického průmyslového komplexu Neratovice 2,58 mg.kg⁻¹. Značné velké rozpětí výskytu a koncentrací PCB bylo zjištěno na modelových lokalitách VÚLHM Jíloviště - Strnady (Bukovjan et al., 1991). Kolísání dále popisují Šeplavý, Drápal (1989), kteří v r. 1983 uvádějí průměrnou koncentraci 0,135 mg.kg⁻¹ a v letech následujících podstatně nižší (0,024 a 0,003 mg.kg⁻¹).

S dosavadními výsledky korespondují údaje o výskytu těchto kontaminantů (PCB-Clophen A 60) z oblasti Štětvice - Holštýnska, kde zaznamenali Rimkus, Wolf (1987) hodnoty 0,03 a 0,29 mg.kg⁻¹.

Prakticky všichni uvádění autoři se shodují v kumulativních vlastnostech organochlorových sloučenin a PCB v tělním tuku živočichů. Problematika sledování PCB nabývá v současné době na aktuálnosti. Postupný vzestup je odrazem určité formy průmyslové industrializace, i když z praktického hlediska jsou LD₅₀ pro akutní a chronickou toxicitu u teplokrevných živočichů značně vysoké. Kolísání a případné nárůsty koncentrací uvedených kontaminantů jsou v souladu s charakterem převažující průmyslové výroby, technologií spaloven odpadků, skládek, úrovní odlučovacích zařízení a používání nátěrových hmot s jejich obsahem v zemědělské prvovýrobě.

ZÁVĚR

V příspěvku vyhodnocené a porovnané výsledky shodných vyšetření poukazují na různou úroveň kontaminace organismu zaječ zvěře ve vybraných lokalitách s rozdílným zemědělským hospodařením v regionu středních Čech.

V tukové tkáni byla detekována rezidua izomerů HCH, HCB, DDT a PCB. Ani v jednom případě nebyla zjištěna přítomnost dříve používaného Aldrinu a Endrinu.

Je nutné dodat, že výskyt koncentrací zjišťovaných kontaminantů v tělním tuku zaječ zvěře nepřesáhl závazné hygienické limity, platné v době vyšetření. Přesto však získané výsledky poukazují na různou úroveň kontaminace přírodních ekosystémů rezidui organochlorových sloučenin i PCB a na možnost využití volně žijících populací zaječ zvěře pro bioindikaci v komplexu Ekosystém-zvěř-hospodářská zvířata-člověk.

Literatura

ALEKSIČ, D. - JOVANOVIČ, V. - ŠOVLIANOVSKI, R.: Účinky pesticidů na divlák v Vojvodině za osvrstom na residue u pojediných tkivima i organima divljaka. Priroda Vojvodine, 3, 1977 : 33-39.
 BUKOVJAN, K. - BUKOVJANOVÁ, E. - DVOŘÁK, M. - KARPENKO, A. - PÁV, J. - ŠEBESTA, J. - ZAHRAĐNÍKOVÁ, W.: Health of the European hare and its environment on the model Area Loučeh in Central Bohemia. Práce VÚLHM, 72, 1988 : 105-174.

BUKOVJAN, K. - PÁV, J.: Výskyt vybraných cizorodých látek u zaječ zvěře. Celost. Konf. ČSVT Vliv negativních civilizačních faktorů na život zvěře, ryb a včel. Prachatic, 1989 : 148-152.
 BUKOVJAN, K. - ŠEBESTA, J.: Orientační výsledky vybraných těžkých kovů ve svalovině a orgánech zajčů polních (*Lepus europaeus* Pall.). Zpr. lesn. Výzk., 1989, č. 3 : 36-38.
 BUKOVJAN, K.: Impact of environment pollution on health state of brown hare (*Lepus europaeus* Pall.). Vlt International Conference on Wildlife Diseases. Berlin 6. - 11. 8. 1990 : 14.
 BUKOVJAN, K. - ŠEBESTA, J. - BUKOVJANOVÁ, E. - BYČKOVÁ, E.: Vorkommen von Schwermetallen in Organen und Muskulatur von Feldhasen in Mittel- und Ostböhmen. Fleischwirtschaft, 71, 1991 : 825-829.
 BUKOVJAN, K.: Sledování zdravotního stavu zajíce polního (*Lepus europaeus* Pall.) na modelových ústavních lokalitách. [Kandidátská dizertace.] VŠV Brno, 1992.
 DEICHMANN, J. - GERARDE, H. W.: Toxicology of drugs and chemicals. 4th Ed., New York - London, Academic Press 1971.
 DRÁPAL, J. - FROLÍKOVÁ, N. - KRÉDL, F. - MIKEŠ, C. - REJHOLEC, J.: Stav kontaminace krmiv, potravin a surovin živočišného původu a lovné zvěře látkami pesticidního charakteru. ÚSVÚ Praha, 1987 : 31-47.
 DZILINSKI, E. - CHLEWSKI, A.: Estimated residues of polychlorinated insecticides in the fatty of the European hare. Ecology and management of European hare populations. Warszawa, 1976: 213-217.
 FANTA, B. - BUKOVJAN, K.: Zajíc polní - bioindikator zemědělské rostlinné výroby. Celost. Konf. ČSVT Cizorodé látky v zemědělství. VŠZ Brno, 1989 : 99.
 HALOUZKA, R.: Patologie imunosupresivního působení ptáčích herpesvirů a polychlorovaných bifenylov na drůbež. [Doktorská dizertace.] VŠV Brno, 1992.
 HRUŠKA, J. - KOCIANOVÁ, M.: Stanovení reziduí chlorovaných pesticidů v potravinách, biologickém materiálu a vodě metodou plynové chromatografie. KHES České Budějovice, 1974.
 KAČMÁR, P. - ŠAMO, A. - BLOCHOVÁ, O.: Rezidua některých chlorovaných pesticidů v volně žijících zvířatech a ryb. Veter. Med. (Praha), 23, 1978 : 737-745.
 KAY, I. - SNELL, B. - TOMOLIN, C.: Chemicals for agriculture in the Nederland. In: L. Rap. VII. Congress internat. biol. Gibier Beograd, 1967 : 309-316.
 KORENEKOVÁ, B. - KOTTEROVÁ, J. - PATOČKOVÁ, L. - KULKOVÁ, J. - BACHNÁKOVÁ, I. - BREYL, I.: Hladiny chlorovaných uhlovodíků a PCB u lovné zvěře na území Slovenska. Celost. Konf. Veterinární problematika lovné zvěře. Frýdek-Místek, Atlas Ostrava 1990 : 72.
 KREDL, F. - BREYL, I.: Rezidua chlorovaných pesticidů v orgánech volně žijící zvěře. Folia venatoria, 1981, č. 11 - 12 : 143-161.
 KREDL, F. - BREYL, I.: Rychlá provozní metoda na stanovení PCB v masě a masných výrobcích. Acta epidemiologica et microbiologica. Příloha 10, 1984.
 MIKEŠ, C.: Zjišťování kontaminace přírodního a životního prostředí rezidui chlorovaných uhlovodíků prostřednictvím vybraných bioindikatorů se zaměřením na rezidua PCB. [Atestační práce II.] VŠZ Praha, Kostelec nad Černými lesy, 1988 : 1-146.
 MIKEŠ, C.: Vliv cizorodých látek na zvěř a zvěřinu. Celost. Konf. Veterinární problematika lovné zvěře. Frýdek-Místek, Atlas Ostrava 1990 : 74.
 NOVOTNÝ, J. - PLUHAŘ, J.: Hladiny PCB u lovné zvěře v okrese Uherské Hradiště. Oběžník OV ČMS, Uherské Hradiště, 1990.
 PÁV, J.: Zdravotní stav zajíců v různých zemědělských oblastech. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1985 : 1-65.
 PÁV, J. - MÁROVÁ, M.: Výskyt olova, kadmia, rtuti v orgánech a svalovině zajíců. Folia venatoria, 18, 1988 : 151-171.
 RIMKUS, G. - WOLF, M.: Konzeption und Organisation eines Wilduntersuchungsprogramms, Rückstände an Organochlorverbindungen im Muskel- und Leberfett von Hear und Federwild. Fleischwirtschaft, 67, 1987 : 1-6.
 RÜEDI, D.: Vorkommen und die Bedeutung der chlorierten Kohlenwasserstoffen beim Feldhasen. Schweiz. Arch. Tierheilkunde, 12, 1973 : 597-613.
 ŠEPLAVÝ, B. - DRÁPAL, J.: Vliv chlorovaných pesticidů a PCB na zvěř a ryby. Celost. Konf. ČSVT Vliv negativních civilizačních faktorů na život zvěře, ryb a včel. Prachatic, 1989 : 153-163.

TUREK, B. - WOLF, A.: Zdravotní důsledky výskytu cizorodých látek v potravinovém řetězci. Sbor. přednášek VI. odborného semináře. Praha, 1984 : 52-58.

UMEDA, G. - NAKAJIMA, H. - YASUKI, K.: Some problems on health effects on PCBs. *Ecotoxicol. and Environmental Saf.*, 1, 1978 : 437-446.

Dolno 17. 10. 1991

BUKOVJAN, K. - HOFFMANN, V. - BUKOVJANOVÁ, E. (Forest and Game Management Research Institute, Jilovistě-Strnady): The presence of residues of organic extraneous matters in the adipose tissue of brown hare (*Lepus europaeus* Pall.). *Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (7) : 308-312.

Contents of residues of organic extraneous matters were determined in adipose tissue in adult brown hare (*Lepus europaeus* Pall.). Biological material was sampled at seven model localities in regular six-week intervals. The localities were included in potato-growing (I), potato-grain growing (II), sugar beet-growing (III), vegetable-growing (IV) and sugar beet-grain growing region (V).

The average concentrations of organo-chlorine hydrocarbons at the investigated localities: 0.0497 mg/kg $\pm$ 0.009 in HCB, alpha + beta HCH 0.0041 mg/kg $\pm$ 0.0014, gamma HCH 0.027 mg/kg $\pm$ 0.004 and DDT total 0.222 mg/kg $\pm$ 0.22. Statistically significant differences were observed only between DDT concentrations in the fat in brown hare in the potato-growing and potato-grain growing region, potato-grain and sugar beet-growing region, potato-grain and vegetable-growing regions, po-

tato-grain and sugar beet-grain growing region. The concentrations of the other organo-chlorine compounds, i.e. HCB and HCH isomers, did not show any significant statistical differences at the investigated localities.

The average concentrations of polychlorinated biphenyls in the adipose tissue of brown hare were 0.212 mg/kg $\pm$ 0.019. Higher concentrations were found in the vegetable-growing region (0.299 mg/kg $\pm$ 0.045) and in the sugar beet-grain growing region (0.239 mg/kg $\pm$ 0.038). There were statistically significant differences between the potato- and sugar beet-growing region, potato- and vegetable-growing region, potato- and sugar beet-grain growing region, potato-grain growing region and sugar beet-grain growing region. The other differences in PCB concentrations were not statistically significant in comparison with the remaining regions.

The rate of concentrations of the investigated organo-chlorine contaminants and PCB in the fat of brown hare did not exceed the binding hygienic limits valid in the Czech Republic at the time of investigation. But it can be said that the results indicate different levels of contamination of natural ecosystems and their possible negative effects in subtoxic rates on the organisms of free-living animals, farm animals and human population.

Hence it is desirable to monitor the contents of organic and inorganic extraneous matters in the ecosystems and natural bioindicators, in which currently the brown hare can be included.

brown hare; polychlorinated biphenyls; isomers of HCH, HCB, DDT; agricultural regions

Kontaktní adresa:

MVDr. dr. Karel B u k o v j a n, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jilovistě-Strnady, 156 04 Veterinární pracoviště Havlík

Upozornění pro přispěvatele časopisu

Lesnictví-Forestry

V rámci modernizace výroby přechází naše redakce na vydávání časopisu pomocí DTP. Autory, kteří chtějí publikovat svoje příspěvky v časopise *Lesnictví-Forestry* a mají možnost je pořizovat na PC, proto žádáme, aby texty příspěvků posílali současně s disketou. Po zkopírování textu bude disketa vrácena zpět autorům.

Pro zpracování textu pomocí DTP je pro nás nejdůležitější textový editor T602. Pokud používáte jiný editor, prosíme o převedení do souboru v ASCII kódu. Obrázky pořizované počítačem je možné publikovat přímo, pokud jsou v souboru .TIF.

Pořizování příspěvků na PC není podmínkou pro přijetí do tisku, to znamená, že redakce bude i nadále přijímat příspěvky pořizované na psacím stroji.

Doufáme, že toto opatření se u autorů setká s příznivým ohlasem.

Redakce časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY 1993, No. 8 - 9, uveřejní příspěvky:

Šindelář J., Frýdl J.: Heterozní růst mezidruhových kříženců modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) a modřínu japonského (*Larix leptolepis* Gord.) a jejich vývoj – Heterosis growth on interspecific hybrids of European larch (*Larix decidua* Mill.) and Japanese Larch (*L. leptolepis* Gord.) and their development

Kratochvíl M.: Studie o přirozené obnově borovice lesní okrajovou sečí – Study of Scotch pine natural regeneration by border cutting

Kobliha J.: Růst potomstev smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karsten] z různých oblastí ČR – Growth of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karsten] progenies from various regions of the Czech Republic

Vyskot M.: Underground biomass of adult Norway spruce – Podzemní biomasa adultního smrku

Jakubis M., Jakubisová M.: Hodnotenie vodných tokov vnútra kaldery v Chránenej krajinej oblasti - biosférickej rezervácii Poľana – Evaluation of streams inside the caldera in a Protected Landscape Area - Poľana Biospherical Preserve

Mrkva R.: Ochrana lesa: ekologické pojetí a rozvoj – Forest protection: ecological interpretation and development

Háněl L.: Půdní hlístice (*Nematoda*) ve smrkových lesích Krušných hor poškozených imisemi – Soil nematodes (*Nematoda*) in Norway spruce forests of the Krušné hory Mts. injured by immissions

Kula E.: Disperze vajčeka a sezónní populační dynamika mšice *Euceraaphis betulae* (Koch) na bříze – Egg dispersion and seasonal population dynamics of the aphid *Euceraaphis betulae* (Koch) on birch

Vach M.: Hormonální poruchy vývoje parůžků – Hormonal disorders of antler development

Kohout V.: Zkoušky účinnosti ochranných pracovních oděvů a obuvi pro práci s ručními motorovými řetězovými pilami

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/257541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: OSTRAVSKÉ TISKÁRNĚ, Novinářská 7, 709 70 Ostrava 1 ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993

Rozšiřuje PNS a. s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly.