

VLIV HNOJENÍ DUSÍKEM NA PŮDNÍ MIKROFLÓRU V BOROVÝCH POROSTECH

A. Lettl

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Vliv hnojení dusíkem na půdní mikroflóru v borových porostech*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 97-108.

Jsou uvedeny výsledky sledování mikrobiálních poměrů v písčité půdě borového porostu na polesí Druztová (LZ Plzeň — Bílá hora, oblast ZČSL Plzeň) po hnojení ledkem amonným s vápencem a po dvou letech močovinou. Ledek amonný nevyvolal pronikavější změny kromě částečné inhibice amonizace a nitrifikace. Aplikace močoviny měla za následek mohutné rozmnožení bakterií, zvýšení koncentrací půdní ureázy a asparaginázy, byla stimulována produkce CO₂ půdou, amonizace močoviny a nitrifikace. Na suchém stanovišti bez přízemní vegetace hnojiva dlouho zůstávala v povrchových půdních horizontech a jejich účinek byl pomalý. Na vlhkém stanovišti s přízemní vegetací se jejich vliv projevil rychleji, přičemž vegetace účinně odnímala z půdy nitráty.

mikrobiologie lesnická; půdní mikroflóra; borové porosty; dusík

Dusík je v lesních půdách většinou nedostatkovou živinou. Růst lesních porostů je tedy v našich podmínkách závislý hlavně na množství dusíku dostupného pro vegetaci neboli na množství nitrátových a amonných iontů. Ovšem koncentrace těchto anorganických iontů je v půdě zpravidla velmi nízká: rozklad organické hmoty (a s tím spojená mineralizace immobilizovaného organického dusíku) probíhá poměrně pomalu, uvolněné ionty jsou ve vegetačním období průběžně odebírány kořeny vegetace a navíc nitrátová forma je srážkami vymývána do hlubších půdních horizontů mimo dosah kořenového systému vegetace.

Tuto situaci je možno ovlivnit minerálním dusíkatým hnojením. To zpravidla zlepší koloběh živin zrychlením rozkladu organické hmoty a hlavně anorganické ionty dusíku jsou dodány do půdy buď přímo, nebo se podle druhu hnojiva uvolní ze snadno rozložitelných sloučenin. Na tyto změny reaguje pohotově půdní mikroflóra.

Práce podává výsledky sledování mikroflóry a jejích aktivit v písčité půdě borového porostu, který byl v roce 1983 pohnojen ledkem amonným s vápencem a později v roce 1985 močovinou.

MATERIÁL A METODY

Lokalita: výzkum byl konán v okrese Plzeň-sever, v polesí Druztová Lesního závodu Plzeň — Bílá hora, na lokalitě Bolevec. Půda je písčitá, vzniklá rozpadem pískovce, arkosy a slepence. Ve vrcholových partiích jsou borové porosty bez bylinné vegetace. Směrem po svahu přibývá borůvky, brusinky a kostřavy ovčí, které v údolní části tvoří souvislý hustý porost.

Hnojiva byla aplikována letecky. Ve dnech 30. 4. a 1. 5. 1983 při mírně deštivém počasí byl rozprašován ledek amonný s vápencem v množství 400 kg/ha, což

odpovídá přibližně 120 kg N/ha. O dva roky později, dne 25. 6. 1985, byla na tutéž plochu aplikována močovina v množství 280 kg/ha (přibližně 130 kg N/ha).

Odběr a zpracování půdních vzorků: mikrobiologické šetření bylo konáno jednak na okrajovém stanovišti bez přízemní vegetace (dále jen suché stanoviště), jednak v údolním stanovišti se souvislým porostem borůvky, brusinky a kostřavy (dále jen vlhké stanoviště). V průběhu vegetačního období let 1983 a 1985 byly zhruba v měsíčních intervalech odebírány odděleně vzorky fermentačního (F-A₀₂), humusového (H-A₀₃) a minerálního horizontu A.

U přesáté půdy (< 2 mm) byl stanoven hmotnostní obsah vody, aktivní pH(H₂O) a výměnné pH(KCl) (Klika a kol. 1954), obsah organického uhlíku, celkový obsah dusíku, obsah dusičnanového a amonného dusíku (Schlichting, Blume 1966). Koncentrace aerobních bakterií byly vyhodnoceny kultivačně na Thorntonově agaru, amonizačních bakterií na masopeptonovém agaru a koncentrace mikroskopických hub na agaru Czapek-Doxové s 1 % sladinkového extraktu. Výsledky jsou vyjádřeny počtem CFU (colony forming units) na 1 g suché půdy.

Intenzita respirace je vyjádřena v mg CO₂ produkovaného za 24 h, intenzita amonizace a nitrifikace v mg amonného, resp. nitrátového N produkovaného za 14 dní inkubace při 25 °C v přepočtu na 1 kg suché půdy.

V roce 1985 byly studovány i některé z půdních enzymů. Koncentrace β -D-fruktofuranosidázy (EC 3.2.1.26), ureázy (EC 3.5.1.5) (Bergmeyer 1962), α -amylázy (EC 3.2.1.1) (Domsch a kol. 1979), asparaginázy (EC 3.5.1.1) (Drobník 1956) a thiosulfát sulfurtransferázy (rhodanese; EC 2.8.1.1) (Tabatabai, Singh 1976) jsou udány v kat/kg (mol.kg⁻¹.s⁻¹). Zpracování výsledků: pro výsledky z jednotlivých odběrů byly na počítači Hewlett Packard 41C vypočteny jednoduché korelační koeficienty pro vztah mezi veličinami navzájem. Jejich významnost byla otestována pro úroveň $P = 0,9$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

CYKLUS UHLÍKU

Cyklus uhlíku má na obou stanovištích různou intenzitu. Na suchém stanovišti byl v organických horizontech trvale vyšší obsah uhlíku než na stanovišti vlhkém (tabulky I a II). Zřejmě zde dochází za nedostatku vláhy ke kumulaci organické hmoty, z níž při částečném rozkladu je využíván spíše dusík (zvyšuje se poměr C/N). Poměrně nižší bakteriální osídlení organických horizontů je kompenzováno vyššími koncentracemi mikromycet (tabulka III). Třebaže právě mikromycetám se přisuzuje hlavní význam v půdní respiraci (Anderson, Domsch 1975), je tato aktivita na suchém stanovišti nižší než na vlhkém stanovišti s vegetačním pokryvem a s bohatší bakteriální složkou rhizosféry (tabulka IV). Výpočet korelačních koeficientů potvrzuje význam vlhkosti jako ekologického faktoru pro bakteriální osídlení i pro půdní respiraci; platí to nejen pro fermentační horizont na suchém stanovišti (tabulka VI), ale na vlhkém stanovišti i pro humusový horizont (tabulka VII), do kterého neproniká voda ze slabších srážek a který je navíc vysušován odběrem půdního roztoku kořenovým systémem vegetačního pokryvu.

Hnojení ledkem amonným s vápencem tuto situaci nijak zřetelně neovlivnilo. Aplikace močoviny zvýšila půdní respiraci (tabulka IV), ale nedošlo tím k výraznějšímu úbytku uhlíku v organických půdních horizontech (tabulky I a II). Zůstává tedy možnost, že produkovaný CO₂ pocházel spíše z rozkladu močoviny než z rozkladu organické hmoty.

CYKLUS DUSÍKU

Hnojení dusíkatými hnojivy je pronikavým zásahem do cyklu tohoto prvku. Aplikace ledku amonného obohatila půdu o velké množství amon-

I. Agronomické vlastnosti půdy na suchém stanovišti. — Agrochemical characteristics of the soil at the dry site

Horizont	Odběr vzorků	Vlhkost %	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	C _{ox} %	N _{total} %	C/N	NH ₄ ⁺ - -N mg/kg	NO ₃ ⁻ - -N mg/kg
F-A ₀₂	31. 3. 1983	68,2	3,3	2,7	41,3	1,15	35,9	21,1	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného							
	16. 5. 1983	49,0	3,5	2,9	30,3	0,92	32,9	154	6,27
	21. 6. 1983	54,7	3,7	2,9	41,1	1,20	34,4	366	40,6
	26. 7. 1983	42,2	3,8	2,9	39,6	1,20	33,1	481	104
	7. 9. 1983	15,8	4,1	3,5	42,1	1,34	34,1	266	52,3
	17. 10. 1983	22,8	3,6	3,0	43,1	1,22	35,3	308	18,7
	21. 5. 1985	31,3	3,5	2,9	42,2	1,35	31,2	19,6	10,5
	25. 6. 1985	aplikace močoviny							
	9. 7. 1985	35,5	3,7	3,0	41,0	1,26	32,5	108	6,20
	6. 8. 1985	70,7	5,0	4,0	43,9	1,23	35,7	1348	0
	3. 9. 1985	49,0	4,3	3,6	44,2	1,26	35,1	545	7,85
	8. 10. 1985	23,1	4,8	3,5	43,6	1,27	34,5	332	7,28
H-A ₀₃	31. 3. 1983	51,3	3,1	2,5	35,7	0,92	38,6	21,1	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného							
	16. 5. 1983	48,5	2,9	2,4	24,8	0,73	34,0	91,5	0
	21. 6. 1983	53,5	3,5	2,8	37,3	1,12	33,4	270	0
	26. 7. 1983	33,0	3,6	3,2	37,7	1,23	30,6	418	29,8
	7. 9. 1983	23,8	4,0	3,2	35,5	1,24	20,6	191	30,5
	17. 10. 1983	27,4	3,2	2,8	37,5	1,30	28,9	228	24,2
	21. 5. 1985	33,1	3,3	2,8	37,8	1,28	29,5	26,8	3,59
	25. 6. 1985	aplikace močoviny							
	9. 7. 1985	36,5	3,6	3,0	37,8	1,07	35,3	38,8	6,30
	6. 8. 1985	52,5	3,7	3,0	34,6	1,10	31,5	113	0
	3. 9. 1985	34,0	3,7	3,2	39,4	1,08	36,4	88,3	0
	8. 10. 1985	29,6	3,8	3,0	33,5	1,00	33,4	261	3,41
A	31. 3. 1983	6,08	3,3	2,7	1,72	0,05	31,9	4,77	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného							
	16. 5. 1983	9,46	3,4	3,2	0,87	0,04	24,2	14,9	0
	21. 6. 1983	12,3	3,7	3,4	0,76	0,04	17,3	24,3	13,7
	26. 7. 1983	17,6	3,9	3,3	1,19	0,06	19,2	51,7	5,82
	7. 9. 1983	7,80	3,8	3,1	1,19	0,06	18,9	8,51	1,74
	17. 10. 1983	6,17	4,4	3,5	1,47	0,08	18,9	47,8	4,69
	21. 5. 1985	10,0	3,6	3,4	0,71	0,07	10,8	9,96	1,78
	25. 6. 1985	aplikace močoviny							
	9. 7. 1985	7,17	3,5	3,2	1,30	0,05	25,4	3,62	0,43
	6. 8. 1985	4,12	4,1	3,6	1,16	0,05	25,2	9,35	0,42
	3. 9. 1985	6,73	4,2	3,8	1,13	0,05	23,5	0	0
	8. 10. 1985	7,99	4,1	3,3	0,44	0,03	13,3	14,6	0

ného iontu, který perzistoval v půdě po dlouhou dobu. Zároveň byla dodána ekvimolární množství nitratového iontu. Chování obou iontů bylo značně ovlivněno charakterem stanoviště: na suchém stanovišti byly maximální koncentrace obou iontů v půdě zjištěny až za tři měsíce po aplikaci (tabulka I). To nasvědčuje, že hnojivo leželo na povrchu půdy v hrabance a při nedostatečné vlhkosti pronikalo jen velmi pozvolna

II. Agrochemické vlastnosti půdy na vlhkém stanovišti. — Agrochemical characteristics of the soil at the moist site

Horizont	Odběr vzorků	Vlhkost %	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	C _{ox} %	N _{total} %	C/N	NH ₄ ⁺ - -N mg/kg	NO ₃ ⁻ - -N mg/kg
F-A ₀₂	31. 3. 1983	73,3	3,8	2,8	33,6	1,33	25,2	218	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného							
	16. 5. 1983	66,6	3,9	3,3	36,6	1,40	26,1	362	0
	21. 6. 1983	63,4	4,6	3,3	34,8	1,22	28,5	343	0
	26. 7. 1983	44,1	4,0	3,2	34,7	1,16	29,9	188	4,29
	7. 9. 1983	44,6	3,9	3,0	50,0	1,39	29,6	186	2,89
	17. 10. 1983	52,1	3,7	3,1	38,5	1,41	27,4	93,7	1,67
	21. 5. 1985	70,3	3,8	3,2	37,5	1,35	27,7	60,3	13,5
	25. 6. 1985	aplikace močoviny							
	9. 7. 1985	65,7	4,7	3,3	35,2	1,26	28,0	320	9,33
	6. 8. 1985	71,3	5,0	4,0	37,9	1,23	30,9	703	0
	3. 9. 1985	70,3	4,6	4,1	40,4	1,44	28,1	589	13,5
	8. 10. 1985	36,9	4,6	3,5	32,2	1,14	28,2	355	6,34
H-A ₀₃	31. 3. 1983	73,7	3,3	2,9	33,3	1,12	29,8	42,6	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného							
	16. 5. 1983	61,7	3,5	3,0	30,7	0,91	33,8	117	0
	21. 6. 1983	55,5	3,7	2,9	22,9	0,84	27,3	25,2	0
	26. 7. 1983	31,8	3,8	3,1	22,1	0,77	28,6	52,6	0
	7. 9. 1983	40,6	3,2	2,7	33,8	1,11	30,6	18,9	0
	17. 10. 1983	40,8	3,6	3,0	33,8	1,07	31,5	22,7	2,03
	21. 5. 1985	64,9	4,1	3,4	26,5	0,99	26,8	38,3	2,28
	25. 6. 1985	aplikace močoviny							
	9. 7. 1985	16,2	4,2	3,3	22,3	0,95	23,5	50,8	3,82
	6. 8. 1985	57,2	4,4	3,4	30,5	0,91	33,6	230	1,87
	3. 9. 1985	47,0	4,1	3,5	25,7	0,89	28,8	50,8	0
	8. 10. 1985	40,0	3,9	2,9	19,0	0,80	23,7	223	3,98
A	31. 3. 1983	8,87	3,5	3,3	0,58	0,03	21,5	2,46	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného							
	16. 5. 1983	7,67	3,7	3,4	0,38	0,02	15,8	9,71	0
	21. 6. 1983	11,3	4,1	3,4	0,71	0,04	16,9	49,3	0
	26. 7. 1983	6,97	4,0	3,3	0,92	0,06	15,9	6,02	1,07
	7. 9. 1983	2,40	4,0	3,5	0,98	0,03	32,7	4,59	0
	17. 10. 1983	4,17	3,7	3,3	0,60	0,03	19,4	2,34	0,63
	21. 5. 1985	7,42	3,2	2,4	0,34	0,04	8,84	9,68	2,16
	25. 6. 1985	aplikace močoviny							
	9. 7. 1985	7,16	4,4	3,5	0,62	0,05	12,1	3,62	1,72
	6. 8. 1985	6,19	4,3	3,7	9,52	0,05	10,9	9,56	0
	3. 9. 1985	9,53	4,1	3,5	0,63	0,05	12,4	2,48	0
	8. 10. 1985	4,50	3,8	3,3	0,30	0,07	4,41	16,4	1,26

do hlubších půdních horizontů. Amonný iont při tom setrval v půdě ve značných koncentracích vzhledem k vazbě v kyselém půdním prostředí. Nitrátový ion je mnohem pohyblivější, což mělo za následek jeho výskyt v podstatně nižších koncentracích. Na vlhkém stanovišti byla naopak nejvyšší koncentrace NH₄⁺ zjištěna v odběru hned po hnojení, ale nitrát nebyl vůbec prokázán: zřejmě byl zcela odčerpán kořeny přízemní vegetace. Malé množství nitrátu se objevilo až na vrcholu léta

III. Mikrobní osídlení (v tisících CFU*) na g suché půdy) půd borových porostů.
— Microbial colonization (in thousands CFU*) per g oven dry soil) of pine forest soils

Organismy		Aerobní bakterie		Amonizační bakterie		Mikromycety	
Stanoviště		suché	vlhké	suché	vlhké	suché	vlhké
Horizont	Odběr vzorků						
F-A ₀₂	31. 3. 1983	722	21 050	398	39 406	2062	1671
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného					
	16. 5. 1983	1 993	3 819	941	3 081	856	130
	21. 6. 1983	4 113	24 007	2 693	25 246	1354	237
	26. 7. 1983	4 407	4 316	4 118	608	9402	5115
	7. 9. 1983	162	192	222	241	412	18,0
	17. 10. 1983	220	808	454	1 010	609	62,7
	21. 5. 1985	1 034	22 118	1 505	5 013	544	370
	25. 6. 1985	aplikace močoviny					
	9. 7. 1985	5 418	27 514	4 855	21 024	1529	1399
	6. 8. 1985	478 305	278 746	341 647	243 902	717	1498
	3. 9. 1985	438	59 838	490	69 542	118	382
	8. 10. 1985	455	13 519	1 340	15 082	134	180
	31. 3. 1983	164	1 835	158	3 227	2343	683
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného					
	16. 5. 1983	1023	1 557	544	487	1405	757
H-A ₀₃	21. 6. 1983	1 161	2 127	279	127	1548	457
	26. 7. 1983	597	1 653	1 472	1 328	1696	513
	7. 9. 1983	429	208	451	342	1549	325
	17. 10. 1983	311	625	418	743	1070	366
	21. 5. 1985	110	561	513	475	941	504
	25. 6. 1985	aplikace močoviny					
	9. 7. 1985	268	382	173	290	1271	433
	6. 8. 1985	407	1 767	498	2 273	968	1206
	3. 9. 1985	217	359	748	478	1708	334
	8. 10. 1985	279	1 011	487	1 679	161	353
	31. 3. 1983	369	69,5	67 266	80,5	167	7,32
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného					
	16. 5. 1983	423	509	195	90,3	110	25,3
	21. 6. 1983	931	1 248	15,2	124	64,6	650
	26. 7. 1983	279	28,7	271	25,1	88,9	53,7
	7. 9. 1983	188	34,1	304	17,1	79,5	20,5
A	17. 10. 1983	60,4	38,3	81,7	69,6	56,8	10,4
	21. 5. 1985	22,2	14,4	44,4	14,4	81,5	7,20
	25. 6. 1985	aplikace močoviny					
	9. 7. 1985	35,9	83,6	21,5	14,4	68,2	32,3
	6. 8. 1985	125	42,6	306	35,5	76,5	7,11
	3. 9. 1985	21,4	18,4	7,15	73,7	60,7	36,8
	8. 10. 1985	50,7	38,4	25,4	55,8	47,1	27,9

*) CFU — Colony Forming Units

{tabulka II}. Ledek neovlivnil zřetelně hustotu mikrobního osídlení půd {tabulka III}, ale inhiboval na suchém stanovišti amonizaci, na vlhkém nitrifikaci {tabulka IV}.

IV. Biochemické aktivity půdy.*) — Soil biochemical activities*)

Aktivita		Respirace		Amonizace		Nitrifikace	
Stanoviště		suché	vlhké	suché	vlhké	suché	vlhké
Horizont	Odběr vzorků						
F-A ₀₂	31. 3. 1983	2680	4835	152	113	0	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného					
	16. 5. 1983	1134	5818	101	80,5	0	0
	21. 6. 1983	1386	3949	24,7	190	3,53	0
	26. 7. 1983	3184	3291	34,9	224	2,77	0
	7. 9. 1983	76,2	3131	95,8	457	12,4	0
	17. 10. 1983	529	3823	20,3	197	17,6	0
	21. 5. 1985	891	2493	179	324	0	2,69
	25. 6. 1985	aplikace močoviny					
	9. 7. 1985	1109	2026	170	438	0	2,33
	6. 8. 1985	6536	6665	138	0	2,73	8,36
	3. 9. 1985	3591	4741	105	166	4,71	0
	8. 10. 1985	791	2444	405	53,3	7,28	6,34
	31. 3. 1983	2462	1400	82,5	97,8	0	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného					
	16. 5. 1983	937	1099	37,0	76,1	0	0
H-A ₀₃	21. 6. 1983	1164	953	38,5	85,6	0	0
	26. 7. 1983	551	491	30,1	39,5	0	0
	7. 9. 1983	703	599	129	37,7	3,15	0
	17. 10. 1983	610	949	43,2	18,9	0	0
	21. 5. 1985	626	1155	124	109	1,20	13,7
	25. 6. 1985	aplikace močoviny					
	9. 7. 1985	1000	526	38,8	24,1	0	0
	6. 8. 1985	1310	649	123	0	10,1	48,6
	3. 9. 1985	746	719	27,2	93,1	1,21	7,55
	8. 10. 1985	2281	570	54,1	33,4	1,13	0
	31. 3. 1983	98,7	63,0	2,39	3,08	0	0
	30. 4. 1983	aplikace ledku amonného					
	16. 5. 1983	111	111	2,48	0	0	0
	21. 6. 1983	127	91,5	11,5	61,9	3,75	0
	26. 7. 1983	183	62,0	0	2,41	0	0
A	7. 9. 1983	35,8	21,9	4,86	4,60	0	0
	17. 10. 1983	137	1173	0	0	0	0
	21. 5. 1985	77,0	211	0	13,3	1,78	0,86
	25. 6. 1985	aplikace močoviny					
	9. 7. 1985	35,1	141	6,04	6,04	0	0
	6. 8. 1985	73,0	58,2	4,68	0	0,83	0,43
	3. 9. 1985	39,7	0	2,40	2,47	0	0
	8. 10. 1985	112	76,0	9,74	5,86	0	0,83

*) Respirace je vyjádřena v mg CO₂, produkovaných za 24 h; amonizace a nitrifikace v mg NH₄⁺-N, resp. NO₃⁻-N, produkovaných za 14 dní inkubace při 25 °C v přepočtu na kg suché půdy.

Močovina sama je uživatelným substrátem pro mikroorganismy. Štěpí se v půdě poměrně rychle na NH₃ a CO₂. Tento pochod probíhá abioticky i biologicky: účast má mikrobiální ureáza, jejíž koncentrace se

Enzym		β -D-frukto- furanosidáza		α -amyláza		Ureáza		Asparagináza		Sulfur- transferáza	
Stanoviště		suché vlhké		suché vlhké		suché vlhké		suché vlhké		suché vlhké	
Horizont	Odběr vzorků										
F-A ₀₂	21. 5. 1985	2,05	1,52	0,82	0,70	0,55	0,11	0,39	0,17	1,62	7,70
	25. 6. 1985	aplikace močoviny									
	9. 7. 1985	1,61	1,72	0,64	0,56	0,55	0,61	0,83	0,39	2,84	6,08
	6. 8. 1985	3,12	3,32	0,74	0,50	0,84	1,44	0,84	0,44	1,62	10,1
	3. 9. 1985	2,03	2,09	0,62	0,32	0,55	1,72	0,11	0,17	2,43	15,8
	8. 10. 1985	2,02	1,73	0,61	0,60	0,17	0,22	0,56	1,05	2,02	1,22
H-A ₀₃	21. 5. 1985	2,44	1,87	0,70	0,59	0,11	0,33	0,83	0,61	2,84	6,08
	25. 6. 1985	aplikace močoviny									
	9. 7. 1985	1,76	1,45	0,56	0,18	0,72	0,33	0,64	0,50	5,27	2,84
	6. 8. 1985	2,28	1,96	0,69	0,36	0,11	0,33	0,56	0,33	3,65	3,24
	3. 9. 1985	1,95	1,96	0,54	0,18	0,44	0,33	0,61	0,50	2,84	4,86
	8. 10. 1985	1,01	1,31	0,62	0,34	0,83	0,11	0,72	0,50	1,22	1,62

*) Koncentrace β -D-fruktofuranosidázy a α -amylázy jsou udány v mkat/kg, koncentrace ureázy, asparaginázy a sulfurtransferázy v nkat/kg.

v půdě po hnojení zřetelně zvýšila zároveň s asparaginázou, zatímco enzymy z cyklu uhlíku nebyly ovlivněny a u sulfurtransferázy není účinek zcela jasný (tabulka V). Účinek močoviny na titr ureázy byl již pozorován (Mai, Fiedler 1979) a vysvětluje se množstvím ureolytických bakterií (Roberge, Knowles 1968, Mai, Fiedler 1983). Uvolňují se tedy značná kvanta NH_3 , resp. NH_4^+ (tabulky I a II). Tento ion se v kyselé půdě váže, čímž pronikavě, i když jen dočasně zvyšuje půdní $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ i nasycenost sorpčního komplexu měřenou jako $\text{pH}(\text{KCl})$. Tento vztah potvrzují i negativní korelace mezi NH_4^+ a koncentrací H^+ iontů (tabulky VI a VII). Další část slouží jako dusíkatá výživa pro půdní bakterie, jejichž koncentrace se po hnojení zvýšily nejméně na řád 10^8 CFU/g půdy (tabulka III). Konečně nějaké množství iontu NH_4^+ je oxidováno na nitrát užitečnatelný vegetací (tabulka IV).

SROVNÁNÍ HNOJIV

Můžeme tedy porovnat účinek obou hnojiv. V ledku amonném je vegetaci dodáno hnojivo, které může být bezprostředně využíváno. Nitrátový ion je pohotovou živinou, do jisté míry i amonný ion. Oba ionty však představují konečné produkty mineralizace dusíku, a proto nemohou sloužit mikroflóře jako živina. Nadbytek těchto iontů pak v půdě reprimuje ty aktivity, které vedou k jejich tvorbě; v našem případě byla ledkem snížena amonizace i nitrifikace. Při vhodné vlhkosti dochází k rychlé spotřebě hnojiva vegetací a účinek je tedy poměrně krátkodobý.

VI. Jednoduché korelační koeficienty (r_{xy} ; $P = 0,9$) pro vztah mezi veličinami fermentačního (vpravo nahoře) a humusového horizontu (vlevo dole) na suchém stanovišti. — Simple correlation coefficients (r_{xy} ; $P = 0.9$) for relations between values of the fermentation (above right) and humus horizons (below left) at the dry site

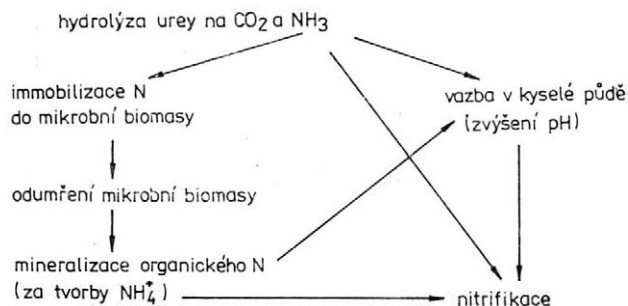
		Vlhkost	[H ⁺] H ₂ O	[H ⁺] KCl	C _{ox}	N _{total}	C/N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Aerobní baktérie	Amonizační baktérie	Mikromycety	Respirace	Amonizace	Nitrifikace
		Fermentační horizont F-A ₀₂													
Vlhkost		—					0,58			0,52	0,52		0,77		-0,61
[H ⁺] H ₂ O			—	0,93				-0,67							
[H ⁺] KCl		0,55	0,95	—				-0,64							
C _{ox}			-0,67	-0,71	—	0,85									
N _{total}		-0,57	-0,59	-0,72	0,76	—									
C/N		0,58				-0,62	—						0,55		
NH ₄ ⁺ -N								—		0,88	0,89		0,82		
NO ₃ ⁻ -N		-0,68				0,62	-0,74	0,60	—			0,81			
Aerobní baktérie										—	1,00		0,80		
Amonizační baktérie								0,63			—		0,80		
Mikromycety												—			
Respirace						-0,53	0,52						—		
Amonizace							-0,53							—	
Nitrifikace														0,63	—
		Humusový horizont H-A ₀₃													

VII. Jednoduché korelační koeficienty (r_{xy} ; $P = 0,9$) pro vztah mezi veličinami fermentačního (vpravo nahoře) a humusového horizontu (vlevo dole) na vlhkém stanovišti. — Simple correlation coefficients (r_{xy} ; $P = 0,9$) for relations between values of the fermentation (above right) and humus horizons (below left) at the moist site

		Vlhkost	[H ⁺] H ₂ O	[H ⁺] KCl	C _{ox}	N _{total}	C/N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Aerobní bakterie	Amonizační bakterie	Mikromycety	Respirace	Amonizace	Nitrifikace	
		Fermentační horizont F-A ₀₂														
Vlhkost	Humusový horizont H-A ₀₃															Fermentační horizont F-A ₀₂
[H ⁺] H ₂ O			0,71			0,52		-0,78								
[H ⁺] KCl		0,85					-0,52	-0,67								
C _{ox}		0,65				0,58										
N _{total}		0,66		0,83	—										-0,52	
C/N				0,79		—				0,53						
NH ₄ ⁺ -N							—			0,76	0,80		0,62	-0,53		
NO ₃ ⁻ -N			-0,52				-0,58		—				-0,53			
Aerobní bakterie										—	0,99		0,62		0,72	
Amonizační bakterie											—		0,67			
Mikromycety							0,58	0,57		0,59	0,54	—				
Respirace		0,83											—	-0,69		
Amonizace		0,62											0,69	—		
Nitrifikace							0,58				0,79			—		
		Humusový horizont H-A ₀₃														

Naopak močovina sama je pro vegetaci bezcenná, ale je hodnotným substrátem pro půdní mikroorganismy, které ji napřed musí transformovat do využitelné formy. Probíhá tedy řada dějů podle schématu na obr. 1.

Podle místních podmínek je rychlý pouze rozklad močoviny, rychle též dochází k množení biomasy bakterií. Její rozklad a mineralizační



1. Transformace močoviny do využitelné formy. — Urea transformation into the available form

pochody jsou značně pomalejší, nitrifikace pak je v kyselých lesních půdách málo účinná. V půdě tedy zůstává dlouhodobě zásoba organického a amonného dusíku, který je postupně převáděn na nitrát až do konce vegetačního období. Účinek močoviny je tedy delší, přičemž jsou stimulovány i mikrobiální aktivity.

CHARAKTER STANOVIŠTĚ

Pro účinek hnojiv je dále velmi významným faktorem charakter stanoviště. V našem případě se dvě stanoviště stejného porostu značně lišila: fermentační horizont vlhkého stanoviště měl v průměru téměř o polovinu vyšší vlhkost, humusový o čtvrtinu, než měly odpovídající horizonty na stanovišti suchém (tabulky I a II). Vyšší obsah vody v půdě dovoluje existenci vegetačního pokryvu. Tím jsou pronikavě změněny mikrobiální poměry v půdě, dané zde podmínkami rhizosféry. Kořenový systém přízemní vegetace vylučuje do půdy značné množství sacharidů, aminokyselin, organických kyselin, růstových faktorů atd., čímž je mohutně favorizován rozvoj bakteriální složky půdní mikroflóry. Ta se pak liší nejen kvantitativně, ale i kvalitativní skladbou od mikroflóry půd bez vegetace (Deavina kol. 1981). Z toho vyplývají i odlišnosti v půdních aktivitách. V sušší a lépe provzdušněné půdě bez přízemní vegetace jsou podmínky spíše pro pochody oxidační (např. nitrifikaci), zatímco rhizosféra navozuje podmínky pro děje redukční (např. amonizaci).

Odlišnost obou stanovišť se pak mohla projevit těmito způsoby: Hnojiva byla aplikována za různých podmínek půdní vlhkosti, čímž byla ovlivněna jejich perzistence v půdě, rychlost rozkladu i vymytí do hlubších horizontů. Skutečně pozorujeme nejlépe na příkladu ledku amonného, že oba dusíkaté ionty na suchém stanovišti se zachovaly v půdě déle, změny jejich koncentrací měly pozvolný nástup a déle po maximum odeznívaly než na stanovišti vlhkém. I na vlhkém stanovišti jsou tyto změny méně výrazné, než byly v jiném pokusu s hnojením vlhkého smrkového porostu na polesí Chejlava (Lettl, Langkramer 1983).

Hnojiva na obou stanovištích působila na kvantitativně i kvalitativně odlišnou mikroflóru. Dokladem tohoto rozdílu je inhibice půdních aktivit po aplikaci ledku. Na suchém stanovišti byla inhibována amonizace (uplatnil se tedy účinek hlavně iontu NH_4^+), na vlhkém stanovišti nitrifikace (tedy spíše účinkem iontu NO_3^-) (tabulka III). V obou případech byly potlačeny ty aktivity, které nebyly mikroflóre daného stanoviště vlastní. Po aplikaci močoviny se zvýšily koncentrace bakterií v 1 g půdy fermentačního horizontu na řád 10^8 CFU. U méně osídlené půdy suchého stanoviště to tedy bylo o dva řády, ale u bohaté rhizosféry mikroflóry jen o řád (tabulka III), ale tato mikroflóra zas reagovala výraznější produkcí ureázy (tabulka V).

Na přítomnost hnojiva v půdě má výrazný vliv přízemní vegetace. Jejím kořenovým systémem byly téměř kompletně odčerpány nitrátové ionty, které naopak na stanovišti bez přízemní vegetace v suchém období dlouho setrvaly v půdě, a v případě deštivého období by byly jen s malým užitekem rychle vyplaveny do hlubších horizontů. Přítomnost přízemní vegetace tedy může být výhodná v tom smyslu, že velmi účinně immobilizuje dusík i z velmi pohyblivého nitrátu. Tím jej začleňuje do koloběhu a odstraňuje tak nevýhodu poměrně krátkého působení ledku amonného.

Literatura

- ANDERSON, J. P. E. — DOMSCH, K. H.: Measurement of bacterial and fungal contribution to respiration of selected agricultural and forest soils. *Can. J. Microbiol.*, 21, 1975, s. 314-322
- BERGMEYER, H. U.: Methoden der enzymatischen Analyse. Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1962
- DEAVIN, A. — HORSGOOD, R. K. — RUSCH, V.: Rhizosphere microflora in relation to soil conditions. I. Comparison of bacteria in soil, rhizosphere and rhizoplane. *Zbl. Bakt. II*, 136, 1981, s. 613-618
- DOMSCH, K. H. — BECK, Th. — ANDERSON, J. P. E. — SÖDERSTRÖM, B. — PARKINSON, D. — TROLLDENIER, G.: A comparison of methods for soil microbial population and biomass studies. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.*, 142, 1979, s. 520-533
- DROBNÍK, J.: Štěpení asparaginu enzymatickým komplexem půd. *Čs. mikrobiol.*, sv. 1, 1956, s. 47
- KLIKA, J. — NOVÁK, V. — GREGOR, A.: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. 773 s. Nakl. ČSAV, Praha, 1954
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O.: Vliv opakovaného hnojení dusíkem na mikrobiální poměry v půdě smrkového porostu. *Lesnictví*, 29, 1983, s. 33-42
- MAI, H. — FIEDLER, H. J.: Bodenmikrobiologische Untersuchungen an einem Fichtendüngungsversuch im Rauchschadgebiet des Erzgebirges. *Zbl. Bakt. II*, 134, 1979, s. 651-659
- MAI, H. — FIEDLER, H. J.: Zur Wirkung forstlicher Düngungsmaßnahmen auf die Mikroflora von Boden und Oberflächengewässern in einem Wassereinzugsgebiet. *Zbl. Mikrobiol.*, 138, 1983, s. 427-435
- ROBERGE, M. R. — KNOWLES, R.: Ureaseaktivität in einem durch Gammastrahlen sterilisierten Fichtenhumus. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 32, 1968, s. 518
- SCHLICHTING, E. — BLUME, H.-P.: Bodenkundliches Praktikum. P. Parey, Hamburg-Berlin, 1966
- TABATABAI, M. A. — SINGH, B. B.: Rhodanese activity of soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40, 1976, s. 381-385

Došlo dne 7. 5. 1986

ЛЕТЛ, А. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Влияние удобрения азотом на почвенную микрофлору в сосновых насаждениях. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 97-108.

Приведены результаты исследования микробиальных условий в песчаной почве соснового насаждения в лесничестве Друztова (Лесхоз Пльзень — Била Гора, область ЗЧГЛ Пльзень) после удобрения аммиачной селитрой с известняком, а через два года — мочевиной. Аммиачная селитра не вызвала существенных изменений кроме частичного торможения аммонизации и нитрификации. Применение мочевины имело следствием сильное размножение бактерий, повышение концентраций почвенной уреазы и аспарагиназы, стимулировались продукция CO_2 почвой, аммонизация мочевины и нитрификация. В сухой местности без наземной вегетации удобрения долго оставались в поверхностных почвенных горизонтах и их действие было медленное. В сырой местности с наземной, вегетацией их влияние проявилось быстрее, причем вегетация эффективно извлекала из почвы нитраты.

микробиология лесная; почвенная микрофлора; сосновые насаждения; азот

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). The Influence of Nitrogen Fertilizing on the Soil Microflora in Pine Stands. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 97-108.

The results of investigation are presented of microbial conditions in the sandy soil of pine stand in the Druztová forest district (forest establishment Plzeň — Bílá hora, the Plzeň region of the West-Bohemian State Forests) after fertilizing with ammonium saltpeter with limestone and urea application two years later. No larger changes were induced by ammonium saltpeter application, except partial inhibition of ammonification and nitrification. Urea application caused a mass multiplication of bacteria, increase in the concentrations of soil urease and asparaginase, and CO_2 production by the soil, urea ammonification and nitrification were stimulated. At an arid site without ground cover the fertilizers remained for a long time in the surface soil horizons and their effects were slow. At a humid site with ground cover their effects were faster and the vegetation cover took in efficiently the nitrates from the soil.

forest microbiology; soil microflora; pine stands; nitrogen

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Bodenmikroflora in Kiefernbeständen. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 97-108.

Es werden Untersuchungsergebnisse mikrobieller Verhältnisse im Sandboden eines Kiefernbestandes im Revier Druztová (StFB Pilsen, Bílá hora, Gebiet der Westböhmisches Staatswälder Pilsen), nach der Düngung mit Kalkammonsalpeter und nach zwei Jahren mit Harnstoff gebracht. Der Kalkammonsalpeter hat keine durchgreifende Veränderungen außer teilweiser Inhibierung der Ammonifikation und der Nitrifikation verursacht. Die Applikation des Harnstoffs hatte eine mächtige Bakterienvermehrung zur Folge, eine Erhöhung der Konzentrationen der Bodenurease und der Asparaginase, es wurde die CO_2 -Produktion durch den Boden, die Ammonisation des Harnstoffs und die Nitrifikation stimuliert. Auf trockenem Standort ohne Bodenvegetation verblieben die Düngemittel lange in oberflächennahen Bodenhorizonten und ihre Wirkung war langsam. Auf feuchtem Standort mit Bodenvegetation äußerte sich ihre Wirkung schneller, wobei die Vegetation dem Boden auf wirksame Weise Nitrate entzog.

Forstmikrobiologie; Bodenmikroflora; Kiefernbestände; Stickstoff

Adresa autora:

RNDr. PhMr. Aleš Lettl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

VLIV ODLIŠNÝCH FOREM HNOJENÍ AMONNÝM DUSÍKEM NA FOTOSYNTETICKOU PRODUKTIVITU RŮZNÝCH PROVENIENCÍ SMRKU ZTEPILÉHO [*PICEA ABIES* (L.) KARST.]

M. Marek, B. Lomský

MAREK, M. — LOMSKÝ, B. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Vliv odlišných forem hnojení amonným dusíkem na fotosyntetickou produktivitu různých proveniencí smrků ztepilého [Picea abies (L.) Karst.]*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 109-120.

Hnojení lesních porostů patří v současné době k významným intenzifikačním faktorům lesního hospodářství. Účinnost tohoto zásahu je hodnocena na základě odlišných aspektů. Za základní metodu pro hodnocení úspěšnosti hnojení je považována metoda anorganických rozborů asimilačního aparátu. V předkládané práci je účinnost hnojení amonným dusíkem ve dvou formách (ledek amonný 240 kg/ha, močovina 240 kg/ha) hodnocena s využitím fotosyntetické charakteristiky sledovaných proveniencí smrků. Základ pro myšlenku využití fotosyntézy jako diagnostické metody stavu výživy tvoří existence těsné vazby mezi výživou dusíkem a fotosyntetickou produktivitou. Fotosyntéza je využita jako fyziologický test. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že nejúčinnější bylo hnojení močovinou. Průměrné zvýšení rychlosti fotosyntézy u nejcitlivější reagujících proveniencí činí 80 % v porovnání s nehnojenou variantou. Hnojení ledkem amonným se průkazně odráží ve snížení rychlosti fotosyntézy ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Účinnost hnojení je dále hodnocena na základě působení na další parametry fotosyntetické charakteristiky. Hnojení amonnou formou dusíku má průkazný vliv na zvýšení obsahu chlorofylu v jehlicích. Zvýšený obsah je způsoben především indukcí tvorby chlorofylu b, což má za následek pokles poměru obsahu chlorofylu a k chlorofylu b. Tyto výsledky svědčí o poklesu fotochemické efektivnosti chlorofylového aparátu jehlic.

smrk; hnojení; dusík; chlorofyl

K významným intenzifikačním faktorům současné lesnické fyto techniky nesporně patří zavádění umělé minerální výživy porostů s cílem dosáhnout vyšší produkce dřeva nebo zmírnit následky imisního působení na lesní půdy (Ledinský a kol. 1981). Rovněž rekultivace ploch často vyžadují přiměřené dodání minerálií do půdy.

Na vztah minerální výživy a procesů tvorby nové biomasy lze pohlížet jako na vzájemně se podmiňující procesy. Obecně platí, že jistá úroveň minerální výživy je nezbytná pro udržení jisté úrovně fotosyntetických procesů a naopak určitá rychlost fotosyntézy je nezbytnou podmínkou příjmu a utilizace minerálních iontů. Uvedená závislost platí pro všechny typy vyšších rostlin a tedy i pro dřeviny.

Vzhledem k tomu, že účinnost hnojení je nejčastěji hodnocena na základě anorganických rozborů rostlin nebo jejich asimilačních orgánů a tato metoda nebývá vždy zcela jednoznačně objektivní (Ledinský 1979, Marek 1983), je nezbytně nutné i v lesnictví rozvíjet

diagnostické metody pro hodnocení stavu minerální výživy postavené na základě fyziologie příjmu minerálních látek (Ledinský 1975, Ryšková 1978). Do kontextu těchto metod nesporně patří i hodnocení minerální výživy s využitím analýzy fotosyntetické charakteristiky daného rostlinného materiálu. Fotosyntetická produktivita je základem tvorby výnosu dřevin a je značně ovlivňována všemi zásahy, kterými lesní hospodář usměrňuje produkci lesní fyto-masy.

V rozvoji studia vztahů mezi fotosyntetickou produktivitou a minerální výživou má významné postavení analýza relací mezi fotosyntézou a výživou dusíkem. Dostupná hladina tohoto bioelementu bývá prakticky často limitujícím faktorem rostlinné produkce a může zásadním způsobem ovlivnit nejen velikost výnosu dřeva, ale i výši nákladů potřebných k dosažení této úrovně produkce (Ledinský 1975).

V předkládané práci přinášíme výsledky měření fotosyntetické charakteristiky mladých jedinců smrku ztepilého (věk 12 let) při hnojení různými formami amonných dusíkatých hnojiv. V práci je hodnocen vliv hnojení na fotosyntetickou charakteristiku smrků, které jsou součástí výběru různých proveniencí evropské populace.

MATERIÁL A METODIKA

Měření byla uskutečněna na výzkumné ploše VŮLHM v Jílovišti-Strnadlech na deseti proveniencích smrku ztepilého. Plocha byla založena v roce 1977, kdy byly vysazeny 4leté sazenice (tabulka I). Plocha byla rozdělena na tři části, část kontrolní a dvě hnojené. Při hnojení byla použita osvědčená metodika aplikace pro lesní kultury (Ledinský 1979). Při měřeních byl sledován vliv dvou různých forem amonného dusíku. Zvoleny byly varianty hnojení ledkem amonným s vápencem (varianta označovaná symbolem LAV) a hnojení močovinou (varianta označovaná symbolem Mo). Odlišení variant probíhalo v letech 1978—1984. Plocha s variantou LAV byla v uvedeném období hnojena dávkou 240 kg/ha, a to dělenými dávkami. Plocha s variantou Mo byla hnojena stejnou dávkou močoviny.

I. Přehled testovaných proveniencí na pokusné ploše VŮLHM, Jíloviště-Strnady (Ledinský a kol. 1981). — Survey of the Norway spruce provenances tested on an experimental area of the Research Institute of Forestry and Game Management, Jíloviště-Strnady (Ledinský et al. 1981)

Číslo provenience	Název provenience	Oblast	Nadmořská výška v m
1	Horní les	Šumava	870
2	Ježová	Šumava	945
3	Babylon	Český les	540
4	Labská	Krkonoše	950
5	Devět skal	Českomoravská vrch.	730
6	Tatranská Lomnica	Vysoké Tatry	970
7	Gehlberg	Thüringer Wald	720
8	Řásná	Českomoravská vrch.	700
9	Shiroka Laka	Rhodopy	—
10	Comandau	Karpaty	1120

V roce 1985 byl na každé pokusné ploše rozhozen do řádek lisovaný dolomitický vápenec se stopovými prvky (výrobce JZD Slušovice). Celková kompozice dodaných hlavních živin na obou testovaných plochách v roce měření, tedy 1985, byla:

plocha LAV: 240 kg/ha ledku amonného, 200 kg/ha superfosfátu, 430 kg/ha síranu draselného;

plocha Mo: 240 kg/ha močoviny, 200 kg/ha superfosfátu, 340 kg/ha síranu draselného.

Hlavní hnojení proběhlo v roce 1984 a působení tohoto zásahu na fotosyntetickou charakteristiku smrku ztepilého bylo předmětem naší práce.

Fotosyntetická produktivita mladých jedinců smrku ztepilého byla stanovena využitím gazometrických měření fotosyntetické výměny plynů. Je známo, že při fotosyntetické činnosti je spotřebováván oxid uhličitý. Míra spotřeby tohoto plynu je i mírou fotosyntetické aktivity. V našich šetřeních jsme použili přenosný systém na měření fotosyntézy LI-6000 (výrobce Li-cor., USA), který pracuje na bázi infračerveného analyzátoru CO₂. Systém je tvořen vlastním analyzátozem, membránovým čerpadlem, které je zdrojem nuceného pohybu vzduchu systémem, a asimilační komorou, do které je při měřeních uzavírán zkoumaný rostlinný materiál. Systém pracuje jako uzavřený, tj. vzduch nuceně obíhá uzavřený systém mezi asimilační komorou, kde vlivem fotosyntetické činnosti dochází k ochuzování vzduchu o CO₂, a vlastním analyzátozem, který tyto změny registruje. Přenosný systém LI-6000 je řízen procesorem, což umožňuje v diskrétních časových intervalech snímat změny v koncentraci CO₂, počítat rychlosti fotosyntézy a data ukládat do provozní paměti systému. Mimo sledování koncentrace CO₂ umožňuje přístroj LI-6000 měřit teplotu povrchu listu, relativní vlhkost vzduchu uvnitř asimilační komory a hodnoty dopadajícího fotosynteticky aktivního záření (vyjádřeného v jednotkách $\mu\text{mol kvant. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Na základě získaných údajů je systémem vypočtena rychlost fotosyntézy (vyjádřena jako rychlost příjmu oxidu uhličitého plošnou jednotkou asimilačního aparátu za jednotku času — $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), rychlost transpirace ($\text{mg H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) a hodnota odporu průduchů k přenosu oxidu uhličitého z atmosféry do jehlice. Posledně jmenovaný parametr charakterizuje podmínky difúze CO₂ z okolní atmosféry k místům fixace uvnitř jehlice. Transportní dráhy difúze procházejí průduchovým aparátem dřeviny. Tento aparát tvoří aktivní složku regulace výdeje vody rostlinou a příjmu CO₂ pro fotosyntézu. Veličina „odpor“ vyjadřuje časové zdržení difúze v dané struktuře (jednotkou transportního odporu je $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$) a umožňuje charakterizovat otevřenost či uzavřenost průduchů (vyšší hodnota odporu — průduch je přivřený, nižší hodnota odporu — průduch je otevřený).

Měření fotosyntetické aktivity se uskutečnilo přímo na pokusných plochách v druhé polovině srpna roku 1985. Fotosyntetická aktivita byla měřena na jehlicích z roku 1985. Uvedené období bylo vybráno pro měření zcela záměrně, neboť nové jehlice jsou již v tomto období ve stavu plné fyziologické zralosti (Jensen a kol. 1975, Koch 1976). Měření probíhala bez oddělení letorostu od mateřského stromu. Každá provenience a varianta hnojení byla měřena u tří vzorníků třikrát s 10 měřeními pro jedno opakování. Tudiž na jednom jedinci bylo vždy uskutečněno 30 měření. Provenience byla hodnocena na základě 90 měření. Podmínky při měření jsou uvedeny v tabulce II. Po ukončení měření byl letorost nesoucí vyšetřované jehlice odstřižnuty a jehlice byly z letorostu otrhány. Listová plocha jehlic byla stanovena metodou převedení prostorového rozměru jehlic na rozměr plošný (vylišování jehlic). Plošné útvary byly překresleny na papírové kopie, jejichž plocha byla stanovena vážením (Šesták, Čatský 1966).

II. Přehled mikroklimatických parametrů asimilační komory pro jednotlivá měření fotosyntetické produktivity smrku ztepilého při různých variantách výživy amonným dusíkem: K — kontrolní nehnojená varianta; LAV — ledek amonný 240 kg/ha; Mo — močovina 240 kg/ha (uveden $\bar{x} \pm s_x$ pro $n = 90$). — Microclimatic parameters of the assimilation chamber where the photosynthetic productivity of Norway spruce provenances was measured for different treatments with ammonium nitrogen: K — control zero-fertilizing treatment; LAV — ammonium saltpeter 240 kg/ha; Mo — urea 240 kg/ha ($\bar{x} \pm s_x$ is given for $n = 90$)

Parametr	K	LAV	Mo
Koncentrace CO ₂ (ppm)	336,15 ± 17,2	331,99 ± 26,8	332,38 ± 15,1
Zářivá energie Slunce ($\mu\text{mol kvant. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	1046,7 ± 207,1	975,9 ± 209,6	987,4 ± 98,2
Relativní vlhkost vzduchu v komoře (%)	56,2 ± 1,5	57,6 ± 2,2	55,3 ± 2,4
Teplota listu (°C)	25,3 ± 2,1	26,6 ± 2,2	24,4 ± 3,7

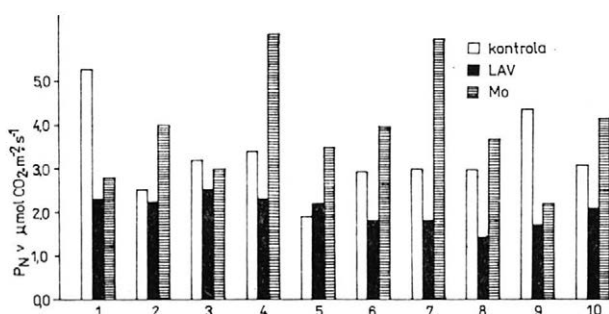
Obsah chlorofylu a, b, a+b a poměr chlorofylu a/b jehlic ročníku 1985 byl stanoven spektrofotometricky v acetonovém extraktu. Extrakce chlorofylu z homogenátu jehlic probíhala v ochranné atmosféře dusíku, což značně přispělo k omezení oxidace chlorofylu.

Obsah chlorofylu byl stanoven na základě měření absorpce při vlnových délkách 645 a 663 nm a byl vypočten podle Vernonových rovnic (Vernon 1960). Množství chlorofylu bylo vztaženo na jednotku čerstvé hmotnosti jehlic (FW).

Získané výsledky byly statisticky zhodnoceny F-testem a t-testem parametru polohy. Statistická síla stanovených závislostí byla testována na hodnotu platnosti korelačního koeficientu.

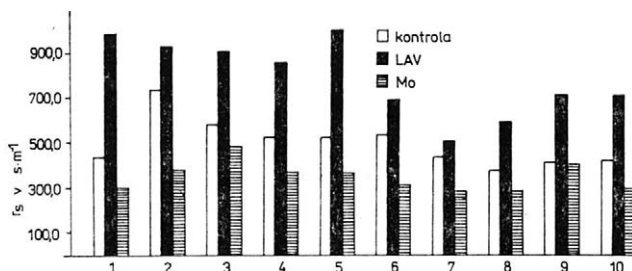
VÝSLEDKY A DISKUSE

Rychlost fotosyntézy (P_N) jednotlivých proveniencí smrků, která byla stanovena za podmínek uvedených v tabulce II, je znázorněna na obr. 1. U kontrolní, nehnojené varianty mezi proveniencemi výrazně (na 99% hladině významnosti) vyniká smrk z oblasti Šumavy, lokalita Horní les. Provenience smrku z oblasti Rhodop, lokalita Shiroka Laka, se průkazně odlišuje od ostatních zkoumaných proveniencí. Průkazně (na 99% hladině významnosti) nejnižší rychlost fotosyntézy pro dané podmínky byla stanovena u smrku z Českomoravské vrchoviny, lokalita Devět skal. Ostatní provenience nemají mezi sebou průkazné rozdíly v rychlosti fotosyntézy.

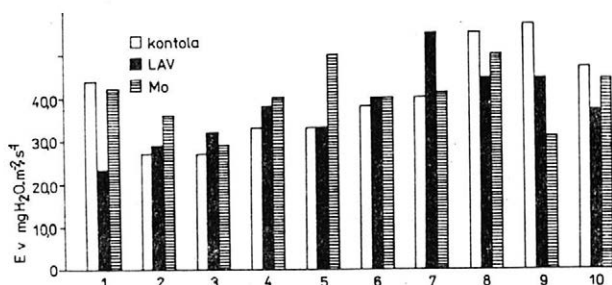


1. Rychlost fotosyntézy (P_N) pro jednotlivé provenience smrku ztepilého a varianty výživy amonným dusíkem. Čísla označují provenience uvedené v tabulce I. — Photosynthesis rates (P_N) for different Norway spruce proveniences and treatments with ammonium nitrogen. The proveniences mentioned in Tab. I are designated by numbers

2. Odpor průduchů k přenosu oxidu uhličitého (r_s) pro jednotlivé provenience smrku ztepilého a varianty výživy amonným dusíkem. — The resistance of stomata to carbon dioxide transmission (r_s) for different Norway spruce provenances and treatments with ammonium nitrogen



3. Rychlost transpirace (E) pro jednotlivé provenience smrku ztepilého a varianty výživy amonným dusíkem. — Transpiration rate (E) for different Norway spruce provenances and treatments with ammonium nitrogen



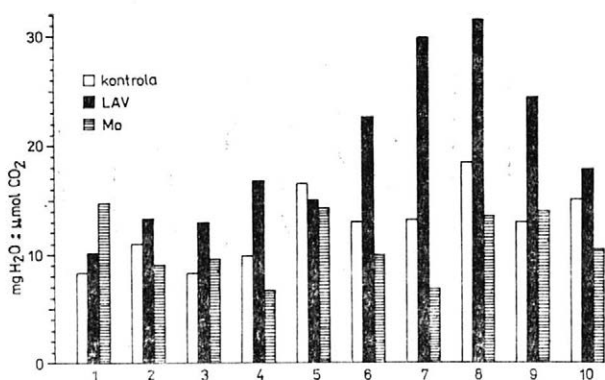
S ohledem na autory uskutečněné první měření rychlosti fotosyntézy v polních podmínkách byly stanovené hodnoty porovnány s údaji v literatuře. Zjištěné rychlosti fotosyntézy leží v intervalu hodnot uváděném ostatními autory (Krueger, Ruth 1969; Larcher 1969).

Rychlost fotosyntézy je mimo působení ostatních faktorů vnějšího a vnitřního prostředí rostliny podmiňována i adekvátním přísunem oxidu uhličitého z okolí jehlice k místům fixace. Podmínky přísunu CO_2 jsou dokumentovány hodnotami odporů průduchů k transportu CO_2 (obr. 2). Provenience, u nichž byla stanovena vyšší rychlost fotosyntézy, vykazují takové hodnoty odporu průduchů k přenosu CO_2 , které byly zařazeny do průkazně (na 95% hladině významnosti) nižší skupiny hodnot.

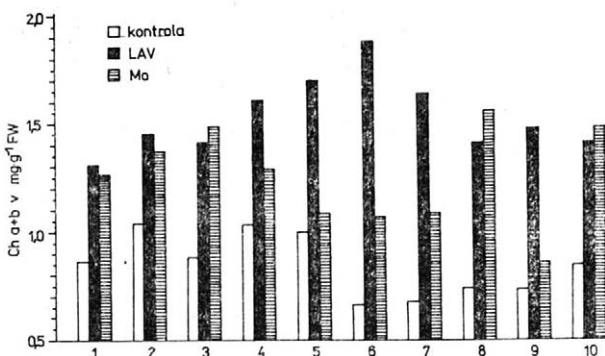
Rychlost fotosyntézy u těchto proveniencí je úzce a průkazně (platnost korelačního koeficientu na 95% hladině významnosti) spojena s dostatečným přísunem CO_2 , který je nepřímě indikován hodnotami odporů průduchů. Průměrná hodnota odporu průduchů u smrků této skupiny činí $434,7\ s\ m^{-1}$ a leží v intervalu optim uváděných literaturou (Jarvis 1981).

Hodnoty rychlosti fotosyntézy jsou spojeny s odpovídajícími hodnotami rychlosti transpirace (obr. 3). Nejvyšší rychlost transpirace (průkaznost na 95% hladině významnosti) byla stanovena pro smrk z Rhodop. Relace mezi procesy příjmu oxidu uhličitého a výdaje vody rostlinami udává poměr rychlosti transpirace k rychlosti fotosyntézy (obr. 4), tj. množství vytranspirované vody na jednu molekulu přijatého CO_2 . Průkazně nejnižší spotřeba vody na fixaci molekuly CO_2 (na 95% hladině významnosti) byla stanovena u smrku ze Šumavy, lokalita Horní les, a z oblasti Českého lesa, lokalita Babylon.

Nízká hodnota spotřeby vody nutné k příjmu molekuly CO_2 společně s vysokou rychlostí fotosyntézy vytváří příznivé předpoklady pro produktivitu smrků. Z těchto hledisek je smrk z oblasti Šumava, lokalita Horní les, hodnocen velice pozitivně.



4. Množství vody vytranspirované na molární jednotku přijatého oxidu uhličitého (poměr $E : P_N$) pro jednotlivé provenience smrku ztepilého a varianty výživy amonným dusíkem. — Water amount transpired per molar unit of taken-in carbon dioxide ($E : P_N$ ratio) in different Norway spruce provenances and treatments with ammonium nitrogen



5. Množství chlorofylu a+b na jednotku čerstvé hmotnosti jehlic (FW) pro jednotlivé provenience smrku ztepilého a varianty výživy amonným dusíkem. — Chlorophyll a+b content per unit fresh mass of needles in different Norway spruce provenances and treatments with ammonium nitrogen

Množství chlorofylu a, b, a + b a poměr chlorofylu a/b (obr. 5, tab. III) neodpovídá relacím stanoveným pro rychlosti fotosyntézy. Obsah chlorofylu není v korelaci s rychlostí fotosyntézy, regresní vztah mezi obsahem chlorofylu a + b a rychlostí fotosyntézy je neprůkazný (hodnota korelačního koeficientu činí $-0,25$).

Stanovené hodnoty obsahů hlavních fotosyntetických pigmentů podle původní metodiky autorů jsou zcela srovnatelné s literárními údaji (Koch 1976; Lewandowska a kol. 1976).

Hnojení se u všech vyšetřovaných proveniencí smrku projevilo změnou fotosyntetické charakteristiky. Tento výsledek je zvláště závažný s ohledem na možnosti využívání fyziologických testů vlivu hnojení tak, jak jej navrhli Bouma a Dowling (1976). Podstatou testu je právě průkazná reakce (směrově neurčená) vybrané fyziologické charakteristiky na cílený výživářský zásah.

Aplikace ledku amonného (varianta hnojení označená LAV) v dávce 240 kg/ha v roce 1984 se projevuje snížením (průkaznost na 99% hladině významnosti) rychlosti fotosyntézy (obr. 1). Výjimku tvoří provenience smrku z Českomoravské vrchoviny, lokalita Devět skal, a Šumavy, lokalita Ježová. Hlavním faktorem způsobujícím snížení rychlosti fotosyntézy je limitování transportu oxidu uhličitého zvýšením odporů průduchů (obr. 2). Snížená difúze CO₂ průduchovým aparátem je spojena i se vzrůstem množství vody nutného pro fixaci molekuly CO₂ (obr. 3, 4),

III. Obsah chlorofylu a, b, a/b (mg.g⁻¹ čerstvé biomasy) v jehlicích ročníku 1985 pro jednotlivé provenience smrku ztepilého a způsoby hnojení amonným dusíkem: K — kontrola; LAV — ledek amonný 240 kg/ha; Mo — močovina 240 kg/ha. — Chlorophyll a, b, a/b contents (mg per g fresh biomass) in the needles of the year 1985 for different Norway spruce provenances and treatments with ammonium nitrogen: K — control; LAV — ammonium saltpeter 240 kg/ha; Mo — urea 240 kg/ha

Provenience	č.	Chlorofyl a			Chlorofyl b			a/b		
		K	LAV	Mo	K	LAV	Mo	K	LAV	Mo
Šumava — Horní les	1	0,693	0,977	0,969	0,203	0,335	0,300	3,41	2,92	3,22
Šumava — Ježová	2	0,792	1,099	1,057	0,256	0,360	0,322	3,10	3,05	3,28
Český les — Babylon	3	0,677	1,092	1,130	0,208	0,328	0,361	3,26	3,33	3,13
Krkonoše — Labská	4	0,792	1,214	0,992	0,244	0,400	0,304	3,24	3,03	3,27
Českomoravská vrch. — Devět skal	5	0,730	1,287	0,833	0,276	0,416	0,260	2,65	3,09	3,20
Tatry — Tatranská Lomnica	6	0,517	1,411	0,830	0,150	0,471	0,244	3,44	3,00	3,40
Thüringer Wald — Gehlberg	7	0,547	1,245	1,008	0,136	0,401	0,326	4,02	3,11	3,09
Českomoravská vrch. — Řásná	8	0,558	1,077	1,194	0,181	0,338	0,373	3,08	3,19	3,20
Rhodopy — Shiroka Laka	9	0,598	1,114	0,644	0,137	0,369	0,214	4,35	3,02	3,01
Karpaty — Comandau	10	0,664	1,076	1,124	0,184	0,340	0,360	3,62	3,16	3,12

což je důsledek snížené rychlosti transpirace (příčinou jsou uzavřené průduchy) a prodloužené doby difúze CO_2 . Pokles efektivnosti využití vody na příjem CO_2 činí v průměru 55 %.

Aplikace ledku amonného se projevila i změnami v obsahu chlorofylu a+b průkazným (na 99% hladině významnosti) zvýšením. Změna se odrazila i v hodnotách poměru a/b (tabulka III), které jsou u této varianty hnojení nižší. Rozdíl je vzhledem k nehnojené kontrole průkazný (99% hladina významnosti). Příčina snížení hodnoty a/b tkví ve vzrůstu obsahu chlorofylu b (tabulka III). Snížená hodnota poměru a/b spolu s nárůstem podílu chlorofylu b indikuje zvýšenou výstavbu anténního systému pro zachyt sluneční energie v jehlicích (Lewandowska a Jarvis 1977). Dusík dodaný hnojivem je transportními systémy dopraven do jehlice (Ledinský a kol. 1981), je inkorporován do fotochemického aparátu, ale efektivnost fotochemických reakcí není ovlivněna, což lze dokumentovat neprůkaznou korelací mezi obsahem chlorofylu a+b a rychlostí fotosyntézy (korelační koeficient činí $-0,25$).

Hnojení močovinou v dávce 240 kg/ha v roce 1984 se v našich šetřeních roku 1985 projevilo průkazně vyšší rychlostí fotosyntézy (na 95% hladině významnosti) u sledovaných proveniencí smrku. Jednotlivé provenience reagují na aplikaci močoviny různým stupněm změny rychlosti fotosyntézy (obr. 1). Nejvyšší přírůstek v rychlosti fotosyntézy stanovené za podmínek uvedených v tabulce II vzhledem ke kontrolní nehnojené variantě (považována za 100 %) byl stanoven pro smrk z oblasti Thüurnwaldu a Krkonoš, lokalita Labská. Přírůstek činí 80 %.

U většiny proveniencí smrku této varianty hnojení byly stanoveny nižší hodnoty odporů průduchů k přenosu CO_2 (obr. 2, 90% hladina významnosti) v porovnání s nehnojenou variantou. Výjimku tvoří smrk z oblasti Rhodop.

Rychlost transpirace u varianty hnojení močovinou (obr. 3) nemá jednotný trend. Provenience s nejvyšší rychlostí fotosyntézy nemají výrazné a průkazné vzestupy v rychlosti transpirace. Aplikace močoviny příznivě ovlivnila využití vody potřebné k fixaci molekuly oxidu uhličitého (obr. 4). U většiny vyšetřovaných proveniencí smrku aplikace močoviny vedla k 28% zvýšení efektivnosti vody ve srovnání s kontrolou.

Vliv hnojení močovinou na celkový obsah chlorofylu a+b v porovnání s kontrolou je neprůkazný (obr. 5). Poměr chlorofylu a/b v porovnání s kontrolou je průkazně (95% hladina významnosti) nižší (tab. III), což je opět potvrzením zvýšené syntézy chlorofylu b. Pokles hodnoty a/b je však v porovnání s variantou LAV nižší (průkaznost na 90% hladině významnosti), což znamená, že hnojení močovinou má menší vliv na změny relací v anténních systémech jehlic. Hnojení močovinou má tedy s ohledem na kompozici fotochemického aparátu jehlic méně nepříznivě následky než hnojení ledkem amonným.

ZÁVĚR

V práci je zhodnocen vliv dvou forem hnojení amonným dusíkem (ledek amonný a močovina) na parametry fotosyntetické produktivity mladých jedinců smrku, kteří jsou zástupci deseti proveniencí evropské

populace smrku ztepilého. Provenience byly zhodnoceny s ohledem na rychlost fotosyntézy a další parametry fotosyntetické výměny plynů. Z těchto hledisek je provenience smrku ze Šumavy, lokalita Horní les, ohodnocena jako nejlepší.

Aplikace ledku amonného v dávce 240 kg/ha v roce 1984 se na konci vegetačního období roku 1985 projevila změnami fotosyntetické charakteristiky v porovnání s nehnojenou variantou. Hnojení dusíkem v amonné formě výrazně ovlivňuje vzestup obsahu chlorofylu a+b. Vzestup v obsahu pigmentů je však hlavně způsoben zvýšeným obsahem chlorofylu b. Průměrný vzestup obsahu tohoto pigmentu činí 90 % oproti nehnojené kontrole. Průměrný vzestup v obsahu chlorofylu a+b činí v průměru 76,5 % oproti kontrole. Z toho vyplývá i pokles v hodnotě poměru chlorofylu a/b o 10,5 %.

Zvýšená syntéza chlorofylu b sice přispívá ke zvýšené výstavbě zachytného aparátu jehlice pro zářivou energii Slunce, ale nepodílí se na výrazné změně efektivnosti fotochemických reakcí (hlavním fotochemickým pigmentem je chlorofyl a).

Příčina poklesu rychlosti fotosyntézy u varianty hnojení ledkem amonným v porovnání s nehnojenou kontrolou tkví ve zvýšeném odporu průduchů jehlic k přenosu CO₂. Průduchy jsou přivřené a rychlost fotosyntézy je limitována nedostatečným přísunem CO₂ ke karboxylačním centrům. Změněné poměry na úrovni průduchů a rychlosti karboxylace se projevují i sníženou efektivností spotřeby vody při fixaci CO₂.

Aplikace močoviny v dávce 240 kg/ha v roce 1984 je monitorována v roce 1985 u většiny zkoumaných proveniencí zvýšenou rychlostí fotosyntézy oproti nehnojené kontrole (zvýšení v průměru o 58,5 %).

Hlavní příčinou zvýšené rychlosti fotosyntézy je pokles hodnot odporů průduchů k přenosu CO₂ (v průměru o 30 % ve srovnání s kontrolou). Rovněž využití vody potřebné na fixaci molekuly CO₂ u varianty Mo průkazně roste.

Obecně příznivější vliv hnojení močovinou na fotosyntetickou produktivitu smrku je dokumentován i příznivější kompozicí fotochemického aparátu jehlic. Aplikace močoviny se projevila rovněž ve zvýšeném obsahu chlorofylu a+b. Zvýšení obsahu chlorofylu b oproti kontrole však činí pouze 50 %. Pokles poměru a/b ve srovnání s kontrolou je 5,6 %.

Cílem práce bylo ukázat na možnosti využívání fotosyntetické charakteristiky, její analýzy, v diagnostice výživy smrku dusíkem. Práce potvrdila účinný vliv hnojení dusíkem v amonné formě na množství pigmentového aparátu jehlice, ale zároveň stanovila i negativní a neprůkaznou korelaci mezi obsahem chlorofylu a rychlostí fotosyntézy.

Analýza fotosyntetické produktivity rovněž ukazuje na nevhodnost zjednodušování názoru o vlivu hnojení na produktivitu založeném pouze na relaci „fotosyntéza — výnos“. Výnosotvorné procesy dřevin jsou komplexem řady faktorů, jejichž význam a hierarchie musí být předmětem dalšího intenzivního studia.

Poděkování

Autoři děkují Ing. Jiřímu Ledinskému, CSc., a jeho spolupracovníkům za všestrannou pomoc a pochopení, které projevovali v průběhu tvorby této práce.

Literatura

- BOUMA, D. — DOWLING, E. J.: The relationship between the photosynthesis status of subterranean clover plants and weight responses of attached leaves in solution with and without phosphates. *Aust. J. Agr. Res.*, 27, 1976, s. 53-62
- JARVIS, P. G.: Production efficiency of coniferous forest in the UK. In: Physiological processes limiting plant productivity, s. 81-107. C. B. Johnson (ed.). Butterworths, London, 1981
- KOCH, W.: Blattfabstoffe von Fichte (*Picea abies* L. Karst.) in Abhängigkeit von Jahresgang, Blattalter und -typ. *Photosynthetica*, 10, 1976, s. 280-290
- KRUEGER, K. W. — RUTH, R. H.: Comparative photosynthesis of red alder, douglas fir, sitka spruce, and western hemlock seedlings. *Can. J. Bot.*, 47, 1969, s. 519-527
- LARCHER, W.: The effect of environmental and physiological variables on the carbon dioxide gas exchange of trees. *Photosynthetica*, 3, 1969, s. 167-198
- LEDINSKÝ, J.: The use of stable nitrogen isotope ^{15}N in the study of scots pine plant nutrition. *Communicationes Instituti Forestalis Čechosloveniae*, 9, 1975, s. 11-27
- LEDINSKÝ, J.: Hnojení lesních dřevin ve školkách (borovice lesní, smrk ztepilý). Závěrečná zpráva, VÚLHM Zbraslav-Strnady, 1975
- LEDINSKÝ, J.: Hodnocení výživy sazenic borovice lesní dusíkem. *Práce VÚLHM*, 15, 1979, s. 109-126
- LEDINSKÝ, J. — PASUTHOVÁ, J. — RYŠKOVÁ, L.: Působení hnojení a SO_2 na některé provenience smrku. *Práce VÚLHM*, 59, 1981, s. 101-115
- LEWANDOWSKA, M. — HART, J. W. — JARVIS, P. G.: Photosynthetic electron transport in plants of Sitka spruce subjected to different light environments during growth. *Physiol. Plantarum*, 37, 1976, s. 269-274
- LEWANDOWSKA, M. — JARVIS, P. G.: Changes in chlorophyll and carotenoid content, specific leaf area, and dry weight fraction in Sitka spruce, in response to shading and season. *New Phytol.*, 79, 1977, s. 247-256
- MAREK, M.: Působení výživy dusíkem na fotosyntetickou charakteristiku primárního listu jarního ječmene. Kandidátská disertační práce, PŘF UK, Praha, 1983
- RYŠKOVÁ, L.: Ovlivnění sazenic smrku a borovice nízkými dávkami kyslíčnicku siřičitého. *Práce VÚLHM*, 52, 1978, s. 115-125
- SENSER, M. — SCHÖTZ, F. — BECK, E.: Seasonal changes in structure and function of spruce chloroplasts. *Planta*, 126, 1975, s. 1-10
- ŠESTÁK, Z. — ČATSKÝ, J.: Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. *Academia*, Praha, 1966

Došlo dne 8. 5. 1986

МАРЕК, М. — ЛОМСКИ, Б. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Влияние различных форм удобрения аммиачным азотом на фотосинтетическую продуктивность разных происхождений ели обыкновенной [*Picea abies* (L.) Karst.]. *Lesnictví*, 33, 1987, (2): : 109-120.

Удобрение лесонасаждений относится в настоящее время к важным факторам интенсификации лесного хозяйства. Эффективность этого вмешательства оценивается с разных аспектов. Основным методом для оценки успешности удобрения считается метод анорганических анализов ассимиляционного аппарата. В работе эффективность удобрения аммиачным азотом в двух формах (аммиачная селитра 240 кг/га, мочевина 240 кг/га) оценивается с использованием фотосинтетической характеристики обследуемых происхождений ели.

Основу для идеи использования фотосинтеза как метода диагностики состояния питания составляет наличие тесной связи между питанием азотом и фотосинтетической производительностью. Фотосинтез использован в качестве физиологического теста. На основе полученных результатов можно отметить, что наиболее эффективным оказалось удобрение мочевиной. Среднее повышение скорости фотосинтеза у наиболее чувствительно реагирующих происхождений составляет 80 % в сравнении с неудобренным вариантом. Удобрение аммиачной селитрой достоверно проявляется в сокращении скорости фотосинтеза по сравнению с неудобренным контролем. Эффективность удобрения далее оценивается на основе воздействия на другие параметры

фотосинтетической характеристики. Удобрение аммиачной формой азота достоверно влияет на повышенное содержание хлорофилла в хвое, которое вызвано, прежде всего, индукцией образования хлорофилла b, что имеет следствием снижение отношения содержания хлорофилла a к хлорофиллу b. Эти результаты свидетельствуют о снижении фотохимической эффективности хлорофиллового аппарата хвои.

ель; удобрение; азот; хлорофилл

MAREK, M. — LOMSKÝ, B. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *The Influence of Various Forms of Ammonium Nitrogen Fertilizing on the Photosynthetic Productivity of Different Provenances of Norway Spruce [Picea abies (L.) Karst.]*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 109-120.

Forest stand fertilizing is currently an important intensification factor in the forest management. The efficiency of this treatment is evaluated from different aspects. The basic method of evaluating the efficiency of fertilizing are inorganic analyses of the assimilating apparatus. In the present study the efficiency of fertilizing with ammonium nitrogen in two forms (ammonium saltpeter 240 kg/ha, urea 240 kg/ha) is evaluated making use of the photosynthetic characteristics of the spruce provenances we studied.

The idea of utilizing photosynthesis as a diagnostic method of nutrition state consists in the existence of a close relationship between nitrogen nutrition and photosynthetic productivity. Photosynthesis is used as a physiological test. Applying the results we obtained it can be stated that urea application was the most efficient method of fertilizing. An average increase in the photosynthesis rate in the most sensitive provenances makes 80 % in comparison with zero-fertilizing treatment. Ammonium saltpeter application brings about a significant decrease in photosynthesis rate in comparison with zero-fertilizing control. The efficiency of fertilizing was also evaluated with respect to the influence on other photosynthetic characteristics. Application of the ammonium form of nitrogen significantly increased the chlorophyll content in needles. The chlorophyll content increased mainly because chlorophyll b production had been induced: this resulted in a decrease in the chlorophyll a : chlorophyll b content ratio. A decrease in the photochemical efficiency of the chlorophyll-producing apparatus of needles has been demonstrated by these results.

Norway spruce; fertilizing; nitrogen; chlorophyll

MAREK, M. — LOMSKÝ, B. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Einfluß unterschiedlicher Formen der Düngung mit Ammoniakstickstoff auf die photosynthetische Produktivität verschiedener Herkünfte der Gemeinen Fichte [Picea abies (L.) Karst.]*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 109-120.

Die Düngung von Waldbeständen gehört in gegenwärtiger Zeit zu den bedeutsamen Intensifikationsfaktoren der Forstwirtschaft. Die Wirksamkeit dieses Eingriffs wird aufgrund verschiedener Aspekte eingeschätzt. Als Grundmethode für die Einschätzung des Erfolges der Düngung wird die Methode anorganischer Analysen des Assimilationsapparates gehalten. In der vorliegenden Arbeit wird die Wirksamkeit der Düngung mit Ammoniakstickstoff in zwei Formen (Ammonsalpeter 240 kg/ha, Harnstoff 240 kg/ha) unter Ausnutzung der photosynthetischen Charakteristik der untersuchten Fichtenherkünfte eingeschätzt. Den Grund für die Idee der Anwendung der Photosynthese als diagnostische Methode des Ernährungszustandes bildet die Existenz der engen Bindung zwischen der Stickstoffernährung und der photosynthetischen Produktivität. Die Photosynthese wird als physiologischer Test angewandt. Aufgrund der gewonnenen Ergebnisse kann gefolgert werden, daß die Düngung mit dem Harnstoff am wirksamkeit war. Die durchschnittliche Erhöhung der Geschwindigkeit der Photosynthese bei den am empfindlichsten reagierenden Herkünften beträgt 80 % im Vergleich mit der ungedüngten Variante. Die Düngung mit dem Ammonsalpeter wirkt sich signifikant durch Herabsetzung der Geschwindigkeit der Photosynthese aus, im Vergleich mit der ungedüngten Variante.

Die Wirksamkeit der Düngung wird ferner aufgrund der Wirkung auf andere Parameter der photosynthetischen Charakteristik eingeschätzt. Die Düngung mit Ammoniakstickstoff übt signifikanten Einfluß auf erhöhten Chlorophyllgehalt in den Nadeln aus. Der erhöhte Gehalt wird vor allem durch die Induktion der Bildung von Chlorophyll b verursacht, was die Senkung des Verhältnisses des Gehalts an Chlorophyll a zum Chlorophyll b zur Folge hat. Diese Ergebnisse zeugen von einem Abfall der photochemischen Effektivität des Chlorophyllapparats der Nadeln.

Fichte; Düngung; Stickstoff; Chlorophyll

Adresy autorů:

RNDr. Ing. Michal Marek, CSc., Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno

RNDr. Bohumír Lomský, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav n. Vlt.

CHEMICKÉ OVLIVŇOVÁNÍ TVORBY KOŘENOVÉHO SYSTÉMU OBALENÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU

O. Mauer

MAUER, O. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Chemické ovlivňování tvorby kořenového systému obaleného sadebního materiálu*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 121-136.

V letech 1977–1985 byla ověřována možnost výroby obaleného sadebního materiálu smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.] s vyloučením deformací kořenového systému pomocí chemických sloučenin nanášených na vnitřní stěny maloobjemových a velkoobjemových obalů. Testovány byly zinek a sloučeniny na bázi mědi — uhličitán měďnatý, síran měďnatý a ftaloceninová modř v nitrolaku. Jsou uvedeny biometrické charakteristiky růstu nadzemní části, výsledky chemických analýz sušiny kořenového systému a asimilačního aparátu a morfologické analýzy stavby kořenového systému sadebního materiálu a rostlin čtyři roky po výsadbě. Nejlépe se osvědčil uhličitán měďnatý, který inhiboval po celou dobu pěstování rostlin v obalech růst kosterních kořenů, stimuloval růst kořenů vyšších řádů a stimuloval i růst nadzemní části. Jeho použitím lze vypěstovat sadební materiál s nedeformovaným a koncentrovaným kořenovým systémem téměř libovolného tvaru. Po odstranění inhibitoru (po výsadbě) kořeny normálně obnovily svůj růst a vytvořil se kořenový systém s přirozenou architektonikou a větším množstvím kosterních kořenů. Zvýšený obsah mědi v sušině se po výsadbě rychle snížil. U maloobjemových obalů je vliv inhibitoru výrazný pouze v prvním roce jeho působení.

smrk; sadební materiál; kořenový systém; obaly

Obalený sadební materiál získal v posledních letech své nezastupitelné uplatnění při umělé obnově lesa, zejména svým využitím při zalesňování devastovaných ploch a extrémních lokalit a pro možnosti časového rozložení zalesňovacích prací.

Přes všechna pozitiva, která přináší zalesňování pomocí obaleného sadebního materiálu, se však stává, že některé takto založené porosty mohou být nestabilní, obzvláště v mladších věkových třídách (Bergman a Haggstrom 1976, Chavassee 1978, Burdett 1978a, Volná a Mauer 1979). Příčiny tohoto stavu je nutno hledat nejen ve vlivu sadby, nýbrž hlavně v ireverzibilních deformacích kořenového systému sadebního materiálu, které mohou trvat řadu let po výsadbě nebo dokonce po celý život stromu. V literatuře nacházíme řadu zpráv o různých modifikacích obalů (velikost, tvar, perforace obalu, žebra na vnitřní stěně obalu, různý materiál na výrobu obalu apod.), jejichž účelem je deformace kořenového systému minimalizovat. Dosud se však nepodařilo problém deformace kořenového systému uspokojivě vyřešit a jsou proto hledány další možné cesty řešení. Prakticky to znamená, že je třeba zabránit růstu laterálních kořenů podél stěn obalu, ale současně zajistit, aby kořeny po výsadbě obnovily svůj růst a daly základ vývoji kořenového systému s přirozenou architektonikou.

Jednou z možností je uplatnění chemických sloučenin (inhibitorů), které by ovlivňovaly růst kořenů. Cílem naší práce bylo odzkoušet ně-

které chemické sloučeniny, které by našly praktické uplatnění při výrobě obaleného sadebního materiálu s nedeformovaným kořenovým systémem.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

Významným poznatkem, který otevřel cestu k novému řešení výroby obaleného sadebního materiálu s nedeformovaným kořenovým systémem, bylo Saulovo (1968) zjištění, že vývoj kořenového systému může být zpomalen nebo zastaven, dostanou-li se kořenové špičky do kontaktu s některými chemikáliemi. Mezi prvními se pokusili prakticky aplikovat myšlenku chemického ovlivnění kořenů Barnett a McGilvray (1974), kterým se podařilo pomocí měděného síta zamezit prorůstání kořenů semenáčků *Pinus taeda* a *P. palustris* dnem obalu Paperpot. Firmitní literatura firmy Paperpot (1974) uvádí rovněž jako jednu z možností zamezení prorůstání kořenů do podloží uložení paperpotových voštin do nádob, jejichž dno bylo natřeno barvou obsahující měď. Oba způsoby ovlivňovaly růst hlavního kořene.

U obaleného sadebního materiálu však hrozí především nebezpečí deformace laterálních kořenů, které výrazně podmiňují stabilitu některých dřevin. Eliminovat toto nebezpečí se úspěšně pokusil Burdett (1978b). K pěstování semenáčků *Pinus contorta* zvolil kontejnery typu Styrbloc, opatřené vnitřním nátěrem latexovou barvou s obsahem 0,1 kg $\text{CuCO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$. Jeho postup ověřili v pokusech s *P. ponderosa* McDonald, Tinus a Reid (1981). Jehličnaté semenáčky 10 druhů 6 rodů testovali ve Styroblocích se stěnami natřenými barvou s 0,1 nebo 0,5 kg CuCO_3 v 1 l barvy Burdett a Martin (1982). Uhličitán měďnatý se ukázal i v jejich experimentech jako účinný prostředek pro inhibici růstu kořenů v obalech. Účinnost se však měnila dle druhu rostliny, velikosti obalu, typu růstového média a dle použité koncentrace CuCO_3 . Byly odzkoušeny i obaly z tenké měděné fólie umístěné ve vrchní polovině obalu typu Plantagrah (Mancic 1983).

Princip působení mědi je v tom, že dorostou-li kořenové špičky do zóny, kde ionty Cu dosahují toxické koncentrace, zastaví se v nich buněčné dělení. Porušená apikální dominance primárního kořene má pak za následek, že se začnou vyvíjet kořeny vyšších řádů. Kořenový bal semenáčků pěstovaných v obalech s inhibitory nemá na povrchu žádné vizuálně patrné kořeny (Burdett 1978b). Důležité je, aby inhibice byla reverzibilní a kořeny po odstranění obalu obnovily svůj normální růst. Že jde o dočasnou inhibici růstu kořenů, která trvá jen po dobu pěstování rostlin v obalech, potvrdili McDonald, Tinus a Reid (1981). Autoři předpokládají u rostlin pěstovaných v obalech s mědí i vyšší stupeň mykorrhizy, protože je zde více kořenových špiček pro osídlení houbami.

V souvislosti s možnostmi chemického ovlivnění morfogeneze kořenového systému Mancic (1983) zjistil v kořenech semenáčků *Pinus silvestris* 10X vyšší obsah iontů mědi než u semenáčků kontroly. Přes zvýšenou akumulaci mědi v kořenech nedocházelo k ovlivnění výškového přírůstu a produkce sušiny (Barnett a McGilvray 1974, Burdett 1978b, Burdett a Martin 1982). McDonald, Tinus

a Reid (1981) a Mancic (1983) však zaznamenali zvýšený výškový přírůst i zvýšenou produkci sušiny u pokusných rostlin.

Měď patří mezi těžké kovy a její účinky na rostliny jsou považovány za fyto toxické. Toxicitu metalické mědi potvrdil Saul (1968). Toxické vlivy byly pozorovány i při použití naftátu mědi v podložkách pro semenáčky *Pinus silvestris* (Wall 1975, 1978, Furuta a kol. 1972). I když při použití CuCO_3 nebyla zaznamenána toxicita, jsou hledány i jiné látky, jejichž použití by umožnilo dosažení stejného cíle za vyloučení případných vedlejších účinků. V literatuře nacházíme některé zprávy o inhibici růstu kořenů pomocí určitých koncentrací růstových regulátorů. McDonald, Tinus a Reid (1981) experimentovali s IBA a při koncentraci 50 g.l^{-1} docílili sice podobného, avšak ne tak výrazného ovlivnění kořenů jako při použití CuCO_3 . Údaje o ovlivnění kořenového systému hydroponicky pěstovaných semenáčků *Pinus contorta* pomocí IBA a NAA publikovali Selby a Seaby (1982).

METODIKA A MATERIÁL

Problematikou možnosti ovlivnění morfogeneze kořenového systému chemickou cestou se zabýváme na katedře zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin LF VŠZ od roku 1977. Naše experimenty byly rozděleny do tří na sebe navazujících etap. V první etapě jsme ověřovali možnost ovlivnění růstu kořenového systému sadebního materiálu pomocí měděných a pozinkovaných obalů. V druhé etapě jsme ověřovali možnost ovlivnění růstu kořenového systému sadebního materiálu pomocí chemických sloučenin na bázi mědi. Ve třetí etapě jsme analyzovali kořenový systém ovlivňovaného sadebního materiálu 4 a 6 let po výsadbě do porostu. Ve všech etapách jsme vliv chemických inhibitorů ověřovali na smrk ztepilý [*Picea abies* (L.) Karst.], původem z III. pěstební oblasti. Všechny pokusy s výrobou sadebního materiálu jsme realizovali ve výzkumné školce katedry zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin v Brně-Rečkovcích, rostliny jsme vysazovali v neobdělávané části téhož výzkumného objektu.

1. etapa: K výrobě obalů jsme použili měděný plech, hustě pozinkované pletivo a PVC. Z každého materiálu jsme vyrobili obaly ve tvaru krychle o velikosti $8 \times 8 \times 8 \text{ cm}$, které jsme naplnili obohacenou rašelinou (Mauera 1977). V měsíci dubnu jsme obaly testovali smrkem ztepilým. Ručně oseté obaly jsme umístili do nevytápěného skleníku, ze kterého byly semenáčky vyneseny začátkem měsíce září. V druhém roce růstu byly semenáčky umístěny na nekryté volné ploše. Na konci třetího vegetačního období jsme semenáčky z obalů vyzvedli, biometricky zhodnotili a analyzovali morfologickou stavbu kořenového systému. Část semenáčků byla vysazena.

2. etapa: Ve druhé etapě jsme založili řadu pokusů, ve kterých byl testován uhličitán měďnatý (CuCO_3) v koncentraci 0,1 a $0,2 \text{ kg.l}^{-1}$ nosného média, nasycený roztok síranu měďnatého (CuSO_4) a průmyslově vyráběná barva s obsahem mědi — nitrolak C 2018 (měď je zde obsažena v komplexu ftaloceninové modře). Uhličitán měďnatý a síran měďnatý byly přidávány do venkovní latexové barvy. Inhibitory byly nanášeny na vnitřní stěny velkoobjemových plastických obalů s pevným dnem (rozměry $8 \times 8 \times 8 \text{ cm}$), na vnitřní stěny maloobjemových plastických obalů s pevným dnem (rozměry $4 \times 4 \times 4 \text{ cm}$) a na vnitřní stěny obalů typu Kopparfors. Do velkoobjemových obalů jsme školkovali jednoleté semenáčky, do maloobjemových obalů (včetně obalů typu Kopparfors) jsme vysévali osivo (ve všech případech byl použit rašelinový substrát, obohacený podle Mauera 1977). Obaly jsme umístili do PE krytu, ze kterého byly vyneseny v polovině měsíce srpna. V druhém roce růstu byly rostliny umístěny na nekryté volné ploše. Na konci druhého vegetačního období jsme sadební materiál z obalů vyzvedli a biometricky zhodnotili. Podle metodiky Volné a Mauera (1981) jsme provedli morfologickou analýzu stavby kořenového systému a jednoletý asimilační aparát a kořenový systém sadebního materiálu byly podrobeny komplexním chemickým analýzám sušiny.

3. etapa: Sadební materiál vypěstovaný v druhé etapě pokusu jsme vysadili do porostu (v případě sadebního materiálu ovlivňovaného uhličitánem měďnatým byly vysazovány pouze rostliny, které byly vypěstovány v obalech ošetřených dávkou $0,1 \text{ kg CuCO}_3 \cdot 1^{-1}$ latexu). Po čtyřech letech jsme materiál vyzvedli a na základě biometrických charakteristik zhodnotili růst, podle metodiky Volné a Mauera (1983a,b) jsme analyzovali morfologickou stavbu kořenového systému a jednoletý asimilační aparát i kořenový systém byly podrobeny komplexním chemickým analýzám sušiny.

Průkaznost výsledků byla ve všech etapách výzkumu prokazována t-testem. V tabulkách jsou výsledky testu označovány graficky: ++ rozdíl vysoce průkazný, + rozdíl průkazný, — rozdíl neprůkazný. Použitý typ obalu je v tabulkách označován zkratkami: MO — maloobjemové plastické obaly (rozměry $4 \times 4 \times 4 \text{ cm}$), VO — velkoobjemové plastické obaly (rozměry $8 \times 8 \times 8 \text{ cm}$), KP — obaly typu Kopparfors.

VÝSLEDKY A JEJICH ZHODNOCENÍ

1. ETAPA

Experiment dokázal, že využitím chemických inhibitorů lze vypěstovat obalené semenáčky smrku s nedeformovaným kořenovým systémem, při současném zlepšení ostatních parametrů růstu (tabulka I).

Použití měděného plechu a pozinkovaného pletiva na výrobu obalů mělo za následek, že se působením atmosférických činitelů na stěnách měděných obalů vytvořil uhličitán měďnatý a u pozinkovaného materiálu hydratovaný oxid zinečnatý, které působily jako inhibitory růstu kořenů. Jednotlivé druhy obalů se ve svém působení výrazně odlišují, a to nejen v jejich vlivu na utváření kořenového systému, ale i ve vlivu na růst semenáčků.

Uhličitán měďnatý způsobil zastavení růstu kořenů, a to nejen kosterních kořenů, ale i kořenů vyšších řádů, které se dostaly do zóny působení inhibitoru, takže po sejmutí obalu nebyl na kořenovém balu vizuálně patrný žádný kořen. Po inhibici růstu došlo na ovlivněných kořenech k rychlému a značnému růstu kořenů vyšších řádů, které opět rostly přirozeným směrem tak dlouho, dokud se nedostaly do zóny působení inhibitoru. Tímto způsobem se vytvořil koncentrovaný kořenový systém, který je na rozdíl od kontrolních rostlin prost všech deformací. Uhličitán měďnatý také způsoboval signifikantní stimulaci růstu všech sledovaných biometrických ukazatelů růstu nadzemní části i kořenového systému. Semenáčky měly výrazně sytě zelenou barvu a dobře po sadbě zakořenily.

I. Biometrická charakteristika a úhyn semenáčků 3/0. — Biometrical characteristics and withering of seedlings 3/0

Obal	Tloušťka kořenového krčku mm	Délka nadzemní části cm	Počet větví	Hmotnost sušiny g. ks^{-1}		Úhyn %
				nadzem. část	kořen. systém	
VO — měď	6,2 ⁺⁺	38,5 ⁺	18,7 ⁺⁺	5,6 ⁺⁺	4,4 ⁺⁺	0,0
VO — zinek	3,9 ⁻	17,4 ⁺⁺	6,2 ⁺	1,1 ⁺⁺	0,9 ⁺⁺	70,6
VO — kontrola	4,7	32,4	10,5	3,2	2,3	0,0

II. Biometrická charakteristika růstu semenáčků 2/0 a sazenic 1/2. — Biometrical characteristics of the growth of seedlings 2/0 and plants 1/2

Obal	Tloušťka kořenového krčku mm	Délka nadzemní části cm	Počet větví ks	Hmotnost sušiny g. ks ⁻¹	
				kořenový systém	nadzemní část
VO — měď	8,3 ⁻	38,6 ⁻	23,8 ⁻	9,6	17,9
VO — 0,1 kg CuCO ₃	6,9 ⁻	42,6 ⁺	31,8 ⁺⁺	4,7	15,7
VO — nitrolak	6,8 ⁻	37,6 ⁻	29,2 ⁺	4,7	13,9
VO — kontrola	6,3	35,0	22,1	5,2	13,6
MO — CuSO ₄	3,5 ⁻	18,0 ⁻	8,9 ⁻	1,9	1,3
MO — 0,1 kg CuCO ₃	3,2 ⁻	17,8 ⁻	8,9 ⁻	1,0	1,5
MO — 0,2 kg CuCO ₃	3,3 ⁻	19,3 ⁻	6,4 ⁺⁺	1,2	2,1
MO — kontrola	3,2	16,9	10,3	1,2	1,7
KP — nitrolak	2,5 ⁻	18,0 ⁺⁺	10,2 ⁺⁺	0,9	1,2
KP — 0,1 kg CuCO ₃	2,8 ⁺	15,0 ⁻	5,9 ⁻	0,7	1,3
KP — kontrola	2,5	13,7	7,4	0,8	1,4

Zcela opačný vliv na tvorbu kořenového systému i růst semenáčků měl zinek, který působil toxicky. Sedmdesát procent semenáčků pěstovaných v pozinkovaných obalech po vzejití rychle zežloutlo a uschlo. Zbývajících třicet procent sice přežilo, ale všechny biometrické ukazatele růstu jsou v porovnání s kontrolou téměř o 100 % horší. Kořenový systém těchto semenáčků sice není deformovaný, ale je slabý. Kořeny po kontaktu s inhibitorem zcela zastavily svůj růst. Semenáčky i po dvou letech růstu vykazovaly silné karcenní jevy.

2. ETAPA

Dosažené výsledky plně potvrzují závěry získané v 1. etapě výzkumu. Uhličitan měďnatý stimuluje rozvoj nadzemní části a nepůsobí negativně na růst kořenového systému. Obdobný vliv vykazují i síran měďnatý a nitrolak (tabulka II).

Lze konstatovat, že všechny testované sloučeniny působily inhibičně na růst kořenů, jejich vliv byl v absolutních hodnotách ovšem rozdílný (tabulky III a IV). Nejvíce inhiboval růst kořenů uhličitan měďnatý, je mu se svým vlivem blížil síran měďnatý a nejméně ovlivňoval růst kořenů nitrolak. Při použití síranu měďnatého a uhličitanu měďnatého nedošlo k žádné podstatnější deformaci kořenového systému. U velkoobjemových obalů můžeme tímto způsobem deformace téměř vyloučit, u maloobjemových obalů značně omezit (obr. 1, 2). Při pěstování sadebního materiálu v maloobjemových obalech se ukazuje, že vliv inhibitoru je výraznější v prvním roce růstu. V druhém roce je kořenový systém již tak velký a prostor obalu tak malý, že kořeny negativní vliv inhibitoru částečně překonávají.

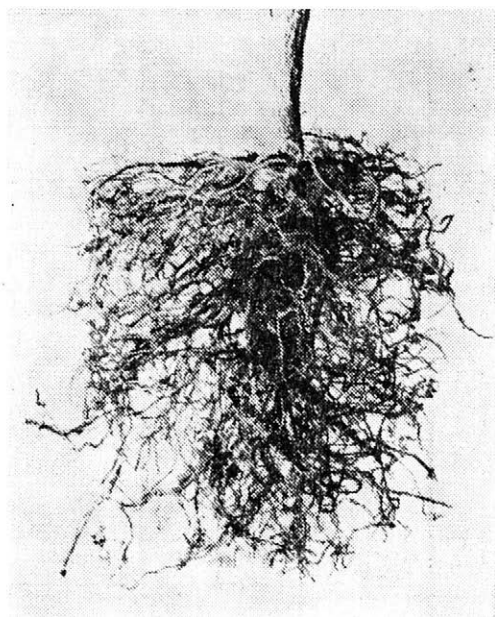
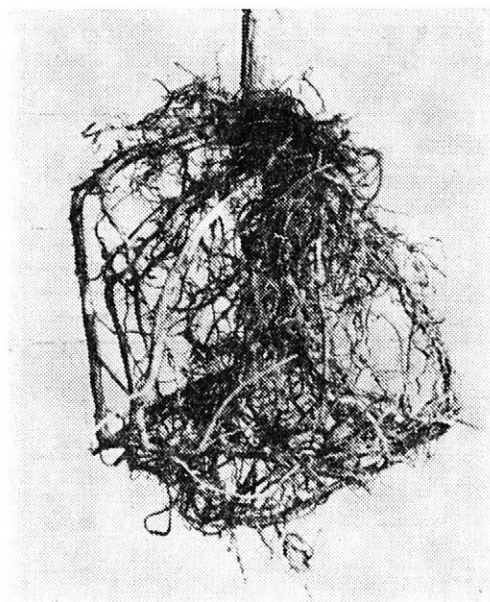
III. Deformace kořenového systému semenáčků 2/0 vypěstovaných v obalech typu Kopparfors. — Deformations of the root system of seedlings 2/0 grown in the Kopparfors containers

Obal	Kulový kořen			Deformace celého kořenového systému								
	celkový počet semenáčků s kulovým kořenem — %	z toho		celkový počet semenáčků s jakoukoliv deformací — %	spirálovitá		chůdovitá		prstence			
		s normálním kulovým kořenem — %	s kulovým kořenem u stěny obalu — %		počet semenáčků — %	podíl deformovaných kořenů z celkového počtu kosterních kořenů — %	počet semenáčků — %	podíl deformovaných kořenů z celkového počtu kosterních kořenů — %	počet semenáčků — %	prstence v horní části obalu — %	prstence v dolní části obalu — %	
KP — 0,1 kg CuCO ₃	92	100	0	100	54	13	69	11	38	38	0	24
KP — nitrolak	55	32	68	100	91	34	83	33	100	100	75	66
KP — kontrola	50	14	86	100	100	100	0	0	100	100	100	100

IV. Deformace kořenového systému semenáčků 2/0 a sazenic 1/2. — Deformations of the root system of seedlings 2/0 and plants 1/2

Obal	Deformace celého kořenového systému			Podíl deformovaných kosterních kořenů %
	celkový počet rostlin s deformovaným kořenovým systémem %	z toho		
		se smyčkami %	se strboulem %	
VO – měď	29	29	0	3
VO – 0,1 kg CuCO ₃	34	34	0	5
VO – nitrolak	100	0	76	47
VO – kontrola	100	0	100	96
MO – CuSO ₄	0	0	0	0
MO – 0,1 kg CuCO ₃	14	14	0	5
MO – 0,2 kg CuCO ₃	22	22	0	6
MO – kontrola	100	0	100	100

Před sadbou byl sadební materiál podroben komplexním chemickým analýzám sušiny asimilačního aparátu a kořenového systému. Z těchto analýz vyplývá (tabulka V), že u ovlivňovaných rostlin se obsah mědi v kořenech (v porovnání s kontrolou) zvyšuje až 20X, u asimilačních orgánů až 3X. Obsah ostatních makro- i mikroprvků asimilačního aparátu i kořenového systému není po ovlivnění kořenů podstatně změněn.



1. Velkoobjemový obal (kořenový systém kontrolní sazenice 1/2). — Large container (the root system of control plant 1/2)
2. Velkoobjemový obal (kořenový systém sazenice 1/2 po aplikaci 0,1 kg CuCO_3 · 1-1 latexu). — Large container (the root system of plant 1/2 after an application of 0.1 kg CuCO_3 per 1 of latex)

3. ETAPA

Třetí etapa výzkumu dokázala, že stanovený cíl práce — vypěstovat sadební materiál s nedeformovaným kořenovým systémem — lze při použití chemických inhibitorů na bázi mědi splnit (obr. 3, 4). Čtvrtým rokem po výsadbě dochází k vyrovnání biometrických ukazatelů růstu ovlivňovaného a kontrolního materiálu (tabulka VI), tzn., že růstový náskok rostlin pěstovaných původně v ošetřených obalech se vyrovnává. Kořenový systém ovlivňovaných rostlin obnovuje svůj růst a má přirozenou a nedeformovanou architekturu (tabulky VII—XI). Shodně s výsledky 2. etapy lze konstatovat, že nejlepší kořenový systém vytvářejí rostliny ovlivňované uhličitanelem měďnatým, nejhorší stavbu kořenového systému mají rostliny kontrolní.

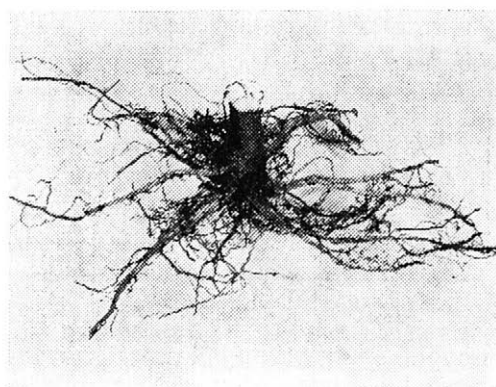
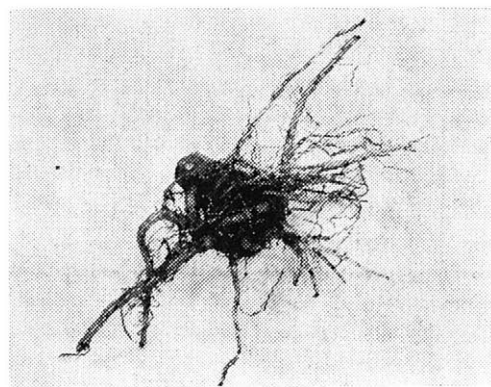
I když nedochází mezi jednotlivými sledovanými soubory k podstatnějším rozdílům v podílu horizontálních kosterních kořenů v jednotlivých dílech kořenového systému, zcela jednoznačně vyplývá, že ovlivňované rostliny mají signifikantně větší počet horizontálních kosterních kořenů (tabulka VII), a tím i větší možnosti pro zajištění stability stromů. Tento fakt potvrzuje i rozložení horizontálních kosterních kořenů z hlediska zjištění největšího úhlu mezi těmito kořeny (tabulka VIII). Rostliny z ošetřených obalů [obzvláště rostliny ovlivňované CuCO_3] mají tento úhel signifikantně menší a mají podstatně větší podíl kořenů s největším úhlem do 90° . Na značnou deformaci kořenového systému kontrolních rostlin ukazuje i index P (tabulka IX), který je poměrem součtu

V. Chemické rozborý sušiny kořenového systému a asimilačního aparátu. — Chemical analyses of the dry matter of the root system and assimilating apparatus

Obal			Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Při výsadbě	jehličí	měď	33,6	126,0	400,0	208,0	nezjišťováno	1,45	0,224	0,75	1,21	0,167
		0,1 kg CuCO ₃	14,3	249,0	230,0	143,0		1,67	0,255	0,75	1,34	0,175
		0,2 kg CuCO ₃	16,0	227,0	178,0	170,0		1,34	0,203	0,69	1,15	0,138
		CuSO ₄	27,2	324,0	193,0	175,0		1,34	0,195	0,75	1,25	0,160
		kontrola	8,1	132,0	400,0	208,0		1,45	0,224	0,75	1,21	0,167
	kořenový systém	měď	322,0	137,0	129,0	505,0		1,05	0,095	0,27	0,75	0,150
		0,1 kg CuCO ₃	332,0	778,0	52,0	61,0		0,95	0,200	0,47	0,80	0,133
		0,2 kg CuCO ₃	358,0	680,0	58,0	24,0		1,00	0,179	0,32	0,78	0,154
		CuSO ₄	486,0	678,0	70,0	460,0		0,84	0,161	0,32	1,07	0,135
		kontrola	25,7	160,0	66,0	200,0		1,02	0,188	0,33	0,85	0,187
Čtyři roky po výsadbě	jehličí	měď	8,92	93,5	250,1	23,9	16,5	1,79	0,345	1,18	1,08	0,134
		0,1 kg CuCO ₃	7,38	72,8	216,9	10,3	17,1	1,58	0,329	1,10	0,85	0,128
		CuSO ₄	9,18	76,3	341,5	36,3	17,5	1,81	0,338	1,26	0,79	0,130
		nitrolak	8,55	81,3	448,1	24,5	18,4	1,59	0,300	1,15	0,90	0,106
		kontrola	8,34	88,2	499,2	43,5	17,1	1,70	0,320	1,08	0,90	0,136
	kořenový systém	měď	17,98	91,0	63,3	55,5	8,4	0,49	0,137	0,53	0,61	0,074
		0,1 kg CuCO ₃	10,26	87,2	83,1	57,5	11,7	0,64	0,175	0,68	0,60	0,117
		CuSO ₄	6,49	69,1	92,0	22,3	10,2	0,55	0,141	0,51	0,51	0,080
		nitrolak	7,37	65,5	108,3	57,8	10,4	0,51	0,131	0,59	0,44	0,098
		kontrola	9,95	77,0	86,6	43,8	11,5	0,60	0,150	0,58	0,51	0,095

Obal	Celková výška cm	Počet větví	Tloušťka kmínku mm	Tloušťka kosterních kořenů mm
MO — kontrola	125,1	62,0	22,9	4,5
MO — CuSO_4	116,5 ⁻	61,0 ⁻	24,4 ⁻	4,6 ⁻
MO — CuCO_3	133,2 ⁻	72,2 ⁻	25,4 ⁻	4,6 ⁻
KP — kontrola	131,5	77,1	24,1	5,1
KP — nitrolak	133,3 ⁻	67,6 ⁺	24,2 ⁻	5,3 ⁻
KP — CuCO_3	138,3 ⁻	69,9 ⁻	26,3 ⁻	5,2 ⁻
VO — kontrola	159,9	76,2	37,6	6,8
VO — nitrolak	160,6 ⁻	84,9 ⁻	34,8 ⁻	5,8 ⁺⁺
VO — CuCO_3	148,5 ⁻	77,6 ⁻	31,9 ⁻	5,8 ⁺⁺
VO — měď	145,0 ⁻	81,2 ⁻	31,0 ⁺	4,8 ⁺⁺

ploch příčných průřezů všech kosterních kořenů 10 cm od osy kmene k ploše příčných průřezů kmene nad kořenovými náběhy. Dosavadní výsledky ukazují [Volná a Mauer 1981], že čím je tento index menší, tím více je kořenový systém deformován. Konkrétně je tento předpoklad dokázán zjištěním odchylek růstu kosterních kořenů od přirozeného směru růstu [tabulka X]. Kontrolní rostliny mají kořenový systém většinou deformován, a to do největšího stupně deformace — do strboulu. U rostlin ovlivněných uhličitarem měďnatým deformace koře-



3. Velkoobjemový obal (kořenový systém kontrolní sazenice 1/2 čtyři roky po výsadbě). — Large container (the root system of control plant 1/2 four years after planting)

4. Velkoobjemový obal (kořenový systém sazenice 1/2 po aplikaci 0,1 kg CuCO_3 .1⁻¹ latexu čtyři roky po výsadbě). — Large container (the root system of plant 1/2 after an application of 0.1 kg CuCO_3 per 1 of latex four years after planting)

VII. Počet horizontálních kořenů čtyři roky po výsadbě. — The number of horizontal roots four years after planting

Obal	V dílech kořenového systému				Celkem
	I.	II.	III.	IV.	
MO — kontrola	2,66	1,88	1,88	2,67	9,10
MO — CuSO ₄	2,27	2,27	1,56	2,90	9,00-
MO — CuCO ₃	3,64	3,07	3,57	3,15	13,43++
KP — kontrola	1,93	1,88	1,94	1,94	7,69
KP — nitrolak	1,56	1,75	1,44	1,31	6,00++
KP — CuCO ₃	3,00	2,80	2,40	2,40	10,60++
VO — kontrola	2,54	3,00	2,27	2,54	10,35
VO — nitrolak	3,73	4,18	3,64	3,64	15,19++
VO — CuCO ₃	4,55	4,11	2,88	3,67	15,21++
VO — měď	4,50	5,33	4,50	5,00	19,33++

VIII. Úhly mezi kosterními kořeny (ve stupních) čtyři roky po výsadbě. — The angles of skeletal roots (degrees) four years after planting

Obal	Úhel		Procento stromů s největším úhlem		
	průměrný	největší	do 90°	90° až 180°	nad 180°
MO — kontrola	39,8	125,6	11	77	12
MO — CuSO ₄	39,4-	103,6-	28	72	0
MO — CuCO ₃	27,1++	70,7+	93	7	0
KP — kontrola	47,0	142,5	13	75	12
KP — nitrolak	60,2+	100,0+	37	63	0
KP — CuCO ₃	33,8++	87,0++	53	47	0
VO — kontrola	34,3	110,5	27	64	9
VO — nitrolak	23,6++	59,5++	91	9	0
VO — CuCO ₃	24,1++	66,6+	89	11	0
VO — měď	18,4++	45,0++	100	0	0

nového systému jako celku nevzniká, a to ani u rostlin vypěstovaných v obalech typu Kopparfors. I když i u těchto rostlin dochází k dílčím deformacím jednotlivých kořenů (smyčky a zaškrcení), je podíl takto deformovaných kořenů velmi malý a lze vyslovit předpoklad, že tyto deformace nejsou většinou způsobeny obalem, ale jinými faktory (kamenitá půda apod.). Přesto, že sadební materiál byl při výsadbě „uto-pen“, ani u rostlin se silnou deformací kořenového systému nebyl vytvořen adekvátní náhradní kořenový systém z adventivních kořenů (ta-

IX. Výskyt hlavního kořene a jeho deformace, index *P* čtyři roky po výsadbě. — The existence of the main root and its deformations, index *P* four years after planting

Obal	Hlavní kořen u % stromů	Deformace hlavního kořene			Index <i>P</i>
		smyčky %	fajfky %	strboul %	
MO – kontrola	22	0	11	0	0,3787
MO – CuSO ₄	27	0	27	0	0,3643-
MO – CuCO ₃	29	0	7	0	0,5409+
KP – kontrola	44	0	0	0	0,3805
KP – nitrolak	62	0	6	43	0,3087-
KP – CuCO ₃	20	0	7	0	0,4666+
VO – kontrola	9	0	9	0	0,3777
VO – nitrolak	55	9	18	27	0,4843-
VO – CuCO ₃	78	33	22	0	0,6013++
VO – měď	83	0	50	0	0,6027++

bulka XI). Adventivní horizontální kosterní kořeny, stejně jako vertikální kosterní kořeny tvoří pouze malý podíl kosterních kořenů.

Čtyři roky po výsadbě nebyl již u rostlin původně pěstovaných v obalech s nátěrem CuCO₃ zaznamenán zvýšený podíl mědi ani v sušině asimilačního aparátu, ani v sušině kořenů (tabulka V).

DISKUSE

Dosažené výsledky dokazují, že použitím inhibitorů na bázi mědi lze vypěstovat obalený sadební materiál s nedeformovaným kořenovým systémem. Z ověřovaných sloučenin nejlepší výsledky dosahuje uhličitan měďnatý v koncentraci 0,1 kg.l⁻¹ latexové barvy. Tyto závěry korespondují a dále rozvíjejí výsledky Burdetta (1978b), Mc Donalda, Tinuse a Reida (1981) a Burdetta a Martina (1982). Inhibované kořeny po výsadbě normálně obnovují svůj růst a vytvářejí přirozený nedeformovaný kořenový systém, který má i větší předpoklady pro zajištění stability stromu. Větší množství kořenových špiček umožňuje bohatý rozvoj mykorrhizy, což potvrzuje i předpoklad Mc Donalda, Tinuse a Reida (1981).

Některé práce popisující ovlivňování morfogeneze kořenového systému pomocí sloučenin mědi upozorňují na zvýšenou akumulaci mědi v rostlinách, zejména v kořenech (Mancic 1983). Podstatně vyšší obsah mědi v kořenech pokusných rostlin všech variant oproti kontrole byl zjištěn i v našich experimentech. Rovněž byl zaznamenán zvýšený (i když ne tak výrazně) obsah mědi v jednoletém jehličí pokusných semenáčků. Odpovídá to údajům Bergmanna (1983), který uvádí, že pohyb iontů Cu²⁺ v rostlině je pomalý a také jejich transport je omezený. Přes zvýšený obsah mědi v orgánech rostlin se při našich výsad-

X. Odchylyky kosterních kořenů od přirozeného směru růstu (v ‰ celkového počtu stromů) čtyři roky po výsadbě. — Deviations of skeletal roots from the natural direction of growth (percent of the total number of trees) four years after planting

Obal	Deformace celého kořenového systému						Deformace jednotlivých kořenů (mimo strboul)			
	zploštění do verti- kální roviny ‰	vlajkovité formy ‰	fajfky ‰	strboul ‰	jiné typy deformací ‰	deformace celkem ‰	smyčky		zaškrcení	
							v ‰ stromů	v ‰ kořenů	v ‰ stromů	v ‰ kořenů
MO — kontrola	0	0	0	67	0	67	34	16	0	0
MO — CuSO ₄	0	0	0	0	0	0	72	10	18	2
MO — CuCO ₃	0	0	0	0	0	0	50	8	21	2
KP — kontrola	0	0	0	69	0	69	25	4	13	2
KP — nitrolak	12	0	0	75	0	87	6	3	25	10
KP — CuCO ₃	0	0	0	0	0	0	33	8	47	6
VO — kontrola	0	0	0	91	0	91	9	1	0	0
VO — nitrolak	0	0	0	19	0	19	72	16	0	0
VO — CuCO ₃	0	0	0	0	0	0	56	9	11	1
VO — měď	0	0	0	0	0	0	33	3	16	1

XI. Výskyt vertikálních a adventivních horizontálních kosterních kořenů čtyři roky po výsadbě. — The existence of vertical and adventitious horizontal skeletal roots four years after planting

Obal	Vertikální kosterní kořeny		Kořeny ve dvou rovinách u % stromů	Adventivní horizontální kosterní kořeny	
	u % stromů	počet kořenů		u % stromů	v % všech kosterních kořenů
MO — kontrola	11	0,1	44	44	11
MO — CuSO ₄	27	0,3	9	54	9
MO — CuCO ₃	21	0,6	36	35	7
KP — kontrola	0	0,0	86	56	14
KP — nitrolak	6	0,1	43	50	15
KP — CuCO ₃	26	0,6	53	47	9
VO — kontrola	64	1,0	54	82	22
VO — nitrolak	45	0,8	36	54	13
VO — CuCO ₃	56	0,8	56	78	13
VO — měď	34	0,6	83	50	17

bách neprojevíly žádné symptomy její toxicity. Analýzy sušiny rostlin čtyři roky po výsadbě ukázaly, že obsah mědi v kořenech a jehlicích nabýval již hodnot běžně uváděných pro smrk — 5 až 12 ppm (Bergmann 1983).

Pro případné další ověřování této technologie při výrobě sadebního materiálu si dovoluujeme upozornit, že tato technologie není zřejmě vhodná při použití velmi malých obalů. Při našich pokusech byly odzkoušeny i tuby (Ø 1,8 cm). Semenačky šesti druhů jehličnanů vykazovaly v těchto obalech menší vzrůst a vytvořily pouze výrazný kulový kořen (uprostřed obalu) s menším počtem malých kořenů vyšších řádů. Inhibiční vliv mědi totiž působí v zóně 4–5 mm od stěny obalu.

ZÁVĚR

V letech 1977–1985 byla ve výzkumné školce katedry zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin LF VŠZ v Brně-Řečkovicih ověřována možnost výroby sadebního materiálu smrku ztepilého s vyloučením deformací kořenového systému pomocí chemických sloučenin nanášených na vnitřní stěny obalů. Pokus byl rozdělen do tří etap. V první etapě byla ověřována možnost ovlivnění tvorby kořenového systému sadebního materiálu pomocí měděných a pozinkovaných obalů. V druhé etapě byla ověřována možnost ovlivnění růstu kořenového systému sadebního materiálu pomocí chemických sloučenin na bázi mědi (CuCO₃, CuSO₄ a ftaloceninová modř v nitrolaku). Ve třetí etapě byl analyzován kořenový systém ovlivňovaného sadebního materiálu čtyři roky po výsadbě. Sadební materiál byl pěstován běžnými výrobními postupy v plastických

obalech o rozměrech $4 \times 4 \times 4$ cm a $8 \times 8 \times 8$ cm a v obalech typu Kopparfors. Dosažené výsledky lze shrnout do těchto bodů:

1. Hydratovaný oxid zinečnatý, který se vytvořil na stěnách pozinkovaných obalů, inhiboval sice růst kořenů, ale kationty Zn^{2+} působily celkově toxicky.

2. Ze sledovaných chemických sloučenin na bázi mědi nejlépe danému cíli vyhovoval uhličitán měďnatý v koncentraci $0,1 \text{ kg CuCO}_3 \cdot l^{-1}$ latexové barvy: a) Uhličitán měďnatý inhiboval po dobu pěstování rostlin v obalech růst kosterních kořenů, stimuloval růst kořenů vyšších řádů a statisticky signifikantně stimuloval i růst nadzemní části a tvorbu sušiny. Jeho použitím lze vypěstovat nedeformovaný, koncentrovaný kořenový systém téměř libovolného tvaru. b) Po odstranění inhibitoru (při výsadbě) inhibované kořeny normálně obnovily svůj růst a vytvářel se kořenový systém s přirozenou architektonikou. Tento kořenový systém měl větší množství kosterních kořenů, které mohou pozitivně ovlivňovat stabilitu stromu. Větší počet kořenů vyšších řádů dává předpoklad pro větší rozvoj mykorrhizy. c) Zvýšené množství mědi v sušině asimilačního aparátu (v porovnání s kontrolou až $3 \times$) a v sušině kořenů (v porovnání s kontrolou až $20 \times$) sadebního materiálu se neprojevovalo toxicky. Po výsadbě se obsah mědi v těchto orgánech snížil a čtyři roky po výsadbě nebyl zjištěn rozdíl mezi materiálem vypěstovaným v obalech s nátěrem inhibitoru a kontrolními rostlinami. d) Při použití maloobjemových obalů byl inhibitor plně účinný pouze v prvním roce růstu sadebního materiálu. Ve druhém roce růstu byl již kořenový systém tak velký a prostor obalu tak malý, že kořeny inhibiční vliv uhličitánu měďnatého částečně překonaly.

Literatura

- BARNETT, J. P. — Mc GILVRAY, J. M.: Copper screen controls root growth and increases survival of containerized southern pine seedlings. *Tree Planters Notes*, 25, 1974, č. 2, s. 11-12
- BERGMANN, N. F. — HAGGSTROM, B.: Some important facts considering planting with rooted forest plants. *Forestry Chronicle*, 52, 1976, č. 6, s. 266-273
- BERGMANN, W.: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Entstehung und Diagnose. Jena, 1983, 614 s.
- BURDETT, A. N.: Juvenile instability in planted pines. *Irish forestry*, 36, 1978a, s. 36-47
- BURDETT, A. N.: Control of root morphogenesis for improved mechanical stability in container-grown lodgepole pine. *Canadian Journal of Forestry Research*, 8, 1978b, s. 483-486
- BURDETT, A. N. — MARTIN, A. F.: Chemical root pruning of coniferous seedlings. *Hort Science*, 17, 1982, č. 4, s. 622-624
- FURUTA, T. — JONES, W. C. — HUMPREY, W. — MOCK, T.: Chemically controlling root growth in containers. *California Agriculture*, 26, 1972, č. 12, s. 10-11
- CHAVASSE, C. G. R.: The root form and stability of planted trees with special reference to nursery and establishment practice. In: *Proceedings of the root form of planted trees symposium*. Victoria, B. C. Canada, May 16-19, 1978, British Columbia Min. For./CFC Joint. Rpt. No. 8, 1978, s. 191-196
- MANCIC, A.: Chemical root pruning of *Pinus silvestris* plants in containers. In: *Seminar on machine and techniques for forest plant production*. Vol. II, FAO/ECE/ILO, Tatranská Lomnica, 1983, s. 136-140
- MAUER, O.: Některé aspekty výroby sadebního materiálu pod umělými kryty. KDP, VŠZ, Brno, 1977, 201 s.
- McDONALD, S. E. — TINUS, R. W. — REID, C. P. P.: Root morphology control in forest tree seedling containers. *Proceedings of Intermountain Nurserymans*

Association and Western Forest Nursery Association. Combined Meeting August 12—14, 1980, Boise, Idaho. General Technical Report INT-109, 1981, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, s. 40-45

SAUL, G. H.: Copper safely controls roots of tubed seedlings. Tree Planters Notes, 19, 1968, č. 1, s. 7-9

SELBY, C. — SEABY, D. A.: The effect of auxins on *Pinus contorta* seedling root development. Forestry, 55, 1982, č. 2, s. 125-135

VOLNÁ, M. — MAUER, O.: Smrk ztepilý (*Picea excelsa* Link) — trvalost deformací kořenového systému vytvořených při sadbě nebo výrobě sadebního materiálu. In: Sborník referátů z konference Stabilita smrkových ekosystémů, Brno, 1979

VOLNÁ, M. — MAUER, O.: Mechanomorfózy kořenového systému obalených smrkových sazenic a jejich další vývoj po sadbě. Lesnictví, 27, 1981, č. 2, s. 119-136

VOLNÁ, M. — MAUER, O.: Trvalost deformací kořenového systému smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link). Lesnictví, 29, 1983a, č. 3, s. 177-189

VOLNÁ, M. — MAUER, O.: Morfogeneze kořenového systému smrku ztepilého (*Picea abies* Karst.) v kulturách založených sadebním materiálem vypěstovaným Nisulovou technologií. Lesnícky časopis, 29, 1983b, č. 5, s. 395-406

WALL, R. E.: Copper naphthenate treated flats toxic to pine seedlings. Bi-monthly research notes, 31, 1975, č. 1, s. 4-5

WALL, R. E.: Conifer seedling growth in limed peat in copper naphthenate-treated flats. Tree Planters Notes, 29, 1978, č. 1, s. 18-21

Firemní prospekt PAPERPOT, Lännen Tehtaat Oy, Finland, No. 376/74, Anzucht von Forstpflanzen in Paperpots. Methoden zur Verhinderung des Wurzelwachstums in den Untergrund während der Anzuchtdauer.

Došlo dne 12. 4. 1986

MAUZER, O. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Химическое воздействие на образование корневой системы посадочного материала с необнаженными корнями. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 121-136.

В 1977—1985 гг. испытывалась возможность производства посадочного материала ели обыкновенной [*Picea abies* (L.) Karst.] с необнаженными корнями с исключением деформаций корневой системы при помощи химических соединений, которыми покрываются внутренние стенки мало- и крупногабаритных пленочных оберток. Испытывались цинк и соединения на базе меди — карбонат меди, сульфат меди и фталоцианиновый синий в нитролаке. Приведены биометрические характеристики роста надземной части, результаты химических анализов сухого вещества корневой системы и ассимиляционного аппарата, а также морфологического анализа строения корневой системы посадочного материала и растений спустя четыре года от посадки. Лучшее всего себя оправдал карбонат меди, который на протяжении всего срока выращивания растений в пленочных обертках тормозил рост скелетных корней, стимулируя рост корней высшего порядка и рост надземной части растений. С его использованием можно получить посадочный материал с недеформированной и концентрированной корневой системой почти любой формы. После удаления ингибитора (после посадки) корни нормально восстановили свой рост, в результате чего образовалась корневая система с естественной архитектоникой и увеличенным количеством скелетных корней. Повышенное содержание меди в сухом веществе после посадки быстро сокращалось. У малогабаритных оберток влияние ингибитора отчетливо лишь на первом году его действия.

ель; посадочный материал; корневая система; пленочные обертки

MAUER, O. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Chemical Effects on the Formation of the Root System of Container-grown Planting Stock. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 121-136.

In the years 1977—1985 we checked possibilities of the production of container-grown planting stock in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]; we tried to prevent the deformation of root system by chemical coatings of the inner walls of small and large containers. We tested the use of zinc and copper-based compounds — copper carbonate, copper sulphate and phthalocanine blue in nitrocellulose lacquer. There are mentioned biometrical characteristics of the growth of above-ground parts in the present paper, the results are given of chemical analyses of the

dry matter of root system and assimilating organs and of a morphological analysis of the root system structure in the planting stock and in the plants four years after planting. Copper carbonate was found to be the best chemical because it inhibited the growth of skeletal roots in container-grown plants for all the time of growing, it stimulated the growth of higher order roots and it also stimulated the growth of aboveground parts. Using this chemical, the planting stock with a nondeformed and dense root system of almost any shape can be grown. When the inhibitor was removed (after planting), the roots resumed their normal growth, and the root system with natural architectonics and large number of skeletal roots was formed. The higher copper content in dry matter decreased rapidly after planting. In small containers the effects of the inhibitor are expressive only in the first year of application.

spruce; planting stock; root system; containers

MAUER, O. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Chemische Beeinflussung der Bildung des Wurzelsystems von Ballenpflanzmaterial*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 121-136.

In den Jahren 1977—1985 wurde die Möglichkeit der Produktion von Ballenpflanzmaterial der Gemeinen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] mit Ausschluß von Deformationen des Wurzelsystems mit Hilfe chemischer Verbindungen überprüft, die auf die Innenseiten von Klein- und Großvolumenkontainern aufgetragen wurden. Getestet wurden Zink und Verbindungen auf der Basis des Kupfers — Kupferkarbonat, Kupfersulphat und Phthaloceninblau im Nitrolack. Es werden biometrische Charakteristiken des Wachstums des oberirdischen Teils, Ergebnisse chemischer Analysen der Trockensubstanz des Wurzelsystems und des Assimilationsapparats und morphologische Analysen des Baus des Wurzelsystems des Pflanzmaterials und der Pflanzen vier Jahre nach der Auspflanzung gebracht. Am besten hat sich Kupferkarbonat bewährt, das während der ganzen Zeit der Pflanzenanzucht in Kontainern das Wachstum von Skelettwurzeln inhibierte, das Wachstum von Wurzeln höherer Ordnung und des oberirdischen Teils stimulierte. Unter seiner Ausnutzung kann Pflanzmaterial mit nicht deformiertem und konzentriertem Wurzelsystem fast beliebiger Form gezogen werden. Nach der Beseitigung des Inhibitors (nach der Auspflanzung) haben die Wurzeln ihr Wachstum normal erneuert und es wurde ein Wurzelsystem mit natürlicher Architektonik und mit größerer Anzahl von Skelettwurzeln ausgebildet. Die erhöhte Kupfergehalt in der Trockensubstanz nahm nach der Auspflanzung schnell ab. Bei Kontainern kleinen Volumens ist der Einfluß des Inhibitors nur im ersten Jahr seiner Einwirkung ausgeprägt.

Fichte; Pflanzmaterial; Wurzelsystem; Kontainer

Adresa autora:

Doc. Ing. Oldřich Mauer, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

NADZEMNÁ BIOMASA NEZMIEŠANÉHO PORASTU DUBA ČERVENÉHO (*QUERCUS RUBRA* L.)

F. Tokár

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou). *Nadzemná biomasa nezmiešaného porastu duba červeného (Quercus rubra L.)*. Lesníctví, 33, 1987 (2) : 137-143.

Vyhodnotili sme objemovú produkciu a nadzemnú biomasu nezmiešaného 29-ročného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) v skupine lesných typov *Carpineto-Quercetum*. Objemová produkcia je 262,80 m³ na ha. Celková nadzemná biomasa porastu je 278,21 t na ha v čerstvom stave a 175,49 t na ha v sušine. Index listovej plochy je 6,02 ha na ha. Najtesnejšie korelačné vzťahy k $d_{1,3}$ boli vyjadrené v tvare paraboly 2. stupňa.

pestovanie lesov; dub; biomasa; produkcia dreva

Úsilie lesného hospodárstva vedie v súčasnosti k vytváraní hospodárskeho lesa s maximálnou produkčnou schopnosťou. Na jeho výstavbe by sa mali podieľať predovšetkým naše domáce hospodárske dreviny pri využití aj niektorých cudzokrajných drevín. Dub červený (*Quercus rubra* L.) sa pokladá za perspektívnu produkčnú cudzokrajnú drevinu aj pre lesné hospodárstvo na Slovensku (Benčať 1982, Hančinský 1984, Holubčík 1968, Réh 1967, 1972, Tokár 1979, 1982).

V príspevku poukazujeme na produkciu nadzemnej biomasy mladého nezmiešaného porastu duba červeného založeného na aluviálnej pôde blízko rieky Nitry.

MATERIÁL A METODIKA

Trvalá výskumná plocha (TVP) 50 X 25 m bola založená na lokalite Veľký Cer v nezmiešanom poraste 131k duba červeného v skupine lesných typov *Carpineto-Quercetum*. Na TVP bola v roku 1978 zhodnotená štruktúra, kvalita a objemová produkcia porastu starého 24 rokov. Metódy a výsledky týchto vyhodnotení sú uvedené v práci Tokára (1982).

V roku 1983 bola na TVP okrem objemovej produkcie stanovená aj hmotnostná produkcia. Na zistenie hmotnosti nadzemnej biomasy sme použili deštruktívny spôsob merania (vzorníky). Pri stanovení rozsahu a spôsobu výberu vzorníkov sme vychádzali zo skutočnosti, že najväčší vplyv na hmotový prírastok má prírastok na kruhovej ploche (Korf a kol. 1972) a že medzi kruhovou plochou a hmotnosťou stromu (jeho biomasou) je lineárna závislosť (Ovington, Forest, Armstrong 1968).

Celkový rozsah vzorníkov sme v poraste stanovili na 30 a rozdelili sme ich po hrúbkových stupňoch podľa ich percentuálneho zastúpenia v hrúbkovej štruktúre porastu.

Na vzorníku sme merali $d_{1,3}$, výšku stromu, dĺžku a šírku koruny. Na každom vzorníku sme zistili hmotnosť kmeňa, konárov (živých a odumretých), letorastov a listov na váhe značky Kamor s nosnosťou do 50 kg a s presnosťou na 0,01 kg. Z troch jedincov, reprezentujúcich stromové triedy, sme z každej tretiny kmeňa, hrúbkových tried konárov, letorastov a listov zobrali reprezentatívne vzorky, ktoré

sme laboratórne vysušili pri teplote 105 °C pre stanovenie percentuálneho podielu sušiny.

Za účelom stanovenia fotosynteticky aktívneho povrchu listov sme fotoplani-
metrom (Janovicová, Blecha, Supuka 1974) zistili plochu listov na troch
reprezentatívnych vzorkách (3 × 100 listov) a vypočítali sme prevodový koeficient
(hmotnosť listov v čerstvom stave v kg: plocha listov v m² v čerstvom stave), ktorý
sme použili na prepočty u všetkých vzorníkov.

Prepočítané hodnoty sušiny jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy
a plochy listov sme dali do korelačných vzťahov k prsnej hrúbke ($d_{1,3}$), výške stro-
mu, dĺžke a šírke koruny. Výpočty sme urobili stolovým kalkulátorom EMG 666.
Výsledky podávame v tabuľkách s prepočtom na 1 ha a korelačné vzťahy sú zobra-
zené graficky.

VÝSLEDKY

Vo veku 29 rokov pripadá na 1 ha 3328 jedincov duba červeného.
Z hľadiska hrúbkového členenia porastu ide v zmysle Greguša (1968)
o porast vo fáze žrdoviny s hodnotami stredného kmeňa v prsnej hrúb-
ke 9,89 cm a výšky 14,3 m. Najviac sú zastúpené hrúbkové stupne 10
a 14 cm (26,2 %). K kruhovej ploche dosahuje 31,60 m² na ha a v obje-
movej produkcii 262,80 m³ na ha, čím sa vyrovnáva objemovej produkcii
duba na +1 bonitnom stupni vo veku 44 rokov (tabuľka I).

Ako ukazuje tabuľka II, nezmiešaný porast duba červeného vo veku
29 rokov dosahuje celkovú nadzemnú biomasu v čerstvom stave 278,21 t
na ha a v sušine 175,49 t na ha, pričom najvyšší podiel pripadá na bio-
masu kmeňa (239,57 t na ha, tj. 87,27 % v sušine). Priemerná ročná pro-
duktivita nadzemnej biomasy (priemerný ročný prírastok) je 9,59 t na
ha za rok v čerstvom stave a 6,05 t na ha za rok v sušine.

Tvorba nadzemnej biomasy v poraste závisí aj od fyziologicky aktív-
neho povrchu korún drevín [tzv. indexu listovej plochy]. Výchovou po-
rastov, najmä prebierkami, ho môžeme zámerne usmerňovať. Nezmiešaný
porast duba červeného vo veku 29 rokov má index listovej plochy 6,02 ha
na ha. Priemerná ročná produkcia sušiny nadzemnej biomasy na jednot-
ku listovej plochy je 1,05 g na dm² za rok.

I. Základné údaje nezmiešaného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) na
TVP II (Veľký Cer) v roku 1983 s prepočtom na 1 ha. — Basic data on the red
oak (*Quercus rubra* L.) pure stand on permanent research area II (Veľký Cer) in
1983; the values are converted per 1 ha

Zisťované hodnoty		
Vek (roky)		29
Počet stromov		3328
Kruhová plocha (m ²)		31,60
Objem hrubiny (m ³)		262,80
Stredný kmeň	$d_{1,3}$ (cm)	9,89
	výška (m)	14,30
	objem (m ³)	0,079

II. Nadzemná biomasa rovnorodého 29-ročného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) na TVP II (Veľký Cer) v roku 1983. — The aboveground biomass of coeval 29-year red oak (*Quercus rubra* L.) stand on permanent research area II (Veľký Cer) in 1983

Biomasa		Nadzemná biomasa			
		čerstvý stav		sušina	
		t na ha	%	t na ha	%
Kmeň		239,67	86,15	153,15	87,27
Konáre	živé	26,99	9,70	16,41	9,35
	odumreté	1,33	0,48	0,81	0,46
	spolu	28,32	10,18	17,22	9,81
Letorasty	listy	9,12	3,28	4,45	2,54
	konáriky	1,10	0,39	0,67	0,38
	spolu	10,22	3,67	5,12	2,92
Nadzemná biomasa celkom		278,21	100,00	175,49	100,00
Priemerná ročná produktivita nadzemnej biomasy		9,59	100,00	6,05	100,00

Závislosti jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy v sušine (hmotnosť kmeňa a konárov letorastov a celkovej nadzemnej biomasy) ako aj plochy listov od prsnej hrúbky, výšky stromu, dĺžky a šírky koruny najlepšie vyjadruje funkcia paraboly 2. stupňa. Najtesnejšie korelačné vzťahy sme zistili pri koreláciách k $d_{1,3}$ (obr. 1 až 4), kde index korelácie dosahuje hodnoty až $I_{yx} = 0,985$.

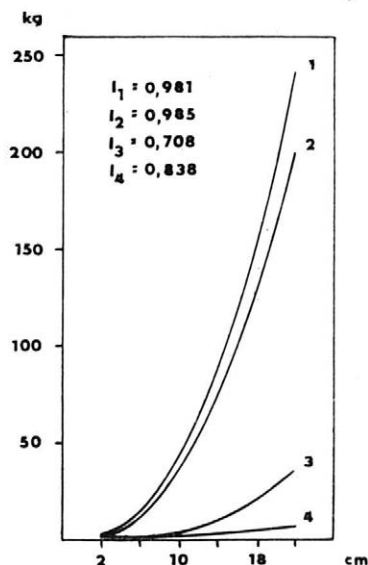
1. Graf korelácie u *Quercus rubra* L. medzi: 1 — celkovou nadzemnou biomasou a $d_{1,3}$, 2 — hmotnosťou kmeňa a $d_{1,3}$, 3 — hmotnosťou konárov a $d_{1,3}$, 4 — hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Quercus rubra* L. between: 1 — total aboveground biomass and $d_{1,3}$, 2 — trunk weight and $d_{1,3}$, 3 — branch weight and $d_{1,3}$, 4 — annual shoot weight and $d_{1,3}$

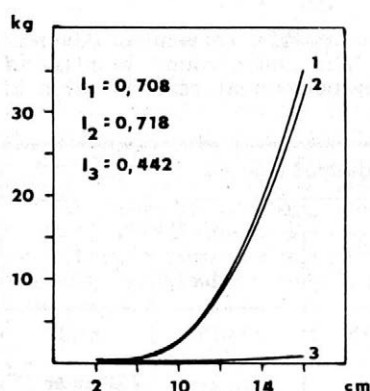
$$y_1 = 8,88 - 3,408x + 0,6353x^2$$

$$y_2 = 2,84 - 1,638x + 0,4853x^2$$

$$y_3 = 6,44 - 1,903x + 0,1465x^2$$

$$y_4 = 0,34 - 0,053x + 0,0140x^2$$



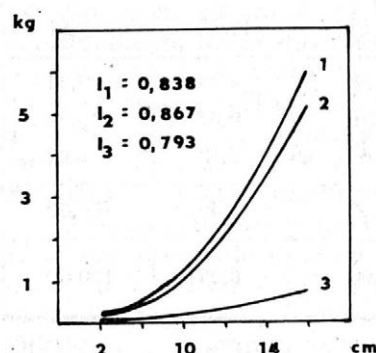


2. Graf korelácie u *Quercus rubra* L. medzi: 1 — hmotnosťou konárov spolu a $d_{1,3}$, 2 — hmotnosťou živých konárov a $d_{1,3}$, 3 — hmotnosťou odumretých konárov a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Quercus rubra* L. between: 1 — all branch weight and $d_{1,3}$, 2 — live branch weight and $d_{1,3}$, 3 — dead branch weight and $d_{1,3}$

$$y_1 = 6,44 - 1,903x + 0,1465x^2$$

$$y_2 = 6,06 - 1,821x + 0,1413x^2$$

$$y_3 = -0,30 + 0,095x - 0,0035x^2$$

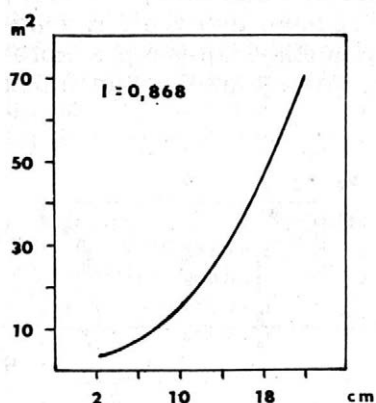


3. Graf korelácie u *Quercus rubra* L. medzi: 1 — hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$, 2 — hmotnosťou listov a $d_{1,3}$, 3 — hmotnosťou konárikov letorastov a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Quercus rubra* L. between: 1 — annual shoot weight and $d_{1,3}$, 2 — leaf weight and $d_{1,3}$, 3 — weight of annual-shoot twigs and $d_{1,3}$

$$y_1 = 0,34 - 0,053x + 0,0140x^2$$

$$y_2 = 0,28 - 0,043x + 0,0121x^2$$

$$y_3 = 0,07 - 0,009x + 0,0018x^2$$



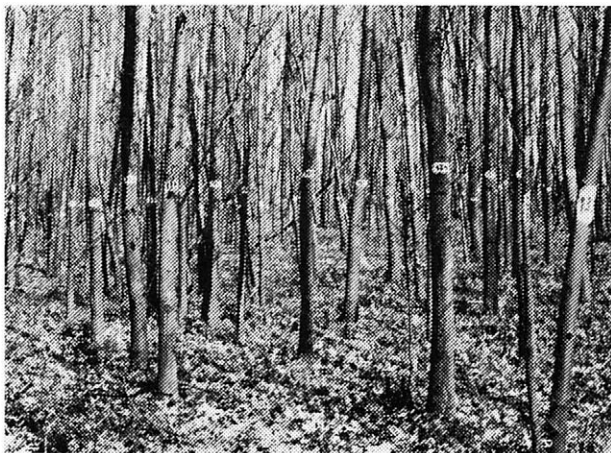
4. Graf korelácie u *Quercus rubra* L. medzi plochou listov v čerstvom stave a $d_{1,3}$. — Graph of correlations in *Quercus rubra* L. between fresh leaf area and $d_{1,3}$

$$y = 3,73 - 0,571x + 0,1634x^2$$

DISKUSIA

Dub červený sa aj u nás pokladá za rýchlo rastúcu drevinu so značnou tvorbou objemu dreva v porovnaní s dubmi domáceho pôvodu (Benčat 1982, Holubčík 1968, Réh 1967, 1972, Tokár 1979, 1982). Aj naše výsledky o objemovej produkcii nezmiešaných porastov duba červeného potvrdzujú tieto názory. Zistili sme, že v objemovej produkcii má dub červený vo veku 24 rokov 10-ročný a vo veku 29 rokov až 15-ročný predstih pred domácimi dubmi na najlepšíh stanovištiach.

5. Pohľad do nezmiešaného porastu duba červeného na lokalite Veľký Cer. Foto Tokár. — A view of the red oak pure stand at the Veľký Cer locality. The photo by Tokár



Aj v hmotnostnom vyjadrení dosahujú jeho porasty vysokú produkciu. Vo veku 29 rokov dosahujú nezmiešané porasty celkovú nadzemnú biomasu v sušine 175,49 t na ha a zmiešané porasty s orechom čiernym 167,64 t na ha (dub červený má v poraste vyššie percentuálne zastúpenie — 87,43 %). Oszlányi [1977] pre 78-ročný zmiešaný porast duba zimného, duba cera, hraba a javora uvádza celkovú nadzemnú biomasu 162,6 t na ha.

V Anglicku dosahuje dub zimný v 21-ročnom nezmiešanom poraste nadzemnú biomasu 42,4 t na ha (Ovington 1962).

Produkcia sušiny rastlín závisí od tzv. indexu listovej plochy a od čistej asimilácie. Tie sú zasa závislé od prostredia, vývojového štádia a hustoty (rozostupu) jedincov v populácii, od ich dedičných a fyziologických vlastností (Tokár 1980). Index listovej plochy je v 29-ročných nezmiešaných porastoch duba červeného 6,02 ha na ha. Assmann (1968) pre 40-ročný porast duba uvádza povrch listov 3,1 ha na ha.

Potvrdil sa poznatok Tokára (1980), zistený u viacerých drevín v rôznych porastových typoch s gaštanom jedlým (*Castanea sativa* Mill.), že závislosti komponentov nadzemnej biomasy (hmotnosť kmeňa, konárov, letorastov, listov a celkovej nadzemnej biomasy) ako aj asimilačnej plochy listov stromov od $d_{1,3}$, výšky stromu, dĺžky a šírky koruny, sa najlepšie vyjadria parabolou 2. stupňa, pričom najtesnejšie korelačné vzťahy boli zistené k $d_{1,3}$. Biskupský a Oszlányi (1979) tieto vzťahy k $d_{1,3}$ vyjadrili priamkou.

ZÁVER

V príspevku je vyhodnotená objemová produkcia a nadzemná biomas nezmiešaného porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) vo veku 29 rokov v skupine lesných typov *Carpineto-Quercetum* na aluviálnej pôde blízko rieky Nitry. Zistili sme, že objemová produkcia je 262,80 m³ na ha. Celková nadzemná biomas porastu je 278,21 t na ha v čerstvom stave a 175,49 t na ha v sušine, pričom najvyšší podiel pripadá na biomasu kmeňa (86,15 % v čerstvom stave a 87,27 % v sušine). Index listo-

vej plochy je 6,02 ha na ha. Závislost komponentov nadzemnej biomasy ako aj plochy listov od prsnej hrúbky, výšky stromu, dĺžky a šírky koruny má tvar paraboly 2. stupňa. Najtesnejšie korelačné vzťahy sme zistili pri koreláciách k $d_{1,3}$.

Literatúra

- ASSMANN, E.: Nauka o výnose lesa. Bratislava, VPL, 1968, 187 s.
- BENČAŤ, F.: Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. Bratislava, Veda, Vydavateľstvo SAV, 1982, 368 s.
- BISKUPSKÝ, V. — OSZLÁNYI, J.: Biomasa drevinnej zložky v dubovo-hrabovom lese. Acta ecologica, VIII/20, 1979, s. 7-57
- GREGUŠ, C.: Návrh rastových stupňov pre potreby HÚL. Správy lesníckeho výskumu 1968, č. 2, s. 24-27
- HANČINSKÝ, L.: Možnosti pestovania smreka a introdukovaných drevín v 2. a 3. vegetačnom lesnom stupni. Les, 1984, 11, č. 3, s. 107-110
- HOLUBČÍK, M.: Cudzokrajné dreviny v lesnom hospodárstve. Bratislava, SVPL, 1968, 371 s.
- JANOVICOVÁ, J. — BLECHA, Š. — SUPUKA, J.: Meranie plochy listov fotoplani-
metrom. Biológia, 1974, 29, č. 1, s. 61-67
- KORF, V. a kol.: Dendrometrie. SZN, Praha, 1972
- OSZLÁNYI, J.: Vertical distribution of the above-ground biomass in the production space of the oak-hornbeam ecosystem. Biologické práce, 23, 1977, s. 1-132
- OVINGTON, J. D.: Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept. Advances in ecological researches I. Academic Press, London and New York 1, 1962, s. 103-192
- OVINGTON, J. D. — FOREST, W. G. — ARMSTRONG, J. E.: Tree biomass estimation. In: Symposium on Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems, 1968
- RĚH, J.: Štúdium štruktúry a vývoja žrdkoviny duba červeného. In: Zborník vedeckých prác LF VŠLD Zvolen, 9, 1. Bratislava, 1967, s. 85-105
- RĚH, J.: Výchova porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) v podmienkach južného Slovenska. Habilitačná práca, VŠLD Zvolen, 1972
- TOKÁR, F.: Zhodnotenie vybraných listnatých cudzokrajných drevín na Slovensku z hľadiska ich rastu a možnosti pestovania. Acta dendrobiologica, 1979, č. 1-2, s. 119-146
- TOKÁR, F.: Nadzemná biomasa mladých rovnorodých a zmiešaných porastov gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.). Folia dendrologica, 1980, č. 7, s. 101-119
- TOKÁR, F.: Štruktúra, kvalita a produkcia rovnorodého porastu duba červeného (*Quercus rubra* L.) na alúviu rieky Nitry. Lesnícky časopis, 28, 1982, č. 2, s. 75-85

Došlo dne 30. 8. 1985

TOKAP, Ф. (Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou). Надземная биомасса несмешанного насаждения красного дуба (*Quercus rubra* L.). Lesnictví, 33, 1987 (2) : 137-143.

В данной статье оцениваются объемная продукция и надземная биомасса несмешанного насаждения красного дуба (*Quercus rubra* L.) возрастом 29 лет в группе лесных типов *Carpineto-Quercetum* на аллювиальной почве около реки Нитры. При этом было установлено, что объемная продукция составляет 262,80 м³/га. Общая надземная биомасса насаждения в свежем виде составляет 278,21 т/га и в сухом веществе 175,49 т/га, причем самая высокая доля приходится на биомассу ствола (86,15 % в свежем виде и 87,27 % в сухом веществе). Индекс листовой площади равен 6,02 га/га. Зависимость компонентов надземной биомассы, а также площади листьев с диаметра на высоте груди у высоты дерева, длины и ширины кроны, представляют параболу 2 степени. Самые тесные корреляционные отношения были установлены в корреляциях с $d_{1,3}$.

лесоразведение; дуб; биомасса; продукция дуба

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou). *The Aboveground Biomass of a Pure Stand of Red Oak (Quercus rubra L.)*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 137-143.

There is presented an evaluation of the volume production and aboveground biomass of a pure stand of red oak (*Quercus rubra* L.), at the stand age of 29 years, in the forest type group *Carpineto-Quercetum* on the alluvial soil, the locality not far from the Nitra river. The volume production was found to be 262.80 m³ per ha. The total aboveground biomass of the stand is 278.21 t per ha as fresh matter and 175.49 t per ha as dry matter: the highest proportion belongs to trunk biomass (86.15 % as fresh matter and 87.27 % as dry matter). The leaf area index makes 6.02 ha per ha. The relation of the aboveground biomass components as well as of leaf area to breast-height diameter, tree height, crown height and width has the shape of 2nd degree parabola. The closest correlations were found with respect to d1.3.

silviculture; red oak; biomass; timber production

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany, SAV, Vieska nad Žitavou). *Oberirdische Biomasse eines Reinbestandes der Roteiche (Quercus rubra L.)*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 137-143.

Im vorliegenden Beitrag wird die Volumenproduktion und die oberirdische Biomasse eines Reinbestandes der Roteiche (*Quercus rubra* L.) im Alter von 29 Jahren in der Waldtypengruppe *Carpineto-Quercetum* auf einem Alluvialboden in der Nähe des Flusses Nitra eingeschätzt. Es wurde festgestellt, daß die Volumenproduktion 262,80 m³ pro ha beträgt. Die gesamte oberirdische Biomasse des Bestandes beträgt 278,21 t pro ha in frischem Zustand und 175,49 t pro ha in der Trockensubstanz, wobei der höchste Anteil an die Biomasse des Stammes entfällt (86,15 % im frischen Zustand und 87,27 % in der Trockensubstanz). Der Blattflächenindex beträgt 6,02 ha pro ha. Die Abhängigkeit der Komponenten der oberirdischen Biomasse als auch der Blattfläche vom Brusthöhendurchmesser, von der Baumhöhe, von der Kronenlänge und Kronenbreite wird durch die Form einer Parabel des zweiten Grades ausgedrückt. Engste Korrelationsbeziehungen wurden bei den Korrelationen mit dem Brusthöhendurchmesser festgestellt.

Waldbau; Roteiche; Biomasse; Holzproduktion

Adresa autora:

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

F. Soukup

SOUKUP, F. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Příspěvek k poznání sporulace některých chorošů*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 145-158.

Choroše patří mezi významné houbové škůdce našich dřevin. V tomto příspěvku jsou předkládány výsledky studia sporulace a některé další nové poznatky — především z biologie a ekologie šesti vybraných druhů chorošů rostoucích v ČR na smrku (*Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Hirschioporus abietinus*, *Phaeolus schweinitzii*), které byly získány v letech 1980—1984 na vybraných lokalitách LZ Dobříš a LZ Rožmitál pod Třemšínem (střední Čechy). Výsledky studia sporulace a některé další nové poznatky bude možno (po ověření v konkrétních podmínkách) využít v lesnické praxi (např. při plánování výchovných zásahů, těžeb a následného přibližování v ohrožených porostech, mimo období masové sporulace, popř. fruktifikace u druhů tvořících jednoleté plodnice, těchto chorošů, pokud se rozšiřují především basidiosporami).

mykologie lesnická; fytopatologie lesnická; choroše; smrk

Dřevokazné choroše patří mezi ty skupiny hub, které bývají často a z nejrůznějších hledisek studovány u nás doma i v zahraničí. Velmi detailně bývá studována taxonomie, chorologie, ale i ekologie, hodnocení jejich fytopatologický význam. Poněkud stranou zůstává studium biologie jednotlivých chorošů.

Období sporulace je jedním ze zajímavých úseků života chorošovitých hub. Otázkami basidiosporogeneze a vlastní propagace basidiospor se z nejrůznějších hledisek zabývala řada badatelů. Velmi často byl studován sezónní rytmus uvolňování basidiospor, a to především u druhů s velkými plodnicemi [ze starších prací např. Bondarcev 1936, Bjørnekaer 1938]. Zajímavé poznatky lze vyčíst i z některých novějších děl (např. Parmasto 1958, Orloš 1960, Twarowska 1967 a především Nuss 1975).

Pro účely studia sporulace byla použita i řada důmyslných technických zařízení a byly vysledovány některé velice zajímavé okolnosti ovlivňující sporulaci (např. Parmasto 1978 ve své práci o *Polyporus squamosus* (Huds.) ex Fr.

V ČSSR nebyla doposud studiu sporulace chorošů věnována patřičná pozornost. Že je však možno dosáhnout zajímavých výsledků i při použití jednoduchých metod, dokazuje studium uvolňování basidiospor v průběhu ontogeneze plodnic, které konal Gáper 1984.

MATERIÁL A METODIKA

Pro účely této studie, tj. posouzení sporulace určitého druhu choroše během roku, jsem použil jednoduchého způsobu — zjištění přítomnosti basidiospor (popř. posouzení jejich stáří a množství) mikroskopováním. Tato metoda sice připouští

určité nepřesnosti — ty však úměrně se vzrůstajícím množstvím zpracovávaného materiálu klesají (závěry o v práci z tohoto hlediska zpracovaných choroších se zakládají na zmikroskopování desítek až stovek plodnic, takže dobu možné sporulace ukazují v daných podmínkách značně věrohodně).

Odběry plodnic k laboratornímu šetření jsem konal v letech 1980—1984 na trvalých, cca hektarových plochách, na polesí Svatá Anna (v porostech 18 E3, 18 D6, 8 A1, 8 C1, 7 A3, 11 C3, 11 C4, 11 D5, 11 D2) a na polesí Bělohrad (v porostech 17 B3, 17 A3, 18 B4, 18 A1, 20 A3, 32 C3, 32 E6, 37 A2) Lesního závodu Dobříš; dále na polesí Hutě (v porostech 337 C6, 337 D5, 332 B3, 329 D4) a na polesí Vacíkov (v porostech 515 A3, 512 A4, 512 B4, 512 D6, 512 D7) Lesního závodu Rožmitál.

Vybrané plochy na polesí Vacíkov (LZ Rožmitál) lze ve stručnosti charakterizovat takto: věk 50—100 let, zakmenění 9—10, z dřevin prakticky výlučně zastoupen smrk, nadm. výška 600—640 m, z typologického hlediska převládá svěží smrková jedlina šťavelová (6O1), která místy přechází v kyselou smrkovou jedlinu třítnovou (6P1).

Na polesí Hutě (LZ Rožmitál) se věk vybraných porostů pohybuje v rozmezí 75—95 let, zakmenění 7—8 (především důsledkem polomů), z dřevin je zastoupen takřka výlučně smrk (ojediněle vtroušen modřín, buk), nadm. výška 635—695 m, z typologického hlediska převládá kyselá smrková jedlina (6P3), dále místy přicházejí jedlové bučiny (5S1, 5K3) a svěží smrková jedlina šťavelová (6O1).

Na polesí Bělohrad (LZ Dobříš) se věk sledovaných porostů pohybuje v rozmezí 50—100 (120) let, zakmenění 9—10 (8), smrk je zastoupen více než z 90 %, dále zde roste borovice, modřín, bříza, nadm. výška 390—490 m. Z typologického hlediska jsou porosty maximálně pestré: nejčastěji přichází kyselá buková doubrava košťavová (2K4), uléhavá kyselá dubová bučina s bikou chlupatou (3I1) a kyselá dubová bučina biková (3K3).

Konečně na polesí Svatá Anna se věk vyšetřovaných porostů pohybuje mezi 50—120 lety, zakmenění 9—10, smrk je zastoupen obvykle 80—90 % (vyjma porost 11 C4 — pouze 48 %). I zde jsou porosty z typologického hlediska velice pestré; nejčastěji se setkáváme s kyselou dubovou jedlinou a bikou chlupatou (4P1) a uléhavou kyselou bučinou černýšovou (3I4). Nadmořská výška sledovaných ploch se pohybuje v rozmezí 430—570 m. Terénní šetření spojená s odběrem plodnic jsem konal v období březen—prosinec víceméně pravidelně, a to na plochách na Lesním závodě Dobříš v cca 14denních intervalech, na Lesním závodě Rožmitál 1X měsíčně. V případě příznivého počasí jsem odebíral plodnice i v zimním období (především na Dobříšsku).

Při studiu biologie a ekologie jsem hlavní pozornost věnoval sporulaci 11 druhů chorošů, a to *Antrodia heteromorpha*, *Antrodia serialis*, *Fomitopsis pinicola*, *Osmoporus odoratus*, *Skeletocutis amorphus* — ty byly zpracovány v 1. příspěvku (Soukup 1987), dále *Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Hirschioporus abietinus*, *Phaeolus schweinitzii*. Veškeré plodnice byly sbírány na vybraných plochách, poněkud více na smrku (popř. jiných jehličnanech), jen výjimečně i mimo vytyčené plochy a na listnáčích (především druh *Ganoderma applanatum*).

VÝSLEDKY

Bjerkandera adusta (Willd. ex Fr.) P. Karst. 1879 — šedoporka osmahlá
Syn.: *Polyporus adustus* (Willd.) ex Fr. 1821

Gloeoporus adustus (Willd. ex Fr.) Pil. 1937

Šedoporka osmahlá je jednou z našich nejběžnějších chorošovitých hub: počet sběry doložených lokalit již dávno překročil 800 (Kotlaba 1984). Spektrum hostitelských dřevin tohoto polyfágního choroše je mimořádně bohaté. Nejčastěji bývá nalézán na buku, velmi často bývá hostitelem i habr. Běžný je výskyt na zástupcích rodů *Populus*, *Betula*, *Quercus*, *Salix*, *Alnus*. Významný je i vysoký počet nálezů na smrku — především z poslední doby. *B. adusta* napadá i ovocné stromy, i když zde rozhodně nepatří mezi příliš hojné a škodlivé činitele (Kotlaba 1962). Pro doplnění uvádím seznam dalších dřevin, na nichž byla u nás šedo-

Měsíc	Sebráno plodnic	Z toho fertilních	V %
1.	11	4	36
2.	13	3	23
3.	17	8	47
4.	25	11	44
5.	28	10	36
6.	31	15	48
7.	37	21	57
8.	39	20	51
9.	42	25	59
10.	40	26	65
11.	22	10	45
12.	19	3	16
Σ	324	156	48

porka osmahlá sbírána: *Cerasus*, *Prunus*, *Juglans*, *Pyrus*, *Malus*, *Corylus*, *Acer*, *Aesculus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Robinia*, *Ulmus*, *Syringa*, *Rosa*, *Abies*, *Pinus*, dokonce i *Hedera helix* a zřejmě ještě některé další. Z výše uvedeného soupisu hostitelských dřevin jasně vyplývá, že *B. adusta* je typický polyfágní druh s velmi širokým substrátovým spektrem.

Na základě vlastních terénních pozorování mohu potvrdit, že její plodnice vyrůstají prakticky po celý rok, nejhojněji v létě a na podzim; pokud je však příznivé vlhké a bezmrazé počasí, vyrostou nové plodnice běžně i v zimním období nebo předjaří. Vyrůstají většinou na kmenech ležících na zemi, větvích, velmi hojně na pařezech — nejčastěji v přízemní vrstvě. Již poněkud vzácněji se tvoří výše na pahýlech odumřelých kmenů apod. Jen zcela výjimečně se setkáváme s ojedinělými, samostatně rostoucími plodnicemi — obvykle houba vytváří plošně značně rozsáhlá seskupení střešovitě rozložených, vzájemně srůstajících polorozlitých plodnic. Tyto velmi rychle dozrávají a během krátké doby (i pouhých 2—3 týdnů) jsou schopny sporulace. Proto se můžeme setkat se zralými výtrusy prakticky téměř po celý rok (tabulka I).

Výsyp výtrusů *B. adusta* u nás studoval Gáper (1982). Nuss (1975) udává jako podmínku pro sporulaci teplotu vyšší než +10 °C. Plodnice nevytrvávají dlouhou dobu (několik týdnů až měsíců — podle počasí) a bývají často napadány a rozrušovány hmyzem. Lze je proto označit jako pomíjivé (jednoleté), potenciálně přezimující (dvouleté).

Výskyt plodnic na živém hostiteli je sice podstatně vzácnější, nicméně prokazuje, že tato houba je schopna parazitického způsobu života. V takovém případě vystupuje ponejvíce jako ranový parazit.

Šedoporka osmahlá je druh u nás mimořádně hojný — rozšířený od nížin až vysoko do hor, rovněž tak i v okolních státech. Jeho celkový areál je možno označit jako kosmopolitní (Kreisel 1961). Působí intenzivní hnílobu dřeva barvy bílé, která brzy proniká do jádrového dře-

va. Vzhledem k všeobecně hojnému výskytu a dále vzhledem k tomu, že napadá často i nevhodně skladovanou kulatinu, patří mezi druhy chorošů z lesnickofytopatologického hlediska pro listnáče významné. Pilát (1936—1942) ji označuje jako nebezpečnou houbu působící v lesích i parcích velké škody, obdobně ji posuzuje i Kotlaba (1955).

Poněkud odlišný je význam šedoporky osmahlé pro smrk. Je nesporný její (v posledním období) takřka masový výskyt na smrkových pařezích, kde patří mezi houby významně se podílející na jejich rozkladu. Na 26 mnou sledovaných plochách na LZ Dobříš a Rožmitál vyrůstala na sedmi plochách (Soukup 1983), počet pařezů na kterých jsem ji zde sbíral, překročil 60. Na bázích živých smrků jsem však tohoto choroše nalezl jen ojediněle.

Z těchto faktů lze vyvodit, že i přes masový výskyt šedoporky osmahlé u nás je její parazitické vystupování na smrku zřejmě výjimečné a z lesnického hlediska je daleko významnější její podíl na rozkladu smrkových pařezů, popř. i kulatiny nevhodně delší dobu skladované v lese.

Ganoderma applanatum (Pers. ex S. F. Gray) Pat. 1887 — lesklokorka ploská

Syn.: *Fomes applanatus* (Pers. ex S. F. Gray) Gill. 1878

Elfvigia applanata (Pers. ex S. F. Gray) P. Karst. 1889

Lesklokorka ploská patří mezi nejběžnější druhy našich chorošů s velmi širokým spektrem hostitelských dřevin. Vyrůstá na nejrozličnějších listnáčích, méně již na některých jehličnanech. V ČSR bývá nejčastěji hostitelem této lesklokorky buk, dále následují *Carpinus*, *Quercus*, *Tilia*, *Populus*, *Acer*, *Ulmus*, *Salix*, *Robinia*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Aesculus*, *Cerasus*, *Juglans*, *Pyrus*, *Gleditsia* a dokonce i *Hibiscus* a zřejmě ještě některé další listnáče. Z jehličnanů u nás hostí tohoto choroše rody *Abies* a *Picea*.

G. applanatum je známa svou schopností vytvářet na vhodném substrátu plodnice mimořádných rozměrů. Lazebníček (1962) popisuje nález mamutí plodnice o hmotnosti 96 kg a rozměrech 80 X 80 X 60 cm na pahýlu buku v pralesní rezervaci Mionší v Moravskoslezských Beskydech. Sám jsem však na rozpadajícím se zbytku bukového kmenu sbíral plodnice lesklokorky ploské, z nichž velká většina nepřesahovala rozměry 1,5 X 3 X 1,5 cm v rezervaci Oupořský potok na Křivoklátsku — na poměrně malém kusu dřeva však bylo jistě více než sto takových plodnic (Soukup 1979).

G. applanatum vytváří kloboukaté bokem přirostlé vytrvalé plodnice, často rostoucí ve skupinách, které dosahují stáří obvykle max. 5 let, výjimečně i vyššího. Patří mezi ty choroše, jejichž sporulace bývá častěji studována (např. Bondarcev 1936, Sreeramulu 1963). U nás sporuluje prakticky po celou vegetační sezónu — nejmohutněji v létě a brzy na podzim, což názorně dokumentuje tabulka II, vypracovaná na základě vyšetření mnou sebraných 102 plodnic (ponejvíce z listnáčů). Výsledky zhruba potvrzují pozorování Nusse (1975). V tuto dobu také vyrůstá nejvíce nových plodnic, i přirůstání starších plodnic je nejintenzivnější. Jinak se s výtrusy u plodnic lesklokorky ploské setkáváme prakticky po celý rok (ať již na povrchu klobouku, kam byly

Měsíc	Sebráno plodnic	Z toho fertilních	V %
1.	2	—	—
2.	4	—	—
3.	6	—	—
4.	5	1 (?)	(20)
5.	11	3	27
6.	10	5	50
7.	10	8	80
8.	13	11	85
9.	15	12	80
10.	10	7	70
11.	11	3	27
12.	5	1 (?)	(20)
Σ	102	51	50

dopraveny vzdušnými proudy, či s již uvolněnými zralými sporama, které zůstaly v rourkách).

Zrovna jako u nás, patří i v okolních státech l. ploská mezi druhy naprosto běžné až hojné (Kreisel 1961, Jahn 1979, Domaňski a kol. 1967, Plank 1978, Bondarcev 1953). Je to druh svým rozšířením zřejmě kosmopolitní, jak udává již Pilát (1936—1942). Působí bílou korozivní hnilobu dřeva jako i ostatní zástupci tohoto rodu — rozkládá především odumřelé dřevo nejružnějších dřevin. Méně často nalézáme plodnice na žijících hostitelích. Sleduji např. již pátým rokem postupující prosýchání živého smrku v Průhonickém parku napadeného lesklokorkou ploskou. V tomto případě lze za vstupní bránu infekce označit rozsáhlé poranění kořenových náběhů — vůbec v naprosté většině případů, které jsem v terénu prošetřil, bylo možné objevit poranění jako místo proniknutí nákazy do kmenu (ulomená větev, mrazová trhlinka apod.). Lze proto druh *G. applanatum* charakterizovat jako příležitostného ranového parazita.

Škody působené tímto hojným chorošem se však projeví hlavně na listnácích a především pak na zmýceném, již mrtvém dřevě. Na smrku v ČSR vystupuje dost vzácně, a proto je pro tuto dřevinu z fytopatologického hlediska vcelku bezvýznamný.

Gloeophyllum sepiarium (Wulf. ex Fr.) P. Karst. 1882 — trámovka plotní
Syn.: *Daedalea sepiaria* (Wulf.) ex Fr. 1821

Lenzites sepiaria (Wulf. ex Fr.) Fr. 1838

Trámovka plotní náleží k našim nejhojnějším chorošům. Spektrum jejích hostitelů není příliš široké a omezuje se v ČSR především na jehličnany: *Picea abies*, *Pinus* (*P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. montana*), méně již *Abies* a *Larix*. Z listnáčů je doloženo v Národním muzeu několik sbě-

III. Výskyt basidiospor v plodnicích *Gloeophyllum sepiarium*. — Occurrence of basidiospores in the fruitbodies of *G. sepiarium*

Měsíc	Sebráno plodnic	Z toho fertilních	V %
1.	5	—	—
2.	7	—	—
3.	20	2	10
4.	39	22	56
5.	46	29	63
6.	38	18	47
7.	45	3	7
8.	40	—	—
9.	51	1	2
10.	68	2	3
11.	40	1 (?)	3
12.	3	—	—
Σ	402	78	19

rů z břízy (*Betula*) a dokonce jeden sběr na hynoucí třešni (*Cerasus avium* — Praha — Divoká Šárka).

Vývoj plodnic u *G. sepiarium* v přírodních podmínkách studoval States (1972). V našich poměrech jsem pozoroval tvorbu nových plodnic ponejvíce v létě a na podzim. Na kmenech ležících na zemi, pařezech či pahýlech se nadzvedává prasklá kůra, popř. na řezné ploše pařezů ev. kulatiny se utvářejí rezavohnědé uzlíky a valy, jež se pozvolna zvětšují, nezřídka vzájemně srůstají a vytvářejí někdy i plošně dost rozlehlá seskupení plodnic většinou kloboukatých, bokem přirostlých, méně často i polorozlitých. Vývin plodnic probíhá dost pomalu a nezřídka nebývá ani po několika měsících zcela ukončen. Rovněž tak sporulace se v podzimním období dostavuje jen velmi zřídka a bývá nevýrazná (tabulka III).

Po přezimování plodnic dochází v jarních měsících k intenzivní sporulaci, která vrcholí v období duben až květen — běžně však můžeme nalézt výtrusy i v březnu a červnu. Na jaře také dochází u řady plodnic k okrajovému přirůstání — tyto plodnice jsou snadno poznatelné podle živěji rezivě zbarveného povrchu klobouku. Dále již růst plodnic nepokračuje, dochází k jejich odumření a velmi pozvolnému rozkladu (vzhledem k tuhé konzistenci trasy torza starých plodnic mohou přetrvávat i další rok nebo dva). Nezřídka se setkáváme se zdánlivě víceletými plodnicemi, kdy na hymenoforu odumírající loňské plodnice vyrůstá plodnice nová, která se starou někdy i dost pevně srůstá.

Trámovka plotní je známá svým růstem na výslunných a nezřídka i značně suchých stanovištích, kde je jednou z dominujících chorošovitých hub. Jako jedna z prvních hub osidluje čerstvé pařezy, právě zmýcené smrkové kmeny — nelze ovšem říci, že by k svému životu vyžadovala pouze dřevo čerstvé — nezřídka totiž vyrůstá i na již dost dlouhou

dobu odumřelém dřevě nebo dřevě opracovaném (různé dřevěné konstrukce, kůly, sloupky, trámký, mostky apod.).

Při hodnocení fytopatologického významu druhu *G. sepiarium* pro smrk je třeba vzít v úvahu jednak schopnost této trámovky působit poměrně velmi rychle postupující červenohnědou kostkovitou hnilobu napadeného dřeva, velice hojný výskyt na celém našem území od nížin až vysoko do hor a intenzivní rozklad opracovaného i značně suchého stavebního dřeva. Je prokázáno (a zřejmě ne tak výjimečné) parazitické vystupování trámovky plotní. Např. u Slatiny u Blatné ji našli 26. 4. 1964 F. Kotlaba a Z. Pouzar na kořenech živého smrku, rovněž sám jsem několikrát sbíral její plodnice na bázích, resp. poraněných kořenových náběžích živých smrků. Je zajímavé, že na její vystupování jako ranového parazita upozorňuje málo autorů (Kreisel 1961, Plank 1978).

Z výše uvedeného vyplývá, že *G. sepiarium* patří mezi choroše pro smrk značně významné. Trámovka plotní se vyskytuje zcela běžně nejen v okolních státech, ale prakticky na celé severní polokouli — Kreisel (1961) charakterizuje její rozšíření jako holoarktické.

Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. 1888 — kořenovník vrstevnatý

Syn.: *Fomes annosus* (Fr.) P. Karst. 1879

Fomitopsis annosa (Fr.) P. Karst. 1881

Trametes radiciperda Hartig 1874

Kořenovník vrstevnatý náleží mezi naše běžné chorošovité houby. Spektrum jeho hostitelských dřevin v ČSR je velmi bohaté. Přestože se vyskytuje především na jehličnanech (*Picea*, *Pinus*, méně i *Abies*), jsou známy i nálezy z řady listnáčů: *Betula*, *Alnus*, *Acer*, *Corylus*, *Populus*, *Carpinus*, *Fagus* a seznam jeho hostitelů bude jistě ještě bohatší.

Vytváří několikaleté vrstevnaté plodnice, které se dožívají obvykle věku max. kolem 5 let, jen výjimečně vyššího. Vyrůstají na pařezech, kořenových náběžích, na zemi ležících polenech apod., ale i jen na smrkové hrabance, vzácněji i na bázích ještě žijících stromů. Jejich sporulační potence je obrovská a prakticky po celý rok (včetně zimního období, pokud nepanuje déletrvající mrazivé počasí) lze najít sporulující plodnice, což mohu tvrdit na základě rozboru 346 plodnic (tabulka IV). Zde je třeba upozornit, že kromě basidiospor produkuje *H. annosum* ve velkém množství i anamorfní spory — konidie.

U nás je rozšířen prakticky na celém území — od nížin až vysoko do hor. Je však zcela evidentně mnohem častější v kulturních smrčinách nižších a středních poloh než v přirozených horských smrčinách, kde bývá nalézán jen ojediněle. Z hlediska jeho rozšíření ve světě můžeme tento druh charakterizovat jako kosmopolitní.

Jeho fytopatologický význam pro smrk je v našich podmínkách zcela výjimečný. V ČSR je naprosto bezkonkurenčně nejvážnějším houbovým škůdcem smrku mimo oblast přirozeného rozšíření této dřeviny. To ostatně nejlépe dokumentuje pozornost, která je jeho studiu věnována (např. Šindelářová 1974 s bohatým seznamem literatury). Zde bych rád upozornil alespoň na dvě práce, které se zabývají studiem sporulace druhu *H. annosum* (Rogers 1963, Schmidt, Wood 1965).

Kořenovník vrstevnatý působí v konečné fázi bělavou voštinovitou

IV. Výskyt basidiospor v plodnicích *Heterobasidion annosum*. — Occurrence of basidiospores in the fruitbodies of *H. annosum*

Měsíc	Sebráno plodnic	Z toho fertilních	V %
1.	21	2	10
2.	15	3	20
3.	24	10	42
4.	31	18	58
5.	25	12	48
6.	40	15	38
7.	35	14	40
8.	35	11	31
9.	34	14	41
10.	39	21	54
11.	28	11	39
12.	19	7	37
Σ	346	138	40

hnilobu dřeva. Rezervoárem infekce bývají především staré napadené pařezy, odkud se houba šíří např. kořenovými srůsty na okolní živé a jinak zdravé stromy. Výtrusy mohou přenášet i myšovití hlodavci. Je prokázáno vniknutí infekce do stromu poraněním (Wright, Isaac 1953, Bazzigher 1973, Pechman, Aufsess 1971), ale v našich podmínkách se zřejmě *H. annosum* jako ranový parazit významněji neuplatňuje.

Hirschioporus abietinus (Pers. ex Fr.) Donk 1933 — outkovka jedlová (= bránovitec jedlový)

Syn.: *Trametes abietina* (Pers. ex Fr.) Pil. 1939

Trichaptum abietinus (Pers. ex Fr.) Ryvard. 1972

Outkovka jedlová patří mezi naše nejhojnější chorošovitě houby. Seznam jejích hostitelských dřevin není příliš bohatý. Výraznou přednost dává jehličnatým dřevinám (*Picea*, *Pinus*, *Abies*, méně i *Larix*; *Taxus* — zatím sbírána pouze v SSR), velmi vzácně bývá nalézána i na některých listnáčích (v ČSR — *Fagus*). Zřejmě může (i u nás) vystupovat ještě na některých dalších listnáčích [Rywarden (1978) uvádí výjimečné nálezy na *Alnus incana*, *Corylus avellana*, *Populus tremula* a *Betula* apod.].

Plodnice u *H. abietinus* lze charakterizovat jako dvouleté — prezimující. K tvorbě nových plodnic dochází prakticky po celé vegetační období. Vyrůstají s oblibou především na ležících kmenech, silnějších větvích na zemi, na pařezích. Bývají polorozlité, velmi vzácně vyrůstají jednotlivě, po několika kusech — daleko častější jsou plošná uskupení desítek až stovek plodnic, obrůstajících hostitele. Plodnice dorůstají a dozrávají poměrně rychle — během několika týdnů (max. měsíců, je-li jejich růst přerušen např. delším obdobím sucha). Na podzim dochází

Měsíc	Sebráno plodnic	Z toho fertilních	V %
1.	14	—	—
2.	9	—	—
3.	41	9	22
4.	50	28	56
5.	49	31	63
6.	63	25	40
7.	55	17	31
8.	54	13	24
9.	89	49	55
10.	82	69	84
11.	87	12	14
12.	21	1 (?)	(5)
Σ	614	254	41

k sporulaci, která vrcholí v říjnu — v tomto období je téměř každá živá plodnice (pokud není příliš mladá) více či méně bohatě plodná, což mohou tvrdit na základě rozboru 614 plodnic. Naproti tomu v listopadu a prosinci sbírané plodnice byly takřka vždy sterilní (tabulka V).

Poměrně brzy na jaře (obvykle již v březnu) dochází k obnově růstu plodnic: částečně zesvětlí hymenium a zároveň se obnoví okrajové přírůstání, které je dobře patrné na povrchu kloboučků jako šedobílé okrajové lemy, později až bělavé okrajové pásy. K obnově tvorby výtrusů dochází s kratším časovým zpožděním, avšak již koncem března (v závislosti na počasí) lze nalézt první sporulující plodnice). K vrcholné sporulaci (obvykle mohutnější než podzimní) dochází od dubna do června a pozvolna doznívá v letních měsících. Poté nastupuje pomalý rozpad plodnic.

K rozšíření tohoto u nás velice hojně se vyskytujícího choroše lze poznamenat, že vyrůstá prakticky všude: od nížin až vysoko do hor — obdobně lze hodnotit i jeho rozšíření v okolních státech (Bondarcev 1953, Domaňskí a kol. 1967, Kreisel 1961, Plank 1978). Z celosvětového hlediska je možno jeho rozšíření charakterizovat jako holarktické (Kreisel 1961).

H. abietinus působí bělavou hnilobu dřeva. Plodnice vytváří jako saprofyty na dřevě již odumřelém — patří mezi první houby, které rozkládají dřevo právě odumřelé, a to značně rychle. Je proto škodlivý zejména rozkladem v lese déle skladovaného zmláceného dřeva. Na druhé straně je ovšem třeba vyzvednout jeho úlohu při rozkladných procesech — je snaha ho záměrně využít (např. Příhoda 1980).

Jako parazita jsem outkovku jedlovou nalezl pouze jednou, a to při exkurzi u příležitosti moravských mykologických dnů na rašeliništi Pádrtiny (Českomoravská vrchovina), kde vyrůstala na žijícím poraněném smrku. Na její příležitostný parazitismus upozorňuje i Plank (1978).

Měsíc	Sebráno plodnic	Z toho fertilních	V %
1.	—	—	—
2.	—	—	—
3.	—	—	—
4.	—	—	—
5.	6	1	17
6.	22	20	91
7.	19	19	100
8.	11	10	91
9.	5	5	100
10.	—	—	—
11.	—	—	—
12.	—	—	—
Σ	63	55	87

Uvážíme-li však její mimořádně hojný výskyt všude u nás, je její parazitické vystupování na smrku nanejvýš vzácné, a proto ji můžeme z tohoto hlediska považovat za bezvýznamnou.

Phaeolus schweinitzii (Fr.) Pat. 1900 — hnědák Schweinitzův

Syn.: *Polyporus schweinitzii* Fr. 1821

Hapalopilus schweinitzii (Fr.) Donk 1933

Hnědák Schweinitzův náleží mezi naše běžné chorošovitě houby. Vyrůstá na nejrůznějších jehličnanech — především na borovicích (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. strobus*, *P. uliginosa*, *P. sp.*), běžně i na smrku (*Picea*), dále na modřínu (*Larix*), duglasce (*Pseudotsuga*), jedli (*Abies*). Je udáván dokonce i nález z dubu (park v Trutnově) a některých dalších listnáčů.

P. schweinitzii vytváří jednoleté plodnice. Ty vyrůstají podle mých pozorování koncem jara (v červnu, nejrůdněji již koncem května) na bážích nebo kořenových náběžích kmenů jehličnanů většinou již odumřelých, ale ne vzácně i dosud žijících. Velmi často je nalézáme také na pařezích, popř. i poblíž hostitelské dřeviny vyrůstají jakoby zdánlivě ze země. Rostou jednotlivě nebo v malých skupinách a během 2—3 týdnů obvykle dozrávají a poté sporulují. Sporulace netrvá většinou příliš dlouho a plodnice odumírají a podléhají rozkladu, který bývá často uspíšen hmyzem. Řada plodnic se rozpadne již během podzimu a jen torza některých (za suchého počasí) přetrvávají do zimních měsíců (tabulka VI).

Na základě rozboru 63 mnou sbíraných plodnic mohu konstatovat, že sporulace (a vlastně i existence živých plodnic) je soustředěna do poměrně úzkého časového úseku — žijící plodnice se zralými výtrusy jsem nalézal výhradně v období červen — srpen (výjimečně v září) a v tomto období by bylo možno očekávat i největší nebezpečí infekce.

VII. Sporulace 11 vybraných druhů chorošů. — Sporulation of 11 selected polypores

Měsíce	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
<i>A. heteromorpha</i>			---	==	==	==		---	---	---	---	
<i>A. serialis</i>					==	---	---			---	---	---
<i>B. adusta</i>	---	---			---	---	==	==	==	==	---	
<i>F. pinicola</i>					==							
<i>G. applanatum</i>					---	==	==	==	==	==	---	
<i>G. sepiarium</i>				==	==	---						
<i>H. annosum</i>			---	==	---	---	---	---	---	==	---	---
<i>H. abietinus</i>			---	==	==	---	---	---	==	==		
<i>O. odoratus</i>			---	==								
<i>P. schweinitzii</i>						==	==	==	==			
<i>S. amorphus</i>				---	---	---	---	---	---	---		

..... méně než 20 % sebraných plodnic (popř. 1 plodnice) bylo fertilních,

--- 20–50 % sebraných plodnic bylo fertilních,

== více než 50 % sebraných plodnic bylo fertilních.

Bylo však prokázáno, že ve většině případů nákaza vstupuje do stromu zdravými kořeny (Černý 1976), tedy mimo poranění — obdobně jako u druhu *H. annosum*. Houba působí červenohnědou kostkovitou hnilobu zprvu jádrového dřeva, která často vystoupí v kmenu i do výše několika metrů; plodnice se však stále vytvářejí při zemi.

Hnědák Schweinitzův není u nás nikde vzácný. Vystupuje z nížin do hor — ve vysokých horských polohách je však rozhodně méně častý. Je naprosto běžný i jinde v Evropě, Asii, Sev. Americe. I když jej Pilát (1936—1942) udává dokonce i z Austrálie, bude jeho rozšíření zřejmě jen holoarktické (Kotlaba 1984). Jeho studiu je v zahraničí věnována značná pozornost (např. Pawsey 1971).

Z fytopatologického hlediska rozhodně nelze hnědák Schweinitzův podceňovat. Hniloba jím působená je intenzivní, rychle postupující a poškozující nejcennější partie stromů — především borovic, smrků a modřínů.

ZÁVĚR

V předkládané práci jsou uvedeny výsledky studia sezónního rytmu tvorby (a uvolňování) basidiospor u šesti druhů chorošů (*Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Hirschioporus abietinus*, *Phaeolus schweinitzii*). Dalšíh pět druhů (*Antrodia heteromorpha*, *Antrodia serialis*, *Fomitopsis pinicola*, *Osmoporus odoratus*, *Skeletocutis amorphus*) je obdobným způsobem zpracováno v prvním příspěvku. Dosažené výsledky jsou zjednodušenou formou prezentovány v závěrečné souhrnné tabulce VII.

Až na jedinou výjimku (*P. schweinitzii*) byly studovány druhy tvořící plodnice dvouleté (= přezimující) či víceleté (= vytrvalé). Na příkladu *P. schweinitzii* je vcelku jednoznačně dokázáno, že nástup spo-

rulace u druhů tvořících jednoleté (= pomíjivé) plodnice je jen o málo opožděn za začátkem jejich fruktifikace. Na základě studia dalších druhů tvořících pomíjivé plodnice — především ze skupiny bělochorošů — tvrdím, že v naprosté většině případů (za příznivého počasí) dochází k tvorbě výtrusů již po 1—3 týdnech.

Sporulace je nesporně ovlivňována řadou činitelů, především pak průběhem počasí. Přestože průběh sporulace u jednotlivých druhů bývá i ve stejných podmínkách rozdílný, lze vypožorovat určité zřejmě obecněji platné zákonitosti. Tak např. u všech studovaných druhů tvořících dvouleté plodnice, lze pozorovat dva více či méně výrazné vrcholy sporulace (na jaře a na podzim), kdy sporuluje podstatně více plodnic a obvykle i zřetelně intenzivněji. Jarní období sporulace bývá většinou výraznější a předznamenává obvykle i ukončení života plodnic.

U chorošů tvořících víceleté plodnice bude situace zřejmě pestřejší, což dokumentuje i charakter sporulace čtyř studovaných druhů. Fertilitní plodnice druhu *Osmoporus odoratus* jsem nalézal jen brzy z jara, *Fomitopsis pinicola* sporuloval později na jaře a jen výjimečně se mi podařilo nalézt výtrusy v plodnici ještě na podzim, *Ganoderma applanatum* začala sporulovat později na jaře a sporulace pokračovala až do pozdního podzimu, u *Heterobasidion annosum* bylo možné najít fertilitní plodnice po celý rok — nejvíce však na jaře a na podzim.

Vzhledem k tomu, že tato šetření byla konána na vybraných lokalitách po řadu let a u některých druhů bylo vyšetřeno i několik set plodnic, lze získané výsledky považovat pro tyto lokality za značně objektivní (pro celou ČSR však zřejmě pouze za orientační).

Výsledky studia sporulace a některé další poznatky z biologie jednotlivých chorošů bude možné (po ověření v konkrétních podmínkách) využít v lesnické praxi při plánování výchovných zásahů, těžeb a následného přibližování v ohrožených porostech mimo období masové sporulace (popř. fruktifikace u druhů tvořících pouze jednoleté plodnice) těch škodlivých druhů chorošů, které se rozšiřují především basidiosporami. Tímto způsobem je možno se pokusit o snížení škod působených především ranovými parazity (jako *Antrodia heteromorpha*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*). Nelze ovšem zapomínat na schopnost některých chorošů šířit se pomocí mycelia kořenovými srůstky, popř. tvorbou anamorfních spor (např. *Heterobasidion annosum*).

Literatura

- BAZZIGHER, G.: Wundfäulen in Fichtenwäldungen mit alten Schälsschäden. Eur. J. Forest Path., Hamburg, 3, 1973, s. 71-82
BJØRNEKAER, K.: Undersøgelser over nogle danske poresvampes biologimedsearligt hensyn til deres sporefaeldning. Friesia, København, 2, 1938, s. 1-41
BONDARCEV, A. S.: Nabljudenija nad vybrasyvaniem spor trutovnikom *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. Sov. Bot., Moskva, 6, 1936, s. 144-149
BONDARCEV, A. S.: Trutovyje griby jevropeskoj časti SSSR i Kavkaza. Moskva et Leningrad, 1953
ČERNÝ, A.: Lesnická fytopatologie. Praha, 1976
DOMAŃSKI, S. — ORŁOŚ, H. — SKIRGIELLO, A.: Grzyby (Mycota) III. Polyporaceae II., Mucronoporaceae II., Ganodermataceae, Bonderzewiaceae, Boletopsidaceae, Fistulinaceae. Warszawa, 1967
GÁPER, J.: Uvoľňovanie bazidijspór z plodníc trúdnika *Bjerkandera adusta*. Mykol. Listy, Praha, 8, 1982, s. 7-9

- GÁPER, J.: Dynamika uvoľňovania spór z plodníc vybraných drevokazných húb. Čes. Mykol., Praha, 38, 1984, s. 156-160.
- JAHN, H.: Pilze die an Holz wachsen. Busse, 1979
- KOTLABA, F.: Slizoporka osmahlá — *Gloeoporus adustus* (Willd. ex Fr.) Pil. Čes. Mykol., Praha, 9, 1955, s. 24-26
- KOTLABA, F.: Mykózy ovocných stromů působené vyššími houbami stopkovýtrusnými. Polyporózy. Zemědělská fytopatologie, Praha, 4, 1962, s. 139-170
- KOTLABA, F.: Zeměpisné rozšíření a ekologie chorošů (Polyporales s. l.) v Československu. Praha, 1984
- KREISEL, H.: Die phytopathogenen Großpilze Deutschlands. Jena, 1961
- LAZEBNÍČEK, J.: Dva pozoruhodné nálezy lesklokorky ploché — *Elfvigia applanata* (Pers. ex Wallr.) Karst. Čas. Slez. Mus., Opava, ser. A, 11, 1962, s. 41-46
- NUSS, I.: Zur Ökologie der Porlinge. Biblioth. Mycol., Vaduz, 45, 1975, s. 1-258
- ORŁOŚ, H.: Badania nad wysypami zarodników grzybów z rodziny Polyporaceae. Pr. Inst. Bad. Leśn., Warszawa, 194, 1960, s. 101-112
- ORŁOŚ, H. — TWAROWSKA, I.: Badania nad dynamiką zarodnikowania kilku gatunków grzybów z rodziny Polyporaceae. Pr. Inst. Bad. Leśn., Warszawa, no. 319, 1967, s. 203-226
- PARMASTO, E. H.: Razvitije plodovych těl i sporulacija trutovych gríbov. Izv. Akad. Nauk Eston. SSR, ser. biol., Tallin, 7, 1958, s. 83-93
- PARMASTO, E. H.: Rasprostraněníje afillioforovych gríbov bazidiosporami. 2. Biologia rasprostraněníja Polyporus squamosus (Polyporaceae). Izv. Akad. Nauk Eston. SSR, Biol., 27 (2), 1978, s. 141-149
- PAWSEY, R. G.: Some recent observations on decay of conifers associated with extraction damage, and on butt rot caused by *Polyporus schweinitzii* and *Sparassis crispa*. Quart. J. Forest, 65, 1971, s. 193-208
- PECHMANN, H. — AUFSESS, H. von: Untersuchungen über die Erreger von Stammfäulen in Fichtenbeständen. Forstwiss. Zentralbl., 90, 1971, s. 259-284
- PILÁT, A.: Polyporaceae — houby chorošovitě. Atlas hub evropských, 3, 1936-42, s. 1-624
- PLANK, S.: Ökologie und Verbreitung holzabbauender Pilze im Burgenland. Wiss. Arb. Burgenland, Eisenstadt, 61, 1978, s. 1-207
- PŘÍHODA, A.: Rozklad smrkového klestu houbami. Lesnictví, 26, 1980, s. 919-938
- ROGERS, J. D.: Autumn and winter sporulation by basidiocarp of *Fomes annosus*. Phytopathology, 53, 1963, s. 1141-1142
- RYVARDEN, L.: The Polyporaceae of North Europe. vol. 2. *Inonotus* — *Tyromyces*. Oslo, 1978
- SCHMIDT, R. A. — WOOD, F. A.: Basidiospore release by *Fomes annosus*. Phytopathology, 55, 1965, s. 131
- SOUKUP, F.: Naše lesklokorky rostoucí na buku. Zpr. Lesn. Výzk., 24, 1979, s. 33-36
- SOUKUP, F.: Chorošovitě houby na smrku na vybraných plochách LZ Dobříš a LZ Rožmitál. Sbor. Hniloby lesních dřevin a ochrana proti nim, Konf. Brno, Č. Budějovice, 1983, s. 45-49
- SOUKUP, F.: Příspěvek k poznání sporulace některých chorošů. I. Česká Mykol., 1987, v tisku
- SREERAMULU, T.: Observations on the periodicity in the air-borne spores of *Ganoderma applanatum*. Mycologia, 55, 1963, s. 371-379
- STATES, J.: Basidiocarp development in *Gloeophyllum* (*Lenzites*) *sepiarium* in the natural environment. Canad. J. Bot., 50, 1972, s. 1017-1024
- SINDELÁŘOVÁ, J.: Červená hniloba u smrku. Stud. Inf. (ÚVTI), Praha, 1974
- WRIGHT, E. — ISAAC, X.: Decay following logging injury to western hemlock, sitka spruce and true fir. Technical Bull., U. S. Dep. Agric. Washington, 1953, 34 s.

Došlo dne 18. 2. 1985

СОУКУП, Ф. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). К вопросу изучения споруляции некоторых трутовиков. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 145-158.

Трутовики принадлежат к важным грибным вредителям наших древесных пород. В настоящей статье приводятся результаты изучения споруляции и некоторые другие новые данные — прежде всего по биологии и экологии у шести избранных видов трутовиков, растущих в ЧСР на ели (*Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Gleophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Hirschioporus abietinus*, *Phaeolus*

schweinitzii), которые были найдены в 1980—1984 гг. в некоторых местах на территории лесхоза Добриш и лесхоза Рожмитал-под-Тремшином (центральная Чехия). Результаты изучения споруляции и некоторые другие новые данные можно будет после их проверки в конкретных условиях использовать в лесоводческой практике (например, при планировании рубок ухода, рубок с последующей трелевкой) в угрожаемых областях, вне периода массовой споруляции, при случае плодообразования у видов, образующих однолетнее плодовое тело этих трутовиков, если они распространяются прежде всего базидиоспорами.

микология лесная; фитопатология лесная; трутовики; ель

SOUKUP, F. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Study of Sporulation of Some Polypores*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 145-158.

The polypores are important fungi destroying the woody plants in Czechoslovakia. We present the results of the study of sporulation and some other new findings — mainly from the biology and ecology of six species of the polypores which grow in the CSR in spruce trees (*Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Hirschioporus abietinus*, *Phaeolus schweinitzii*); the results were obtained in the years 1980—1984 at certain localities of the forest establishments Dobříš and Rožmitál pod Třemšínem (Central Bohemia). It will be possible to apply the results of the study of sporulation and some other new findings (after being tested in concrete conditions) to the forest-management practice (e. g. to the planning of forest cultural treatments, felled volume of timber and wood skidding in threatened forest stands outside the season of mass sporulation, or fructification in the species producing one-year sporophores, in these polypores if they propagate mainly by basidiospores).

forest mycology; forest phytopathology; polypores; Norway spruce

SOUKUP, F. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Beitrag zur Kenntnis der Sporulation einiger Porlinge*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 145-158.

Porlinge gehören zu den wichtigen pilzlichen Schädlingen unserer Holzarten. In diesem Beitrag werden Ergebnisse des Studiums der Sporulation und einige weitere neue Erkenntnisse — vor allem aus der Biologie und der Ökologie von sechs ausgewählten Arten von Porlingen gebracht, die in der CSR auf der Fichte wachsen (*Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Hirschioporus abietinus*, *Phaeolus schweinitzii*), die in den Jahren 1980—1984 auf ausgewählten Lokalitäten der StFB Dobříš und Rožmitál pod Třemšínem (Mittelböhmen) gewonnen wurden. Die Ergebnisse des Studiums der Sporulation und einige weitere neue Erkenntnisse werden nach Überprüfung in konkreten Bedingungen in der forstlichen Praxis ausgenutzt werden können (z. B. bei der Planung von Erziehungseingriffen, von Nutzungen und der nachfolgenden Rückung in bedrohten Beständen außerhalb des Zeitraums der Massensporulation, gegebenenfalls der Fruktifikation derjenigen Arten dieser Porlinge, die einjährige Fruchtkörper bilden, insofern sie sich vor allem mit Hilfe von Basidiosporen verbreiten.

Forstmykologie; forstliche Phytopathologie; Porlinge; Fichte

Adresa autora:

RNDr. František Soukup, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav n. Vlt.

ANALÝZA FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH UKLÁDÁNÍ KRÁTKÉHO DŘÍVÍ

R. Ulrich

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Analýza faktorů ovlivňujících ukládání krátkého dříví*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 159-172.

Z výsledků zkoušek a hodnocení dosavadních používaných způsobů ukládání a po rozboru faktorů, které rozhodujícím způsobem ovlivňují kvalitu samočinného ukládání rovnaného dříví u třídících dopravníků, je možno dedukovat návrh na konstrukci vhodných zásobníků. Výška dopravníku musí být min. o 30 cm vyšší, než je potřebná výška hráně (obojí měřeno od podlahy zásobníku). Jednometrové výřezy je nutno před shazením do zásobníku otáčet střídavě tenkým a tlustým koncem. Před dopadem do zásobníku se výřez nesmí valit. Musí do zásobníku padat přímo z unašečů dopravníku. Je možno použít plnění spodní nebo boční, zasouváním za těchto podmínek: a) výřezy jsou kratší než zasouvací šterbina, b) tempo výroby výřezů pro jeden zásobník není vyšší než 2,5 s na kus, c) při plnění zásobníku do větší výšky než 0,6 m je třeba další urovnávací zařízení a přiměřený sklon předních klanic. Je-li tempo výroby vyšší než 2,5 s na kus, je třeba, aby výřezy padaly přímo do zásobníku. Pevných bočních čel je možno použít u zásobníku jen při přesném navedení výřezu mezi ně. Místo dopadu výřezu by mělo být zhotoveno z materiálu, který dopad tlumí. Jsou vhodné dřevěné podklady uložené na nepevněné půdě. Bylo zjištěno, že výřez se minimálně odrazí při dopadu na zem nebo vrstvu kůry.

technika lesnická; rovnané dříví; ukládání samočinné

Výroba a manipulace krátkých výřezů dříví — především jejich ukládání do hrání at v lese, nebo na manipulačním skladě — je pracná a obtížně mechanizovatelná. Většina zemí s vysokým stupněm mechanizace lesní výroby se tomuto problému prostě vyhýbá tím, že výřezy do 2 m délky nevyrábí. S výřezy přes 2 m délky nejsou při ukládání, výrobě a vnitroskladovém transportu žádné problémy. V ČSSR je řada závodů, které jsou vybaveny na zpracování 1 až 2 m dlouhých výřezů, proto vyžadují jejich dodávku.

SOUČASNÝ STAV

V ČSSR se krátké dříví u třídícího dopravníku ukládá do kontejnerů pouze ručně. Pokusy tento úkon automatizovat byly více méně neúspěšné (Piškula, Ulrich, 1980). Zlepšovací návrh Adámka a Jelínka na kontejner se spodním plněním podle těžebního stroje Koehring—Waterous nebyl realizován. Situace v zahraničí není podstatně příznivější. V SSSR, kde jsou centrální manipulační sklady velmi rozvinuty, je problém ve stadiu pokusů (informace jsou čerpány především ze zpráv o služebních cestách, popř. ústních sdělení — např. Piškula 1971, Pernica 1975, Ulrich 1980, 1984); jde o vysouvací příčné dopravníky, svazkovací hydraulické kleště apod. V NDR se pouze 2 m

dlouhé výřezy vyrábějí z podélného dopravníku do žlabových válcových kontejnerů nebo do postupně posouváných vozíků (Vrátný 1982). O dříví 1 m délky nemáme zprávu. V NSR se vyrábějí 2 m dlouhé výřezy a urovnávají se při přesunu na vibrujících příčných dopravnících v továrnách před uložením do velkých rázů (Beneš 1980, ústní informace). USA a Kanada (televizní záznam) — jako příklad úspěšně řešeného ukládání rovnaného dříví do kontejnerů může sloužit řešení víceoperačních kácecích strojů Koehring a Larson se spodním plněním pomocí přímočarých hydromotorů. Používá se pro konstantní délku výřezu 2,4 m. Konstrukce je příliš vysoká. Vyprazdňování je možné pouze pomocí kleštových drapaků nebo jeřábů. Není známo, zda by zařízení fungovalo i při ukládání 1 m dlouhých oddenkových výřezů.

Dřevo, ze kterého se nedají vyrobit rovné výřezy delší než 2 m, se štěpkuje.

Vnitroskladový transport, ukládání a nakládání rovnaného dříví, je u nás i v cizině uspokojivě řešen čelními nakladači a jeřáby. Čelní nakladač je pro 1 m dlouhé dříví nevhodný (malý objem balíku — nevyužitá nosnost), u jeřábů je ekonomický jen ve velkých balících. Ukládání ve vagónech vyžaduje mnoho času pro ruční dorovnávání a je nebezpečné při nakládání vysokostěnných vagónů čelními nakladači. V tom případě je nutná vysoká rampa nebo výložník.

Při řešení některých technických a technologických problémů na CMES pracovníky katedry lesnické mechanizace a opravárenství LF VŠZ v Brně bylo zřejmé, že otázce ukládání krátkých výřezů do hrání a jejich transportu bude nutno věnovat zvláštní pozornost. Ještě před výzkumným řešením tohoto problému ukládání rovnaného dříví bylo při konstrukci a stavbě nových manipulačních linek navrženo a zhotoveno zařízení pro začelování špatně uložených hrání (na traktoru i stabilní s měnitelnou šířkou rozevření začelovacích čelistí). Bylo na ně uděleno autorské osvědčení č. 194 550. Bylo navrženo i několik zařízení pro ukládání výřezů u automatického třídícího dopravníku (např. vyražení do posuvného vozíku, kontejner s bočním zasouváním výřezů), kontejner s napínacími řetězy). Ve všech případech se vyskytly problémy s kvalitou urovnání a bylo nutné dorovnání čel v hráních. Bylo tedy nutno zjistit vliv různých faktorů na správné ukládání krátkých výřezů do kontejnerů a hrání, aby toto mohlo být realizováno bez manuální práce.

POSTUP VÝZKUMU

Aby byly získány základní informace, byly nejdříve podrobeny zkouškám již zmíněné modely ukládacích zařízení.

KONTEJNERY S BOČNÍM PLNĚNÍM (NÁVRH ŘEŠENÍ ULRICH)

Zařízení bylo instalováno u mechanického automatického třídícího dopravníku (návrh KLMO) na tzv. brněnské lince na MES v Novém Městě na Mor. Výška třídícího dopravníku byla 75 cm.

Výřezy 1 m dlouhé padají do mezery široké 35 cm mezi opěry dopravníku a kontejnerů. Z této mezery jsou zasouvány ramenem na excentru převodové skříňně elektromotoru do otvoru pod opěrami kontejneru mezi odpružené začelovací bočnice kontejneru. Pohyb zasouvacího ra-

mene je tedy trvalý, ve stejném rytmu, počet posunů závisí na počtu otáček el. motoru. Výřezy jsou posunovány po podložních trámčích až mimo začelovací desky. Maximální možná výška rázu je 0,6 m, délka 2 m. Tato úprava je vhodná pro odběr čelním nakladačem s vidlovým drapákem.

Zařízení fungovalo, pokud do mezery nepadl výřez delší než šířka zasunovací šterbiny v kontejneru. Někdy docházelo k lámání tenkých výřezů a (pokud se neustříhly pojistné šrouby) také k deformaci celého zařízení při výřezech tlustších.

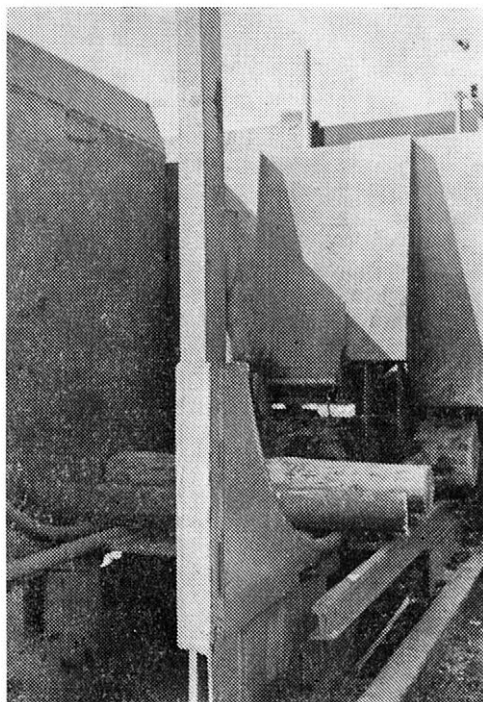
Obdobné zařízení bylo zhotoveno u ZLT Chomutov. Zjištěné závady a nedostatky byly stejné. Navíc bylo zjištěno, že při správné funkci linky nestačí toto zařízení tempu výroby výřezů. Do šterbiny padlo několik výřezů na sebe a nemohly být současně zasunuty do šterbiny začelovacího zařízení.

Na MES Slavonice bylo instalováno zařízení na podobném principu, výřezy se však do kontejneru zasouvaly přímočarým hydromotorem z podélného dopravníku po nárazu výřezu na koncový spínač. Kontejner měl tvar válcového žlabu o průřezu 1,2 m² s jedním bočním čelem. Šlo především o 1 m dlouhé výřezy při vyzdravování tenkých kmenů, často s kořenovými náběhy. Při správné délce výřezů bylo ukládání dobré jen v jedné až dvou vrstvách. Pak se postupně zhoršovalo až nakonec se hráň sesunula v důsledku velké sbíhavosti a nepravidelné rotace výřezů s náběhy.

Jelikož tento způsob ukládání dřeva technologicky nevyhovuje, byly všechny tři zkušební modely zlikvidovány a od dalšího zkoušení bylo upuštěno.

V průběhu pokusů s modely tohoto systému bylo zjištěno, že je absolutně nutné přesné dodržování maximální délky výřezu; zejména nesmí v žádném případě překročit délku zasunovací šterbiny (šířku kontejneru). Při bočním zasouvání výřezů 1 m dlouhých, především oddenkových, tlustým koncem na jednu stranu se válcový žlabový kontejner nezaplní více než dvěma vrstvami kuláčů. I při ručním dorovnání se nakonec hráň sesype. Sbíhavost hráně působí potíže i při vnitroskladovém transportu. Tempo zasouvání kusů do kontejnerů udává minimální dobu zhotovení výřezů na manipulační lince. Při zpracování tenkých kmenů na převážně 1 m dlouhé výřezy je nutno zpomalit řezání.

Z těchto poznatků vyplývá pro další výzkum:



1. Kontejner s bočním plněním pomocí přímočarého hydromotoru — Slavonice. Snímek Piškula. — The container where the logs are piled from the sides — by means of a straight hydraulic motor — Slavonice. The photo by Piškula

1. Je-li kontejner omezen bočními čely, musí být délka výřezů vždy kratší, než je jejich rozestup. Výřez musí být mezi čela přesně shozen nebo usměrněn při příčném posunu, např. příčným dopravníkem s návaděcími bočnicemi.

2. Výřezy dlouhé 1 m, zejména oddenkové, musí být bezpodmínečně ukládány střídavě tenkými a tlustými konci. Válcový žlab pro boční zasouvání tlakem nevyhovuje jako kontejner.

3. Je-li doba zhotovení výřezu kratší než 2,25 s, musí tyto padat přímo do kontejneru, jejich výroba nesmí být zdržována zasouváním.

4. Při přesné výrobě délek s menším množstvím oddenkových kusů vyhovuje zasouvání přes usměrňovací odpružená čela do nízké volné hráně (0,6 m) pro odběr čelním nakladačem s vidlovým drapákem.

5. Při vhodné úpravě tvaru kontejneru (šikmé stoupající dno) by pravděpodobně vyhovoval systém i pro plnění zásobníků s větším objemem pro úvazkový odběr.

UKLÁDACÍ KONTEJNER S BRZDĚNÝMI ŘETĚZY

Kontejner byl opatřen klanicemi 1,5 m vysokými, mírně vykloněnými pro usnadnění odběru. Protilehlé klanice byly spojeny na horní straně řetězy, na jedné straně upnuté na klanice, na druhé straně vedené přes řetězy upevněné na třecích spojkách s pružinami zvyšujícími při stoupajícím zatížení řetězů kluzný odpor.

Pokud padají výřezy do středu kontejneru, tj. když je jen málo oddenkových výřezů, je uložení dobré. Aby výřezy padaly doprostřed kontejnerů (což je nutné pro omezení jejich valení), musí být tento buď zasouvací pod dopravník, nebo opatřen příčným podávacím dopravníkem. Obojí velmi ztěžuje odběr. Odběr 1 m dlouhých výřezů je možný jen klešťovým drapákem nebo jeřábovými úvazky. Odchyłka čel od srovnávací roviny je do 30 cm.

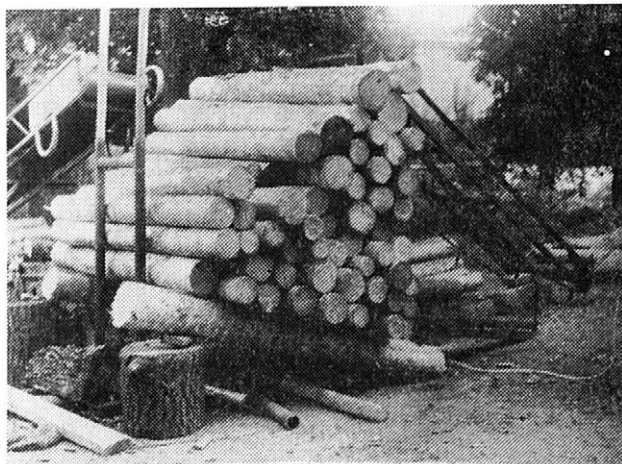
Pro další výzkum zhodnocení tohoto systému vyplývá skutečnost, že oddenkové kusy lze bez ruční práce uložit jen po jejich střídavém otočení. Kvalita začelení u 2 m dlouhých výřezů je lepší při dopadu na zem než při dopadu na tvrdé podložky. Vyhovuje pro zpracovatelské závary, nikoliv pro expedici.

POSUVNÉ KONTEJNERY (VOZÍKY)

První pokus s tímto systémem ukládání byl konán dle návrhu Piškuly v roce 1975 (Z. S. R 331 — 009/12) při zkoušení modelu MLS v Břeclavi, jehož podvozek byl vyřazený vozík polní drážky. Na podélném ocelovém rámu vozíku byl na straně ukládky dříví pár pevných klanic, opačný pár klanic byl pevně zabetonován po stranách kolejniček jako opěrky u dopravníku. Vozík mohl mezi těmito opěrkami projíždět na druhou stranu dopravníku, tím se mohla libovolně měnit šířka vozíku (objem kontejneru). Vozík byl zasunut pod dopravník tak daleko, že mezi oplennem a opěrami zůstala mezera jen 40 cm. Do této mezery byly hydraulickým pákovým vyrážecem shazovány výřezy. Po zaplnění mezery byl vozík posunut zase o 40—50 cm a proces se opakoval až po zaplnění celého vozíku.

Pokus byl proveden jen dvakrát s 1 m a dvakrát s 2 m dlouhými výřezy. Jakost ukládání byla velmi dobrá a rozdíly v začelení byly

2. Kontejner širší než 1 m s rovným dnem nelze volným pádem zcela zaplnit. Snímek Piškula. — The container wider than 1 m, with a flat floor, cannot be entirely filled by the free-falling logs. The photo by Piškula



způsobeny prakticky jen nepřesným vyražením výřezů (řízení světlem) při pohybu dopravníku. Výřezy byly oddenkové s náběhy kořenů. Výška pádu 1,0 m, podložkami ocelové nosníky U. V důsledku malé výšky dopravníku a vysokého podvozku byla max. výška hráně 0,7 m.

Později byl tento systém zkoušen podrobně na improvizovaném modelu posuvného kontejneru s podáváním výřezů příčným dopravníkem (elevátorem) s měnitelnou výškou vypadnutí výřezů nad podlahou kontejneru. Posun kontejneru byl zajišťován ručně po trubkových válečcích. Při prvních pokusech byly k rámu elevátoru navařeny krátké skluzné líhy 0,2 m, aby výřez padal dál od opěr elevátoru. I toto krátké převaleání výřezu po líhách stačilo pro velmi šikmé navedení kusu do kontejneru (předbíhání tlustého konce) a velké stranové a nestejnoměrné vysunutí kusu.

Pokus byl konán s 1 m a 2 m dlouhými výřezy odkorněnými na VK 16. Byly očíslovány a změřena tloušťka na tenkém a tlustém konci (2X). Průměrná sbíhavost byla 10 mm na 1 m délky. U oddenkových výřezů dlouhých 1 m byla zbíhavost až 150 mm.

Výřezy byly ukládány na elevátor ručně tak, že sledované čelo bylo přiloženo ke stabilní zarážce. Výřezy byly při každém uspořádání kontejneru podávány jednak tlustými konci na jednu stranu, jednak střídavě.

Tento způsob je nepoužitelný pro 1 m dlouhé dříví při jeho odběru čelním nakladačem s běžným vidlovým drapákem. U 1 m dlouhého oddenkového dříví (zejména se zbytky kořenových náběhů) velmi sbíhavého je nutné střídání konců.

Zadní stěna zásobníku by měla být plná, tj. mezi padajícím dřívím a dopravníkem buď plechová, nebo dřevěná souvislá plocha umístěná na opěrných sloupech tak vysoko, aby pod ní mohl být zásobník (vozík) posunován. Jinak je nebezpečí, že při větším odrazu výřezu nebo šikmém dopadu vypadne výřez pod dopravník.

Výřez musí do štěrbin mezi zásobníkovými klanicemi (po odsunutí mezi již uložené výřezy) a opěrnou stěnou zásobníku padat bez valení po skluzných líhách.

Štěrbina mezi klanicemi a opěrnou stěnou by neměla být větší než dvojnásobek tloušťky nejtlustšího výřezu. Každý další posun zásobníku nesmí tuto velikost překročit.

Dopadové trámce zásobníku uložené na nezpevněné půdě jsou vhodnější dřevěné než železné.

Výška dopravníku musí být minimálně o tloušťku nejtlustšího výřezu větší než výška plného zásobníku. Spodní výztužná konstrukce dopravníku musí být tak vysoko a nohy dopravníku od sebe tak daleko, aby zásobník mohl být zasunut pod dopravník až na vzdálenost 40 cm.

Postupné vysouvání a zasouvání zásobníku je třeba řešit gravitací (na skloněných kolejničkách) nebo navijákem, popř. válečkovým řešením.

Při ev. vzpříčení výřezu a jeho ručním dorovnání je třeba podle konstrukce třídícího dopravníku buď vyřadit zásobník se závadou z provozu, nebo zastavit třídící dopravník až do odstranění závady. Jeho znovuvvedení do provozu je možné až na znamení pracovníka, který závadu odstranil.

Kvalita začelení je vyhovující jen při dopadu do úzké štěrbině na nepružné podložky (povaly na zemi).

ŽLABOVÝ ZÁSObNÍK S PEVNÝMI ČELY

O ukládání a začelování dříví v zásobníku s pevnými, popř. sklopnými nebo posuvnými čely se již pokoušejí dlouho projektanti a zlepšovatelé, doposud však nebylo nalezeno uspokojivé řešení.

Nejúspěšnější a nejlevnější bylo zatím řešení zásobníku s vodorovnými nebo skloněnými podkladními líhami a jednou pevnou bočnicí, k níž se výřezy svalované z dopravníku ručně přirážely.

Použití pohyblivého čela je omezeno jen pro menší uvolněný svazek předem částečně urovnaný. Pokusy v letech 1965—1970 jsme zjistili, že odpor dříví proti podélnému posunu u hraně srovnané mezi klanicemi s rozptylem čel cca 15 cm je příliš velký a k jeho překonání byl nutný tlak 13 MPa. Zařízení je vhodné jen jako stabilní v jednom provedení pro začelování svazků před naložením do vagónů. Není vhodné pro větší počet zásobníků u třídícího dopravníku (drahé a energeticky náročné).

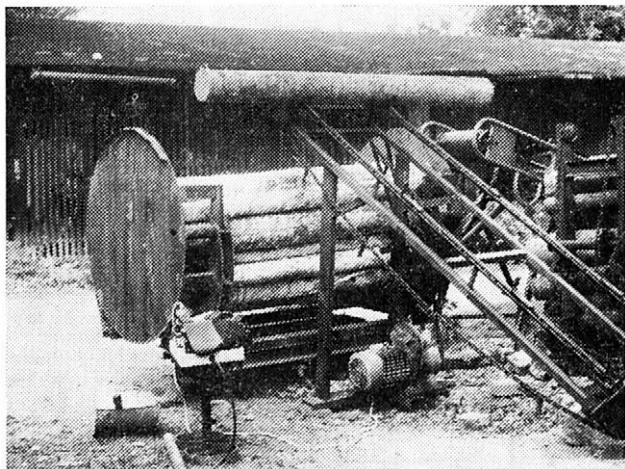
Byl proto zkoušen jednoduchý typ zásobníku ve formě písmene U průřez 1,1 m² při úplném zaplnění. Tento žlab byl montován na podvozku vozíku polní drážky — možnost posunu pod dopravník (propadliště) nebo za dopravník (podélné plnění). Byl opatřen dvěma přestavitelnými čely, takže mohl být upraven pro výřezy dlouhé 1 m (rozpětí 1,07 m) nebo 2 m (2,07 m).

VÝSLEDKY VÝZKUMU

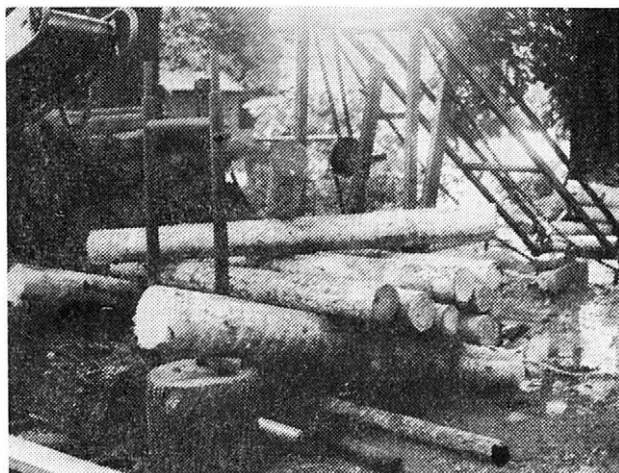
Plnění zásobníku z propadliště nemohlo být odzkoušeno, protože jsme neměli vhodný dopravník.

Plnění na konci pásového dopravníku (vystřelováním ve směru pohybu výřezů) bylo zcela nevyhovující. Většina výřezů zůstávala vzpříčená, opřená hranami čel o čela zásobníku. Výška konce dopravníku (1,3 až 1,5 m nad dnem zásobníku), ani jeho přesah (0—0,25 m), ani podélný sklon dna dopravníku v obou směrech (0—35°) nezměnil podstatně kvalitu rovnání 1 m i 2 m dlouhých výřezů. Bylo by vhodné vyzkoušet po-

3. Pokus s plněním žlabového kontejneru s pevnými čely (2m výřezy se střídáním čel). Vpravo částečný pohled na kontejner s uvolněnými řetězy a pásový dopravník pro podélné plnění žlabového dopravníku. Snímek Pecl. — The trial with log piling into a trough container with the fixed faces (2m logs with turning alternately their cross-cut ends). On the right there is a partial view of the container with loose chains and the belt conveyer for a longitudinal timber piling into the trough container. The photo by Pecl



4. Po odrazu jednoho výřezu je další samočinné plnění nemožné. Je nutné ruční dorovnání. Snímek Pecl. — After a rebound of one log, the mechanical piling cannot go on. It is necessary to finish the piling of logs by hand. The photo by Pecl



délné plnění jen s jedním čelem zásobníku při vyšší rychlosti pásového dopravníku.

Pro boční plnění byly použity stejné výřezy i příčný dopravník jako při zkouškách posuvného zásobníku. Výřezy padaly z výšky 1,3 a 1,5 m nad dnem zásobníku.

Výsledky pokusů jsou zřejmé z tabulek I—III.

Celkově je možno pokusy hodnotit takto:

Před pádem do zásobníku se nesmí výřez valit po šikmých líhách — výřezy padaly na čela a při natočení příčného dopravníku padaly šikmo.

Zařízení není vhodné pro výřezy 1 m dlouhé. Docházelo k častému křížení a dokonce některé kusy po dopadu odskočily a vypadly mezi klanicemi ven. Ani jeden pokus nebylo možno ukončit bez jejich ručního dorovnání. Lepší výsledky byly dosaženy při střídavém ukládání výřezů tenkým a tlustým koncem.

Podstatně lepší bylo ukládání výřezů o délce 2 m. I zde však bylo třeba občas jejich ruční urovnání.

I. Souhrnná tabulka ukazující rozptyl a kvalitu urovnání 1 m a 2 m dlouhého dříví při pokusech se žlabovým a výsuvným zásobníkem. — A summary table indicating the wrong piling and quality of piling 1m and 2m logs in the trials with trough and draw-out containers

Vysvětlení k pokusu č.	Σ ks	Vypadlo		Ručně urovnáno		Šikmo		Rozptýl čel od srovnávací roviny v cm/počet																								
		ks	%	ks	%	ks	%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1 a	78	3	3,8	1	1,3	14	17,9	14	7	9	9	8	9	6	2	1	10	1														
1 b	69	2	2,9	2	2,9	3	4,3	21	9	7	10	6	7	1	1	9	1															
2 a	50	2	4,0	5	10,0	15	30,0	16	7	9	3	3	5																			
2 b	71	1	1,4	6	8,4	20	28,2	15	9	12	12	5	3	2	2		1	2		1												
3 a	77	5	6,5	5	6,5	20	26,0	11	2	7	12	4	8	8	4		1	2					1									
3 b	100	2	2,0	2	2,0	37	37,0	15	15	18	15	10	5	4	5	2			1	1												
4 a + b	73	—	—	—	—	7	9,6	8	17	10	20	4	5	1	1																	
5 a	74	—	—	—	—	9	12,2	8	26	10	15	7	3		3																	
5 b	91	—	—	—	—	7	7,7	6	34	17	16	5	3		7			1														
6 a	63	1	1,6	3	4,8	14	22,2	6	3	9	11	7	6		3	1		1						1								
6 b	47	—	—	—	—	6	12,8	1	1			1	1				5	6	6	13	5	3	2		1			1				
7 a	72	—	—	1	1,4	15	20,8	1		17	11	12	10	10	7	2																
7 b	29	1	3,4	1	3,4	4	13,8	5	4	2	8	1	3	3																		
8 a	40	—	—	5	12,5	17	42,5	3	1	4	5	4	3		1	7		2			1			1					1			
8 b	21	1	4,8	2	7,6	7	33,3	4	2		3	2	1	2	1			2	1				1									
8 a	39	—	—	3	7,7	10	25,6	2	1		7	3	3	7	4	3		2	1	1	2											
8 b	27	3	11,1	1	3,7	10	37,0		2	2	6	2	2		1	2		3		2												
9 a	48	—	—	—	—	—	—	5		3	1	5	1	6	3		6		2	3	3	3	1	2				1				
9 b	25	—	—	2	8,0	3	12,0	1	1	1												1	3	1	1	2		7			2	
10	56	—	—	—	—	3	5,4		1	1	3	3	5	8	7	7	4	4	2	3	4	1	1	2								

II. Souhrnná tabulka ukazující rozptyl a kvalitu urovnání 1 m a 2 m dlouhého dříví při pokusech se žlabovým a výsuvným zásobníkem. — A summary table indicating the wrong piling and quality of piling 1m and 2m logs in the trials with trough and draw-out containers

Vysvětlení k pokusu č.	Σ ks	Vypadlo		Ručně urovnáno		Šikmo		Rozptyl čel od srovnávací roviny v cm/počet ks																							
		ks	%	ks	%	ks	%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
11 a	62	—	—	8	12,9	22	35,5	28	14	5	1	4	3	1				1													
11 b	29	—	—	—	—	—	—	3			1	2	3	5	1	6	1	1	1	1		1	1								
12 a	27	2	7,4	—	—	—	—	1		3		1		2	1	8	1	5		3											
12 b	72	1	1,4	1	1,4	—	—	1		2		3		1		5	1	7	3	8	3	15		11	1	3			1	2	
13 a	29	4	13,8	1	3,5	3	10,3	1		1					1				4		5	3	2	4				2			2
13 b	33	1	3,0	—	—	6	18,2	5		2	2	2	2	4	2	2		8	1							2					
14 a	20	—	—	—	—	2	10,0	5		1	5	3		2				1	2												
14 b	58	1	1,7	1	1,7	7	12,1	1		1	2	2	3	17	2	1	1	3	1	1	1	5		4		1		1	2	1	
15 a	67	—	—	—	—	3	4,5	2		4	2	2	5	4	5	2	1	6		3	8	6	5	3		1	2				
15 b	67	—	—	2	2,9	11	16,4	1		3	2	4	6	4	7	4	4	10	6	3	1	3			1			1			
16 a	56	—	—	6	10,7	8	14,3	12	15	6	7	7	2	1	3	2										1					
16 b	28	—	—	—	—	4	14,3	1		6	4	3	10	2	1					12											
17 a	28	—	—	—	—	9	32,1	9		7	3	1	1	1				2	1	1											
17 b	28	—	—	—	—	3	10,7	3		4		3	1	5		3		2		1											
18 a	23	—	—	2	8,7	4	17,4			2	1	4	7	1	6	6															
18 b	50	2	4,0	3	6,0	5	10,0	3		2	7	7	15	3	1	5				1			2								
19 a	50	—	—	3	6,0	4	8,0	14	4	9	5	5	5	1	2	2		1													
19 b	28	—	—	—	—	4	14,3	3		1		4	4	6	1	5		4													

III. Uspořádání pokusů při ukládání krátkých výřezů dřeva. — Illustration of the layout of the trials with shortwood piling

Číslo pokusu	
a + b způsob ukládání	Způsob provedení pokusů
délka výřezů	
1. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 1 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z příčného dopravníku s nastavenými líhami 20 cm dlouhými. Výška dopadu 1,3 m na železnou konstrukci
2. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 1 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z příčného dopravníku bez nastavených lůh. Výška dopadu 1,3 m na železnou konstrukci
3. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 1 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z příčného dopravníku bez nastavených lůh. Výška dopadu 1,5 m na železnou konstrukci.
4. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z příčného dopravníku bez nastavených lůh. Výška dopadu 1,3 m na železnou konstrukci
5. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z příčného dopravníku bez nastavených lůh. Výška dopadu 1,5 m na železnou konstrukci
6. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z příčného dopravníku s nastavenými líhami 20 cm dlouhými. Výška dopadu 1,5 m na železnou konstrukci
7. a) Výřezy 1 m dlouhé b) Výřezy 2 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku upraveného do V bez nástavců. Výška dopadu 1,5 m. Plnění žlabového zásobníku upraveného do V bez nástavců. Výška dopadu 1,3 m
8. a) Zásobník 15 cm od dopravníku b) Zásobník 20 cm od dopravníku Výřezy 1 m dlouhé	Plnění žlabového zásobníku z podélného dopravníku. Výška dopadu 1,5 m. Plnění žlabového zásobníku z podélného dopravníku. Výška dopadu 1,4 m
9. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 1 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,9 m na železné trubky
10. Výřezy 1 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,9 m na železné trubky omotané gumovými pásy
11. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do pevného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,3 m na dřevěné podvaly. Zkouška ukládání do pevného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,6 m na dřevěné podvaly se sklonem. 129 %

Číslo pokusu	Způsob provedení pokusů
a + b způsob ukládání	
délka výřezů	
12. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,9 m na železné trubky omotané gumovými pásy
13. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,9 m do prověšených řetězů
14. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,6 m na dřevěné podvaly se sklonem 21 %, čela ukládaná střídavě. Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,6 m na dřevěné podvaly se sklonem 27 %, čela ukládaná střídavě
15. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,6 m na dřevěné podvaly.
16. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,5 m na dřevěné podvaly s gumovými pásy, čela ukládaná střídavě Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,5 m na dřevěné podvaly, čela ukládaná střídavě
17. a) Tlustým koncem na jednu stranu b) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,5 m na železné trubky 55 cm od sebe. Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 2,0 m na železné trubky 55 cm od sebe
18. a) Ukládání střídáním čel Výřezy 2 m dlouhé b) Ukládání střídáním čel Výřezy 1 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 1,5 m na železné trubky 55 cm od sebe. Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 2,0 m na dřevěné podvaly
19. a) Ukládání střídáním čel b) Ukládání střídáním čel Výřezy 1 m dlouhé	Zkouška ukládání do výsuvného zásobníku bez čel. Plnění z příčného dopravníku. Výška dopadu 2,0 m na zem



5. Vyčnívající suky a boule působí časté zkrřížení dopadajících výřezů. Snímek Piškula. — Prominent knots and bulges are a cause of the wrong piling of falling logs. The photo by Piškula

Pokud se v tabulkách vyskytuje odchylka v začelení větší než 7 cm, jde o kusy kratší než 2 m. Nejdelší použitý výřez byl 2,03 m, nejkratší 1,95 m. Velkou nevýhodou obou pevných čel je, že skutečná délka výřezů musí být min. o 2 cm kratší než rozestup čel a shození výřezu do strany přesné. Rozptyl začelení i při velmi přesné výrobě výřezů dosahuje

$$d = \Delta - \Delta_1 + \Delta_2, \quad [m]$$

kde d — rozptyl začelení,

Δ — zvětšení vzdálenosti bočnic ($l_b - l_v$) (m),

l_b — vzdálenost bočnic od sebe (m),

l_v — požadovaná délka výřezu (m),

Δ_1 — nadměrek (překročení požadované délky) (+m),

Δ_2 — podměrek (velikost nedosažení požadované délky) (—m).

Dosáhnout přesného vyhození z rychle běžícího podélného dopravníku je téměř nemožné. Není tedy možno doporučit zásobník se dvěma pevnými čely jako vhodný pro dobré samočinné ukládání u podélného dopravníku bez zarážek. Pro příčný dopravník s naváděcí bočnicí jsou dobře použitelné.

ZÁVĚRY

Při sledování faktorů majících největší vliv na správné uložení krátkých výřezů do kontejneru bylo zjištěno:

1. Rozhodující vliv na kvalitu začelení a uložení má především výška pádu a valení výřezu. Je třeba, aby výška pádu byla omezena do 0,5 až 0,7 m a bylo zabráněno i krátkému valení výřezu po líhách nebo i v kontejneru.

2. U prvních kusů padajících na podklady kontejneru má značný vliv podložka (odraz). Nejméně se odráží výřezy dopadající na zrypřenou půdu nebo nastýlku kůry — tento poznatek je nevyužitelný u kontejnerů posuvných. Vhodnější jsou podložky dřevěné než železné. Zcela nevhodné jsou pevné podložky betonové.

3. Vady povrchové (vyčnívající suky, kořenové náběhy a boule působí křížení výřezů po dopadu především na vrstvu již uložených výřezů.

4. Velká sbíhavost výřezů působí velkou sbíhavost hráně, zejména u výřezů 1 m dlouhých, což působí potíže při transportu a nakládání.

Nesporně nejvhodnější způsob rovnání krátkého dříví do kontejneru by byl pomocí robotu — manipulátoru. To je však pomalé a velmi drahé, proto použití tohoto systému neuvažujeme.

Aby bylo eliminováno odrážení výřezu při velké výšce pádu, doporučuje se snižované dopadové dno zásobníku.

Při dopadu z větší výšky je pro zabránění valení a šikmému uložení výřezu třeba, aby výřez padal do úzké mezery. Tím se eliminuje i vliv suků a nerovností výřezu.

Výhodnější než zasouvání výřezů do kontejnerů (z boku nebo zespodu) je jejich shazování do štěrbin odsuvného kontejneru, čímž se zabrání poškození zařízení při výřezu delším, než je štěrbina, a umožní vysoká rychlost výroby.

Pro zajištění stability hráně je nutno 1 m dlouhé výřezy střídavě ukládat tenkými a tlustými konci k oběma stranám.

Literatura

BOZDĚCH, J.: Rozvoj dodavatelsko-odběratelských vztahů v oblasti váhové přejímky surového dříví. DT ČSVTS České Budějovice, 1985

DOUDA, V.: Sklady dříví — Výrobní výkonnost mechanizačních prostředků. Skripta PGS, VŠZ-LF Brno, 1977

GARGULÁK, I. — PILÁRIK, S.: Hydraulika a elektronika strojů produkce Závodů těžkého strojířtva — Detva, VŠLD Zvolen, LF DT ČSVTS Žilina, 1985

PIŠKULA, F. — ULRICH, R.: Rozvoj manipulačně expedičních skladů ve vztahu k novým progresivním technologiím výroby dříví v jehličnatých porostech. Závěrečná zpráva LFVŠZ, Brno, 1980

PIŠKULA, F. — ULRICH, R.: Analýza faktorů ovlivňujících ukládání, třídění a přepravu krátkého dříví. Závěrečná zpráva LFVŠZ Brno, 1983

Došlo dne 15. 11. 1995

УЛРИХ, Р. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Анализ факторов, обуславливающих штабелирование древесины. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 159-172.

По результатам испытаний и оценке существующих до сих пор применяемых способов штабелирования, по анализу факторов, решительным способом обуславливающих качество автоматического штабелирования древесины у сортировочных транспортеров, можно дедуцировать проект конструкции пригодных бункеров. Высота транспортера должна быть минимально на 30 см больше, чем необходимая высота грани (обе измеряются от пола бункера). Однометровый кряж необходимо перед сбросом в бункер поворачивать поочередно тонким и толстым концом. Перед падением в бункер кряж не должен катиться. Он не должен падать из грейфера транспортера. Его можно заполнять снизу или сбоку, засовыванием при условиях: а) кряж короче, чем засовывающая шель, б) темп производства кряжа для одного бункера не выше 2,5 с на штуку, в) при заполнении бункера до высоты свыше 0,6 м требуется еще выравнивающее устройство и соответствующий уклон передовых стоек. Если же темп производства выше 2,5 с на штуку, то надо, чтобы кряж падал прямо в бункер. Прочные боковые борты можно использовать у бункеров только при точном попадании кряжа в них. Место свалки кряжа должно быть изготовлено из материала, подавляющего падение кряжа. Для этого пригодны древесный материал, находящийся прямо на земле. При этом было установлено, что кряж минимально отражается при падении на землю и на слой коры.

лесотехника; штабелированная древесина; автоматическое штабелирование

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Analysis of the Factors Influencing Shortwood Piling*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 159-172.

Applying the results of the tests and evaluating the current methods of timber piling, and analyzing the factors that influence in a decisive manner the quality of mechanical timber piling where sorting conveyers are used, a design of the construction of suitable containers can be deduced. The container height must be at least by 30 cm higher than the required height of a wood pile (both values are measured from the container floor). One-meter logs must be turned round alternating the thin and thick ends before they are put down to the container. Before it drops to the container, the log must not be rolling. It must drop to the container directly from the drive dogs. The piling of the logs can be either from the bottom or from the side, the logs must be placed under the following conditions: a) the logs are shorter than the insertion slot, b) the pace of log production for one container should not be higher than 2.5 sec. per log, c) if the logs in the container are piled to more than 0.6 m, another stacking mechanism must be used, and the adequate incline of front stanchions. If the production pace is higher than 2.5 sec. per log, the logs must drop directly to the container. Fixed front faces in the container can be used only if the logs are introduced precisely between them. The place of block incidence should be made of a material damping the incidence. Wooden skids on uncompacted soil are suitable. It was found out that the log rebound is the smallest if it dropped to the ground or bark layer.

forest machines; piled timber; mechanical piling

ULRICH, R. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Analyse von Faktoren, die die Schichtholzstapelung beeinflussen*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 159-172.

Aus Ergebnissen von Prüfungen und Einschätzungen bisher angewandter Arten von Stapelung, nach einer Analyse von Faktoren, die auf entscheidende Weise die Qualität der automatischen Schichtholzstapelung bei Sortierförderern beeinflussen, kann ein Entwurf der Konstruktion geeigneter Vorratsbehälter abgeleitet werden. Die Höhe des Förderers muß mindestens um 30 cm höher sein als die erforderliche Höhe der Holzstapel (beides gemessen vom Boden des Vorratsbehälters). Es ist notwendig, die 1 m langen Blöcke vor dem Abwurf in die Behälter abwechselnd mit dem dicken und mit dem dünnen Ende umzudrehen. Vor dem Abfall in den Vorratsbehälter darf der Block nicht rollen. Er muß direkt vom Mitnehmer des Förderers in den Vorratsbehälter fallen. Man kann untere oder seitliche Füllung anwenden, durch Einschub unter folgenden Bedingungen: a) die Blöcke sind kürzer als der Einschubschlitz; b) das Tempo der Produktion der Blöcke für einen Vorratsbehälter ist nicht größer als 2,5 s pro Stück, c) bei der Füllung des Vorratsbehälters in größere Höhe als 0,6 m ist eine weitere Planiervorrichtung und ein angemessenes Gefälle der vorderen Rungen notwendig. Falls das Tempo der Produktion höher als 2,5 s pro Stück ist, müssen die Blöcke direkt in den Vorratsbehälter fallen. Feste Seitenwände können beim Vorratsbehälter nur bei genauer Einführung des Blocks zwischen sie angewandt werden. Die Stelle des Einschlags des Blocks sollte aus einem Material hergestellt werden, das den Einschlag dämpft. Geeignet sind Holzunterlagen, die auf nicht verfestigtem Boden liegen. Es wurde festgestellt, daß der Block beim Einschlag auf den Boden oder auf eine Schicht von Rinde minimal abprallt.

Forsttechnik; Schichtholz; selbsttätige Stapelung

Adresa autora:

Ing. Radomír Ulrich, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

J. Vysloužil

VYSLOUŽIL, J. (Lesní závod Prostějov). *Rekreační hodnota hospodářského lesa*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 173-185.

Rekreační funkce hospodářského lesa využívá vlastností jednotlivých porostních typů, kladného působení dodržování diferencovaných zásad hospodaření apod., což není v antagonistické rozporu s účelností a hospodárností lesnické činnosti. Pro objektivní hodnocení lesnické činnosti i z pohledu naplnění celospolečenských funkcí je nezbytné použít vhodnou metodu, která by hodnotila především ty faktory, které lze začlenit do lesního hospodářského plánu. To znamená vybrat vhodný soubor ukazatelů, které může lesní hospodářství svou činností jak ovlivnit, tak i při pravidelných pravidelných prověrkách vyhodnocovat. Komparace dvou rozdílných metodických postupů byla realizována v modelovém území Dražanské vrchoviny (lesní hospodářský celek Prostějov) a přináší nejen potvrzení správnosti hodnocení lokalit, ale také ukazuje na přednosti metody posuzující rekreační hodnotu lesních porostů podél rekreačních tras. Tato metoda rovněž hodnotí jen ty faktory, které může lesní hospodářství ovlivnit. Rovněž plošná náročnost se pohybuje v rozmezí od 4,47 do 8,19 % z celkových výměr hodnocených modelových lokalit. Ze srovnání vyplývá, že vhodně volená metoda objektivně vyhodnotí, jak může lesní hospodářství zvýšit rekreační hodnotu hospodářského lesa pomocí diferencovaných způsobů hospodaření i na malé ploše.

celospolečenské funkce lesů; rekreace; hospodářský les

Lesy, přirozená i kultivovaná společenstva přírody, jsou největší základnou, která umožňuje celoroční rekreaci člověka. Rozsah a význam rekreace v lesích v posledních desetiletích značně stoupl a je zřejmé, že návštěvnost lesních porostů bude vzrůstat (Douglas 1977, Samek, Šindelářová 1979). K rychlému narůstání návštěvnosti lesa za účelem zotavení a restituce dochází především vzhledem k pozitivním účinkům pobytu v lesním prostředí, což souvisí s jeho hygienickou zdravotní funkcí a celkovým estetickým působením (Mezera 1970, Atrokhin 1976, Gardijenko 1977, Poleno 1979 a jiní). Studium a specifikací rekreační funkce lesních porostů se zabývají odborníci systematicky již po desetiletí (Galperin 1967, Mráček 1971, Volný 1978, Smirnov 1975, Majer 1977, Poleno 1978, Zundel 1978 a další).

Rekreace v lesním prostředí zahrnuje všechny formy využití volného času v lese a jeho bezprostředním okolí. Rekreační hodnota hospodářského lesa není v antagonistickém rozporu s účelností a hospodárností. Je lhostejné, zda tato rekreační hodnota vznikla jako přírodní jev nebo vedlejší důsledek lesnické činnosti, popř. cílevědomý výsledek lesního hospodářství. K zabezpečení řízeného uspokojení rekreačních požadavků (současných i očekávaných) je nezbytné, aby lesní hospodářství věnovalo této problematice stejnou pozornost jako produkčním problémům (Mayer 1969, Filizov, Minčev, Pejčev 1972, Margus, Visnapu 1974, Papánek 1978, Vyskot 1981). Lesní hospodářství však nezbytně potřebuje pro hodnocení rekreačního významu různých

porostních forem a lesnických úkonů exaktní podklady. Tato hodnocení rekreačního potenciálu krajiny nebo jen lesního prostředí jsou již vyjadřována číselně (Holovský, 1965, Kiemstedt 1967, Scamoni, Hofmann 1969, Míchal, Nosková 1970, Papánek 1972, Majer 1977, Alderwegen, Loch 1979, Volný 1980, Poleno 1982, Vysloužil 1985a). Nejčastěji se rekreační potenciál zjišťuje pomocí bodového ohodnocení různých faktorů, což je způsob poměrně jednoduchý a rychlý. Pro praxi je důležité z jednotlivých metod vybrat tu, která nejvíce vytváří předpoklady pro uplatnění tím, že umožní nejlépe skloubit požadavky produkce dřeva, ekonomiky i ekologie lesního hospodářství. Rovněž je žádoucí, aby zvolená metoda nevyžadovala speciální šetření (co nejvíce umožnila využití podkladů z běžně konaných šetření a průzkumů např. při obnově LHP) a přitom podávala uspokojivý přehled o vhodnosti určitého lesního území k rekreaci. Ověřit přednosti jednotlivých metod lze buď přímou aplikací, nebo nejlépe komparací metod v determinovaných rekreačních prostorech na modelových lokalitách.

METODIKA

Z výše uvedených metod jsou zvoleny ke komparaci dvě, které jsou shodně založeny na bodovém principu. Je to známá metoda Scamoni, Hofmann (1969) a nová metoda autora (Vysloužil 1985a). K srovnání vhodnosti metod byl zvolen LHC Prostějov, který svými předpoklady je vhodný pro ověření a zobecnění, a to ve třech modelových lokalitách situovaných do rekreačních prostorů.

Metodický postup hodnocení aktuální rekreační hodnoty území podle Scamoni, Hofmann (1969) je patrný z charakteristiky (tabulka V a VI) a zjištěné údaje se hodnotí podle klíče:

- méně než 125 bodů: lesy s malou rekreační hodnotou,
- 125 až 250 bodů: lesy jsou vhodné jako rekreační území,
- více než 250 bodů: lesy mají velmi dobré předpoklady pro rekreaci.

Rekreační potenciál jednotlivých lokalit podle autora pomocí analýzy přilehlých porostů k rekreačním trasám udává tabulka I. Výsledné hodnoty jednotlivých ukazatelů (Vysloužil 1985b) se posuzují podle klíče:

1. Vážený průměr bodové dotace na jeden porost trasy (P_t):

- ukazatel P_t — méně než 19,0 bodů: porosty podprůměrné,
- 19,1 až 22,0 bodů: porosty průměrné,
- více než 22,1 bodů: porosty nadprůměrné.

2. Bodová dotace na 1000 m trasy (T_t):

- ukazatel T_t — méně než 95 bodů: podprůměrná hodnota trasy,
- 96 až 220 bodů: průměrná hodnota trasy,
- více než 221 bodů: nadprůměrná hodnota trasy.

3. Členitost trasy (I_t):

- ukazatel I_t — méně než 4,99 bodů: málo členitá trasa,
- 5,00 až 9,99 bodů: průměrně členitá trasa,
- více než 10,00 bodů: nadprůměrně členitá trasa.

VÝSLEDKY

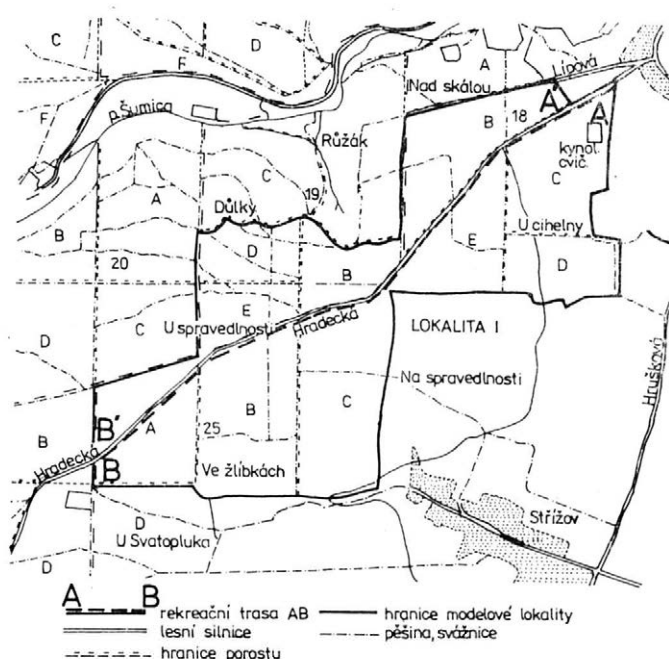
Lokalita I (obr. 1) byla zvolena 1 km jihozápadně od Náměště na Hané ve vzdálenosti 14 km od okresních měst Prostějov a Olomouc. Z obou měst je k lokalitě vhodné spojení veřejnou hromadnou dopravou (ČSAD, ČSD) a při použití individuálních motorových prostředků je u lo-

I. Rekreační potenciál modelových lokalit podle kvality faktorů dle autora. — Recreational potential of the model localities according to quality of factors by the author

Lokalita I—III	Kvalita ukazatelů a dílčí pořadí						Celkové pořadí lokalit
	P_t	pořadí	T_t	pořadí	I_t	pořadí	
I	26,89	1	200	2	7,44	3	2
II	25,09	2	256	1	10,20	1	1
III	22,51	3	198	3	8,80	2	3

kalitě parkoviště o kapacitě 50 aut. Lokalitu tvoří jednotlivé části oddělení 18, 19 a 25 na plesí Náměšť na Hané o rozloze 98,41 ha podél hlavní účelové cesty Hradecká za zámek. Nejvyšší nadmořská výška lokality je 280 m a maximální 355 m. Na východním a jižním okraji je lokalita ohraničena zemědělskými pozemky, jinak sousedí s lesními porosty po cestách a hranicích oddělení, pododdělení a porostů. Mezi intravilánem a modelovou lokalitou leží areál tradičních dožínkových oslav, což zvyšuje počet návštěvníků lokality. Vyhledávanost lokality je také způsobena návštěvníky zámku, výskytem hub, borůvek i ostatních lesních plodin. Lesohospodářská charakteristika modelové lokality je vyjádřena údaji v tabulce II.

Výpočet rekreační hodnoty podle metodiky Scamoni-Hofmann je souhrně uveden pro všechny tři lokality (tabulka V a VI). Rekreační potenciál zjištěný podle metodiky autora je opět souhrně uveden v tabulce I. Modelová lokalita I je podle obou metodik zařazena do území, které je vhodné pro rekreaci. Shodně podle obou metodik dosažené výsledky



1. Schematické zobrazení modelové lokality I.
— Schematic representation of model locality I

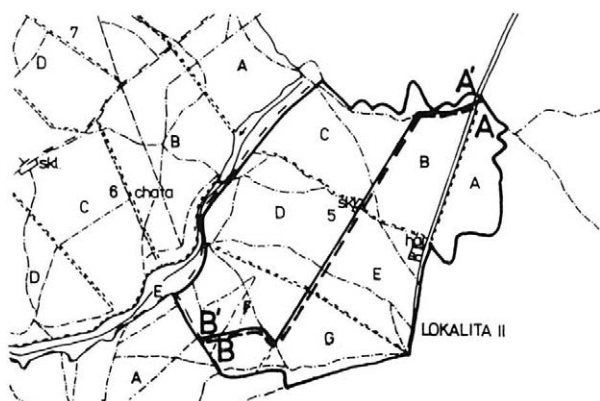
II. Charakteristika lesních porostů, lokalita I. — Characteristics of the forest stands, locality I

Porost	Plocha v ha	Věk	Za- kmenění	Hosp. soubor	Zastoupení dřevin
18 B1	0,31	25	7	43 - bo	sm 10, bo 70, lp 20
18 B2	11,37	90	9	43 - bo	sm 20, bo 57, md 14, jd 9
18 C1	1,50	5	9	43 - bo	bo 64, db 20, bk 26
18 C2	9,75	95	8	43 - bo	sm 20, bo 72, md 8
18 D1	1,10	3	10	43 - sm	sm 70, bo 25, db 5
18 D2	0,45	16	10	43 - bo	md 10, db 90
18 D3	5,34	103	9	43 - bo	sm 12, bo 72, md 7, db 9
18 E1	1,00	3	10	43 - bo	sm 5, bo 90, db 5
18 E2	3,14	25	8	43 - sm	sm 60, bo 30, md 10
18 E3	2,10	40	10	43 - sm	sm 80, bo 15, md 4, js 1
18 E4	2,88	102	10	43 - bo	sm 8, bo 83, md 8, jd 1
19 B1	1,38	6	10	43 - sm	sm 55, bo 5, db 40
19 B2	1,15	18	10	45 - sm	sm 25, bo 20, db 10, ol 20, db 10, jv 10, js 5, bk 5
19 B3	3,59	87	9	45 - sm	sm 65, jd 20, bo 10, md 5
19 D1	0,69	1	+8	45 - bo	db 100
19 D2	5,37	77	9	45 - sm	sm 50, jd 30, bo 10, md 10
19 E1	1,15	6	10	21 - bo	bo 77, md 3, db 20
19 E2	2,12	35	10	21 - bo	sm 60, bo 33, md 7
19 E3	2,30	107	6	21 - bo	sm 1, bo 81, db 2, jd 6, md 2
25 A1	2,82	44	10	23 - sm	sm 60, bo 40, md +, db +
25 A2	1,37	68	9	43 - sm	sm 60, bo 30, md 10
25 A3I	4,68	100	5	43 - bo	bo 64, sm 14, md 14, jd 6, db 2
25 A3II	2,50	5	4	43 - bo	sm 10, bo 10, db 65, bk 10, md 5
25 B1	6,24	10	10	23 - db	sm 20, bo 15, db 50, lp 10, ol 5
25 B2	7,08	39	10	23 - sm	sm 60, bo 25, md 15, db +, bř +, jd +
25 B3	1,80	107	8	23 - bo	bo 100, sm +
25 C1	0,58	5	9	23 - bo	bo 75, db 10, bř 5, md 5, lp 5
25 C2	11,75	49	9	23 - sm	sm 65, bo 15, md 15, jd 5, bř +
25 C3I	1,45	45	5	23 - sm	sm 90, jd 5, md 5
25 C3II	1,45	18	5	23 - sm	sm 45, bo 25, lp 30, md +, bř +, jv +
Celkem	98,41 ha				

leží přibližně uprostřed rozpětí klíče hodnocení. Podle metodiky Scamoni-Hofmann má modelová lokalita I vhodné předpoklady pro rekreaci vzhledem k průměrným hodnotám ukazatelů (A, B a C). Podle metody autora rekreační potenciál nejvíce ovlivňuje ukazatel P.

Lokalita II (obr. 2) byla zvolena v rekreační oblasti ve vzdálenosti 20 km od Prostějova, nejbližšího okresního města. Lokalita je umístě-

2. Schematické zobrazení modelové lokality II. — Schematic representation of model locality II

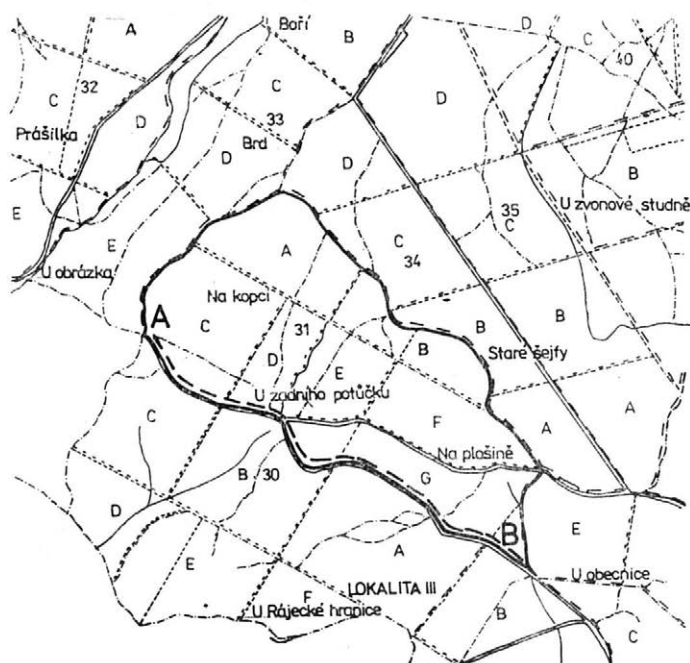


na mezi obcemi Niva, Otinoves a Baldovec. Veřejnou hromadnou dopravou ČSAD je spojení do výše uvedených okolních osad, kde je také nutné odstavit osobní motorová vozidla. Z jednotlivých obcí není k lokalitě dále než 2 km. Modelovou lokalitu tvoří oddělení 5 na polesí Niva o výměře 62,05 ha a leží v nadmořské výšce 580—620 m. Lokalita sousedí na severním, jižním a východním okraji se zemědělskými pozemky. Západní okraj sousedí s dalšími porosty polesí Niva. Podél západní hranice protéká zdrojnice. Lokalita je navštěvována především návštěvníky hledajícími ticho, klid a houby. Současně zde je větší výskyt zvěře. Lesní porosty jsou zde dobře rozpracovány s použitím pestré skladby dřevin. Lesohospodářská charakteristika modelové lokality II je uvedena v tabulce III. Postup zjištění rekreační metody je uveden v tabulce V a VI, rekreační potenciál v tabulce I. Podle metodiky Scamoni-Hofmann má modelová lokalita vhodné předpoklady pro rekreaci především vzhledem k přírodní vybavenosti (A) a ukazateli B. Podle ověřované metodiky autora rekreační potenciál kladně ovlivňují všechny tři ukazatele (P_t , T_t , I_t).

Lokalita III (obr. 3) leží ve vzdálenosti 21,5 km od Prostějova uprostřed rozsáhlého komplexu lesů Dražanské vrchoviny. Lokalita je dostupná z obcí Niva, Vysočany a Protivanov, kam vede hromadná doprava ČSAD, po překonání vzdálenosti 3 km přes les. Lokalita je tvořena oddělením 31 polesí Niva o rozloze 66,19 ha a její maximální nadmořská výška dosahuje 665 m, minimální 618 m. Podél jihozápadní hranice modelové lokality (zde navazuje na lesní porosty LZ Rájec-Jestřebí) vede značená turistická cesta k Oborskému rybníku vzdálenému asi 500 m od lokality. Lesní porosty jsou zde minimálně narušeny návštěvníky a jsou známé výskytem jelení zvěře. Smrkové porosty lokality jsou ohroženy především větrem a sněhem. Ochrana před abiotickými činiteli zde byla řešena pomocí odluk a rozluk, což pomohlo zvýšit rozčlenění porostů. Na lokalitě pramení jedna zdrojnice. Terén je plochý, jde o náhorní rovinu. Lesohospodářská charakteristika je zřejmá z tabulky IV. Výsledné hodnoty podle obou metodik udává tabulka I, V a VI. Podle metodiky Scamoni-Hofmann má modelová lokalita vhodné předpoklady pro rekreaci vzhledem k hygieně ovzduší (C) a průměrným hodnotám dalších ukazatelů. Ukazatele hodnocené podle autora mají všechny tři průměrnou hodnotu.

III. Charakteristika lesních porostů, lokalita II. — Characteristics of the forest stands, locality II

Porost	Plocha v ha	Věk	Za- kmenění	Hosp. soubor	Zastoupení dřevin
5 A1	5,82	60	10	45 - sm	sm 55, bo 15, md 20, bk 10, jd +
5 B1	0,80	8	9	45 - sm	sm 90, jd 10
5 B2	3,00	22	10	45 - sm	sm 80, jd 5, md 5, dgl 5, jv 5, bk +
5 B3	1,77	65	8	45 - sm	sm 70, jd 5, md 25, bk +, bř +
5 B4	2,56	106	8	45 - sm	sm 84, jd 7, md 9, bo +
5 C1	0,50	57	7	45 - sm	sm 40, jd 40, bk 20, hb +
5 C2	8,60	103	9	45 - sm	sm 73, jd 17, bk 2, md 7, bo 1
5 C3	1,50	17	9	45 - sm	sm 45, jd 10, bk 30, db +
5 D1	10,90	90	9	45 - sm	sm 90, jd 10, bo +, md +, bk +
5 D2	1,60	17	10	45 - sm	sm 20, jd 10, bk 60, jv 10, db +, lp +
5 G1	1,00	10	10	45 - sm	sm 80, jd 20
5 G2	5,17	40	10	45 - sm	sm 80, jd 5, bk 15
5 E1	3,75	10	10	45 - sm	sm 75, jd 10, bk 10, jv 5
5 E2	2,70	30	10	45 - sm	sm 90, jd 5, bk 5
5 E3	2,55	105	9	45 - sm	sm 92, jd 5, bk 1, md 2, bo +
5 F11	1,60	1	6	57 - sm	bk 60, js 40
5 F2	6,90	90	9	57 - sm	sm 86, jd 6, bk 4, md 2, jv 1, js 1
5 F3	1,33	17	10	57 - sm	sm 10, jd 5, bk 50, jv 15, js 20
Celkem	62,05 ha				



3. Schematické zobrazení modelové lokality III. — Schematic representation of model locality III

Porost	Plocha v ha	Věk	Za- kmenění	Hosp. soubor	Zastoupení dřevin
31 A1	0,27	1	10	57 - sm	sm 100, bk +, md +, bř +
31 A2	1,06	15	10	57 - sm	sm 85, bk 15, md +
31 A3	1,51	37	10	45 - bk	sm 20, bk 80, md +, bř +
31 A4	6,86	43	9	45 - bk	sm 75, md 22, bř 3, bk +, ol +, db +
31 A5	1,13	67	9	45 - bk	sm 100, md +, ol +
31 B1	1,93	16	10	45 - bk	sm 75, md 15, bk 10, bř +
31 B2	1,29	32	10	45 - bk	sm 30, bk 70
31 B3	4,23	63	9	45 - bk	sm 80, bo 5, md 15, bř +, ol +
31 C1	0,90	8	10	51 - sm	sm 80, bk 20, md +
31 C2	0,84	20	9	51 - sm	sm 90, md 10, bk +, bř +
31 C3	6,57	38	10	51 - sm	sm 8, bk 90, md 2, bř +
31 C4	3,08	44	9	51 - sm	sm 72, md 2, bk 26
31 C5	1,12	68	8	51 - sm	sm 97, md 3, bř +
31 C6	1,25	105	10	51 - sm	sm 60, md 10, bk 30
31 D1I	2,10	22	6	57 - sm	sm 53, md 9, bk 35, ol 3, bř +
31 D1II	2,00	5	3	57 - sm	sm 80, bk 20, ol +
31 D2	0,80	35	9	57 - sm	sm 30, bk 55, ol 15, md +, bř +
31 D3	0,73	45	10	57 - sm	sm 75, bk 25, db +, md +, bř +
31 E1	5,84	45	9	45 - sm	sm 55, md 35, bk 10, bř +, bo +, ol +
31 E2	0,89	65	9	45 - sm	sm 100, bř +, bo +
31 F1	1,49	17	10	57 - sm	sm 95, bk 5, md +, bř +
31 F2	1,59	35	10	57 - sm	sm 70, bk 30, md +, ol +, bo +, bř +
31 F3	5,70	48	9	57 - sm	sm 90, bo 5, ol 5, md +, bk +, bř +
31 F4	0,30	70	10	57 - sm	sm 100, bo +, jd +
31 G1	1,75	15	10	57 - sm	sm 90, bk 9, ol 1, md +, bř +
31 G2	1,38	28	8	57 - sm	sm 75, bk 25, md +, ol +
31 G3	5,34	47	10	57 - sm	sm 95, bo 3, md 1, ol 1, bk +, bř +
31 G4	3,01	68	10	57 - sm	sm 100, jd +, md +, bo +, bř +
31 G5I	1,00	108	7	57 - sm	sm 88, jd 22
31 G5II	0,19	7	2	57 - sm	sm 60, bk 40, jd +, bř +
31 G6	0,04	—	—	57 - sm	
Celkem	66,19 ha				

ZÁVĚR

Přestože bylo použito rozdílných metodik (založených sice na bodové metodě, ale hodnotících jiné faktory), ukázalo se, že výsledky zařazení modelových lokalit podle kvality lesního prostředí z hlediska rekreace jsou téměř shodné. Přitom autorem navržená metoda založená

V. Výpočet přírodní vybavenosti modelových lokalit podle Scamoni-Hofmanna (1969). — Calculation of the natural equipment of the model localities after Scamoni-Hofmann (1969)

Faktor	Specifikace	Lokalita I	Lokalita II	Lokalita III
Aa	1.0 Zpřístupnění území cestami			
	1.1 lesní cesty v km	8,50	5,80	6,20
	1.2 pěšiny	1,90	1,90	0,80
	1.3 lesní cesty vedoucí po okraji či přes paseku	0,72	1,08	0,00
	1.4 okrajové cesty u polí	0,52	1,17	0,00
	1.5 okrajové cesty u luk	0,28	0,00	0,00
	1.6 okrajové cesty s křovinami	0,00	0,00	0,00
	1.7 lesní aleje	7,35	4,20	2,70
	1.8 cesty po okraji vodní plochy se zakryt. výhledem	0,00	0,00	0,00
	1.9 cesty po okraji vodní plochy s volným výhledem	0,00	0,00	0,00
	1.10 cesty s dalekým výhledem, panoramatické pohledy	0,00	0,00	0,00
	1.0 Celkem pro plochu lokality	19,49	15,29	9,70
Ab	1.0 Přepočet na 1000 ha	198	246	147
	2.0 Rozmanitost území			
	2.1 vnitřní lesní okraje	11,00	5,40	8,00
	2.2 lesní okraje k polím	3,00	2,88	0,00
	2.3 lesní okraje k rybníkům a vodním tokům	0,00	1,26	0,00
	2.4 lesní okraje k lukám	0,28	0,60	0,00
	2.0 Celkem pro plochu lokality	14,58	10,14	8,08
Ac	2.0 Přepočet na 1000 ha	148	163	121
	3.0 Hodnocení porostní skladby, zastoupení dřevin	163	135	123
Ad	4.0 Rekreační hodnota vegetační skladby			
	4.1 nepřístupné porosty	0,00	0,00	0,00
	4.2 mladé, neprůhledné porosty	27,58	28,95	31,02
	4.3 listnaté porosty se sporou vegetací	0,00	12,23	0,00
	4.4 jehličnaté porosty se sporou vegetací	0,00	0,00	0,00
	4.5 listnaté porosty s hojným podrostem	0,00	0,00	0,06
	4.6 jehličnaté porosty s hojným podrostem	15,02	26,51	54,02
	4.7 jehličnaté porosty s vysokou trávou	41,82	40,15	0,00
	4.8 smíšené lesní porosty (jehl. + list.)	32,38	0,00	22,60
	4.0 Celkem rekreační hodnota vegetační skladby	116,8	111,3	107,7

Faktor	Specifikace	Lokalita I	Lokalita II	Lokalita III
Ae	5.0 Faktor reliéfu terénu (v %). koef.			
	5.1 převážně roviny	4,06	32,23	54,68
	5.2 svahy do 15°	118,89	88,10	58,92
	5.3 údolí, svahy přes 15° a vrchy nad 50 m	6,72	0,00	0,00
	5.4 rokliny, skály, svahy přes 30°	0,00	0,00	0,00
	5.0 Celkem faktor reliéfu terénu	129,7	120,3	113,6
Af	6.0 Faktor klimatu	1,2	1,5	1,5
A	7.0 Přírodní vybavenost území	181,3	232,8	183,6
	8.0 Plocha modelových lokalit v ha	98,41	62,05	66,19

na principu analyzovat pouze rekreační trasy a k nim přilehlé porosty je daleko rychlejší a podchycuje skutečně jen ty faktory, které lze lesnickou činností ovlivnit. Potřebné uplatnění zásahů není nutno konat i v determinovaných rekreačních prostorech na celé ploše, ale jen na přiměřené rozloze, takže i ev. dílčí omezení běžného provozu není podstatné. U modelové lokality I bylo hodnoceno území přilehlé k rekreační trase o výměře 8,02 ha, tj. 8,15 % z celkové výměry. V modelové lokalitě II byla šetřena novou metodou plocha 5,08 ha, tj. 8,19 % rozlohy lokality. Nejmenší výměra byla hodnocena v modelové lokalitě III, kde byly posouzeny porosty přilehlé k rekreační trase o ploše 2,96 ha, tj. 4,47 % z celkové výměry lokality.

Srovnáním dosažených hodnot jednotlivých ukazatelů obou metod (tabulka VII) zjišťujeme shodné pořadí vhodnosti modelových lokalit. Z klíče hodnocení je zřejmé, že podle metody Scamoni-Hofmann patří všechny tři lokality do území, která mají lesy vhodné k rekreaci (lesní porosty v lokalitě II se blíží hodnocení velmi dobrých předpokladů). Podle klíče hodnocení u metody autora se ukazuje, že u lokality I je ukazatel P_i (lesní porosty z rekreačního hlediska) nadprůměrný, ostatní ukazatele jsou průměrné. V lokalitě II mají všechny ukazatele (P_i , T_i a I_i) nadprůměrné předpoklady k rekreaci. U lokality III má nadprůměrnou hodnotu jen ukazatel P_i .

Komparace dvou rozdílných metodických postupů v determinovaných modelových územích přinesla nejen ověření vhodnosti a použitelnosti metod, ale také potvrdila význam hospodářského lesa pro uspokojení rekreačních požadavků obyvatelstva. Z šetření vyplývá, že existuje přímý vliv lesní hospodářské činnosti na rekreační funkci, který není v antagonistickém rozporu. V hospodářských lesích jsou to především zásahy obhospodařování z biologického a biotechnického hlediska. Rezervy jsou v použití diferencovaných způsobů hospodaření, které závisí na prioritních zájmech produkce dřeva, ale také umožňují i optimalizaci rekreační funkce (mimoprodukční požadavky). Velmi důležitá je pro zvýšení rekreační atraktivnosti lesního prostředí obecně technická vy-

VI. Výpočet rekreační hodnoty modelových lokalit podle Scamoni-Hofmanna (1969).
 — Calculation of the recreational value of the model localities after Scamoni-Hofmann (1969)

Faktor	Specifikace	Modelové lokality		
		I	II	III
Aa	zpřístupnění území cestami	198	246	147
Ab	rozmanitost území	148	163	121
Ac	hodnota porostní skladby	163	135	123
Ad	rekreační hodnota vegetační skladby	117	111	108
Ae	faktor reliéfu terénu	130	120	114
Af	faktor klimatu	1,2	1,5	1,5
A	Přírodní vybavenost území	181	233	184
Ba	čistota vzduchu	1,0	1,5	1,5
Bb	hlučnost okolí	1,0	1,0	1,0
Bc	obtížný hmyz	1,0	1,0	1,0
Bd	zmenšení estetické hodnoty	1,0	1,0	1,0
B	Hygiena ovzduší a negativní faktory	1,0	1,125	1,125
Ca	stav cest a jejich označení	1,5	1,5	1,5
Cb	vybavení ochrannými přístřešky	1,0	1,0	1,0
Cc	vybavení lavičkami a podobně	1,0	1,0	1,0
Cd	vybavení parkovišti, koupališti	1,5	1,0	1,0
Ce	vybavení gastronom. zařízeními	2,0	1,0	1,0
Cf	naučné stezky, obory se zvěří	1,0	1,0	1,0
Cg	vybavenost hygienickým zařízením	0	0	0
C	Intenzita vybavení území	1,14	0,928	0,928
A.B.C	Aktuální abs. rekreační hodnota	206	243	192
$A = \frac{Aa + Ab + Ac + Ad + Ae}{5} \cdot Af$		$B = \frac{Ba + Bb + Bc + Bd}{4}$		
$C = \frac{Ca + Cb + Cc + Cd + Ce + Cf + Cg}{7}$		A.B.C = Ra		

bavenost, která je v hospodářských lesích chápána především jako zpřístupnění dostatečnou sítí cest, pěšin a rozdělovacích linií. Současná technická vybavenost porostů je dána hospodářskou úpravou lesů, lesnickým provozem a výkonem myslivosti. S jednoúčelovým rekreačním vybavením se v těchto hospodářských lesích nepočítá, i když vybudování některých prvků se nevyklučuje. K negativním vlivům z hlediska rekreace v hospodářských lesích patří především nesprávná aplikace techniky či technologie a porušení platných pokynů, ev. nerespektování ekologické

ké únosnosti daného lesního prostředí. To potvrzuje předpoklad, že v hospodářském lese lze zvýšit rekreační funkci porostů při vhodném použití i současných lesnicko-hospodářských opatření a technologií, které nevyžadují následné investice nebo nesnižují produkční poslání těchto porostů.

Literatura

- ALDERWEGEN, H. A. — LOCHT, L. J.: Two methods for appraisal of the recreational benefits of woodlands. In: IUFRO proceedings interim meeting, Utrecht 1979, 22 s.
- ATROKHIN, V. G.: Influence of forests on the environment. In: Pap. presented to the symp. on for. and wood: their role in the environm., Part I, Geneva, UNO/FAO 1976, s. 41-90
- DOUGLASS, R. W.: Forest recreation. First edition. Pergamon Press 1969, 335 s.
- FILIZOV, D. — MINČEV, B. — PEJEV, P.: Problemi na krajseliščinite gori i lesoparkove. Sofija, Deržavno Izd. za Sel. stopau, 1972, 127 s.
- GALPERIN, M. I.: Organizacija chozjajstva v prigorodnyh lesach. Lesnaja promyšlenost', 1967, 231 s.
- GORDIJENKO, R. N.: O rekreacionnom ispolzovanii lesov. Les. Choz., 30, 1977, 10, s. 70-72
- HOLOVSKÝ, M.: Krajinné typy a rekreační potenciál krajiny. Sborník: Ekologie krajiny, ČSAV — ÚTOK, Jevany u Prahy, 1965, s. 206-217
- KIEMSTEDT, H.: Zur Bewertung der Landschaft für die Erholung. Beiträge zur Landespflge, Stuttgart, 1967
- MAJER, V.: Rajonizace lesů v ČSR podle významu jejich rekreační funkce. Práce VÚLHM sv. 50, 1977, s. 169-189
- MARGUS, M. — VISNAPUU, M.: Kak ochranjať lesa v zelenych zonach. Les. Chozj., 27, 1974, 7, s. 79-81
- MAYER, H.: Überlegungen zu einem Waldbau — Konzept für die Buchenwaldstandorte des norderen Wienerwaldes. All. Forstztg., 1969, 5 s.
- MEZERA, A.: Estetická a kulturní hlediska při tvorbě a ochraně krajiny a přírody. Lesnictví, 43, 1970, 9, s. 765-788
- MÍCHAL, I. — NOSKOVÁ, J.: Hodnocení přírodních předpokladů území pro rekreaci. Acta ecologica naturae ac regionis 1-2, VTEI řada E, Terplan Praha 1970, s. 85-91
- MRÁČEK, Z.: Rekreační funkce lesů a její hodnota. Stud. inform. ÚVTI, řada Lesnictví, 1971, 2, 72 s.
- PAPÁNEK, F.: Funkčně integrované lesné hospodárstvo a funkčné typy lesa. Lesnický časopis, 1972, 2, s. 109-124
- PAPÁNEK, F.: Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva. Lesnícke štúdie, 29, Príroda, 1978, 218 s.
- POLENO, Z.: Příměstské lesy a jejich funkce. Lesn. práce, 57, 1978, 10, s. 429-435
- POLENO, Z.: Rekreační zázemí Prahy. Zprávy lesnického výzkumu, 1979, 1, s. 32-37
- POLENO, Z.: Les jako činitel rekreační atraktivity krajiny. Ústní sdělení, Praha 1982
- SAMEK, V. — ŠINDELÁŘOVÁ, J.: Rekreaace ve volné krajině. Stud. inform. ÚVTIZ, řada Příroda — Krajina — Životní prostředí, Praha 1979, 92 s.
- SCAMONI, A. — HOFMANN, G.: Verfahren zur Darstellung des Erholungswertes von Waldgebieten. Archiv. f. Forstwesen, 18, 1969, 3, s. 283-300
- SMIRNOV, I. I.: Razvitiye sanitarno-gigieničeskich i rekreacionnyh funkcij lesov. Les. Chozj., 28, 1975, 6, s. 44-48
- VOLNÝ, S.: Některé rekreační vztahy mezi městem a lesy na příkladu brněnské průmyslové aglomerace. Lesnictví, 24, 1978, 10, s. 861-876

VOLNY, S.: Studium lesních ekosystémů lužních a pahorkatinných lesů ve vztahu k rekreační funkci v krajině. Záv. zpráva VÚ, Brno 1980, 53 s.

VYSKOT, I.: Vliv rozdílné struktury stejnověké předmýtní smrčiny na její rekreační funkce. Kand. dis. práce, LF VŠZ Brno, 1981, 112 s.

VYSLOUŽIL, J.: Example of the method for estimating the recreational attractivity of productive forests. Ekológia (ČSSR), 4, 1985a, 3, s. 297-315

VYSLOUŽIL, J.: Význam hospodářského lesa pro rozvoj rekreace. Lesnictví, 31, 1985b, 10, s. 913-925

ZUNDEL, R.: Wald und Erholung. Natur und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland, 1978, s. 534-541

Došlo dne 11. 1. 1985

ВЫСЛОУЖИЛ, Я. (Lesní závod Prostějov). Рекреационное значение хозяйственного леса. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 173-185.

Рекреационная функция хозяйственного леса использует свойства отдельных типов насаждений, положительное действие соблюдения дифференцированных принципов хозяйствования и т. п., что ни в коей мере не противоречит рациональности и экономичности лесоводческой деятельности. Для объективной оценки лесохозяйственной деятельности также с аспекта выполнения всеобщественных функций леса нужно применить правильный метод, с помощью которого можно оценивать прежде всего те факторы, которые можно включить в план лесного хозяйства. А это значит — выбрать подходящий комплекс показателей, которые лесное хозяйство может не только обусловить своей деятельностью, но и оценивать при регулярных пятилетних проверках. Сопоставление двух различных методик производилось на модельной территории Драганской возвышенности (лесная экономическая единица Простейов) и, наряду с подтверждением правильности оценки местностей, показывает также преимущество метода, оценивающего рекреационное достоинство лесных насаждений вдоль рекреационных трасс. Этот метод также оценивает лишь те факторы, на которые лесное хозяйство может влиять. Захватываемая при этом методе оценки площадь колеблется в пределах 4,47—8,19 % от общей площади оцениваемых модельных местностей. Из сравнения очевидно, что правильно выбранный метод объективно покажет, до какой степени лесное хозяйство может повысить рекреационную ценность хозяйственного леса дифференцированными способами хозяйствования и на небольшой площади.

всеобщественная функция лесов; рекреация; хозяйственный лес

VYSLOUŽIL, J. (Lesní závod Prostějov). *Recreational Value of a Commercial Forest*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 173-185.

The recreational function of a commercial forest makes use of the properties of different types of forest stands, of the positive influence of sticking to the differentiated principles of forest management, etc.; this is not in contradiction with the purposeful and thrifty forest cultural treatments. To assess objectively forest cultural treatments and with respect to fulfilling the social functions of forests, a suitable method should be applied evaluating mainly those factors which could be embodied into the forest management plan. This means to choose an appropriate set of parameters which could be influenced by forest cultural treatments and evaluated by regular check-ups made over a pentad. Two different methodical procedures were confronted by their application to the model territory of the Drahanická vrchovina (Prostějov forest estate); we demonstrated that the evaluation of the localities was correct and the advantages of the method assessing the recreational value of forest stands along recreational routes. Only those factors are evaluated which could be influenced by forest management. The area requirement ranges from 4.47 to 8.19 % out of the total area of the model localities that were evaluated. It follows from the comparison that by a duly chosen method we can evaluate in an objective way how to increase the recreational value of a commercial forest by applying differentiated forest cultural treatments also on a small area.

social function of forests; recreation; commercial forest

VYSLOUŽIL, J. (Lesní závod Prostějov). *Erholungswert des Wirtschaftswaldes*. Lesnictví, 33, 1987 (2) : 173-185.

Die Erholungsfunktion des Wirtschaftswaldes nützt die Eigenschaften der einzelnen Bestandestypen, die positive Wirkung der Einhaltung differenzierter Bewirtschaftungsgrundsätze usw. aus, was in keinem antagonistischen Widerspruch mit der Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der forstlichen Tätigkeit steht. Für objektive Einschätzung der forstlichen Tätigkeit auch aus der Sicht der Erfüllung gesellschaftlicher Funktionen ist es unerlässlich, eine geeignete Methode anzuwenden, die vor allem diejenigen Faktoren einschätzen würde, die in Forstwirtschaftsplan eingegliedert werden können. Das bedeutet eine geeignete Gesamtheit von Anzeigern auszuwählen, die die Forstwirtschaft durch ihre Tätigkeit sowohl beeinflussen kann, als auch bei regelmäßigen periodischen Überprüfungen auswerten kann. Ein Vergleich von zwei unterschiedlichen methodischen Verfahren wurde im Modellgebiet des Dražanská vrchovina-Hügellandes (Forstwirtschaftsgebiet Prostějov) realisiert und er bringt nicht nur die Bestätigung der Richtigkeit der Einschätzung von Lokalitäten, sondern auch Hinweise auf die Vorteile der Methode, die den Erholungswert von Waldbeständen entlang der Erholungstrassen beurteilt. Diese Methode schätzt ebenfalls nur diejenigen Faktoren ein, die der Forstwirt beeinflussen kann. Auch die Flächenansprüchlichkeit bewegt sich im Bereich von 4,47 bis 8,19 % der Gesamtausdehnung der eingeschätzten Modelllokalitäten. Aus dem Vergleich geht hervor, daß eine geeignete Methode objektiv einschätzen kann, wie die Forstwirtschaft den Erholungswert des Wirtschaftswaldes mit Hilfe differenzierter Wirtschaftungsverfahren auch auf kleiner Fläche erhöhen kann.

Gesellschaftliche Funktion der Wälder; Erholung; Wirtschaftswald

Adresa autora:

Ing. Jan Vysloužil, CSc., Lesní závod Prostějov, Riegrova 24, 797 26 Prostějov

XX. MEZINÁRODNÍ SYMPOZIUM MECHANIZACE LESNÍCH PRACÍ. 1986, BRNO

Ve dnech 26. až 30. 5. 1986 se sešli přední vědci a vysokoškolští pracovníci Evropy na sympoziu, které bylo věnováno problematice mechanizace těžby dřeva v hustě osídlených oblastech střední Evropy. Jubilejní setkání účastníků sympozia uspořádala tentokrát lesnická fakulta Vysoké školy zemědělské v Brně, pod záštitou děkana lesnické fakulty prof. Ing. Antonína Čihala, CSc.

Sympozia se zúčastnili zástupci 13 evropských zemí a poprvé účastník ze Sýrské arabské republiky. Z BLR to byli 2 zástupci, z MLR 2, z NDR 2, z PLR 3, z NSR 2, z Finska 2, z SFRJ 3, ze Švýcarska a Norska po jednom, z ČSSR 2 a ze SSSR 5 účastníků. Z evropských zemí chyběli zástupci Rakouska, Švédska, RSR, Řecka a Francie, kteří se sympozii tradičně zúčastňují.

Při příležitosti dvacetiletého jubilea byly rekapitulovány výsledky výměny zkušeností, konfrontace poznatků a vzájemné spolupráce. Obdobná setkání se konala v minulosti v těchto zemích:

1. Zvolen, ČSSR	1966
2. Šoproň, MLR	1968
3. Ljubljana, SFRJ	1969
4. Poznaň, PLR	1970
5. Vídeň, Rakousko	1971
6. Minsk, SSSR	1972
7. Hamburk, NSR	1973
8. Helsinky, Finsko	1974
9. Zvolen, ČSSR	1975
10. Plovdiv, BLR	1976
11. Carpenberg, Švédsko	1977
12. Tharandt, NDR	1978
13. Varšava, PLR	1979
14. Šoproň, MLR	1980
15. Soluň, Řecko	1981
16. Ossiach, Rakousko	1982
17. Zagreb, SFRJ	1983
18. Oslo, Norsko	1984
19. Hamburk, NSR	1985
20. Brno, ČSSR	1986

V úvodním projevu přivítal účastníky sympozia v zastoupení děkana lesnické fakulty proděkan pro vědeckovýzkumnou práci doc. Ing. Jan Kuchník, CSc. Zdůraznil užitečnost a potřebu výměny zkušeností, která ve svých důsledcích vede k těsnější mezinárodní spolupráci výzkumu, školství a lesního hospodářství. Vedoucí katedry lesní těžby

a zpracování dřeva lesnické fakulty VŠZ v Brně prof. Ing. Jaroslav Dejmál, DrSc., pozval účastníky k prohlídce některých zařízení fakulty a seznámil je s formou vysokoškolské výuky specializovaných předmětů technické sekce.

V přednáškové části sympozia odezněly referáty předních odborníků zabývajících se problematikou mechanizace výrobních postupů v těžební a dopravní činnosti lesního hospodářství. Obsahová pestrost umožnila zařadit referáty do šesti tematických okruhů. Aktuální obsah některých referátů zasluhuje i naši pozornost.

Referátovou část sympozia zahájil v prvním tematickém okruhu Mechanizace těžebních prací ve vztahu k životnímu prostředí prof. P. Haschke (NDR) příspěvkem věnovaným ekologickým a technickým aspektům při další mechanizaci těžby dřeva v NDR. Poukázal na důležitost komplexní přípravy těžebních pracovišť a stanovil velikost a počet ploch z hlediska ovlivňujících kritérií. Seznámil účastníky s rozpracováním stromové metody u našich sousedů. Uvedl, že jen pečlivá projekce a nasazení techniky minimalizují vlivy na lesní prostředí.

Známy polský odborník prof. E. Kaminski z Varšavy demonstroval ve výsledcích tendence využití lesů mírného a severního pásma Evropy a zdůraznil, že představují z celosvětového hlediska podstatnou obhospodařovanou základnu, u které převládá industriální charakter těžby dřeva. Lze očekávat převahu ostatních funkcí lesa nad těžbou dřeva okolo roku 2005. Ve zpracovaných údajích kvantifikoval rozdíl mezi spotřebou a možnostmi těžby dřeva v Evropě.

Prof. Z. Laurow (PLR) se zabýval metodickými základy a vědeckými šetřeními vlivu těžby dřeva na životní prostředí. Obdobnými problémy se zabýval i prof. I. Herpay (MLR), který ve svém referátu nastínil způsoby těžby dřeva šetřící lesní prostředí. Zdůraznil ekologickou roli osídlených oblastí Evropy a poukázal na volbu technologických variant, které zmírňují negativní účinky techniky na prostředí. Podle dlouhodobých poznatků šetřící technologie zvyšují náklady o 40 až 50 %.

Ve druhém tematickém okruhu — Mechanizace výchovných těžeb dřeva — přednesl referát prof. A. K. Redkin z Moskvy na téma K mechanizaci těžby dřeva v malých lesních rajónech evropské části SSSR. Z referátu vyplynulo, že malé lesní rajóny jsou charakterizovány zpracováváním 50 000 až 200 000 m³ dřeva na lesních skladech. Podle sovětských zkušeností propracovaný systém více strojů zvyšuje produktivitu práce více než samostatný mechanizační prostředek přibližně shodných parametrů. Rovněž seznámil účastníky s organizací vysokoškolského studia lesnických fakult v SSSR. Statistická čísla jsou evidentní: zatímco v SSSR na 11 studentů připadá jeden vysokoškolský učitel, v ČSSR pouze jeden vysokoškolský pracovník na 13 studentů.

Dále následoval referát prof. R. Haarlaa (Finsko) — Probírková technika mladých lesních porostů. Uvedl, že pro efektivní nasazení techniky ve skandinávských poměrech je třeba výcvik operátorů strojů i na trenažerech simulacího charakteru v poměru stroj — trenažer 1 : 8. Ve Finsku se ročně vyrábí až 2000 strojů pro těžbu a dopravu dřeva.

Při těžbě jednotlivých stromů označuje řetězovou pilu na hydromanipulátoru za princip blízké budoucnosti ve Skandinávii. Zkušenosti výroby krátkých sortimentů ve Finsku se odrazily ve vzniku nové metody dělených stromů (zvýšení investic na instalaci odvětvovacích bubnů u dřevozpracujících odběratelů). Tato progresivní technologie je rozpracována i u nás na LZ Prostějov, Jm SL PŘ Brno, na základě poznatků z minulých symposií, které rozpracovali do studie i pracovníci naší lesnické fakulty.

Metoda dělených stromů záleží v tom, že vytěžené stromy se neodvětvují přímo na místě, ale až mimo porost na manipulačním skladě Ptení. Kromě vylovení namáhavého a rizikového odvětvování to má nemalý význam z hlediska řešení otázek čistoty lesa a následného zalesňování. Využívá se i korunové části stromů, které se štěpkují na zvláštní lince. Část takto získaných lesních štěpek bude sloužit k energetickým účelům, především k vytápění dílen, skladů a sociálních zařízení, zbytek suroviny pak bude možno využít k výrobě dřevotřísek. Počítá se i se zpracováním jehličí na přísadu do krmiv, popř. v chemickém průmyslu.

Doc. A. Epalt (SSSR) z vědecko-výrobního sdružení z Rígy prezentoval výsledky výrobních a výzkumných prací

a spolupráce s ČSSR. Na základě deseti-letého výzkumu se pracovníci sdružení zabývali otázkami růstových poměrů ve smrkových a borových porostech při síti technologických koridorů. Zajímavé bylo sdělení, že v některých podmínkách koleje mechanizačních prostředků slouží v podmačených porostech jako meliorační prvek, aniž by se narušil přírůst porostů.

Prof. S. Bojanin (SFRJ) podal ve svém referátu zprávu o vlivu jemných způsobů hospodaření na soustředování dřeva jedlového výběrného lesa v Chorvatské socialistické republice.

V další části vystoupil doc. W. Große (NDR) s referátem Mechanizace těžebních prací v pahorkatinách, pojednávajícím o vlivu nákladů na provozuschopnost lesnických strojů ve srovnání s náklady jiných odvětví. Bylo potěšitelné, že na předním místě v podmínkách NDR se umísťuje v systému — spolehlivosti, ceny a provozních nákladů — speciální lesní kolový traktor LKT 80, resp. 81.

Zkušenosti ŠLP Křtiny v oblasti mechanizace těžebních prací v účelovém hospodaření podniku přednesl Ing. Z. Hartmann, CSc., ředitel ŠLP. Vztahy mezi úrazovostí a stupněm mechanizace těžebních a dopravních prací v lesním hospodářství uvedl doc. Ing. Ondruš.

O specifických problémech mechanizace lesních prací v NSR hovořil prof. Becker. Charakterizoval podmínky lesního hospodářství NSR jako všestranně rozdílné — soukromé vlastnictví, existence dvou odvětví (lesnictví a dřevařství), problematika exportu a importu v NSR. Z uvedeného důvodu nelze nalézt uniformní technické řešení mechanizace lesních prací. V obecném pohledu existuje nízký stupeň mechanizace těžebních prací; poměr mzdových nákladů k ostatním je 7 : 3 a mzdové náklady stoupají strměji než ostatní.

Generální cíl v NSR je pěstování středního dříví (25 až 45 cm v d_{1,3}) a tlustého dříví nad 45 cm. Dále uvedl, že klasický způsob těžby dřeva je uplatňován v 80 %, skandinávská technika v 10 % a převážně v jižních oblastech NSR je uplatňována metoda kmenová a stromová na skladech dřeva. V současné době nejsou v NSR zaznamenány plošné imise.

Prof. S. Christov (BLR) v referátu Zvyšování a modernizace těžebních a dopravních prací v BLR objasnil perspektivy traktorového a lanovkového soustředování dřeva. Na problematiku navázal doc. D. Mladenov, rovněž

z BLR, v referátu Těžební technologie v lázeňských, rekreačních a ochranných lesích BLR.

Zajímavý referát přednesl prof. E. Rónay (ČSSR) — Perspektivy a vývoj mechanizace těžebních prací ve Slovenské socialistické republice. Objasnil aspekty, které budou formovat budoucí cestní síť v mnoha oblastech SSR.

Poslední den jednání pokračoval v tematickém okruhu Zužitkování dendromasy stromů z pohledu mechanizace těžebních prací odezněním referátu Dr. H. Wippermanna (NSR) Příprava tenkého dříví a těžebního odpadu na výrobu lesních štěpek pro energetické účely. Uvedl, že v NSR nepočítají s vlastním vývojem mobilních sekaček z toho důvodu, že vlastníci lesů a půdy v NSR mají průměrně 2,3 traktoru. Orientují se proto na výrobu přídavných štěpkovacích zařízení na zemědělské traktory a zejména pro víceúčelový traktor Unimog.

Prof. M. Kubiak (PLR) v referátu Zpracování části stromů při těžbě dřeva v borových porostech prezentoval výsledky a zkušenosti u našich severních sousedů.

Naši lesnické veřejnosti známý prof. K. Putkisto (Finsko) v referátu Část stromů jako surovinový materiál u zpracovatelských terminálů analyzoval dosavadní výsledky částečné stromové metody ve Finsku a nastínil její perspektivy při vyšším stupni zpracování biomasy.

V posledním tematickém okruhu — Vliv faktorů na mechanizaci odvozu dřeva — přednesl další z referátů doc. N. S. Kolbas z Lesotechnické akademie v Leningradě. Věnoval se otázkám zvýšení efektivity transportu na lesních cestách v drsných podmínkách severních oblastí SSSR. V těchto podmínkách připravují typy panelů mající podobné funkce jako panely betonové. Námrazovost stavebních materiálů při stavbě lesních cest je snižována i přidáváním pryskyřice.

Prof. E. Rebul a (SFRJ) se zabýval tematickou kvalitou lesních cest ve vztahu k dopravním rychlostem při odvozu dřeva. Poukázal zejména na to, že v evropském lesním hospodářství je všeobecná tendence zvyšovat tlak na osy nákladních aut a zvětšovat délku odvozních prostředků. Je-li zatížení na osu 10 t, pak jedno přejetí má na lesní cestu takový vliv jako přejetí 100 osobních aut.

Doc. J. Rumpf (MLR) analyzoval náklady na stavbu cest pro dopravu



1. Účastníci sympozia na Českomoravské vrchovině před hotelem SKI. Snímek Brumovský

dřeva ve vztahu k životnosti cesty. Uvedl, že náklady na stavbu cest jsou tak jako v ostatních zemích i v MLR vysoké. Z uvedeného hlediska klasifikoval různé typy cest v závislosti na frekvenci provozu a druhu dopravního prostředku.

Referátovou část zahraničních účastníků sympozia uzavřel přední švýcarský odborník prof. V. Kuonen příspěvkem Stavební zabezpečení vrchní části lesních cest. Na dokumentačních snímcích prezentoval švýcarské zkušenosti stavby lesních cest v Alpách. Při stavbě lesních cest ve Švýcarsku je nutno brát v úvahu i hlediska potřeb zemědělství, ochrany přírody a turistického ruchu.

Další výměna zkušeností se odbyvala při exkurzní části sympozia v oblasti Jihomoravských státních lesů na Českomoravské vrchovině, v lužních lesích LZ Židlochovice a v oblasti Moravského Krasu.

Závěrečné hodnocení sympozia provedl garant akce za lesnickou fakultu VŠZ v Brně, prof. J. Dejmál. Poděkoval účastníkům za vysokou odbornou úroveň referátů, které napomohly seznámit se s moderními znalostmi v oblasti těžební a dopravní činnosti zúčastněných států. Zvlášť významná byla letošní velká účast sovětských specialistů, jejichž zkušenosti jsou pro evropské lesní hospodářství vždy poučné.

Čtvrtý mezinárodní ekologický kongres INTECOL (International Congress of Ecology) a současně 71. sjezd Ekologické americké společnosti (Ecological Society of America ESA) a páté zasedání Mezinárodní společnosti ekologického modelování (International Society of Ecological Modelling ISEM) byl uspořádán na státní univerzitě státu New York v městě Syracuse. Žije zde asi půl miliónu obyvatel, zhruba 460 km severovýchodně od New York City, je to středisko vzdělání, zdravotní péče, průmyslu a obchodu. Výhodnou polohu ve středu celého státu New York zdůrazňuje množství jezer, hor, toků, jsou zde dobré příležitosti pro zimní i letní turistiku a rekreaci.

Čtvrtému kongresu INTECOL na téma Globální vztahy v ekologické teorii a praxi ve dnech 10.—16. srpna 1986 předsedal dosavadní prezident Mezinárodní ekologické společnosti Francouz E. Bourlière, generálním tajemníkem byl Američan F. B. Golley, který byl na kongresu zvolen jeho nástupcem, hospodářem Polák W. Grodzinski. V předsednictvu této Společnosti byl na kongresu zástupce ČLR, Chile, Jugoslávie, Malajsie, Norska, NSR, Spojeného království a SSSR. Kongres byl uspořádán s podporou odboček státní newyorské univerzity v Binghamptonu, Stony Brook, Albaně a Buffalo i dalších, např. Cornellovy univerzity v Ithace.

Ve 119 tematických okruzích, jejichž účastníci zasedali současně v rozlehlém areálu univerzity, byly předneseny příspěvky kongresu INTECOL, sympozii ESA a ISEM i další, např. ve formě posterů, od zhruba 2100 účastníků oficiálních a pozvaných, jejichž počet rozmnožilo asi 500 dalších z různých institucí USA. Za socialistické země byly příspěvky podány z ČSSR, PLR a SSSR, osobně vystoupili pouze zástupci PLR a z ČSSR zástupce Slovenské akademie věd v Bratislavě M. Ružička a Československé akademie věd V. Škopek z Ústavu krajinné ekologie v Českých Budějovicích. M. Ružička předložil referát Základní předpoklady ekologického plánování krajiny, V. Šopek přednesl příspěvek Geoekologické hodnocení struktury a procesů v agroekosystémech.

Oba příspěvky byly přijaty příznivě, jsou zahrnuty ve zkráceném výtahu do Sborníku na 377 stranách, který obdržel každý účastník při registraci.

Lesnicko-ekologické problematice byla věnována pozornost v mnoha tematických skupinách, v nichž se odrážel i názor na globální postavení lesů ve světě se zdůrazněním funkce lesů v tropech, které jsou značně ohroženy lidskou činností. Ohrožení funkce lesa a jeho zdravotního stavu ve vyspělých průmyslových státech světa bylo věnováno méně pozornosti než by si tento ožehavý problém zasloužil. Pořadatelům kongresu dalo nemalou práci zařadit bohaté množství různorodých přednášek do tematických okruhů. Určité neurovnané uspořádání sborníku svědčí o značných potížích zařadit některé příliš monotematicky koncipované referáty do některého bloku. Zvolena byla i některá příliš široká témata, která byla vhodná k zařazení do většího počtu okruhů, proto se v podání různých autorů v několika okruzích vyskytují i podobná. Přesto lze sledovat z celkového obsahu předmět zájmu mnoha delegátů o význačné ekologické ukazatele, kterými je např. ekologické modelování, dálkový průzkum Země, mikrobiální ekologie s problematikou mykorrhizy, průzkum vodních ekosystémů a globální i speciální lesnické problémy.

Součástí kongresu byly i exkurze, např. do oblasti Niagarských vodopádů. Určitou raritou pro účastníky byl v červnu 1986 otevřený Burnetův zoopark na výměře 15 ha předvádějící především faunu severní Ameriky se zaměřením na druhy ohrožené a vymírající nebo takové, které jsou už na Červené listině.

Kongres svým obrovským tematickým rozpětím, které přesto nemohlo obsáhnout rok od roku narůstající ekologickou problematiku, dokumentoval skutečnost, že ekologické myšlení stále více ovlivňuje jednání lidí v mnoha zemích na světě.

K organizování Pátého kongresu INTECOL se přihlásil oficiální zástupce Japonska z pověření Ekologické společnosti Japonska H. Kawanabe, o to do Kyota v roce 1990.

Ing. Miroslav Landa, CSc., Ústav krajinné ekologie ČSAV, Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice

**GAUSMAN, H. W.: OPTICKÉ VLASTNOSTI LISTU VE VIDITELNÉM
A BLÍZKÉM INFRACERVENÉM SVĚTLE (PLANT LEAF OPTICAL PROPERTIES
IN VISIBLE AND NEAR-INFRARED LIGHT). 1985, LUBBOCK TEXAS**

Využívání metod dálkového průzkumu Země, které jsou založeny na snímání odraženého elektromagnetického záření, nesporně patří k moderním metodickým postupům v lesnictví a ekologii. Zvláště v posledních patnácti letech jsme svědky explozivního rozsahu informací o této problematice, o čemž svědčí i řada příspěvků v časopise *Lesnictví*.

Autor recenzované publikace, Dr. Gausman, je uznávaný odborník studia optických vlastností listů. Kniha je především koncipována jako kompilační přehled dosavadních znalostí o interakcích mezi elektromagnetickým zářením a vegetací. Je členěna do sedmi kapitol, které jsou doprovázeny bohatým grafickým a obrazovým materiálem. V úvodní kapitole autor znovu shrnuje naše dosavadní znalosti o interakcích světelného záření v oblasti viditelného a blízkého infračerveného pásu s asimilačním aparátom rostlin. Zdůrazňuje vliv základních jevů jako je vliv rostlinných pigmentů, struktury asimilačního aparátu a obsahu vody v listu na průběh spektrální závislosti činitele odrazu či prostupu a absorpce. Připomíná dislokaci zdrojů reflexe, které jsou uvnitř listu a jsou především určeny rozdílností dvou základních optických

prostředí, buněčných stěn a vzdušných prostor mezi buňkami.

Další dvě kapitoly jsou věnovány základním faktorům, které mohou ovlivnit optické vlastnosti listu, tj. faktorům biologickým (pigmentace listu, vnitřní struktura, obsah vody v listu, věk apod.) a biochemickým (interakce záření na úrovni molekulární).

Čtvrtá kapitola je věnována závažné problematice detekce různých stresů (deficience minerální výživy, nedostatek vláhy, vliv vzdušných škodlivin, chorob rostlin) s využitím stanovených změn v optických vlastnostech listů.

Kniha Dr. Gausmana tak přináší nedocenitelné informace v poněkud u nás zanedbávané oblasti dálkového průzkumu Země, v oblasti fyziologické interpretace získaných dat, přičemž dokonalé „rozšířování“ leteckého spektroskopického snímku nebo radiometrické informace je často limitujícím krokem pro správné využití těchto metod uživateli.

Kniha vydaná v edici Graduate Studies Texas Tech University č. 29 je dobrým příkladem biofyzikálního přístupu ke studiu fyziologických procesů a je určena širšímu okruhu zájemců z řad rostlinných fyziologů, lesníků a ekologů.

*RNDr. Ing. Michal Marek, CSc., Ústav experimentální fyto techniky ČSAV,
Poříčí 3b, 603 00 Brno*

**ŠIJATOV, S. G.: DENDROCHRONOLOGIE HORNÍ HRANICE LESA NA URALE
(DENDROCHRONOLOGIJA VERCHNEJ GRANICY LESA NA URALE).
1986, MOSKVA**

Dendrochronologické regionální monografie jsou zatím v celosvětovém měřítku velmi řídkým jevem. Proto je edice každé nové práce tohoto druhu vždy významnou událostí. To platí v plné míře i o recenzované knize, tím spíše, že zpracovává území, které je díky svému protáhlému tvaru při poledníkové orientaci a obrovské délce přesahující 1400 km obzvláště zajímavým objektem pro ekologicky orientovanou letokružovou analýzu.

Rozsah i obsah díla je přesně charakterizován názvem. Amplitudu přírodních podmínek zpracovávaného regionu dostatečně ilustruje skutečnost, že v nejsevernějším zpracovaném souboru lokalit, v povodí řeky Sobi v Polárním Uralu na přibližně 66° s. š. kolísá nadmořská výška horní lesní hranice mezi 150 a 300 m, takže plynule přechází v polární lesní hranici okolní nížiny, kdežto v nejjihnější souboru lokalit, v masivu Iremel Jižního Uralu na přibližně 55° s. š. kolísá nadmořská výška horní lesní hranice mezi 1500 a 2000 m.

blíže 55° s. š. má tato hranice na stanovištích zonálních typologických jednotek výšku 1150 až 1300 m.

V území vymezeném právě uvedenými limity autor zpracoval celkem 30 dílčích letokruhových sérií tří taxonů dřevin: modřinu sibiřského (*Larix sibirica* Ledeb.), smrku sibiřského (*Picea obovata* Ledeb.) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). Dílčí série jsou reprezentovány soubory 15 až 25 stromů, výjimečně menším počtem. Většinu dílčích sérií autor sdružil do generálních letokruhových sérií jednotlivých dřevin a geografických celků. Těchto sérií je sedm. Celkem bylo zpracováno 448 živých stromů. Bylo na nich změřeno 91 817 letokruhů. Většina sérií zahrnuje nejméně 300 let. Nejdelší chronologie živých stromů, které autor získal, jsou: chronologie borovice balvanitých morén masívu Iremel — od roku 1469, chronologie smrku balvanitých morén chrebetu Taganaj — od roku 1488 a chronologie modřinu říčních aluvií Polárního Uralu — od roku 1541. Kromě toho se autorovi podařilo vyhledat a zpracovat 23 velmi starých souší modřinu v Polárním Uralu. Jejich synchronizace a křížové datování se sériemi živého modřinu vedly k obdivuhodnému výsledku: k chronologii let 960 až 1741, což i dokumentuje, jak pomalu probíhá dekompozice dřeva v polárních oblastech.

Kniha je rozčleněna do pěti kapitol. První kapitola je věnována metodice. Zvláště se zde zmíníme jen o přínosu díla k metodice standardizace letokruhových sérií. Autor přesvědčivě ukazuje, že metody standardizace založené na regresi na nelineární klesající funkci ať už exponenciální, či hyperbolickou, i metody založené na klouzavém průměru jsou pro stromy rostoucí v extrémních podmínkách zcela nevhodné a uplatnil svůj vlastní nový přístup, jenž nazval metodou koridoru.

Druhá kapitola je věnována citlivosti a vzájemné podobnosti letokruhových sérií. Autor využil koeficientu citlivosti zavedeného a užívaného americkou školou. Stupeň vzájemné podobnosti vy-

jádřil pomocí procenta souběžností a paralelně i pomocí korelačního koeficientu. Citlivost letokruhových sérií výrazně klesá od severu k jihu a od extrémních stanovišť k méně extrémním. Značně vyšší citlivost i vzájemnou podobnost sérií vykazuje modřin.

Třetí, nejrozsáhlejší kapitola celé knihy je věnována studiu cykličnosti v dlouhodobém kolísání radiálního přírůstu. Zvláštní zájem o tuto stránku je pro sovětskou dendrochronologii příznačný; Šijatov však tuto tradici dále rozvinul dokonalejším metodickým přístupem a mimořádně podrobnou analýzou svého materiálu. Klasický postup, založený na studiu klouzavých průměrů doplnil metodou autokorelací a rozkladu založeného na teorii interference periodických funkcí („analýza spektra“), na základě samostatně dosud nepublikovaného návrhu V. S. Mazepy. Z dlouhodobých cyklů se výrazně projevil cyklus 160–190 let, známý z literatury jako „dvousetletý cyklus“, z krátkodobějších zejména cyklus 22letý.

Čtvrtou kapitolu věnoval autor studiu vlivu klimatických činitelů na radiální přírůst a otázkám rekonstrukce charakteristik klimatu v minulosti. Nejvýraznější vztah k teplotě v letních měsících zjistil autor v Polárním a Přípolárním Uralu, a to u modřinu ($r = 0,6$). U smrku byla vazba méně ostrá ($r = 0,3$). V Severním a Jižním Uralu svým přírůstem kladně koreloval s teplotou pouze modřin; u smrku se korelační koeficient přibližoval k nule. Vysoké korelační koeficienty letokruhových sérií modřinu umožnily autorovi provést rekonstrukci teplot v létě pro Polární Ural pro období od roku 960, pro Přípolární a Severní Ural od 17. století.

V páté, poslední kapitole autor diskutuje možnosti prognóz charakteristik klimatu s využitím poznatků o cykličnosti letokruhových sérií.

Šijatovova kniha je významným přínosem k poznání ekologie dřevin horní a polární lesní hranice severní polokoule.

Ing. Josef K y n c l, Ing. Jaroslav D o b r ý, CSc., Botanický ústav ČSAV,
252 43 Průhonice

Podepsáno k tisku 12. 1. 1987

SLEDOVÁNÍ NÁLETU PYLU NA SAMIČÍ GENERATIVNÍ ORGÁNY SMRKU ZTEPILÉHO [*PICEA ABIES* (L.) KARST.] ROSTOUCÍHO V OBLASTI BESKYD POD VLIVEM RŮZNÉHO IMISNÍHO ZATÍŽENÍ

J. Pospíšil, L. Alferi

POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Sledování náletu pylu na samičí generativní orgány smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.] v Beskydech pod vlivem různého imisního zatížení*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 193-210.

V práci jsou uvedeny výsledky sledování náletu pylu na samičí generativní orgány smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.] z pěti lokalit Beskyd jako prvního předpokladu vytvoření životaschopného semene v procesu opylení — oplození — vznik semene. Zjištěný nálet pylu na samičích květenstvích sledovaných lokalit dokumentuje dokonalost opylení v roce 1980. Na přenos pylu u anemofilních dřevin působí především horizontální a vertikální proudění vzduchu, což umožňuje bezprostřední kontakt pylových zrn se samičími orgány. Ze získaných poznatků vyplývá, že imise výrazně negativně ovlivňují průběh reprodukčního procesu. To je nutno mít na zřeteli zejména při zakládání semenných plantáží a umisťovat je v oblastech bez intenzivního působení imisí.

jehličnany; imise; pyl

Problematika plodnosti lesních dřevin nabývá stále většího významu v souvislosti s narůstajícími úkoly lesního hospodářství zalesnit rozsáhlé kalamitní plochy vzniklé v současné době působením abiotických činitelů a zejména působením imisí.

Vlivem imisí vzniká pronikavé poškozování, končící zpravidla hynutím porostů v celých oblastech, v závislosti na citlivosti druhu dřeviny k těmto imisím. Nejen jednotlivé druhy dřevin, zřejmě však i jednotlivé orgány jedince (generativní a vegetativní) různě reagují v závislosti na době působení imisí. Citlivosti generativních orgánů k vnějšímu prostředí si všímá již Darwin (ex Cinger 1953), který uvádí: „Asi sotva v přírodě existuje něco zajímavějšího, než citlivost pohlavních elementů k vnějšímu působení a jemnost jejich vzájemné shody“.

Je tedy třeba při řešení problematiky plodnosti lesních dřevin brát v úvahu také vliv vnějšího prostředí, které buď přímo, nebo nepřímo ovlivňuje průběh oploďňovacího procesu speciálně u dřevin, kde zejména u našich hospodářsky významných dřevin uplyne delší doba od opylení, oplození až do uzrání semene. V dnešní době vystupuje do popředí spolu s běžnými činiteli biotickými a abiotickými i abiotický činitel zaujímající čelné místo v pořadí škodlivosti, tj. imise prašné, plynné i kapalné. Tyto svým způsobem bezprostředně ovlivňují oploďňovací proces a zne-možňují tvorbu kvalitních semen (Nekrasova 1983; Pospíšil 1975, 1978, 1978; Pospíšil — Richtár 1970, 1970; Richtár 1967; Vlček 1982).

Výzkum a řešení tohoto úkolu závisí na kvetení a fruktifikaci smrku ztepí-léto [*Picea abies* (L.) Karst.].

Z jednotlivých stromů na vybraných lokalitách byla odebírána samičí květenství za účelem zjišťování náletu pylu a dalších charakteristik.

Po vyprášení (uvolnění) pylu v přírodě na vybraných lokalitách bylo odebráno z vrchní třetiny koruny každého sledovaného jedince pět květenství (šištic), která byla přenesena do laboratoře a podrobena rozborům. Z každého květenství bylo ze střední části odebráno 30 podpurných šupin, tj. z každého stromu 150 šupin, na kterých pod mikroskopem Meopta C 36 Bi byla zjišťována pylová zrna (dále PZ), přítomná na podpurné šupině a plodolistu, stigmatické chlopni, popř. v ústí mikropylárního otvoru vajíčka. Jednotlivá vajíčka byla z plodolistu sejmuta a roztlakem byl zjištěn počet pylových zrn na stigmatické chlopni a v pylové komůrce. V několika případech byl počet zjišťován u celé spirály od báze až k vrcholu květenství.

Současně byla měřena délka (d), tloušťka ($tl.$), zjišťována barva květenství, počet spirál, počet šupin ve spirále a stav zaprášení imisemi.

Sledování bylo konáno na:

a) 10 výběrových stromech v SPR Plenisko LZ Jablunkov — výběrové stromy (VS) stanovil Kantor (Lipowski 1982);

b) 12 vzornících (VZ) ve čtyřech pásmech různého imisního zatížení SO_2 , vzorníky stanovil Vlček (1982): pásmo 1 — relativně čisté (Dolní Lomná), pásmo 2 — mírně poškozované (Hradiště), pásmo 3 — středně poškozované (Šumbark), pásmo 4 — silně poškozované (Radvanice).

Všechny získané údaje byly zpracovány matematicko-statistickými metodami, dále uváděné hodnoty jsou průměrné ($\bar{x}$).

CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH LOKALIT

a) Státní přírodní rezervace (SPR) Plenisko byla zřízena výnosem MŠK čj. 18986/55 ze dne 4. 7. 1956. Nachází se na hřebenové části masívu Stožek - Krkavice ve výšce 760—980 m n. m. Rozloha činí 16,31 ha, průměrné roční srážky 1140 mm, půda písčitohlinitá, geologické podloží go-dulský pískovec. Jde o smíšený porost buku, jedle a smrku pralesovitého charakteru, na kamenitém a skalnatém svahu s jižní expozicí. V SPR jsou četná prameniště. Věk smrku istebňanského ekotypu se pohybuje v rozmezí 60—160 let.

b) Severomoravské státní lesy — PŘ Krnov:

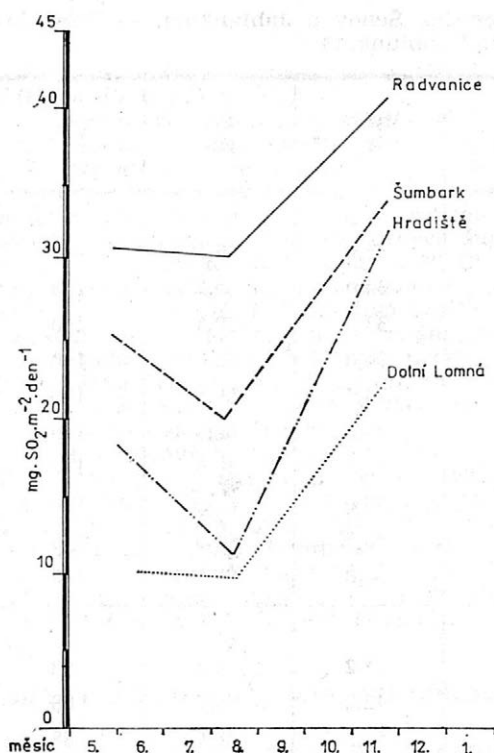
Pásmo 1 — Dolní Lomná, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 600 m na mírném jižním až jihozápadním svahu hory Kozubová. Plocha je ze všech stran chráněna hřebeny Těšínských Beskyd o výšce 900 m. Porost 359a2, polesí Dolní Lomná, LZ Jablunkov, terénní typ 4, plocha 10,31 ha, věk 88 let, zakmenění 9, typologická jednotka 5F2, 5S1. Kmenovina ze sadby, z náletu, smíšená ve skupinách, buk zastoupen především ve střední části a podél JZ okraje skupiny. Vtroušené dřeviny jasan, klen, bonitní stupeň 1 (smrk), 4 (buk), genetická klasifikace IIC. Zastoupení dřevin — smrk 90, buk 10; průměrná výška smrku 30 m, $\varnothing d_{1,3} = 32$ cm.

Pásmo 2 — Hradiště, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 295 m na rovině až velmi mírném jihozápadním svahu v lese zvaném Hradišťák v k. ú. Hradiště. Porost 236a6, I. skupina polesí Albrechtice u Českého Těšína, ÚLZ Šenov, terénní typ 1, plocha 3,72 ha, věk 95 let, zakmenění 10, genetická klasifikace IIC, typologická jednotka 3P1. Tvárná kmenovina smíšená jednotlivě, nerovnoměrně zapojená. Zastoupení dřevin — smrk 93, borovice 7, $\varnothing$ výška smrku 28 m, $\varnothing d_{1,3} = 31$ cm. Bonitní stupeň 3 (smrk).

Lokalita Číslo výběrového stromu (VS) Číslo vzorníku (VZ)	Výška m	$d_{1,3}$ cm	Věk
SPR Plenisko (LZ Jablunkov)			
VS 601	38,0	55,5	140
603	34,0	60,5	140
604	33,0	59,5	140
605	34,0	62,0	140
606	34,5	59,5	140
607	35,0	62,5	140
608	32,0	59,5	140
609	35,0	65,5	140
628	36,5	53,5	140
633	36,0	59,5	130
Dolní Lomná (LZ Jablunkov)			
VZ 11	41,2	54,7	88
12	42,7	54,7	88
13	41,3	58,9	88
Hradiště (ÚLZ Šenov)			
VZ 21	33,9	45,4	95
22	35,9	49,3	95
23	32,9	45,8	95
Šumbark (ÚLZ Šenov)			
VZ 31	29,1	40,7	86
32	31,2	46,8	86
33	31,2	46,8	86
Radvanice (ÚLZ Šenov)			
VZ 41	25,8	37,4	86
42	24,2	39,8	86
43	24,0	35,5	86

(Lipowski 1983, Vlček 1982)

Pásmo 3 — Šumbark, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 280 m na mírném jihojihozápadním svahu v Pežgovském lese v k. ú. Šumbark. Porost 509d₁, polesí Ostrava. ÚLZ Šenov, terénní typ 1, plocha 13,00 ha, věk 86 let, zakmenění 8, genetická klasifikace IIC, bonitní stupeň 4 [smrk]. Kmenovina tloušťkově i výškově diferencována, ze sadby, smíšená v hloučcích, jednotlivě, nerovnoměrně, místy mezernatá, zabuřenělá, při východním okraji kotlík, vtroušené dřeviny vejmutovka, bříza. Za-



1. Průměrná depozice SO₂ na jednotlivé lokality v průběhu semenného roku 1980.
— The average values of SO₂ deposition at the localities of observation during the seed year 1980

květenství je dána umístěním lokalit podle nadmořské výšky, popř. expozice.

Z lokality Šumbark a Radvanice byl z VZ uskutečněn odběr samičích květenství dne 11. 6., lokality Hradiště 13. 6., lokality Dolní Lomná 21. 6. a z lokality SPR Plenisko z VS 16.—17. 6. 1980.

V tabulkách II a III jsou uvedeny hodnoty náletu pylu na střední část samičích květenství (šišťice) na podpůrnou šupinu a plodolist, vajíčko 1 a 2 sledovaného VS nebo VZ z příslušné lokality. Z těchto tabulek také vyplývá, že opylovací poměry v roce 1980 byly velmi dobré. Nejméně pylu bylo zjištěno na lokalitě Radvanice (23, 34 PZ), Dolní Lomná (24, 21 PZ), Šumbark (33, 19 PZ), Hradiště (66, 88 Z) a nejvíce pylu bylo zjištěno na lokalitě SPR Plenisko (83, 17 PZ) (obr. 2).

Testování rozdílů — náletu pylu na podpůrnou šupinu, plodolist i vajíčko jsou uvedeny v tabulkách IV a V.

Rozbor náletu pylu od báze jednotlivého květenství ve spirále až k vrcholu na podpůrné šupině a plodolistu, vajíčka 1 a 2 z VS SPR Plenisko 601, 603, 604, 605, 607, 608, 609, 628; lokality Šumbark VZ 31 a lokality Radvanice VZ 41 je uveden v grafu na obr. 3—7. Z grafů vyplývá, že maximální nálet pylu lze pozorovat zpravidla ve střední části květenství. Nejméně pylu se pak vyskytuje na šupinách báze a vrcholu. Vý-

stoupení dřevin — smrk 77, borovice 12, dub 1, olše 9, Ø výška smrku 24 m, Ø $d_{1,3}$ = 27 cm. Poškozeno exhaláty, stupeň č. 1.

Pásmo 4 — Radvanice, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 272 m na mírném jihozápadním svahu v Radvanickém lese v k. ú. Ostrava — Radvanice. Porost 525b1, I. skupina polesí Ostrava, ÚLZ Šenov, terénní typ 1, plocha 2,20 ha, věk 86 let, zakmenění 4, genetická klasifikace IIC, bonitní stupeň 3 (smrk). Zbytek kmenoviny, smíšené jednotlivé, celoplošně mezernatý, zabuřenělý. Vtroušené dřeviny buk, bříza. Zastoupení dřevin — smrk 94, borovice 3, modřín 1, dub 2, Ø výška smrku 26 m, Ø $d_{1,3}$ = 29 cm. Poškozeno exhaláty, stupeň č. 3 (tabulka I, obr. 1).

VÝSLEDKY A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Odběr samičích květenství k zjištění náletu pylu byl uskutečněn v rozmezí 7. 6. — 21. 6. 1980 z jednotlivých lokalit po ukončení uvolňování pylu. Závislost data odběru samičích květenství, podobně jako odběr samčích

II. Průměrné hodnoty náletu pylových zrn. — The average number of airborne pollen grains

Lokalita VS VZ	Vajíčka			Plodolist + + šupina	PZ celkem
	1	2	celkem		
Plenisko	12,50	11,83	24,33	58,84	83,17
VS 601	3,18	3,31	6,49	38,41	44,90
603	4,36	4,04	8,40	42,23	50,63
604	3,44	3,38	6,82	44,61	51,43
605	31,21	29,21	60,42	59,01	119,43
606	6,38	6,34	12,72	104,14	116,86
607	2,74	2,69	5,43	43,79	49,22
608	3,55	3,37	6,92	52,17	59,09
609	3,59	3,48	7,07	37,80	44,87
628	3,95	3,52	7,47	84,69	92,16
633	62,63	58,98	121,61	81,56	203,17
Dolní Lomná	4,50	4,33	8,83	15,38	24,21
VZ 11	4,13	4,03	8,16	14,83	22,99
12	4,67	4,43	9,10	14,47	23,57
13	4,70	4,53	9,23	16,87	26,10
Hradiště	4,72	4,11	8,83	58,05	66,88
VZ 21	6,90	7,13	14,03	57,10	71,13
22	2,57	1,87	4,44	62,03	66,47
23	4,70	3,43	8,13	55,03	63,16
Šumbark	2,59	3,46	6,05	27,14	33,19
VZ 31	3,41	3,17	6,58	23,27	29,85
32	4,30	4,67	8,97	37,90	46,87
33	2,46	2,55	5,01	20,24	25,25
Radvanice	3,26	2,83	6,09	17,25	23,34
VZ 41	1,93	1,15	3,08	21,45	24,53
42	4,00	3,75	7,75	22,50	30,25
43	3,84	3,59	7,43	26,80	34,23

jimku činí VS 605 a VS 609, kde již u prvních šupin na bázi byl zjištěn větší počet pylových zrn. Stejný obraz můžeme zjistit i v náletu pylu na jednotlivá vajíčka.

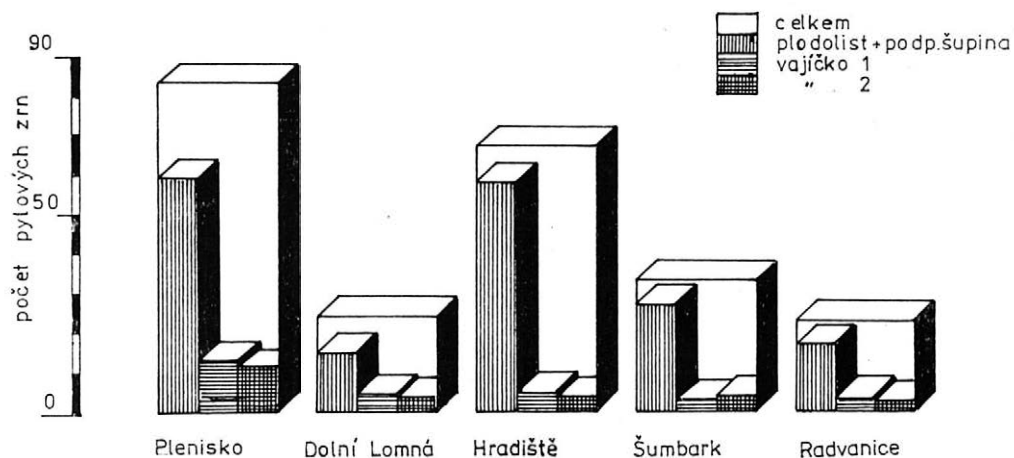
Z rozboru náletu pylu na spirále vyplývá, že předpokládané množství pylových zrn může dosáhnout na jednom květenství až několik de-

III. Přehled statistické charakteristiky náletu pylových zrn na plodolist + šupinu a vajíčka (1 + 2). — A survey of the statistical characteristics of airborne pollen grains on carpel + scale + ova (1 + 2)

Lokalita VS VZ	Plodolist + šupina			Ø vajíčka (1 + 2)		
	$\bar{x}$	s_x	$vk\%$	$\bar{x}$	s_x	$vk\%$
Plenisko	58,84	10,19	17,32	12,17	1,80	14,79
VS 601	38,41	12,26	31,92	3,24	1,21	37,35
603	42,23	8,20	19,41	4,20	1,08	25,71
604	44,61	4,15	9,30	3,41	0,41	12,02
605	59,01	6,79	11,51	30,21	3,95	13,08
606	104,14	11,74	33,13	6,36	2,29	36,01
607	43,79	14,51	33,13	2,72	1,05	38,60
608	52,17	10,87	20,83	3,46	1,05	30,35
609	37,80	9,65	25,53	3,54	0,84	23,73
628	84,69	22,49	26,56	3,74	1,08	28,88
633	81,56	1,21	1,48	60,81	5,74	9,44
Dolní Lomná	15,38	4,04	26,27	4,42	0,15	3,39
VZ 11	14,83	4,18	28,19	4,08	0,05	1,23
12	14,47	0,66	4,56	4,55	0,17	3,74
13	16,87	7,27	43,09	4,62	0,28	6,06
Hradiště	58,05	7,52	12,95	4,41	1,60	37,19
VZ 21	57,10	8,71	15,25	6,97	2,37	34,00
22	62,03	6,84	11,03	2,22	1,31	59,01
23	55,03	7,02	12,76	4,07	1,24	30,47
Šumbark	27,14	6,98	25,72	3,03	0,80	26,40
VZ 31	23,37	9,24	39,54	3,29	0,99	30,09
32	37,90	8,34	22,01	4,48	0,48	10,71
33	20,24	3,36	16,61	2,51	0,48	19,12
Radvanice	23,58	3,80	35,30	3,05	0,40	13,11
VZ 41	21,45	1,66	7,74	1,54	0,31	20,13
42	22,50	7,40	32,88	3,88	0,03	0,77
43	26,80	10,69	39,89	3,72	0,85	22,84

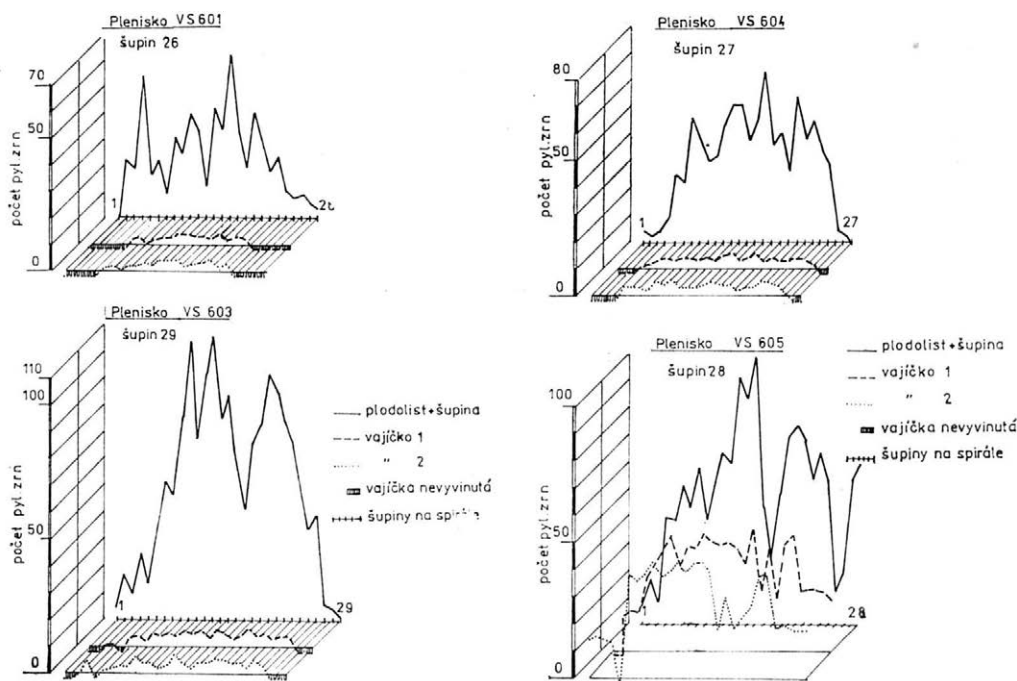
sítek tisíc [tabulka VI]. V našem případě minimum 5560 u VS 601 a maximum 40 376 zrn u VS 633. Roztlakem vajíček byla v některých případech zjištěna již naklíčená zrna v uzavřené pylové komůrce.

Je zcela přirozené, že předpokládaný počet pylových zrn na květen-



2. Průměrný nálet pylových zrn na jednotlivých lokalitách. — The average numbers of airborne pollen grains at the localities of investigation

ství, vypočtený ze zjištěného počtu zrn na šupinách spirál, se bude lišit od předpokládaného počtu zrn, vypočteného podle zrn zjištěných na šupinách ze střední části šišťice. Přesto však se tento předpokládaný počet $\approx$ přibližuje.



3. Nálet pylových zrn ve spirále výběrových stromů 601 a 603. — The numbers of airborne pollen grains in the leaf spiral of plus-trees 601 and 603

4. Nálet pylových zrn ve spirále výběrových stromů 604 a 605. — The numbers of airborne pollen grains in the leaf spiral of plus-trees 604 and 605

IV. Testování rozdílů $\bar{x}$ náletu pylových zrn (t-test). — Tests of the differences $\bar{x}$ in airborne pollen grains (t-test)

SPR Plenisko										
VS	plodolist + podpůrná šupina									
	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
601	—	2,4 ⁺	4,5	13,8	36,5	2,7	7,9	1,4 ⁻	17,0	33,0
603	5,6	—	2,4 ⁺	14,8	41,9	0,8 ⁻	6,9	3,3	16,7	44,7
604	1,3 ⁻	6,4	—	17,1	45,1	0,5 ⁻	6,1	6,1	16,5	80,6
605	61,9	59,9	63,7	—	31,7	8,9	5,0	16,9	10,3	30,8
606	11,4	8,1	11,9	49,3	—	31,5	31,6	41,2	7,4	18,1
607	3,1	9,3	5,8	63,4	13,6	—	4,4	3,2	14,4	24,5
608	1,3 ⁻	4,6	0,4 ⁻	61,7	10,9	4,7	—	9,3	12,3	25,3
609	1,9 ⁻	4,5	1,3 ⁻	62,3	10,9	5,8	0,6	—	18,1	42,4
628	2,9	2,8	2,7	60,9	9,7	6,4	1,7 ⁻	1,4 ⁻	—	1,3 ⁻
633	92,6	91,4	94,1	41,3	83,1	93,9	92,7	93,1	92,2	—
VS	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
	vajíčka 1 + 2									
Dolní Lomná										
VZ	plodolist + podpůrná šupina			vajíčka 1 + 2						
	11	12	13	11	12	13				
11	—	0,86 ⁻	2,29 ⁺	—	25,02	17,01				
12	—	—	3,10	—	—	2,02 ⁺				
Hradiště										
VZ	plodolist + podpůrná šupina			vajíčka 1 + 2						
	21	22	23	21	22	23				
21	—	4,28	1,75 ⁻	—	16,55	10,23				
22	—	—	6,74	—	—	9,68				
Šumbark										
VZ	plodolist + podpůrná šupina			vajíčka 1 + 2						
	31	32	33	31	32	33				
31	—	11,19	2,78	—	10,20	6,69				
32	—	—	18,53	—	—	27,38				
Radvanice										
VZ	plodolist + podpůrná šupina			vajíčka 1 + 2						
	41	42	43	41	42	43				
41	—	0,23 ⁻	0,84 ⁻	—	71,88	22,73				
42	—	—	0,57 ⁻	—	—	1,77 ⁻				

5,6 — rozdíly vysoce průkazné, 2,8⁺ — rozdíly průkazné, 0,8⁻ — rozdíly neprůkazné

V. Testování rozdílů $\bar{x}$ náletu pylu a velikosti samičích květenství mezi jednotlivými lokalitami (t-test). — Tests of the differences $\bar{x}$ in airborne pollen grains and in the size of female inflorescences between the localities of observation (t-test)

Nálet pylu					
Lokalita	plodolist + podpůrná šupina				
	Plenisko	D. Lomná	Hradiště	Šumbark	Radvanice
Plenisko	—	10,93 ⁺⁺	0,14 ⁻	6,14 ⁺⁺	7,08 ⁺⁺
D. Lomná	13,43 ⁺⁺	—	7,07 ⁺⁺	2,06 ⁺	1,84 ⁺
Hradiště	7,00 ⁺⁺	1,01 ⁻	—	4,26 ⁺⁺	5,96 ⁺⁺
Šumbark	12,47 ⁺⁺	2,42 ⁺	1,07 ⁻	—	0,64 ⁻
Radvanice	14,83 ⁺⁺	4,54 ⁺⁺	1,14 ⁻	0,03 ⁻	—
vajíčka					
Velikost samičích květenství					
lokalita	délka				
	Plenisko	D. Lomná	Hradiště	Šumbark	Radvanice
Plenisko	—	7,87 ⁺⁺	8,26 ⁺⁺	3,71 ⁺⁺	9,91 ⁺⁺
D. Lomná	0,13 ⁻	—	1,36 ⁻	1,02 ⁻	2,65 ⁺⁺
Hradiště	4,93 ⁺⁺	2,90 ⁺⁺	—	0,48 ⁻	1,15 ⁻
Šumbark	3,00 ⁺⁺	1,70 ⁻	1,90 ⁺	—	1,02 ⁻
Radvanice	6,71 ⁺⁺	4,29 ⁺⁺	0,51 ⁻	3,53 ⁺⁺	—
šířka					

0,13⁻ — rozdíly neprůkazné, 1,90⁺ — rozdíly průkazné, 7,00⁺⁺ — rozdíly vysoce průkazné.

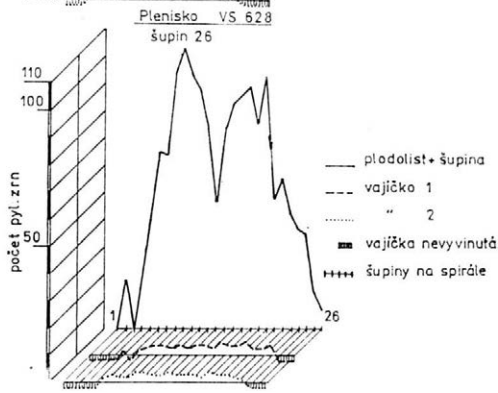
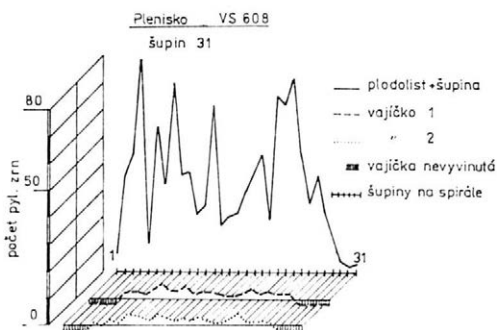
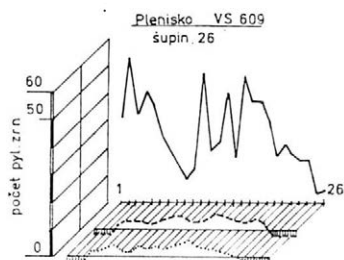
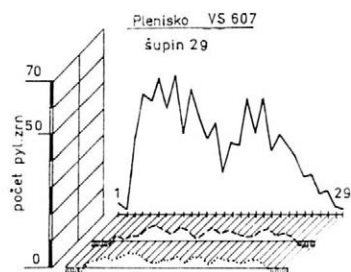
Charakteristika samičích květenství v době náletu pylu je uvedena v tabulce VII a grafu na obr. 8. Z tabulky i grafu je patrné, že nejmenší délku i tloušťku samičích květenství mají VS z lokality SPR Plenisko ($d = 4,54$ cm, $tl. = 1,64$ cm), dále pak následují VZ z lokality Dolní Lomná ($d = 5,77$ cm, $tl. = 1,65$ cm), Hradiště ($d = 6,10$ cm, $tl. = 1,97$ cm), Šumbark ($d = 6,40$ cm, $tl. = 1,79$ cm) a největší rozměry samičích květenství mají VZ z lokality Radvanice ($d = 6,41$ cm, $tl. = 2,02$ cm).

Spirál květenství na jednotlivých lokalitách sledovaných VS a VZ je osm s výjimkou lokality Radvanice, kde je spirál sedm.

Testování rozdílů průměrů délek i tloušťek samičích květenství jsou uvedeny v tabulkách V a VIII.

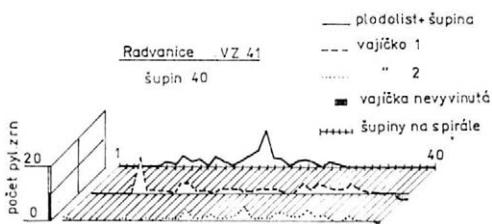
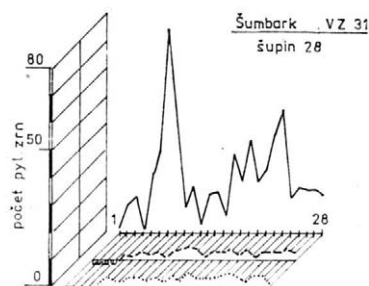
Tvar šupin je variabilní.

Z posouzení zabarvení květenství v době náletu pylu vyplývá, že nelze květenství jednoznačně zařadit do skupiny červenoplodý nebo zelenoplodý smrk. Zabarování je různé, značně variabilní od růžové přes červenou až po hnědou, popř. zelenou. Jiná barva byla zjištěna na straně osluněné než na straně zastíněné.



5. Nálet pylových zrn ve spirále výběrových stromů 607 a 608. — The numbers of airborne pollen grains in the leaf spiral of plus-trees 607 and 608

6. Nálet pylových zrn ve spirále výběrových stromů 609 a 628. — The numbers of airborne pollen grains in the leaf spiral of plus-trees 609 and 628

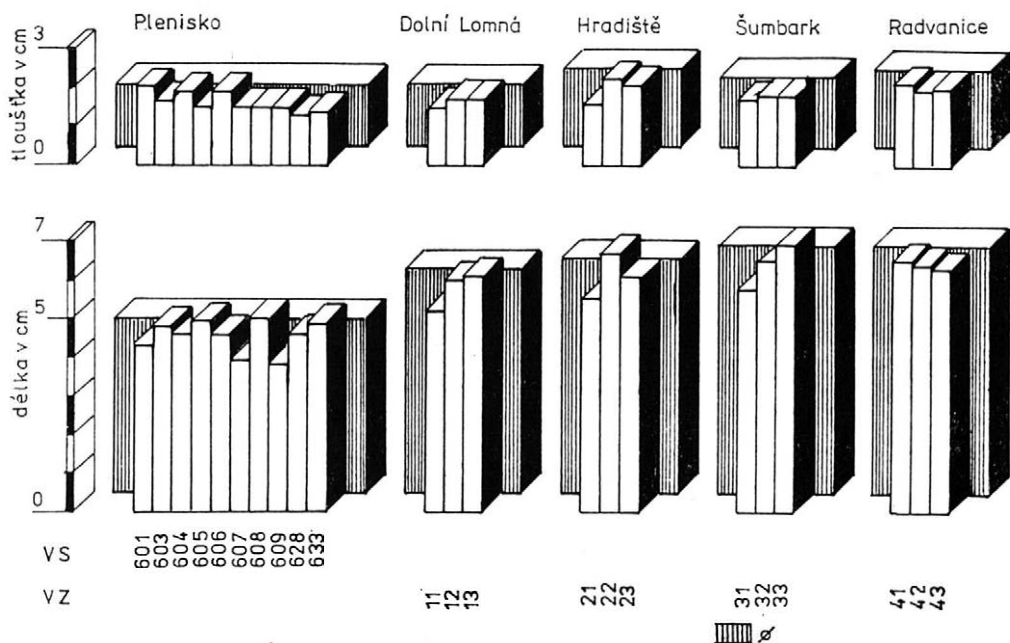


7. Nálet pylových zrn ve spirále vzorníků 31 a 41. — The numbers of airborne pollen grains in the leaf spiral of sample trees 31 and 41

Podobně jako při sledování náletu pylu z oblasti Jeseníků (Pospíšil 1975, 1978) byla zjištěna u jednoho VS z lokality SPR Plenisko květní anomálie, přítomnost samčích květních orgánů v samičích květenstvích. Pyl získaný z těchto květenství byl na základě zkoušky klíčivosti in vitro fertilní.

Je zcela přirozené, že k procesu oplození po opylení může dojít pouze u normálně vyvinutých vajíček. Při rozborech samičích květenství bylo zjištěno, že na jedno květenství připadá v průměru z lokalit SPR Plenisko 25,4 %, lokality Dolní Lomná 21,42 %, lokality Hradiště 21,15 %, lokality Šumbark 15,85 % a lokality Radvanice 16,67 % nevyvinutých vajíček.

Při zjišťování náletu pylu na samičí květenství bylo možné také posuzovat výskyt prашných imisí u jednotlivých vajíček. Bylo zjiště-



8. Průměrná velikost samičího květenství. — The average size of female inflorescence

no, že tento výskyt prašných imisí odpovídá do jisté míry stavu imisní zátěže podle jednotlivých stanovených pásem. Výskyt prašných imisí různé velikosti byl zjištěn u sledovaných květenství z lokalit Dolní Lomná — 13,33 %, Hradiště 35 %, Šumbark — 33,34 %, SPR Plenisko 68,88 % a Radvanice 71,88 % vajíček v květenství.

DISKUSE

Zjištěný nálet pylu na samičí květenství sledovaných lokalit dokumentuje naprostou dokonalost opylení v roce 1980. Bylo již uvedeno, že na přenos pylu u anemofilních dřevin působí především horizontální a vertikální proudění vzduchu, který umožňuje pak bezprostřední kontakt pylových zrn se samičími pohlavními orgány. Také jejich umístění v různých částech koruny (báze, vrchol, střed, obvod, návětrná či závětrná strana) zřejmě spolurozhodují o náletu pylu. Lze předpokládat, že fertilita pylu in vitro zjištěná ze všech sledovaných lokalit je zárukou kvality pylu i pro dokonalé oplození.

V tomto směru je pak rozhodující přítomnost pylových zrn přímo na vajíčku (na stigmatické chlopni či v opylovací komůrce) za předpokladu jeho normálního vývoje k procesu oplození a vývoje semene. Také v tomto případě, jak vyplývá z tabulky II, je možno hovořit o dokonalém opylení. Nejvyšší počet pylových zrn byl zjištěn na vajíčku 1 (62,63) a vajíčku 2 (58,98) VS 633 z lokality Plenisko, nejmenší na vajíčku 1 (1,93) a vajíčku 2 (1,15) VZ 41 z lokality Radvanice. Tento údaj nejvyššího počtu pylových zrn dokonce převyšuje o 259,80 % největší ná-

VI. Celkový počet pylových zrn na spirále (šupina + plodolist, vajíčka 1 + 2), průměrný počet pylových zrn zjištěný na střední části samičích květenství. — The total number of pollen grains on the leaf spiral (scale + carpel, ova 1 + 2), the average number of pollen grains found out on the central part of female inflorescences

Lokalita VS VZ	Spirála			Květenství		
	PZ celkem	počet spirál	květ. celkem	Ø PZ na šupině	Ø šupin	květ. celkem
Plenisko						
VS 601	695	8	5 560	44,90	184	8 262
603	1670	8	13 360	50,63	224	11 341
604	1209	8	9 672	51,43	216	11 109
605	3503	8	28 024	119,43	224	26 752
606	2536	8	20 288	116,86	232	27 112
607	918	8	7 344	49,22	224	11 025
608	729	8	5 832	59,09	232	13 709
609	784	8	6 272	44,87	208	9 333
628	1559	8	12 472	92,16	216	19 907
633	5768	7	40 376	203,17	196	39 821
Šumbark						
VZ 31	669	8	5 352	29,85	200	5 970
Radvanice						
VZ 41	981	7	6 867	24,53	280	6 868

let pylových zrn na vajíčka smrku ztepilého z oblasti Jeseníků zjištěný v roce 1971 (Pospíšil 1978), tedy také v roce bohaté semenné úrody.

Již Vincent (1930) svými detailními rozbory šišek a semen smrku ztepilého, borovice lesní a modřinu opadavého dokládá menší kvalitu semen či výskyt prázdných semen u báze či vrcholu šišek. Také naše rozbory stavu vajíček (Pospíšil 1975) zjišťují v těchto částech samičích květenství nevyvinutost vajíček (také menší nálet pylu), a tím nemožnost oplození a další vývoj semene. To potvrzují i rozbory samičích květenství ze všech sledovaných lokalit uváděných v této práci.

Zajímavé údaje o náletu pylu a jeho potřebného množství v ovzduší pro dokonalé opylení a oplození u *Abies sibirica* Lebed., *Pinus sylvestris* L. a *P. sibirica* Du Tour uvádí Nekrasova (1983). Tak při menší hustotě pylu než 100 zrn na mm² ve vzduchu u *Abies sibirica* opylení není zabezpečeno a plná semena nejsou vytvořena, při hustotě kolem 200 zrn na mm² je opyleno více než 80 % vajíček. Z toho uzavírá, že hustota pylu kolem 150 zrn na mm² je minimální pro opylení na střední úrodu *A. sibirica*. Pro *Pinus sylvestris* uvádí, že při hustotě pylu 200 zrn na mm² je zabezpečeno opylení přibližně 50 % vajíček, při hustotě až 300 zrn na mm² pak 80 % vajíček. Další zvýšení hustoty pylu v ovzduší se na opylení již výrazně neprojevuje.

VII. Statistická charakteristika velikosti samičích květenství, počet šupin, počet spirál. — The statistical characteristics of the size of female inflorescences, the number of scales, the number of leaf spirals

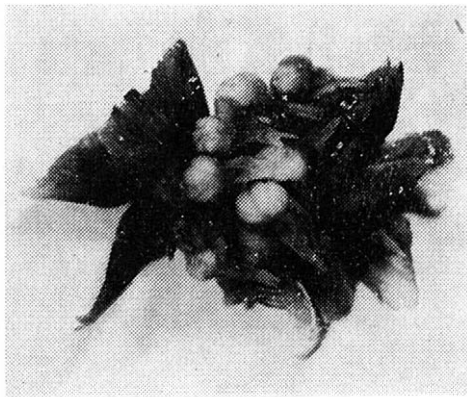
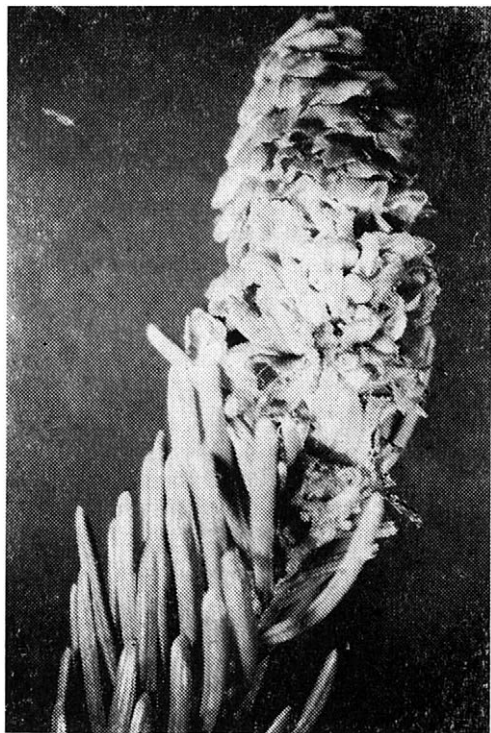
Lokalita VS VZ	Délka v cm			Tloušťka v cm			Počet	
	$\bar{x}$	s_x	$vk\%$	$\bar{x}$	s_x	$vk\%$	šupin	spirál
Plenisko	4,54	0,33	7,27	1,64	0,12	7,32	27	8
VS 601	4,33	0,24	5,54	2,07	0,09	4,35	23	8
603	4,80	0,28	5,83	1,70	0,14	8,24	28	8
604	4,60	0,29	6,30	1,93	0,09	4,66	27	8
605	4,93	0,09	1,83	1,53	0,12	7,84	28	8
606	4,62	0,63	13,64	1,91	0,15	7,85	29	8
607	3,86	0,73	18,91	1,50	0,08	5,33	28	8
608	4,98	0,20	4,02	1,50	0,29	19,33	29	8
609	3,83	0,24	6,27	1,50	0,08	5,33	26	8
628	4,56	0,17	3,73	1,36	0,05	3,68	27	8
633	4,86	0,17	3,50	1,40	0,08	5,71	28	7
Dolní Lomná	5,77	0,21	3,64	1,65	0,10	6,06	27	8
VZ 11	5,20	0,18	3,46	1,50	0,08	5,33	27	8
12	6,00	0,21	3,50	1,72	0,10	5,81	28	8
13	6,10	0,23	3,77	1,72	0,12	7,06	26	8
Hradiště	6,10	0,27	4,43	1,97	0,12	7,06	28	8
VZ 21	5,50	0,22	4,00	1,60	0,16	10,00	29	8
22	6,70	0,22	3,28	2,20	0,05	6,82	28	8
23	6,10	0,37	6,07	2,10	0,16	7,62	27	7
Šumbark	6,40	0,85	13,28	1,79	0,06	3,35	31	8
VZ 31	5,80	0,69	11,90	1,77	0,05	2,82	25	8
32	6,50	0,82	12,62	1,80	0,06	3,33	29	8
33	6,90	0,98	14,20	1,80	0,08	4,44	39	7
Radvanice	6,41	0,27	4,21	2,02	0,07	3,47	33	7
41	6,50	0,25	3,85	2,10	0,05	2,38	40	7
42	6,43	0,27	4,20	1,97	0,08	4,06	30	7
43	6,30	0,29	4,60	2,00	0,07	3,50	28	8

Z uvedeného je patrné, že zvýšení množství produkovaného pylu má výrazný vliv na množství a kvalitu semen. V přirozených podmínkách sledovaných lokalit v roce 1980 je dostatek až nadbytek pylu zcela evidentní. Přesto však možnost produkce kvalitních semen je snížena o ne-

VIII. Testování rozdílů $\bar{x}$ velikosti samičích květenství. — Tests of the differences $\bar{x}$ in the size of female inflorescences

SPR Plenisko										
VS	délka									
	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
601	—	2,5 ⁺	1,4 ⁻	4,6	0,8 ⁻	1,2 ⁻	4,1	2,9 ⁺	1,5 ⁻	3,7
603	4,4	—	0,9 ⁻	0,9 ⁻	0,5 ⁻	2,4 ⁺	1,1 ⁻	5,2	1,4 ⁻	0,4 ⁻
604	2,2 ⁺	2,7 ⁺	—	2,2 ⁺	0,1 ⁻	1,8 ⁻	2,1 ⁺	4,1	0,2 ⁻	1,5 ⁻
605	7,2	1,8 ⁻	5,3	—	0,9 ⁻	2,9 ⁺	0,5 ⁻	8,6	3,9	0,7 ⁻
606	1,8 ⁻	2,1 ⁺	0,2 ⁻	3,9	—	1,6 ⁻	1,1 ⁻	2,3 ⁺	0,2 ⁻	0,7 ⁻
607	9,5	2,5 ⁺	7,1	0,4 ⁻	4,8	—	2,9 ⁺	0,1 ⁻	1,9 ⁻	2,7 ⁺
608	0,7 ⁻	1,2 ⁻	2,0 ⁺	0,2 ⁻	2,5 ⁺	0,0 ⁻	—	7,4	3,2 ⁺	0,9 ⁻
609	9,4	2,5 ⁺	7,1	0,4 ⁻	4,8	0,0 ⁻	0,0 ⁻	—	4,9	7,0
628	13,8	4,6	11,0	2,6 ⁺	6,9	2,9 ⁺	0,9 ⁻	2,9 ⁺	—	2,5 ⁺
633	11,1	3,7	8,8	1,8 ⁻	6,0	1,8 ⁻	0,7 ⁻	1,8 ⁻	0,9 ⁻	—
VS	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
	tloušťka									
Dolní Lomná										
VZ	délky			tloušťky						
	11	12	13	11	12	13				
11	—	5,78	6,16	—	3,44	3,05 ⁺				
12	—	—	0,64 ⁻	—	—	0,00 ⁻				
Hradiště										
VZ	délky			tloušťky						
	21	22	23	21	22	23				
21	—	7,71	2,79 ⁺	—	7,16	4,42				
22	—	—	2,79 ⁺	—	—	1,19 ⁻				
Šumbark										
VZ	délky			tloušťky						
	31	32	33	31	32	33				
31	—	1,31 ⁻	1,84 ⁻	—	0,77 ⁻	0,64 ⁻				
32	—	—	1,63 ⁻	—	—	0,00 ⁻				
Radvanice										
VZ	délky			tloušťky						
	41	42	43	41	42	43				
41	—	0,38 ⁻	1,04 ⁻	—	2,76 ⁺	2,32 ⁺				
42	—	—	1,66 ⁻	—	—	0,56 ⁻				

4,4 — rozdíly vysoce průkazné, 2,9⁺ — rozdíly průkazné, 0,7⁻ — rozdíly neprůkazné

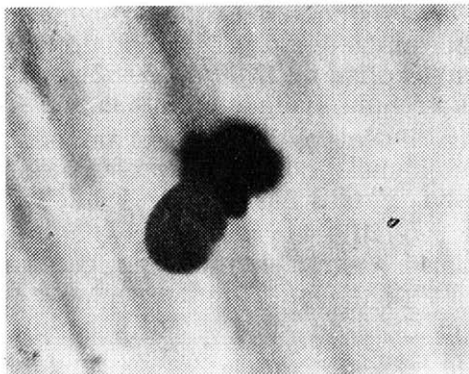


9. Anomálie květenství (výběrový strom 609, SPR Plenisko). — Abnormalities of the inflorescence (plus-tree 609, Plenisko National Reserve)

10. Detail anomálie květenství (výběrový strom 609, SPR Plenisko). Snímky Říčný. — A detail view of the inflorescence abnormality (plus-tree 609, Plenisko National Reserve). The photos by Říčný

vyvinutá vajíčka (v průměru asi o 20,11 %) a vajíčka poškozená prašnými imisemi, tedy jejich přítomnost v opylovací komůrce, nebo ucpáním mikropylárního otvoru (v průměru o 45,49 %).

Poměrně vysoké procento klíčivosti semen získaných ze sledovaných lokalit nedává dokonalý obraz o kvalitě opylení či vlivu imisí na



11. Pylová zrna na stigmatické chlopni (výběrový strom 608, SPR Plenisko). — Pollen grains on the stigma valve (plus-tree 608, Plenisko National Reserve)

12. Pylová zrna a prachové částice na plodolistu (výběrový strom 608, SPR Plenisko). — Pollen grains and dust particles on the carpel (plus-tree 608, Plenisko National Reserve)



13. Pylová zrna na stigmatické chlopni (výběrový strom 609, SPR Plenisko). Snímky Pospíšil. — Pollen grains on the stigma valve (plus-tree 609, Plenisko National Reserve). The photos by Pospíšil

kvalitu a množství získaných semen, neboť se pracuje již s vyvinutými (dozrálými) semeny a průměrným vzorkem. Nemůže tedy zachytit ztráty vzniklé v procesu mikro a makrosporogeneze, procesu opylení a oplození.

Rozbory jednotlivých šišek ze zkoumaných lokalit podle spirál, šupin a semen, jejich kvalita i kvantita, růst a vývoj semenáčků z nich získaných je předmětem další práce.

ZÁVĚR

V práci jsou uvedeny výsledky sledování náletu pylu na samičí generativní orgány smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.) z pěti lokalit Beskyd jako prvního předpokladu vytvoření životaschopného semene v procesu opylení — oplození — vznik semene.

Ze získaných výsledků je možno učinit tyto závěry:

Počet přítomných pylových zrn na podpůrné šupině (včetně plodolistu, vajíčka 1 a 2) kolísá od 23,34 do 83,17 zrn mezi jednotlivými lokalitami.

Předpokládaný počet pylových zrn na jedno květenství zjištěný rozborem 30 šupin (včetně plodolistu, vajíčka 1 a 2) ze střední části květenství kolísá od 5790 do 39 821 zrn; zjištěný rozborem celé spirály od báze k vrcholu květenství od 5352 do 40 376 pylových zrn.

Počet pylových zrn na jedno vajíčko kolísá od 1,54 do 60,81 zrn; nejmenší počet pylových zrn se vyskytoval na bázi a vrcholu květenství. V této části se také nachází nejvyšší počet nevyvinutých vajíček.

Podíl nevyvinutých vajíček v jednom květenství kolísá od 15,85 do 25,45 % mezi jednotlivými lokalitami.

Podíl vajíček s výskytem prашných imisí v jednom květenství kolísá od 13,33 do 71,88 % mezi jednotlivými lokalitami podle stupně imisního zatížení.

Velikost samičích květenství mezi jednotlivými lokalitami se pohybuje v rozmezí od 4,54 do 6,41 cm délky a od 1,64 do 2,02 cm tloušťky; barva květenství je variabilní.

Počet spirál je u 17 jedinců osm, u pěti jedinců sedm.

Počet šupin ve spirále je v rozmezí od 27—33 mezi jednotlivými lokalitami, tvar šupin a barva je velmi variabilní.

Nálet pylu byl sledován na výběrových stromech a vzornících rostoucích v přirozených podmínkách na různých lokalitách Beskyd pod vlivem imisí. V současné době prakticky bez možnosti jakéhokoliv zásahu k ovlivnění mikro- a makrosporogeneze, opylení a oplození, tedy celého oploďňovacího procesu až do uzrání semen.

Ze získaných poznatků vyplývá, že imise výrazně negativně ovlivňují průběh oploďňovacího procesu. To je nutno mít na zřeteli zejména při zakládání semenných plantáží a umisťovat je v oblastech bez intenzivního působení imisí.

Literatura

- CINGER, N. V.: Semja, ego rozvitie i fiziologičeskije svojstva. Moskva, 1956
- LIPOWSKI, F.: Vylíšení ístebňanského ekotypu smrku ztepilého (*Picea abies* Karst.) v SPR Plenisko na LZ Jablunkov. Dipl. práce, LF — VŠZ Brno, 1983
- NEKRASOVA, T. P.: Pylca i pylcevoj režim chvojnyh sibiri. Nauka, Novosibirsk, 1983
- POSPÍŠIL, J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány modřínu evropského (*Larix decidua* Mill). Lesnictví, 1978, č. 7, s. 581-599
- POSPÍŠIL, J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány lesních dřevin. Závěrečná zpráva, LF — VŠZ Brno, 1975
- POSPÍŠIL, J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link). Lesnictví, 1978, č. 11, s. 979-990
- POSPÍŠIL, J. — RICHTÁR, V.: Mikrosporogeneze *Larix decidua* Mill. v porostech poškozovaných průmyslovými exhaláty v oblasti Ostravy. Lesnictví, 1970, č. 3, s. 263-272
- POSPÍŠIL, J. — RICHTÁR, V.: Effect of dust immissions on development of ovule and seed in European Larch (*Larix decidua* Mill). Sborník VŠZ Brno, 1970, řada C/3, s. 213-224
- RICHTÁR, V.: Plodnost lesních dřevin v porostech poškozovaných kouřem v oblasti Ostravy. Lesnická práce, 1967, č. 12, s. 527-529
- VINCENT, G.: Rozbory šíšek jehličnanů a jejich semen. Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR, Praha, 1930
- VLČEK, I.: Příčiny snížení plodnosti lesních dřevin. Kand. minim. LF — VŠZ Brno, 1982
- POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L.: Vliv imisí na kvalitu pylu smrku ztepilého v Beskydech. Lesnictví, 1987, č. 1, s. 15-32

Došlo dne 5. 5. 1986

ПОСПИШИЛ, Й. — АЛФЕРИ, Л. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Исследование налета пыльцы на женские генеративные органы ели обыкновенной [*Picea abies* (L.) Karst.] в Бескидах под влиянием различного загрязнения промышленными выбросами. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 193-210.

В работе приведены результаты исследования налета пыльцы на женские генеративные органы ели обыкновенной [*Picea abies* (L.) Karst.] из пяти местностей Бескид как первой предпосылки образования жизнеспособных семян в процессе опыления — оплодотворение — образование семени. Установленный налет пыльцы на женских соцветиях обследуемых местностей свидетельствует о совершенстве опыления в 1980 году. На перенос пыльцы у ветролюбивых древесных пород действует, прежде всего, горизонтальное и вертикальное течение воздуха, который затем способствует непосредственному контакту пыльцевых зерен с женскими органами.

Из полученных данных очевидно, что промышленные выбросы явно отрицательно влияют на ход воспроизводительного процесса. Это следует учитывать, главным образом, при создании семенных плантаций и размещать их в областях без интенсивного воздействия промышленных выбросов.

хвойные древесные породы; промышленные выбросы; пыльца

POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Investigation of Airborne Pollen on the Female Generative Organs of Norway Spruce [Picea abies (L.) Karst.] in the Beskids Mts. at Localities Influenced by Air Pollution Stress*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 193-210.

The results are presented of investigation of airborne pollen on the generative organs of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] at five localities of the Beskids Mts.; pollen transfer is the first condition of producing the viable seed in the process pollination — fertilization — seed origin. The airborne pollen grains we found on female inflorescences at the localities of observation documented the perfect pollination in 1980. Pollen transfer in anemophilous plants is influenced first of all by horizontal and vertical air flows, which facilitate the direct contact of pollen grains with the female organs.

The results demonstrate that the air pollution stress rather negatively influences the reproductive process. This fact must be taken into account during the establishment of seed orchards and to locate them in the regions without intensive air pollution.

coniferous species; emissions; pollen

POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Untersuchungen des Pollenanflugs auf weibliche generative Organe der Gemeinen Fichte [Picea abies (L.) Karst.] in den Beskiden unter der Einwirkung unterschiedlicher Immissionsbelastung*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 193-210.

In der Arbeit werden Ergebnisse der Untersuchungen des Pollenanflugs auf weibliche Generativorgane der Gemeinen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] aus fünf Lokalitäten der Beskiden als erste Voraussetzung der Bildung lebensfähiger Samen im Prozeß Bestäubung — Befruchtung — Samenentstehung angeführt. Der festgestellte Pollenanflug auf weiblichen Blütenständen der untersuchten Lokalitäten dokumentiert die Vollkommenheit der Bestäubung im Jahre 1980. Auf die Pollenübertragung bei anemophilen Holzarten wirkt vor allem die horizontale und vertikale Luftströmung ein, die dann den unmittelbaren Kontakt der Pollenkörner mit den weiblichen Organen ermöglicht.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen geht hervor, daß die Immissionen den Verlauf des Reproduktionsprozesses stark negativ beeinflussen. Dies muß vor allem bei der Gründung von Samenplantagen in Betracht gezogen werden, die in Gebieten ohne intensive Immissionseinwirkung angelegt werden müssen.

Nadelhölzer; Immissionen; Pollen

Adresa autorů:

Prof. Ing. Jiří Pospíšil, DrSc., Ing. Ludmila Alferi, lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno
