

VNITŘNÍ VZTAHY V MIKROBNÍCH SPOLEČENSTVECH PŮ POROSTŮ SMRKU, JEŘÁBU A BŘÍZY V OBLASTI ZNEČIŠTĚNÉ PRŮMYSLOVÝMI EXHALÁTY

A. Lettl

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Vnitřní vztahy v mikrobiálních společenstvech půd porostů smrku, jeřábu a břízy v oblasti znečištěné průmyslovými exhaláty*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 769-786.

Při zatravnění porostních půd, uhynutí smrku a rozvoji listnatých porostů bylo pronikavě zvýšeno bakteriální osídlení organických půdních horizontů, zvýraznily se půdní biochemické i enzymatické aktivity, došlo k samovolnému zvýšení půdního pH. Korelační vztahy nasvědčují, že půdy jednotlivých porostů i jednotlivé horizonty jsou osídleny odlišnými mikrobiálními společenstvy. Ta se v zatravněných půdách vyvíjejí od acidofilie směrem k neutrofilii. Mění se i kauzální skupiny organismů pro jednotlivé aktivity. Ve smrkovém porostu jsou významné mikromycety, v zatravněných půdách listnatých porostů vystupuje úloha bakterií. Půdní nitrifikace a oxidace síry jsou spojeny spíše s nespécializovanými heterotrofy než se specializovanými skupinami autotrofních bakterií. Řada korelací zůstává bez vysvětlení.

mikrobiologie lesnická; lesní půdy; imise

Na hřebenech Krušných hor již prakticky vymizely smrkové porosty citlivě na imisní znečištění SO_2 . Byly nahrazeny vesměs zatravněnými porosty odolnějších dřevin, především jeřábu a břízy.

Tyto zatravněné náhradní porosty si zasluhují pozornosti, protože budou ovlivňovat půdu a její mikroflóru až do doby, kdy po poklesu imisního znečištění bude možno znovu přistoupit k pěstování účelových dřevin.

Současná práce shrnuje výsledky periodického vyšetřování půdní mikroflóry a snaží se rozбором korelací zjistit vnitřní vztahy v mikrobiálních společenstvech půd smrkových a listnatých porostů.

MATERIÁL A METODY

V okolí Nové Vsi v Krušných horách byly sledovány tři typy porostů: zbytek mladého smrkového porostu bez přízemní vegetace, dále asi 15–20letý porost jeřábu a asi 30letý porost břízy, které jsou silně zatravněny třtinou chloupkatou. Porosty leží v nadmořské výšce 730 m a jsou navzájem v těsné blízkosti. Půda smrkového a jeřábového porostu byla sledována ve vegetačních obdobích 1983–1985, půda porostu březového v letech 1984–1985.

U půd byly periodicky sledovány vlhkost, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, $\text{pH}(\text{KCl})$, obsah C_{ox} , N_{total} , NH_4^+-N , NO_3^--N , SO_4^{2-} , koncentrace aerobních a amonizačních bakterií a mikromycet a koncentrace bakterií oxidujících thiosulfát na sulfát. Z půdních biochemických aktivit byla sledována respirace, amonizace, nitrifikace a oxidace elementární síry na sulfát. Z půdních enzymů byly hodnoceny β -D-fruktofuranosidáza (EC 3.2.1.26), α -amyláza (EC 3.2.1.1), ureáza (EC 3.5.1.5), asparagináza (EC 3.5.1.1) a thiosulfát sulfurtransferáza (rhodanese; EC 2.8.1.1). Metody stanovení byly popsány v práci Lettl (1986).

I. Průměrné hodnoty $[\bar{x} \pm s_x(n)]$ chemických a biologických vlastností fermentačního $[\bar{x} \pm s_x(n)]$ of chemical and biological characteristics of the fermentation (F-A02)

Veličina		Smrk	
		F-A02	H-A03
vlhkost	hmotnostní %	57,0 $\pm$ 7,63 (19)	55,1 $\pm$ 7,25 (19)
pH (H ₂ O)		3,51 $\pm$ 0,30 (19)	3,41 $\pm$ 0,20 (19)
pH (KCl)		3,03 $\pm$ 0,26 (19)	2,94 $\pm$ 0,22 (19)
C _{ox}	hmotnostní %	30,9 $\pm$ 3,38 (19)	23,6 $\pm$ 4,93 (19)
N _{total}	hmotnostní %	1,72 $\pm$ 0,25 (19)	1,09 $\pm$ 0,19 (19)
C/N		18,2 $\pm$ 2,62 (19)	21,3 $\pm$ 2,71 (19)
NH ₄ ⁺ -N	mg/kg	146 $\pm$ 102 (19)	59,1 $\pm$ 60,2 (19)
NO ₃ ⁻ -N	mg/kg	7,76 $\pm$ 8,98 (19)	5,70 $\pm$ 5,95 (19)
SO ₄ ²⁻	mg/kg	331 $\pm$ 123 (7)	251 $\pm$ 136 (7)
aerobní bakterie	CFU ^a ; tisíce/g	2143 $\pm$ 4 699 (19)	677 $\pm$ 618 (19)
amonizační bakterie	CFU ^a ; tisíce/g	2003 $\pm$ 2 199 (19)	984 $\pm$ 619 (19)
oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻	MPN ^b ; tisíce/g	7792 $\pm$ 12 347 (12)	417 $\pm$ 921 (11)
mikromycety	CFU ^a ; tisíce/g	480 $\pm$ 779 (19)	133 $\pm$ 95,9 (19)
respirace	CO ₂ ; mg/kg/24 h	2334 $\pm$ 1 169 (19)	733 $\pm$ 283 (19)
amonizace	NH ₄ ⁺ -N; mg/kg/14 d	157 $\pm$ 137 (19)	46,5 $\pm$ 31,8 (19)
nitrifikace	NO ₃ ⁻ -N; mg/kg/14 d	9,57 $\pm$ 13,0 (19)	5,33 $\pm$ 8,40 (19)
oxidace S ⁰	SO ₄ ²⁻ ; mg/kg/21 d	7154 $\pm$ 4 234 (7)	3270 $\pm$ 1290 (6)
β -D-fruktofuranosidáza	mkat/kg ^c	1,61 $\pm$ 0,79 (14)	1,31 $\pm$ 0,48 (12)
α -amyláza	mkat/kg ^c	0,70 $\pm$ 0,20 (14)	0,38 $\pm$ 0,08 (12)
ureáza	nkat/kg ^c	0,75 $\pm$ 0,46 (14)	0,44 $\pm$ 0,30 (13)
asparagináza	nkat/kg ^c	0,43 $\pm$ 0,34 (14)	0,36 $\pm$ 0,34 (13)
thiosulfát sulfurtrans-feráza	nkat/kg ^c	2,66 $\pm$ 2,40 (14)	4,72 $\pm$ 2,61 (13)

^a CFU — Colony Forming Unit

^b MPN — Most Probable Number

^c kat/kg — mol. kg⁻¹. s⁻¹

Na počítači Hewlett Packard 41C byly vypočteny jednoduché korelační koeficienty pro vztah mezi jednotlivými veličinami navzájem. Významnost korelací byla otestována pro úroveň $P = 0,9$. Tímto způsobem byly zpracovány výsledky z fermentačního (F-A02) a humusového (H-A03) horizontu, kde jsou rozdíly mezi porosty nejvýraznější.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Tabulka I shrnuje průměrné hodnoty sledovaných veličin. Půdy listnatých porostů jsou o něco vlhčí než půda porostu smrkového a mají příznivější hodnoty pH. V chemických vlastnostech půd nejsou zřetelné rozdíly, a přesto jsou organické horizonty půd listnatých porostů kolonizovány v průměru řádově vyšším množstvím bakterií, přičemž se zvy-

Jeřáb		Bříza	
F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃
58,5 ± 9,45 (19)	57,5 ± 12,6 (19)	64,7 ± 5,48 (11)	57,1 ± 8,34 (11)
4,11 ± 0,43 (19)	3,69 ± 0,28 (19)	4,23 ± 0,33 (11)	3,81 ± 0,23 (11)
3,52 ± 0,38 (19)	3,24 ± 0,18 (19)	3,63 ± 0,22 (11)	3,32 ± 0,21 (11)
30,7 ± 2,42 (19)	27,4 ± 2,98 (19)	32,0 ± 1,83 (11)	26,1 ± 4,55 (11)
1,57 ± 0,17 (19)	1,30 ± 0,14 (19)	1,64 ± 0,14 (11)	1,32 ± 0,24 (11)
19,6 ± 1,70 (19)	21,3 ± 3,03 (19)	19,6 ± 1,13 (11)	20,1 ± 3,53 (11)
133 ± 86,8 (19)	58,2 ± 51,0 (19)	168 ± 105 (11)	70,4 ± 60,2 (11)
3,49 ± 5,69 (19)	3,15 ± 7,30 (19)	8,98 ± 12,9 (11)	5,34 ± 6,66 (11)
255 ± 68,5 (7)	176 ± 66,8 (7)	357 ± 147 (6)	200 ± 101 (6)
14 450 ± 14 737 (19)	3547 ± 6 001 (19)	53 347 ± 110 955 (11)	2232 ± 1618 (11)
15 343 ± 14 389 (19)	3557 ± 5 446 (19)	63 272 ± 138 112 (11)	2590 ± 1237 (11)
2 702 ± 5 616 (11)	9480 ± 18 259 (11)	10 879 ± 19 029 (11)	1580 ± 2800 (11)
278 ± 208 (19)	127 ± 109 (19)	344 ± 221 (11)	192 ± 87,0 (11)
2 487 ± 1 542 (19)	1280 ± 476 (19)	3 602 ± 1 493 (11)	1382 ± 586 (11)
178 ± 127 (19)	72,9 ± 77,1 (19)	241 ± 149 (11)	91,8 ± 65,5 (11)
16,4 ± 33,2 (19)	11,6 ± 15,5 (19)	16,0 ± 20,0 (11)	9,69 ± 10,5 (11)
5 174 ± 1 220 (7)	3270 ± 834 (6)	4 085 ± 1 251 (6)	3365 ± 1068 (6)
1,40 ± 0,68 (13)	1,31 ± 0,36 (12)	1,90 ± 0,64 (11)	1,51 ± 0,35 (11)
0,55 ± 0,22 (13)	0,46 ± 0,13 (12)	0,66 ± 0,15 (11)	0,52 ± 0,13 (11)
1,16 ± 0,66 (13)	0,77 ± 0,51 (13)	0,78 ± 0,36 (11)	0,68 ± 0,32 (11)
0,44 ± 0,27 (13)	0,40 ± 0,20 (13)	0,45 ± 0,33 (11)	0,35 ± 0,29 (11)
7,11 ± 4,20 (13)	5,10 ± 4,06 (13)	6,01 ± 6,29 (11)	3,12 ± 3,54 (11)

šuje i půdní biologická, popř. i enzymatická aktivita. V zatravněných porostech jsou bakteriální společenstva biochemicky aktivnější než společenstva půdy smrkového porostu [L e t t l 1984c, 1985c].

Vnitřní vztahy v mikrobiálních společenstvech lze alespoň částečně studovat rozбором korelací. Významné korelace ($P = 0,9$) jsou pro půdy jednotlivých porostů zachyceny v tabulkách II až IV.

Třebaže rozsah analýz je poměrně široký, mohou získané údaje sloužit jen k velmi hrubému popisu mikrobiálních poměrů v půdě. Zvláštní otázkou pak je vhodnost užitých metod. To platí zvláště pro zjišťování koncentrací mikrobů v půdě.

MIKROBIÁLNÍ OSÍDLENÍ PŮD

Mikrobiální osídlení půd bylo hodnoceno kultivačně stanovenými počty aerobních bakterií [na Thorntonově agaru], amonizačních bakterií [na masopeptonovém agaru] a mikroskopických hub [na agaru Czapek-

II. Významné pozitivní (+) a negativní (–) korelace ($P = 0,9$) ve fermentačním (vpravo) a humusovém (vlevo) horizontu půdy smrkového porostu. — Significant positive (+) and negative (–) correlations ($P = 0.9$) in the fermentation (right) and humus (left) soil horizons in spruce forest stand

[illegible]

III. Významné pozitivní (+) a negativní (—) korelace ($P = 0,9$) ve fermentačním (vpravo) a humusovém (vlevo) horizontu půdy porostu jeřábu. — Significant positive (+) and negative (—) correlations ($P = 0,9$) in the fermentation (right) and humus (left) soil horizons in mountain ash forest stand

	vlhkost	[H ⁺] H ₂ O	[H ⁺] KCl	C _{ox}	N ^{total}	C/N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻	aerobní bakterie	amoniizační bakterie	oxidant S ₂ O ₃ ²⁻	mikromycety	respirace	amoniizace	nitrifikace	oxidace S ^o	β-D-fruktofuranosidáza	α-amyláza	ureáza	asparagináza	sulfurtransferáza
vlhkost	xx																					
[H ⁺] H ₂ O		xx	+																			
[H ⁺] KCl			xx	+																		
C _{ox}				xx	+																	
N ^{total}					xx	+																
C/N						xx	+															
NH ₄ ⁺ -N							xx	+														
NO ₃ ⁻ -N								xx	+													
SO ₄ ²⁻									xx	+												
aerobní bakterie										xx	+											
amoniizační bakterie											xx	+										
oxidant S ₂ O ₃ ²⁻												xx	+									
mikromycety													xx	+								
respirace														xx	+							
amoniizace															xx	+						
nitrifikace																xx	+					
oxidace S ^o																	xx	+				
β-D-fruktofuranosidáza																		xx	+			
α-amyláza																			xx	+		
ureáza																				xx	+	
asparagináza																					xx	+
sulfurtransferáza																						xx

humusový horizont H-A₀₃

IV. Významné pozitivní (+) a negativní (–) korelace ($P = 0,9$) ve fermentačním (vpravo) a humusovém (vlevo) horizontu půdy porostu břízy. — Significant positive (+) and negative (–) correlations ($P = 0.9$) in the fermentation (right) and humus (left) soil horizons in birch forest stand

[illegible]

-Doxově s 1 % sladinkového extraktu). Koncentrace mikrobů byly vyjádřeny jednotkou CFU/g (Colony Forming Unit), čímž chceme zdůraznit, že kultivační metoda zachycuje jen nepatrný zlomek skutečných počtů mikrobů. Naopak je to dosud jediná metoda vhodná svou malou pracností pro sériové rozborů.

Koncentrace aerobních a amonizačních bakterií (faktory x v tabulce V) byly téměř vždy navzájem úzce korelovány. I přes určité rozdíly v korelacích s ostatními faktory jde zřejmě o velmi blízké skupiny bakterií.

Pozitivní korelace (levá strana tabulky V) upozorňují na význam dusíkaté výživy pro mikroorganismy. Opakovaně zde vystupuje amonný ion. Vzhledem k tomu, že jeho koncentrace se v půdách tří porostů nijak zřetelně neliší (tabulka I), jde spíš o závislost bakterií na amonizaci. Ta se v půdě porostu břízy zvyšuje na takovou úroveň, že bakteriím poskytuje dostatek iontu NH_4^+ . Ten je ovšem průběžně využíván, takže jeho aktuální obsah v půdě se neliší od půd předešlých.

Třebaže půdy listnatých porostů jsou poněkud vlhčí než půda smrkového porostu, vystupuje v nich jako ekologický faktor právě vlhkost. Kořenový systém přízemní vegetace pravděpodobně odnímá z okolní půdy tolik půdního roztoku, že vně kořenů se vlhkost stává významnou alespoň pro mikromycety.

Pozoruhodný je vztah mikrobů k půdnímu pH. V půdě listnatých porostů se objevují negativní korelace s koncentrací H^+ iontů, zatímco v kyselé půdě smrkových porostů toto nepozorujeme (pravá strana tabulky V). Je nutno připomenout, že půdy porostu jeřábu a břízy mají příznivější pH než půda porostu smrkového (tabulka I). V kyselých půdách smrkových porostů byla prokázána acidofilní společenstva bakterií, jejichž optimální pH pro růst bylo při hodnotě pH 4 nebo ještě méně (Lettl 1984b). Nabízí se tedy vysvětlení, že po zatravnění a zvýšení půdního pH se původně acidofilní společenstva (a tedy nekorelovaná s půdním pH, které osciluje právě kolem optimální hodnoty) vyvinula směrem ke společenstvům neutrofilním, na které pak pokles pH působí negativně.

CYKLUS UHLÍKU

Cyklus uhlíku je obtížné charakterizovat sledováním dostupných veličin vzhledem k jeho značné pestrosti. Vystupuje zde řada vysokomolekulárních substrátů: předně celulóza, hemicelulózy, lignin, ale i škrob, pektin, konečně i lipidy (tuky, vosky). Velké molekuly polysacharidů jsou štěpeny na menší fragmenty s následnou tvorbou nízkomolekulárních sloučenin (uronové kyseliny, organické kyseliny, alkoholy atd.). Ty jsou v konečné fázi mineralizovány až na CO_2 , popř. i jiné látky. Navíc v různých stádiích tohoto cyklu navazují syntetické reakce (např. tvorba humusových látek (Pochon, de Barjac 1958)).

Tuto složitou mozaiku reakcí se snažíme charakterizovat alespoň třemi údaji: koncentrací α -amylázy, která štěpí škrob na nízkomolekulární oligosacharidy. Další enzym, β -D-fruktofuranosidáza, štěpí sacharózu na glukózu a fruktózu. Posledním údajem pak je respirace, tj. produkce CO_2 půdou, která zachycuje konečnou fázi mineralizace uhlíku (faktory x v tabulce VI).

Pro tvorbu enzymů se zdá být významná nabídka organické hmoty,

V. Pozitivně (vlevo) a negativně (vpravo) korelované faktory y s koncentrací mikroorganismů (faktory x) ve fermentačním (F-A₀₂) a humusovém (H-A₀₃) horizontu půd tří porostů — Positively (left) and negatively (right) correlated factors y with the concentrations of microorganisms (factors x) in the fermentation (F-A₀₂) and humus (H-A₀₃) soil horizons in three forest stands

Pozitivně korelované faktory y						Faktory x	Negativně korelované faktory y					
smrk		jeřáb		bříza			smrk		jeřáb		bříza	
1-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃		F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃
NH ₄ ⁺ -N amoni- zační baktérie	C/N	NH ₄ ⁺ -N amoni- zační baktérie	amoni- zační baktérie	amoni- zační baktérie	N _{total} amoni- zační baktérie oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻	aerobní baktérie			[H ⁺]H ₂ O		C _{ox}	[H ⁺]H ₂ O [H ⁺]KCl
NH ₄ ⁺ -N aerobní baktérie		NH ₄ ⁺ -N aerobní baktérie mikro- mycety	SO ₄ ²⁻ aerobní baktérie	aerobní baktérie	aerobní baktérie	amonizační baktérie					C _{ox}	[H ⁺]H ₂ O [H ⁺]KCl
N _{total}	NO ₃ ⁻ -N	vlhkost C _{ox} NH ₄ ⁺ -N amoni- zační baktérie	vlhkost NH ₄ ⁺ -N SO ₄ ²⁻	vlhkost		mikromycety			[H ⁺]KCl	[H ⁺]H ₂ O [H ⁺]KCl N _{total}		

VI. Pozitivně (vlevo) a negativně (vpravo) korelované faktory y s údaji z cyklu uhlíku (faktory x) ve fermentačním (F-A₀₂) a humusovém (H-A₀₃) horizontu půd tří porostů. — Positively (left) and negatively (right) correlated factors y with the data from the carbon cycle (factors x) in the fermentation (F-A₀₂) and humus (H-A₀₃) soil horizons in three forest stands

Pozitivně korelované faktory y						Faktory x	Negativně korelované faktory y					
smrk		jeřáb		bříza			smrk		jeřáb		bříza	
F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃		F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃
N _{total}	vlhkost N _{total}		C _{ox}		vlhkost C _{ox} amoni- zační baktérie respirace	α-amyláza	[H ⁺]KCl NH ₄ ⁺ -N NO ₃ ⁻ -N aerobní + amo- nizační baktérie	acrobni baktérie	vlhkost C/N	NO ₃ ⁻ -N		
	vlhkost amoni- zační baktérie	SO ₄ ²⁻		SO ₄ ²⁻	aerobní baktérie	β-D-frukto- furanosidáza		[H ⁺]H ₂ O C/N acrobni baktérie		[H ⁺]KCl		[H ⁺]H ₂ O mikro- mycety
C _{ox} N _{total} mikro- mycety amoni- zace	NH ₄ ⁺ -N NO ₃ ⁻ -N C/N	vlhkost mikro- mycety amoni- zace	vlhkost NH ₄ ⁺ -N C/N mikro- mycety amoni- zace	vlhkost aerobní + amo- nizační baktérie amoni- zace	vlhkost N _{total} aerobní baktérie oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻ α-amylá- za	respirace			[H ⁺]H ₂ O [H ⁺]KCl N _{total}	[H ⁺]KCl NO ₃ ⁻ -N nitri- fikace		

VII. Pozitivně (vlevo) a negativně (vpravo) korelované faktory y s údaji z cyklu dusíku (faktory x) ve fermentačním (F-A02) a humusovém (H-A03) horizontu půd tří porostů — Positively (left) and negatively (right) correlated factors y with the data from the nitrogen cycle (factors x) in the fermentation (F-A02) and humus (H-A03) soil horizons in three forest stands

Pozitivně korelované faktory y						Faktory x	Negativně korelované faktory y					
smrk		jeřáb		bříza			smrk		jeřáb		bříza	
F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃		F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃	F-A ₀₂	H-A ₀₃
N _{total}	amoni- nizace			oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻		ureáza	C/N	amoni- zační baktérie	[H ⁺]H ₂ O	mikro- mycety	NH ₄ ⁺ -N	
oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻							SO ₄ ²⁻		[H ⁺]KCl			
mikro- mycety												
amoni- zace												
respirace												
[H ⁺]H ₂ O			SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺ -N	vlhkost N _{total} aerobní baktérie oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻ amoni- zace nitri- fikace respirace	asparagináza		amoni- nizační baktérie	C/N			[H ⁺]H ₂ O

N_{total} C_{ox} oxidanti $S_2O_3^{2-}$ mikro- mycety ureáza respirace	ureáza	respirace	respirace	respirace	N_{total} aerobní baktérie oxidanti $S_2O_3^{2-}$ aspara- gináza nitri- fikace	amonizace		SO_4^{2-} nitri- fikace			nitri- fikace	SO_4^{2-}
SO_4^{2-} aerobní + amo- nizační baktérie	respirace	aerobní + amo- nizační baktérie mikro- mycety	SO_4^{2-} C/N mikro- mycety respirace	aspara- gináza	NH_4^+-N				$[H^+]H_2O$ $[H^+]KCl$	$[H^+]H_2O$ $[H^+]KCl$ ureáza		
$NO_3^- - N$	mikro- mycety	$[H^+]H_2O$ $NO_3^- - N$	vlhkost $[H^+]H_2O$ $NO_3^- - N$	$[H^+]KCl$ $NO_3^- - N$	aerobní baktérie amoni- zace aspara- gináza	nitifikace	N_{total}	amoni- zace		amoni- zace respirace	$[H^+]H_2O$	
nitri- fikace	mikro- mycety respirace	$[H^+]H_2O$ nitri- fikace	$[H^+]H_2O$ $[H^+]KCl$ nitri- fikace	nitri- fikace	$NO_3^- - N$		N_{total}			respirace	C/N	

hlavně její uhlíkaté složky, zatímco minerální formy dusíku se zřejmě mohou uplatňovat negativně. Ukazuje se zřetelná závislost produkce enzymů na půdním pH, které se zvláště v kyselejších humusových horizontech negativně uplatňuje u β -D-fruktofuranosidázy. Třebaže oba enzymy jsou v mikrobiální říši velmi rozšířené, původ půdní α -amylázy je spatřován v kořenech vegetace, zatímco β -D-fruktofuranosidáza je považována za enzym bakteriálního původu (B e r g m e y e r 1962). Různost korelací těchto enzymů k rozličným skupinám mikrobů naznačuje, že v odlišných podmínkách různých půd se mohou jako převažující kauzální organismy uplatňovat i různé skupiny mikrobů.

Půdní respirace pak poskytuje celkový údaj o intenzitě mineralizace organické hmoty. Udává se, že většina produkovaného CO_2 pochází z rozkladné aktivity mikromycet (A n d e r s o n, D o m s c h 1975). Zdá se však, že v půdě březového porostu, která je kolonizována enormním množstvím bakterií, právě bakterie získávají určující význam. V listnatých porostech se znovu ukazuje závažnost vlhkosti jako ekologického faktoru. Závislost respirace na půdním pH v listnatých porostech pak potvrzuje již zmíněný vývoj mikrobiálních společenstev k neutrofilii. Jestliže v pokusu nevedlo umělé okyselování ke snížení rozkladu organické hmoty (K i l l h a m a kol. 1983), pak ze současných výsledků je patrné, že záleží na charakteru mikrobiálních společenstev v půdě.

CYKLUS DUSÍKU

Rozkladnou část cyklu dusíku si můžeme schematicky představit takto: organicky vázaný dusík (převážně v bílkovinách, ale i v nukleových kyselinách, aminech, alkaloidech, chitinu, aminocukrech atd.) je enzymatickými reakcemi uvolňován v konečné formě amonného iontu (P o c h o n, d e B a r j a c 1958). Ze zúčastněných enzymů byly sledovány alespoň koncentrace ureázy (která štěpí močovinu na NH_3 a CO_2) a asparaginázy (uvolňující z L-asparaginu amidový dusík za vzniku kyseliny L-asparagové).

Sledování amonizace jako půdní aktivity pak poskytne orientační obraz o efektivitě celého procesu. Uvolněný amonný ion je jednak utlizován k syntéze živé hmoty, jednak může být nitrifikačním procesem oxidován na nitrátový ion. Tyto stupně jsou tedy zachyceny v tabulce VII jako faktory x.

Koncentrace půdních enzymů vykazují různý vztah k pH prostředí. U asparaginázy pozorujeme v odlišných porostech korelace pozitivní i negativní. Rovněž hlavní producenti enzymů patrně mohou být různí podle typu porostu, třebaže oba enzymy jsou mezi mikroby běžné. Tomu nasvědčují pozitivní i negativní korelace k bakteriím i mikromycetám podle typu porostu.

Amonizace je u půdních mikroorganismů aktivitou velmi rozšířenou. Je stimulována nabídkou dusíku v organické hmotě, ale je negativně korelována se síranovými ionty. Při sledování půd, znečištěných imisním spadem SO_2 , byla právě amonizace nejsilněji postižena (L a n g k r a m e r, L e t t l 1982). Toto poškození aktivity bylo vztaženo k účinku plynného SO_2 , s nímž stoupal i obsah síranu v půdě (L e t t l 1985a). Síran tedy nemusí být toxou, ale jeho množství může svědčit o míře imisního zatížení.

VIII. Pozitivně (vlevo) a negativně (vpravo) korelované faktory y s údaji z cyklu síry (faktory x) ve fermentačním (F-A02) a humusovém (H-A03) horizontu půd tří porostů. — Positively (left) and negatively (right) correlated factors y with the data from the sulphur cycle (factors x) in the fermentation (F-A02) and humus (H-A03) soil horizons in three forest stands

Pozitivně korelované faktory y						Faktory x	Negativně korelované faktory y					
smrk		jeřáb		bříza			smrk		jeřáb		bříza	
F-A02	H-A03	F-A02	H-A03	F-A02	H-A03		F-A02	H-A03	F-A02	H-A03	F-A02	H-A03
N _{total} amoni- zace		SO ₄ ²⁻		C/N SO ₄ ²⁻	vlhkost N _{total} aerobní baktérie respirace amoni- zace sulfur- trans- feráza	oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻					N _{total}	
vlhkost SO ₄ ²⁻ - mikro- mycety		C _{ox} N _{total}	[H ⁺]H ₂ O [H ⁺]KCl NO ₃ ⁻ -N nitrifi- kace		N _{total} aerobní baktérie oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻ - amoni- zace nitrifi- kace	sulfur transferáza		aerobní baktérie nitrifi- kace	C/N			[H ⁺]H ₂ O
vlhkost		mikro- mycety amoni- zace	SO ₄ ²⁻ - NH ₄ ⁺ -N amoni- zační baktérie	mikro- mycety	[H ⁺]H ₂ O	oxidace S ⁰	respirace		[H ⁺]H ₂ O NO ₃ ⁻ -N	[H ⁺]KCl		
vlhkost NH ₄ ⁺ -N sulfur- trans- feráza		vlhkost C _{ox} oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻	vlhkost NH ₄ ⁺ -N amoni- zační baktérie mikro- mycety oxidace S ⁰	oxidanti S ₂ O ₃ ²⁻	NH ₄ ⁺ -N respirace	SO ₄ ²⁻			[H ⁺]H ₂ O [H ⁺]KCl			amoni- zace

Amonizace může probíhat na základě činnosti řady mikrobů. V půdě byla přičtena hlavně mikromycetám (Köhler, Kunze 1979), což může platit pro smrkový porost. V půdě porostu březového však zřejmě vystupuje význam mohutného bakteriálního osídlení půdy. Pozitivní korelace mezi amonizací a půdní respirací upozorňují, že oddělování cyklu C od cyklu N je umělé. Ve skutečnosti jde o mineralizaci různých elementů téže organické hmoty.

Hladina vytvořeného amonného iontu v půdě pak má nejméně dva pozitivní účinky, a to je živinou pro mikroby i vegetaci a uplatňuje se při neutralizaci kyselého půdního prostředí. Je jedním z mechanismů, které v půdách listnatých porostů upravují půdní pH k příznivějším hodnotám.

Nitrifikace v podmínkách sledovaných porostů je patrně výhradně heterotrofní. Při nízkém pH studovaných půd je přítomnost autotrofních nitrifikačních bakterií nepravděpodobná. Heterotrofní nitrifikace byla zjištěna u mikromycet (Marshall, Alexander 1961); s tím souhlasí i korelace v půdě smrkového porostu. Byla však nalezena i celá společenstva acidofilních heterotrofních bakterií, které při nízkém pH produkovaly mnohem vyšší koncentrace nitrátu než bakterie neutrofilní (Lettl 1985b). Tím je zdůvodněna pozitivní korelace mezi nitrifikací, koncentrací H^+ iontů i heterotrofními bakteriemi.

Koncentrace nitrátu v půdě jsou pak více méně souběžné s nitrifikací. Korelaci $NO_3^- - N$ s H^+ ionty tedy nelze považovat za důkaz okyselování půdy nitrifikací, protože nitrifikace i její produkt se objevují v půdě jen sporadicky, nitrát je v nízkých koncentracích a mnohdy neprokazatelný v celém vegetačním období, protože je intenzivně odčerpáván kořenovým systémem vegetace.

CYKLUS SÍRY

Cyklus síry probíhá ve své oxidativní části v půdě tak, že redukováná síra uvolňovaná z organických vazeb hlavně jako sulfid je oxidována přes stadia elementární síry, tetrathionátu, thiosulfátu a sulfitu až na sulfát (Pochon, de Barjac 1958). Cyklus anorganické síry je tedy charakterizován koncentrací bakterií oxidujících thiosulfát, koncentrací thiosulfát sulfurtransferázy (rozkládá $S_3O_3^{2-}$ na sulfit a síru, kterou přenáší na vhodný akceptor), půdní oxidací elementární síry a koncentrací sulfátu v půdě (faktory x v tabulce VIII).

Dlouho převládalo přesvědčení, že v půdě jsou tyto pochody zajišťovány aktivitou thiobacilů (Starkley 1966). Ovšem jejich zpravidla velmi nízké počty v půdě nestačily k odůvodnění vysoké oxidační schopnosti půdy vůči síře. Ukázalo se, že v půdách s vysokou nabídkou síry jsou tyto aktivity indukovány i u heterotrofní mikroflóry. Tak byla schopnost oxidace S^0 prokázána u mikromycet (Wainwright 1978), aktinomycet (Yagi a kol. 1971) i heterotrofních bakterií (Swaby, Fedel 1973; Król 1983; Lettl 1984a). Podobně bylo ve studovaných půdách zjištěno i vysoké zastoupení heterotrofních bakterií oxidujících thiosulfát na sulfát (Lettl 1984c).

Pro stanovení koncentrací oxidantů thiosulfátu bylo užito MPN testu s tekutým minerálním médiem, určeným pro thiobacily (Vishniac,

Santer 1957). Toto médium však není selektivní a dovoluje množení i heterotrofních bakterií (Bollen 1977). Zdá se, že těchto heterotrofů je naprostá převaha nad thiobacily. Svědčí o tom jak jejich vysoké koncentrace v půdě, u thiobacilů nikdy nenacházené (tabulka I), tak i korelace s aerobními heterotrofními bakteriemi, s aktivitami, které nejsou vyvolány thiobacily a se zdrojem organického dusíku, který je pro autotrofní thiobacily bezcenný (tabulka VIII).

Podobně i enzym thiosulfát sulfurtransferáza považovaný za typický enzym sírných bakterií (Trudinger, Loughlin 1981) se ukázal hojně rozšířený mezi heterotrofními bakteriemi (Lettl 1983). Proto nepřekvapuje jeho korelace s touto skupinou mikroorganismů, ale ve smrkovém porostu je překvapivá korelace s mikromycetami, u kterých se jej dosud nepodařilo prokázat.

Půdní oxidace elementární síry ukazuje na souvislost s mikromycetami. Navíc se jeví jako proces pH-dependentní. Zdá se tedy, že pro tuto aktivitu nejsou rozhodující ani acidofilní druhy thiobacilů.

Obsah síranu v půdě pak zřetelně souvisí s koncentracemi mikroorganismů, které jej produkují ať oxidací redukovaných sloučenin síry, nebo odštěpováním sulfátu arylsulfatázou z esterické vazby na humusové látky. Jistě slouží i jako živina, ale při nadbytku (tabulka I) by se asi neprojevoval jako závažný ekologický faktor. Opakovaně vystupující vztah obsahu sulfátu k půdní vlhkosti však naznačuje i jinou možnost, totiž že obsah SO_4^{2-} v půdě narůstá sorpcí plynného SO_2 , která je značně závislá na půdní vlhkosti. Skutečně na exponovaných lokalitách tak může přicházet do půdy až přes 70 % imisní sídy (Nyborg a kol. 1976).

ZÁVĚRY

Se zatrávněním porostní půdy, hynutím smrku a jeho náhradou listnatými porosty je spojeno mnoho pozitivních změn půdní mikroflóry. Zvýšila se průměrná půdní vlhkost a pH se vyvinulo k příznivějším hodnotám. Došlo k mohutnému rozvoji bakteriálního osídlení organických půdních horizontů s lehkým ústupem mikromycet. Zesílily půdní biochemické aktivity (respirace, amonizace, nitrifikace), což je někdy v humusových horizontech patrnější než při srovnání horizontů fermentačních. Alespoň v některých horizontech se zvýšily i koncentrace půdních enzymů. To vše svědčí o zintenzívnění koloběhu živin.

Rozbor korelačních vztahů ukazuje, že půdy v jednotlivých porostech i jednotlivé horizonty jsou osídleny jím vlastními společenstvy mikroorganismů. Zvýšení půdního pH v zatrávněných porostech (částečně vlivem amonizace) způsobilo, že původně acidofilní společenstva se vyvinula směrem k neutrofilii. V souvislosti se změnou složení mikrobiálních společenstev se mění i kauzální skupiny mikroorganismů rozhodujících pro půdní biochemické aktivity a ovlivňujících koncentrace produkovaných enzymů. V půdě smrkového porostu jsou v tomto směru významné mikromycety, ale v zatrávněných půdách listnatých porostů vystupuje úloha heterotrofních bakterií. Tento jev je nejzřetelnější v porostu břízy, kde je bakteriální kolonizace půd nejvyšší. Půdní nitrifikace a oxidace

síty, považované za důsledek činnosti specializovaných autotrofních mikroorganismů, jsou spíše spojeny s aktivitou nesespecializovaných heterotrofů. Pro řadu dalších korelačních vztahů nemáme vysvětlení.

Literatura

- ANDERSON, J. P. E. — DOMSCH, K. U.: Measurement of bacterial and fungal contribution to respiration of selected agricultural and forest soils. *Can. J. Microbiol.*, 21, 1975, s. 314-322
- BERGMAYER, H. U.: Methoden der enzymatischen Analyse. Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1962
- BOLLEN, W. B.: Sulfur oxidation and respiration in 54-year-old soil samples. *Soil Biol. Biochem.*, 9, 1977, s. 405-410
- KILLHAM, K. — FIRESTONE, M. K. — McCOLL, J. C.: Acid rain and soil microbial activity: Effects and their mechanism. *J. Environ. Qual.*, 12, 1983, s. 133-137
- KÖHLER, H. — KUNZE, C.: Differenzierte quantitative Erfassung der Nettoammonifikation durch Pilze und Bakterien in Böden unter verschiedenen Pflanzengesellschaften. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.*, 142, 1979, s. 387-398
- KRÓL, M.: Występowanie w glebach i aktywność drobnoustrojów utleniających siarkę. *Pamiętnik Pulawski-Prace IUNG*, 79, 1983, s. 45-62
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Influence of industrial atmospheric pollution on soil biotic component of Norway spruce stands. *Zbl. Mikrobiol.*, 137, 1982, s. 180-196
- LETTL, A.: Occurrence of the thiosulphate sulphurtransferase producers in the population of mesophilic heterotrophic bacteria and microfungi of spruce humus. *Folia Microbiol.*, 28, 1983, s. 106-111
- LETTL, A.: Soil heterotrophic bacteria in transformations of inorganic sulphur. *Folia Microbiol.*, 29, 1984a, s. 131-137
- LETTL, A.: The effect of atmospheric SO₂ pollution on the microflora of forest soils. *Folia Microbiol.*, 29, 1984b, s. 455-475
- LETTL, A.: Vliv rhizosféry travin na biochemické aktivity heterotrofních bakterií z lesní půdy. *Lesnictví*, 30, 1984c, s. 351-362
- LETTL, A.: SO₂ pollution, II. Influence of inorganic sulphur compounds on bacterial communities of forest soils. *Ecology (CSSR)*, 4, 1985a, s. 121-133
- LETTL, A.: Heterotrophic nitrifying bacteria in acid forest soils polluted by atmospheric SO₂. *Folia Microbiol.*, 30, 1985b, s. 509-516
- LETTL, A.: Ovlivnění půdní mikroflóry hynutím smrku a jeho náhradou jeřábem v oblasti znečištěné imisemi SO₂. *Lesnictví*, 31, 1985c, s. 465-479
- LETTL, A.: Vývoj mikrobiálního osídlení lesních půd zatížených imisemi SO₂. *Lesnictví*, 32, 1986, s. 593-610
- MARSHALL, K. C. — ALEXANDER, M.: Fungi active in heterotrophic nitrification. *Can. J. Microbiol.*, 7, 1961, s. 955-957
- NYBORG, M. — CREPIN, J. — HOCKING, D. — BAKER, J.: Effect of sulfur dioxide on precipitation and on the sulfur content and acidity of soils in Alberta, Canada. *Proc. 1st Internat. Symp. Acid Precipitation and the Forest Ecosystems; USDA For. Ser., Northeastern For. Exp. Stat. Ohio State University, Columbus (Ohio) 1976*, s. 767
- POCHON, J. — de BARJAC, H.: *Traité de microbiologie des sols*. Dunod, Paris 1958, 685 s.
- STARKEY, R. L.: Oxidation and reduction of sulfur compounds in soils. *Soil Sci.*, 101, 1966, s. 297-306
- TRUDINGER, P. A. — LOUGHLIN, R. E.: Metabolism of simple sulphur compounds. *Comprehensive Biochemistry*, Vol. 19A (A. Neuberger, L. L. M. van Deenen, eds.). Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York 1981
- VISHNIAC, W. — SANTER, M.: The thiobacilli. *Bacteriol. Rev.*, 21, 1957, s. 195-213

- SWABY, R. J. — FEDEL, R.: Microbial production of sulphate and sulphide in some Australian soils. *Soil Biol. Biochem.*, 5, 1973, s. 773-781
- WAINWRIGHT, M.: Sulphur-oxidising micro-organisms on vegetation and in soils exposed to atmospheric pollution. *Environ. Pollut.*, 17, 1978, s. 167-174
- YAGI, S. — KITAI, S. — KIMURA, T.: Oxidation of elemental sulphur to thio-sulphate by *Streptomyces*. *Appl. Microbiol.*, 22, 1971, s. 157-159

Došlo dne 27. 6. 1986

ЛЕТТЛ, А. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). Внутренние отношения в микробном сообществе почв насаждений ели, рябины и березы в области, загрязненной промышленными дымовыми отходами. *Lesnictví*, 33, 1987 (9) : 769-786.

При зарастании травой, гибели ели и развитии лиственных насаждений резко повысилось бактериальное заселение органических почвенных горизонтов, резко проявились почвенные биохимические и энзиматические активности, произошло произвольное повышение почвенного pH. Корреляционные соотношения свидетельствуют о том, что почвы отдельных насаждений и отдельные горизонты заселены разными микробными сообществами. В почвах, заросших травой, микробные сообщества развиваются от ацидофильных по направлению к нейтрофильным сообществам. Также меняются обусловленные группы организмов для отдельных активностей. В еловом насаждении находятся важные микромицеты, в почвах лиственных насаждений, заросших травой, решающую роль играют бактерии. Почвенная нитрификация и окисление серы связаны скорее всего с неспециализированными гетеротрофами, чем со специализированными группами автотрофных бактерий. Целый ряд корреляций остается необъяснимым.

лесная микробиология; лесные почвы; промышленные включения

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Internal Relations in the Microbial Populations of the Soils of Spruce, European Mountain Ash and Birch Stands in the Area with Air Pollution Stress*. *Lesnictví*, 33, 1987 (9) : 769-786.

During grassing down and in the process of spruce-tree decay, and development of broad-leaved stands, there increased considerably the bacterial colonization of organic soil horizons, the soil biochemical and enzymatic activities were intensified, and there occurred a spontaneous increase in the soil pH value. The correlations indicate that the soils of individual forest stands and the horizons are colonized by different microbial populations. These populations are in the soils with grass cover acidophilous passing to neutrophilous. The causal groups of organisms for different activities also change. In spruce stand an important role is played by micromycetes, in the grassy soils of broad-leaved stands by bacteria. Soil nitrification and sulphur oxidation are rather due to non-specialized heterotrophic bacteria than to the specialized groups of autotrophic bacteria. A number of correlations have not been explained.

forest microbiology; forest soils; air pollutants

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Innere Beziehungen in mikrobiellen Gesellschaften der Böden von Fichten-, Ebereschen- und Birkenbeständen in einem durch Industrieexhalate verunreinigten Gebiet*. *Lesnictví*, 33, 1987 (9) : 769-786.

Bei Vergrasung, beim Absterben der Fichte und bei der Entwicklung von Laubholzbeständen wurde die bakterielle Besiedlung organischer Bodenhorizonte durchschlagend erhöht, die biochemischen und enzymatischen Bodenaktivitäten wurden deutlicher und es kam zu einer spontanen Erhöhung des Boden-pH. Die Korrelationsbeziehungen deuten darauf hin, daß die Böden der einzelnen Bestände und einzelne Horizonte durch unterschiedliche Mikrobengesellschaften besiedelt

sind. Die letzteren entwickeln sich in vergrasten Böden von der Acidophilie zur Neutrophilie. Es verändern sich auch die Kausalgruppen von Organismen für einzelne Aktivitäten. Im Fichtenbestand sind Mikromyceten bedeutsam, in vergrasten Böden der Laubholzbestände tritt die Aufgabe der Bakterien hervor. Die Boden-nitrifikation und die Oxidation des Schwefels sind eher mit nicht spezialisierten Heterotrophen als mit spezialisierten Gruppen autotropher Bakterien verbunden. Eine Reihe von Korrelationen bleiben ohne Erklärung.

forstliche Mikrobiologie; Waldböden; Immissionen

Adresa autora:

RNDr. PhMr. Aleš Lettl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav n. Vlt.

CITLIVOST SMRKU ZTEPILÉHO A BOROVICE KLEČE NA ACIDIFIKACI KOŘENOVÉHO PROSTŘEDÍ

R. Čížková

ČÍŽKOVÁ, R. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). Citlivost smrku ztepilého a borovice kleče na acidifikaci kořenového prostředí. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 787-798.

Klíčení smrku je značně tolerantní vůči aciditě prostředí, větší citlivost je zřejmá v následujícím růstu klíčků. Semenačky smrku mohou i v raných vývojových stadiích poněkud regulovat pH kořenového prostředí. Dlouhodobý účinek zvýšené acidity kultivačních roztoků se projevuje na růstu semenáček nepříznivě (od pH 3,4 níže), semenáčky hynou. Vitalita smrku je acidifikací kořenového prostředí ohrožena více než vitalita borovice kleče. Růst a vitalita semenáček jsou ovlivněny nejen samotným účinkem acidity, ale i všemi procesy s aciditou souvisejícími, jako je přístupnost živin a membránový transport iontů i metabolismus růstových regulátorů.

acidita; regulace pH; růst semenáček; smrk ztepilý; borovice kleč

S exhalačními zátěžemi atmosféry a výskytem kyselého deště jsou spojeny změny v aciditě půd. Kyselost půdy a půdního roztoku je třeba zkoumat z hlediska jejího významu jako ekologického faktoru růstu, vývoje a vitality lesních dřevin. Acidita půdního roztoku může kolísat od pH 3 do 11. Každý rostlinný druh včetně lesních dřevin má ve vztahu ke kyselosti prostředí své minimum, optimum a maximum. Z řady měření různých autorů lze shrnout, že nejširší interval acidity půdy bývá v porostech smrkových (od pH 3,4 do 6,7), poté v březových (od pH 3,4 do 6,4), borovo-jedlových (od pH 4,2 do 6,7), borových (od 3,0 do 5,0), dubových (od pH 4,9 do 6,7), olšových (od pH 3,9 do 5,7) a modřínových od pH 3,8 do 4,5 (Ivanov 1970). Je zřejmá značná plasticita porostů borových, smrkových i březových. Tyto porosty jsou schopny snášet značný stupeň acidity půdy a přitom úspěšně rostou i na půdách téměř neutrálních. Také samotné dřeviny působí změny v aciditě půdy v souladu s jejich biochemickými zvláštnostmi (Kitamura a kol. 1961). Jsou rozlišovány dřeviny půdu zkvalitňující, které tvoří neutrální humus o pH 6,0–6,5 (od 4,5 do 7,5 — jasan, olše, modřín, bříza), a dřeviny půdu zhoršující zejména tvorbou kyselého humusu o pH 4,0 a nižším, často pH 3,0–3,5 (smrk, jedle). Na reakci humusu dále mají vliv světelné a teplotní podmínky, mikrorelief půdy a s ním spojená vlhkost, aerace a mnohé další faktory.

Vztah lesních dřevin k reakci půdy bývá posuzován i z hlediska potřeby vápníku. Tak jsou dřeviny rozdělovány na kalcifilní (dub, buk) a kalcifobní (borovice, smrk, bříza). V souladu s touto klasifikací bylo zjištěno, že v raných fázích vývoje se na růstu jehličnanů deficit vápníku neprojevuje (Čížková 1981a).

Výzkum vztahu lesních dřevin k aciditě prostředí byl dosud realizován zejména pokusy polními, ale i některými vegetačními a labora-

torními a týkal se zejména druhových rozdílů mezi dřevinami a faktorů ovlivňujících jejich výživu (Ivan a Kravčenko 1964, Fiedler a kol. 1973 aj.).

Tato studie je zaměřena na stanovení vlivu acidity prostředí na klíčení smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.], na zjištění regulačních schopností semenáčků smrku ve vztahu k acidifikaci kořenového prostředí v růstové fázi těsně po jejich vyklíčení a na výzkum dlouhodobých účinků různé acidity živných roztoků na semenáčky smrku ztepilého a borovice kleče (*Pinus mugo* Turra) v raných vývojových stádiích.

MATERIÁL A METODY

Efekt acidity prostředí na klíčení smrku (*Picea abies* /L./ Karst.)

Klíčivost byla zkoumána u smrkových semen původu Semily, partie 87/77/VS, oblast II/350 m, uzn. j. IIB/SM/III/SM.

Po 10minutové dezinfekci 3% H_2O_2 byla semena promyta destilovanou vodou a umístěna po 100 kusech do nádob s granulovaným polyetylenem. Kontrola byla vlhčena destilovanou vodou (pH 6,0), ostatní varianty roztoky kyseliny sírové o pH 4,5; 2,7; 2,5; 1,75; 1,6; 1,5; 1,4. Každá varianta měla tři opakování.

Klíčení semen probíhalo ve tmě při teplotě vzduchu 21 °C. Klíčivost semen byla vyjádřena v procentech vyklíčených semen po 10 dnech jejich naklíčování. U nevyklíčených semen bylo zkouškou řezem zjištěno, zda jde o semena prázdná nebo poškozená.

Stanovení regulace acidity prostředí semenáčky smrku (*Picea abies* /L./ Karst.)

K experimentu byla použita smrková semena stejného původu jako v předchozím pokusu. Semenáčky byly předpěstovány na granulovaném polyetylénu vlhčeném destilovanou vodou. Regulace pH kořenového prostředí byla zkoumána za řízených klimatických podmínek (umělé osvětlení 4000 Lx, 24 °C) u 25denních semenáčků (30 dní od počátku naklíčování semen).

Neustojné roztoky byly připraveny z 0,01N NaOH a 0,01N HCl o škále 15 stupňů acidity od pH 8,2 do pH 3,3. Vždy do 10 ml jednotlivých roztoků byly vloženy kořeny 20 intaktních semenáčků. Průměrná čerstvá hmotnost 20 semenáčků činila 297 mg jehlic, 232 mg hypokotylů, 115 mg kořenů. Po dvou hodinách působení byly potenciometricky změřeny hodnoty pH roztoků (pHr) a paralelní hodnoty pH kontrolních roztoků (pHi). Každé měření bylo třikrát opakováno.

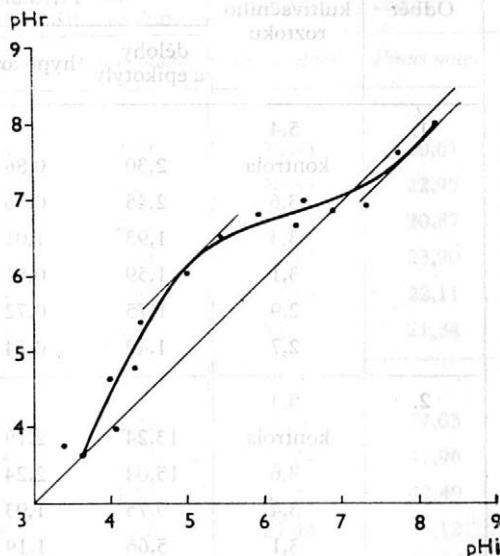
Dlouhodobý účinek acidity živných roztoků na růst semenáčků smrku (*Picea abies* /L./ Karst.) a borovice kleče (*Pinus mugo* Turra)

Smrkové semenáčky byly vypěstovány ze semen téhož původu jako v experimentech předchozích. Semena borovice kleče byla z Liptovského Hrádku, oblasti a/1 300 m, z neuznaného porostu. Semena byla naklíčena na granulovaném polyetylénu vlhčeném destilovanou vodou. Semenáčky o délce primárního kořene 5—10 mm byly dále kultivovány v živných roztocích při průměrné teplotě 23 °C, zářivkovém osvětlení 6000 Lx a délce světelné periody 16 hodin. Jako živný roztok byla použita směs živných solí sestavená Richterem (doplněná roztokem mikroelementů podle Hoaglanda) o desetkrát nižší koncentraci, než byla původně navržena (Čížková 1981b). Acidita živných roztoků byla upravena kyselinou sírovou na příslušné hodnoty pH: 5,4 (kontrola); 3,6; 3,4; 3,1; 2,9; 2,7. Během růstu semenáčků byly roztoky pravidelně vyměňovány tak, aby jejich hodnota pH byla zachována $\pm 0,3$ a celková vodivost roztoků $\pm 5 \text{ } \mu\text{S/cm}$.

Růst semenáčků byl hodnocen po 50, 150, 200 dnech kultivace (1., 2., 3. odběr). Byla zjištěna čerstvá hmotnost a sušina semenáčků, délka nadzemních částí a kořenů, relativní růstová rychlost (RGR), zastoupení kořenů v sušině celých rostlin (RMR) (Čížková 1981b), obsah chlorofylu v epikotylech (Vernon 1960)

a čistý výkon asimilace (NAR) (Šesták 1971). Při všech odběrech semenáčků byla stanovena jejich vitalita podle procentuálního zastoupení zdravých a uhynulých jedinců. Byly pozorovány a fotograficky dokumentovány morfologické změny semenáčků, zejména kořenů, v důsledku okyselování roztoků. Průkaznost růstových parametrů a obsahu chlorofylu byla hodnocena G-testem (Fryer 1957).

1. Regulační křivka semenáčků *Picea abies* (L.) Karst.: pHr — hodnoty pH roztoků po jejich regulaci semenáčky, pH_i — hodnoty pH roztoků iniciálních. — Regulation curve of the *Picea abies* (L.) Karst. seedlings: pHr — the pH values of solutions after their pH regulation by the seedlings, pH_i — the pH values of initial solutions



VÝSLEDKY

EFEKT ACIDITY PROSTŘEDÍ NA KLÍČENÍ SMRKU (*PICEA ABIES* /L./ KARST.)

K hodnocení klíčení smrku byla jako parametr použita jejich klíčivost v procentech. Energie klíčení byla sledována pouze odhadem a u jednotlivých variant se téměř nelišila. Semena, která nevyklíčila do 10. dne, byla hluchá nebo infikovaná. Klíčivost kontrolních semen vlhčených destilovanou vodou činila 62 %. Vzhledem k uvedené kvalitě osiva bude žádoucí experiment zopakovat se semeny s vyšší klíčivostí.

Přesto však vyhodnocením 300 semen každé varianty byly zjištěny hodnoty klíčivosti semen v prostředí s pH 6,0; 2,7; 2,5; 1,75; 1,6; 1,5; 1,4; 1,0, a to 62; 67; 60; 24,3; 23,7; 14,7; 2,0; 0 procent. Z naměřených hodnot je zřejmá značná tolerance klíčení smrkových semen vůči kyselosti prostředí až do pH 2,5. Při dalším zkoumaném stupni acidity 1,75 pH nastalo prudké snížení klíčivosti semen (asi na třetinu klíčivosti semen kontrolních). Klíčení bylo úplně zabráněno od kyselosti prostředí pH 1,5.

Délka primárních kořenů byla od pH 2,5 redukována.

STANOVENÍ REGULACE ACIDITY PROSTŘEDÍ SEMENÁČKY SMRKU (*PICEA ABIES* /L./ KARST.)

Získané hodnoty pH neústojných roztoků po dvouhodinovém ponoření semenáčku smrku (pHr) byly vyneseny do grafu na ordinátu a paralelní hodnoty pH kontrolních roztoků (pH_i) na abscisu. Takto byla konstruována regulační křivka smrkových semenáčků (obr. 1).

Nejméně strmá je regulační křivka v neutrální oblasti pH 5,0—7,5, což nesevčí o nikterak velké schopnosti klíčících kořenů smrkových semenáčků regulovat pH prostředí v kyselé oblasti. Svoji roli v tomto zjištění však nepochybně hraje předkultivace semenáčků v destilované

I. Sušina semenáčků pěstovaných v živných roztocích o zvyšované aciditě. — Dry matter of seedlings grown in the nutrient media with increasing acidity

Odběr	pH kultivačního roztoku	Sušina 100 semenáčků (g)					
		<i>Picea abies</i>			<i>Pinus mugo</i>		
		dělohy a epikotyle	hypokotyle	kořeny	dělohy a epikotyle	hypokotyle	kořeny
1.	5,4						
	kontrola	2,30	0,86	1,28	3,31	0,58	1,01
	3,6	2,45	0,86	1,35	2,76	0,43	0,95
	3,4	1,93 ⁺	1,01	1,85	2,74	0,37	0,82
	3,1	1,59 ⁺	0,81	1,42	2,53 ⁺	0,40	0,92
	2,9	1,75	0,72	1,21	2,58 ⁺	0,38	0,84
	2,7	1,42 ⁺⁺	0,74	1,03	2,71 ⁺	0,35	0,83
2.	5,4						
	kontrola	13,24	2,19	5,42	4,82	0,69	3,24
	3,6	15,04	2,24	5,53	4,99	0,57	4,02
	3,4	9,75 ⁺	1,93	4,01 ⁺	3,11 ⁺	0,49	2,66
	3,1	5,66 ⁺⁺	1,19 ⁺	2,59 ⁺⁺	2,87 ⁺⁺	0,51	1,83 ⁺
	2,9	2,33 ⁺⁺⁺	0,81 ⁺	1,32 ⁺⁺⁺	2,98 ⁺⁺	0,46	1,72 ⁺⁺
	2,7				2,84 ⁺⁺	0,47	2,11 ⁺
	5,4						
	kontrola	30,91	4,89	17,24	9,10	1,32	6,61
	3,6	31,60	4,53	15,63	9,89	1,36	7,06
	3,4	18,65 ⁺⁺	3,52	11,24 ⁺⁺	6,68 ⁺	1,08	4,88
	3,1	11,62 ⁺⁺⁺	2,63	6,16 ⁺⁺⁺	5,14 ⁺⁺	0,60	2,47 ⁺⁺⁺
	2,9	8,51 ⁺⁺⁺	2,31 ⁺	4,38 ⁺⁺⁺	5,36 ⁺⁺	0,53	2,80 ⁺⁺
	2,7				4,40 ⁺⁺⁺	0,72	4,59 ⁺⁺

Statisticky průkazné difference mezi semenáčky kontrolními a semenáčky z acidifikovaných živných roztoků jsou označeny + $P 0,05$; ++ $P 0,01$; +++ $P 0,001$ ($n = 10$).

vodě. K podrobnějšímu výzkumu bude potřeba opakovat měření se semenáčky předpěstovanými při dostatečném zásobení prvky minerální výživy.

DLOUHODOBÝ ÚČINEK ACIDITY ŽIVNÝCH ROZTOKŮ
NA RŮST SEMENÁČKŮ SMRKU (*PICEA ABIES* L./ KARST.)
A KLEČE (*PINUS MUGO* TURRA)

Semenáčky smrku a borovice kleče pěstované při různých stupních acidity živných roztoků byly ve třech časových intervalech podrobeny růstové analýze. Acidifikace růstového média působila přes mírné zvýšení růstu při pH 3,6 průkaznou inhibici růstu nadzemních částí i kořenů semenáčků smrku i borovice kleče od pH 3,4 níže (tabulka I a II,

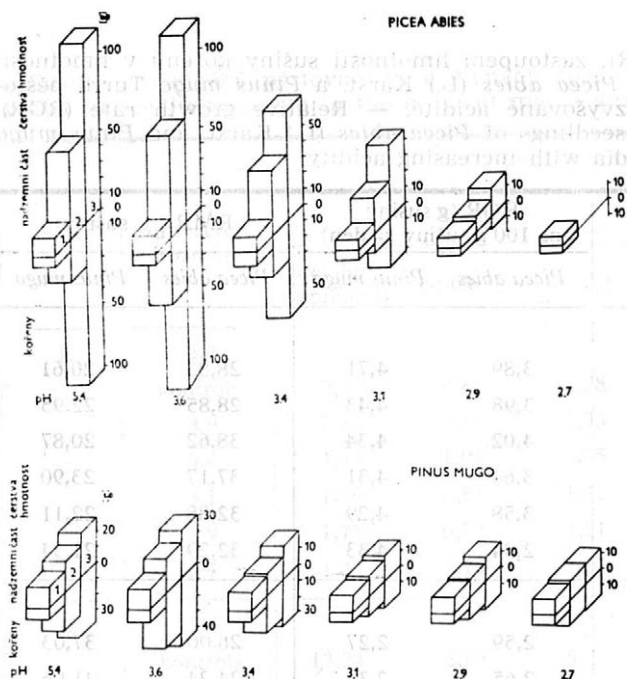
II. Relativní růstová míra (RGR), zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti celé rostliny (RMR) semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. a *Pinus mugo* Turra pěstovaných v živných roztocích o zvyšované aciditě. — Relative growth rate (RGR), root matter ratio (RMR) of the seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus mugo* Turra grown in the nutrient media with increasing acidity

Odběr	pH kultivačního roztoku	RGR (g sušiny na 100 g sušiny za den)		RMR (% sušiny)	
		<i>Picea abies</i>	<i>Pinus mugo</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Pinus mugo</i>
1.	5,4				
	kontrola	3,89	4,71	28,83	20,61
	3,6	3,98	4,43	28,85	22,95
	3,4	4,02	4,34	38,62	20,87
	3,1	3,64	4,31	37,17	23,90
	2,9	3,58	4,29	32,88	22,11
	2,7	2,04	4,33	32,29	21,34
2.	5,4				
	kontrola	2,59	2,27	26,00	37,03
	3,6	2,65	2,33	24,24	41,96
	3,4	2,40	1,79	25,56	42,49
	3,1	2,06	1,66	27,44	35,12
	2,9	1,56	1,66	29,60	33,33
	2,7		1,69		38,93
3.	5,4				
	kontrola	2,41	2,04	32,50	38,81
	3,6	2,40	2,07	30,20	38,56
	3,4	2,18	1,89	33,64	38,61
	3,1	1,93	1,67	30,18	30,09
	2,9	1,78	1,70	28,82	32,22
	2,7		1,76		47,27

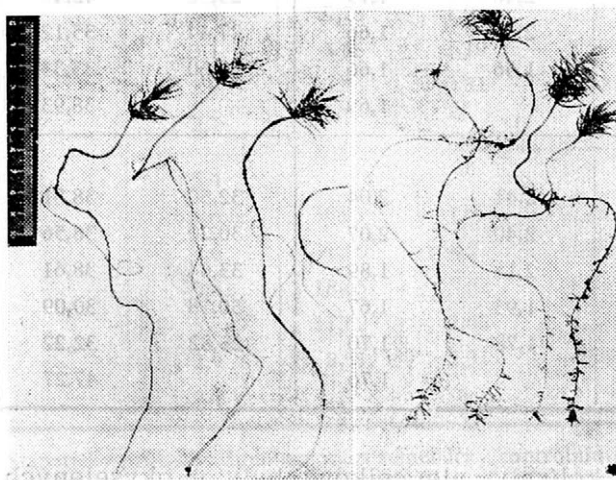
obr. 2). Hodnoty RMR sice kolísaly, ale celkově byly v okyselených roztocích vyšší (tabulka II), délka semenáčků byla redukována (obr. 4). Semenáčky v živných roztocích o vyšším stupni acidity měly kořeny kratší, silnější a větvenější, jak je vidět na obr. 3.

Zatímco u smrkových semenáčků působilo okyselení živného roztoku plynulý pokles obsahu chlorofylu v epikotylech (průkazný od pH 3,1), nastalo u borovice kleče na počátku růstu mírné zvýšení při pH 3,6 a průkazná inhibice obsahu chlorofylu byla při pH 2,7, popř. 2,9 (tabulka III a IV). Čistý výkon asimilace byl zpočátku růstu semenáčků aciditou roztoku zvětšován, později byl redukován (tabulka IV).

Od pH kultivačního roztoku 3,4 níže se výrazně zvyšovalo procento úhynu semenáčků, které u smrku dosáhlo po 150 dnech kultivace při pH 2,7 100 %, u borovice kleče pouze 39 %, po 200 dnech kultivace 59 % (obr. 5).



2. Čerstvá hmotnost 100 semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. a *Pinus mugo* Turra pěstovaných v živných roztocích o zvyšované aciditě (označení odběru: 1., 2., 3.). — The fresh weight of 100 seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus mugo* Turra grown in the nutrient media with increasing acidity (the samplings designated as 1st, 2nd, 3rd)

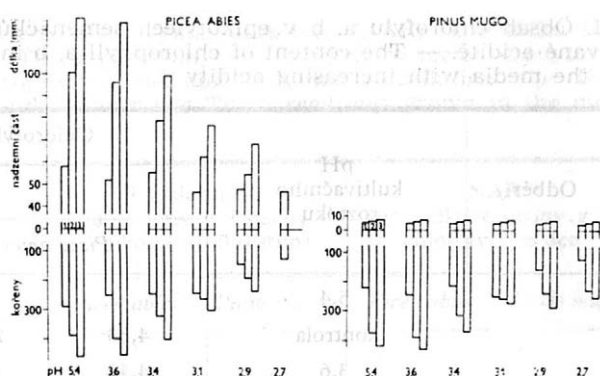


3. Morfologický stav semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. po 150 dnech kultivace. Vlevo — semenáčky kontrolní, vpravo — semenáčky pěstované v živném roztoku o pH 3.1. — The morphology of *Picea abies* (L.) Karst. seedlings after 150-day cultivation. On the left — control seedlings, on the right — seedlings grown in the nutrient medium with pH 3.1

DISKUSE

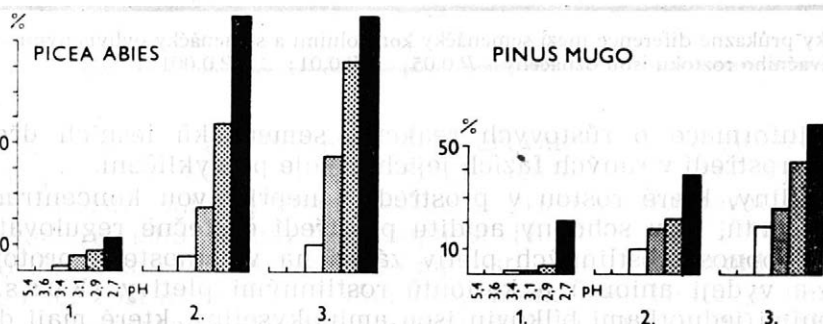
Ve studiích zkoumajících efekt pH na klíčení semen existují rozpory i u stejných druhů rostlin. Příčiny jsou pravděpodobně také v jiných faktorech než jsou H^+ ionty, mezi než lze zařadit osmotický potenciál a chemické složení prostředí. Good a kol. (1966) popsali úskalí spojená s pufracími soustavami používanými v biologickém výzkumu a uvedli, že substance regulující stabilní pH vykazují například rozdílné účinky na reakce probíhající při fotosyntéze. Dále je žádoucí vzít v úvahu i možné výkyvy v pH během experimentu, kterým nebyla dosud věnována dostatečná pozornost. Efekt rozdílných osmo-

4. Délka semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. a *Pinus mugo* Turra pěstovaných v živných roztocích o zvyšované aciditě (označení odběru: 1., 2., 3.). — The length of the seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus mugo* Turra grown in the nutrient solution with increasing acidity (the samplings designated as 1st, 3nd, 3rd)



tických potenciálů pufracních roztoků na klíčení semen lesních dřevin měli na zřeteli Redmann a Abouguendia (1979). O něco méně než 10 % celkové produkce klíčivých semen v různých pufrch připsali změně jejich osmotického potenciálu a zjistili, že rovněž citráty a fosfáty byly účinné při redukci klíčení. Klíčení smrku ztepilého a borovice kleče nebylo v našich dřívějších pokusech redukováno do značně vysoké acidity. Také Rypák (1970) nezjistil statisticky průkazný rozdíl klíčivosti semen jehličnanů v rozpětí acidity pH 3 až 9. Proto jsme nyní zvolili značně kyselé prostředí, kde příkrý pokles klíčivosti smrkových semen nastal mezi pH 2,5 a 1,75. Zdánlivě malý efekt acidity na klíčení semen v neustojných roztocích mohl být i důsledkem jejich nestability ve vrstvách bezprostředně u povrchů semen. Použití ústojných roztoků však vnáší do výzkumu komplikace působením dalších substancí na semena, jak bylo poukázáno výše. Nelze vyloučit, že stimulační efekt zvýšené acidity na klíčení mohl být i ve vztahu s urychlením přerušení dormance semen, což bylo demonstrováno u rýže (Roberts 1963).

Acidita prostředí však vedle první fáze vývoje semenáčků smrku, vyklíčení, působila i na jejich růst. Od acidity roztoku pH 2,5 níže nedosáhla délka primárních kořenů v pozdější fázi délky semenáčků kontrolních. Normální nebo dokonce podpořené klíčení tedy nemusí být provázeno optimálním růstem semenáčků. Proto je velmi důležité



5. Procento uhynulých semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. a *Pinus mugo* Turra pěstovaných v živných roztocích o zvyšované aciditě (označení odběru: 1., 2., 3.). — The percent of withered seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus mugo* Turra grown in the nutrient media with increasing acidity (the samplings designated as 1st, 2nd, 3rd)

III. Obsah chlorofylu a, b v epikotylech semenáčků pěstovaných v roztocích o zvyšované aciditě. — The content of chlorophyll a, b in the epicotyls of seedlings grown in the media with increasing acidity

Odběr	pH kultivačního roztoku	Chlorofyl (mg . g ⁻¹ sušiny epikotylů)			
		a	b	a	b
		<i>Picea abies</i>		<i>Pinus mugo</i>	
1.	5,4				
	kontrola	4,63	2,33	4,68	2,34
	3,6	4,42	2,26	5,75 ⁺⁺	3,32 ⁺⁺
	3,4	4,11	2,02	5,03	2,25
	3,1	3,68	1,83 ⁺	4,71	2,58
	2,9	3,18 ⁺⁺⁺	1,65 ⁺	4,36	1,77
	2,7	3,32 ⁺⁺	1,89 ⁺	3,70 ⁺⁺	1,89 ⁺⁺
2.	5,4				
	kontrola	4,09	2,26	4,84	2,45
	3,6	4,06	2,28	4,99	2,72
	3,4	3,98	2,10	3,42	2,11
	3,1	3,59 ⁺	1,88 ⁺	3,93	1,92
	2,9	3,17 ⁺⁺	1,70 ⁺	3,16 ⁺	1,82 ⁺
	2,7			2,80 ⁺⁺⁺	1,74 ⁺⁺
3.	5,4				
	kontrola	3,66	2,18	2,71	1,74
	3,6	3,99	2,31	2,77	1,77
	3,4	3,54	2,14	2,78	1,87
	3,1	3,42	1,91	2,78	1,49
	2,9	3,17 ⁺	1,79 ⁺	2,93	1,85
	2,7			1,89 ⁺⁺	1,14

Statisticky průkazné difference mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými vyšší aciditou kultivačního roztoku jsou označeny + P 0,05; ++ P 0,01; +++ P 0,001 (n = 3).

získat informace o růstových reakcích semenáčků lesních dřevin na aciditu prostředí v raných fázích jejich vývoje po vyklíčení.

Rostliny, které rostou v prostředí s nepříznivou koncentrací vodíkových iontů, jsou schopny aciditu prostředí částečně regulovat. Regulační schopnost rostlinných pletiv závisí na vlastnostech protoplazmy, sorpci a výdeji aniontů a kationtů rostlinnými pletivy (Fuss 1956). Stavebními jednotkami bílkovin jsou aminokyseliny, které mají dvě charakteristické funkční skupiny: aminoskupinu -NH₂ a karboxylovou skupinu -COOH. Tyto skupiny podléhají disociaci, přičemž rovnováha nábojů aminokyselin závisí na disociačních konstantách skupin a na pH prostředí. Při určité hodnotě pH velmi výrazně převládá obojetná forma aminokyseliny, zatímco jsou přítomna malá, ale stejná množství formy

IV. Obsah chlorofylu v epikotylech, čistý výkon asimilace (NAR) semenáčků *Picea abies* (L.) Karst. a *Pinus mugo* Turra pěstovaných v živných roztocích o zvyšované aciditě. — The content of chlorophyll in the epicotyls, net assimilation rate (NAR) of the *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus mugo* Turra seedlings grown in the media with increasing acidity

Odběr	pH kultivačního roztoku	Chlorofyl (a + b mg. g ⁻¹ sušiny epikotylů 100 rostlin)		NAR g ⁻¹ celkové sušiny. g ⁻¹ chlorofylu za den	
		<i>Picea abies</i>	<i>Pinus mugo</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Pinus mugo</i>
1.	5,4				
	kontrola	16,01	23,24	9,23	7,43
	3,6	16,37	25,03	9,08	5,79
	3,4	11,83	19,95	12,29	6,77
	3,1	8,76	18,44	12,21	7,12
	2,9	8,45	15,82	12,03	8,07
	2,7	7,40	15,15	11,31	8,61
2.	5,4				
	kontrola	84,07	30,32	2,18	0,96
	3,6	95,35	38,47	2,16	1,14
	3,4	59,28	17,19	1,48	0,83
	3,1	30,96	16,79	1,88	0,51
	2,9	11,35	14,84	0,52	0,58
	2,7		12,89		0,72
3.	5,4				
	kontrola	180,51	40,50	0,97	0,94
	3,6	199,08	44,90	0,79	0,84
	3,4	105,93	49,63	1,00	0,76
	3,1	61,93	21,95	0,94	0,62
	2,9	42,21	25,62	0,60	0,70
	2,7		13,33		0,69

kladné a záporné. Tato hodnota je označována jako izoelektrický bod. Interval pH, ve kterém rostlinné pletivo může na základě výše uvedených vlastností molekul aminokyselin a proteinů regulovat aciditu, je považován za jeho regulační schopnost (Rypáček 1940). Rozdíly mezi druhy rostlin v regulační schopnosti acidity by mohly korelovat s rezistencí rostlin vůči výkyvům exogenního pH. Tímto je naznačena možnost laboratorního testování tolerance druhů a ekotypů rostlin vůči extrémním hodnotám pH prostředí. Jak již bylo popsáno ve výsledcích, byly v této práci k experimentu použity intaktní semenáčky smrku a byla sledována regulace pH prostředí, ve kterém byly ponořeny jejich kořeny. Kromě regulačních schopností podmíněných vlastnostmi protoplazmy se zde mohly projevit i vlivy funkce buněčných membrán (Cram a kol.

1984). Vodíkové ionty jsou totiž současně významné při membránové výměně iontů mezi rostlinou a prostředím, což zahrnuje i procesy probíhající při minerální výživě. K testování tolerance semenáčků lesních dřevin vůči aciditě prostředí je však podstatné zjištění reakce rostlin celistvých, i když přínosem nepochybně bude i výzkum regulačních schopností pletiv jednotlivých orgánů v různých fázích ontogenetického vývoje. Perspektivně by poznatky měly být rozšířeny i na sledování vzájemných souvislostí v regulačních schopnostech semenáčků a působení negativních faktorů exhalačních, minerálních živin i jiných biologicky aktivních látek.

V experimentech zaměřených ke zkoumání dlouhodobého účinku (200 dní) acidity kořenového prostředí na růst semenáčků smrku a borovice kleče bylo případné regulaci acidity zabráněno velkým objemem a opakovanou výměnou živného roztoku, nicméně i zde mohlo k určitému stupni regulace dojít na povrchu kořenů. Negativní působení acidity roztoku na růst semenáčků se projevilo od pH 3,4 níže, přičemž smrk byl dříve a výrazněji inhibován než borovice kleč. Oproti půdním podmínkám, kde je acidifikace spojována se zvyšováním rozpustnosti hliníku a jeho toxickými účinky, chybí v živných roztocích tento faktor. Nicméně v živných roztocích působila acidita na chemický stav minerálních solí, jejich disociační stupeň a následný příjem semenáčky. Například hodnota pH ovlivňuje formu vazby fosforu, popř. rovnováhu $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$ (Taylor a Gouburan 1976). Vazba fosforu dále působí na jeho sorpci rostlinami, při nižším pH je fosfor přijímán ve formě H_2PO_4^- , v neutrální oblasti jako HPO_4^{2-} (Moore 1974). Příjem H_2PO_4^- je aktivní a probíhá ve větším stupni než HPO_4^{2-} (Haila a Laudelot 1966, Hendrix 1967). Také chemická vazba a příjem dusíku závisí na pH, zejména jeho amonná forma, která podle pH podléhá přeměně $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ (Bigg a Daniel 1978). Pod pH 6 se forma NH_3 prakticky nevyskytuje, nad pH 6 její podíl značně vzrůstá. Nebezpečí toxicity NH_3 v důsledku aplikace amonného dusíku proto stoupá v neutrálním až alkalickém prostředí (Bennet 1974). Na základě výše uvedených příkladů je nutno mít na zřeteli, že nejen přímá acidita, ale i sekundární účinky spojené především s výživou mohly být zodpovědné za zjištěné růstové změny semenáčků.

Podrobná diskuse o účinku pH na metabolismus rostlinných buněk je mimo rámec této práce, přesto je však žádoucí uvést, že primárním účinkem acidity na rostlinné buňky a na jejich organizovanější celky je vliv na funkci buněčných membrán. Proto i zde acidifikace kořenového média nepochybně ovlivnila procesy membránového transportu iontů a další komplex reakcí s membránovým transportem spojený. Do těchto reakcí patří i metabolismus růstově aktivních látek. V některých výzkumech bylo zjištěno, že ionty H^+ jsou schopny aktivovat auxin, obráceně auxin mění kyselost buněčných stěn a podílí se tak na funkci protonové pumpy (Hager a kol. 1971). Růstové procesy mohou být tedy aciditou ovlivněny nejen přes dodávku a příjem živin, ale i prostřednictvím růstových regulátorů. Existenci tohoto jevu potvrdily v našich experimentech odlišnosti v morfologii semenáčků smrku ztepilého a borovice kleče. Kořeny semenáčků rostoucích v silně okyseleném prostředí (o pH 3,1 a nižším) byly kratší a větvenější než kořeny semenáčků kontrolních. Skutečně také byly působením kyselého prostředí zjištěny změ-

ny v obsahu endogenních růstových regulátorů, které jsou předmětem našeho dalšího výzkumu.

Přítomnost iontů H^+ v rostlinných buňkách je proměnlivá podle rostlinného druhu, příslušného pletiva a ostatních faktorů. Některé rostliny mají buněčný obsah alkalický, jiné blízký neutrálnímu, zatímco mnoho rostlin má pletiva kyselá, některá dokonce silně kyselá. Vakuoly a protoplasty bývají kyselejší než cytoplazma. Světelná expozice zvyšuje aciditu vakuol a chloroplastů. Schopnosti buněk i celistvých rostlin růst v určitém rozpětí pH, popř. působit proti změnám acidity a proti porušení metabolických procesů, jsou geneticky podmíněnými faktory. Tyto faktory řídí citlivost rostlin k aciditě prostředí včetně působení kyselých srážek a okyselování půdy.

Literatura

- BENNETT, A. C.: Toxic effects of aqueous ammonium, copper, zinc, lead, boron and manganese on root growth. — In: *The Plant Root and its Environment*. Carson, E. W. (ed.), Univ. Press of Virginia, Charlottesville, 1974, s. 669-683
- BIGG, L. W. — DANIEL, T. V.: Effects of nitrate, ammonium and pH on the growth of conifer seedlings and their production of nitrate reductase. *Pl. Soil.*, 50 (2), 1978, s. 371-385
- CRAM, J. W. — JANÁČEK, K. — RYBOVÁ, R. — SIEGLER, K. (eds): *Membrane transport in plants*. Academia, Praha, 1984
- ČÍZKOVÁ, R.: Growth and chlorophyll content of spruce, larch and pine seedlings as related to nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition deficiencies. *Photosynthetica*, 15 (4), 1981a, s. 442-446
- ČÍZKOVÁ, R.: The growth of conifer seedlings in water culture. *Acta Sci. Nat. Brno*, 15 (9), 1981b, s. 1-32
- FIEDLER, H. J. — NEBE, W. — HOFFMANN, F.: *Forstliche Pflanzenernährung und Düngung*. Veb Gustav Fischer Verlag Jena, 1973
- FRYER, H. C.: *Elements of statistics*. New York, 1957
- GOOD, N. E. — WINGET, G. D. — WINTER, W. — CONNOLLY, T. N.: Hydrogen ion buffers for biological research. *Biochemistry*, 5, 1966, s. 467-477
- HAGER, A. — MENZEL, H. — KRAUS, A.: Versuche und Hypothese zur Primärwirkung des Auxins beim Streckungswachstum. *Planta*, 100, 1971, s. 47-75
- HAI, T. V. — TAUDELLOT, H.: L'absorption des phosphates par les racines de riz. *Ann. Physiol. Veg.*, 8, 1966, s. 13-24
- HENDRIX, J. E.: The effect of pH on the uptake and accumulation of phosphate and sulfate ions by bean plants. *Amer. J. Bot.*, 54, 1967, s. 560-564
- IVAN, A. F. — KRAVČENKO, L. V.: Rost sejancev drevesnych rastenij v pesačnych kulturach pri različnoj reakcii pitatelnoj sredy. In: *Vlijanije počv. uslovij na rost dreves. rastenij*, Minsk, 1964, s. 14-21
- IVANOV, A. F.: Rost drevesnych rastenij i kisljotnost počv. *Nauka i tehnika*, Minsk, 1970
- KITAMURA, K. — IWAKAWA, M. — HARA, T. — UEMURA, S.: Effects of pH values on the growth of some soil improving trees (*Alnus*, *Casuarina*, *Elaeagnus* and *Acacia*) in water culture. *Bull. For. Exp. Sta. Meguro Tokyo*, 173, 1965, s. 117-132
- MOORE, D. P.: Physiological effects of pH on roots. In: *The plant root and its environment*. Carson, E. W. (ed), University Press of Virginia, Charlottesville, 1974, s. 135-151
- REDMANN, R. E. — ABOUGUENDIA, Z. M.: Germination and seedling growth on substrates with extreme pH — laboratory evaluation of buffers. *J. Appl. Ecol.*, 16 (3), 1979, s. 901-907
- ROBERTS, E. H.: The effects of inorganic ions on dormancy in rice seed. *Physiol. Plant.*, 16, 1963, s. 732-744
- RYPÁČEK, V.: Studien über pH — Regulation durch Pflanzengewebe. *Studia Bot. Čech*, 3, 1940, s. 81-129
- RYPÁK, M.: Vplyv pH na klíčenie semien niektorých konifér. In: *Celostátní konference o biologii semen dřevin*, Liptovský Hrádok, 1970, s. 139-148
- ŠESTÁK, Z.: Determination of chlorophylls a and b. In: *Plant photosynthetic pro-*

duction, Šesták, Z., Čatský, J., Jarvis, P. G. — Manual Methods, Junk, W. (ed), 1971, s. 672-701

TAYLOR, B. K. — GOUBRAN, F. H.: Effects of phosphate and pH stress on the growth and function of apple roots. Plant and Soil, 44 (1), 1976, s. 149-162

VERNON, L. P.: Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. Anal. Chem., 32, 1960, s. 1144-1150

Došlo dne 30. 10. 1986

ЧИЖКОВА, Р. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). Чувствительность ели обыкновенной и стланика на окисление корневой среды. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 787-798.

Прорастания елей довольно стойкие к кислотной среде, большая чувствительность очевидна в последующем росте ростков. Сеянцы ели могут в ранних стадиях развития несколько регулировать pH корневой среды. Долговременное действие повышенной кислотности культивационных растворов оказывает неблагоприятное воздействие на рост сеянцев (от pH 3,4 ниже), сеянцы погибают. Жизнеспособность елей под угрозой кислотности корневой среды больше, чем жизнеспособность стлаников. На рост и жизнеспособность сеянцев влияет не только само действие кислотности, но и все процессы связанные с кислотностью, как наличие питательных веществ и мембранная транспортировка ионов и метаболизм регуляторов роста.

кислотность; регулировка pH; рост сеянцев; ель обыкновенная; стланик

ČÍŽKOVÁ, R. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). Sensitivity of Norway Spruce and Swiss Mountain Pine Trees to the Acidity of Root Medium. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 787-798.

Germinating seeds of Norway spruce are largely tolerant to the acidity of the medium; the higher sensitivity is apparent during the following stage of sprout growth. Spruce seedlings can regulate to some extent the pH value of root medium even in early developmental stages. A long-term exposure of spruce seedlings to the higher acidity of culture media is manifested by unfavorable effects on the seedling growth (from pH 3.4 and less), the seedlings are withering. The growth vigor of spruce seedlings is inhibited to the higher degree by the root medium acidity than the growth vigor of Swiss mountain pine seedlings. The growth and vigor of seedlings are influenced not only by the acidity itself, but also by all processes related to the soil pH reaction: they are e. g. availability of nutrients, membrane transport of ions and metabolism of growth regulators.

acidity; regulation of pH value; seedling growth; Norway spruce; Swiss mountain pine

ČÍŽKOVÁ, R. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). Empfindlichkeit der Gemeinen Fichte und des Knieholzes gegenüber der Azidifikation des Wurzelmilieus. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 787-798.

Die Keimung der Fichte ist weitgehend tolerant gegenüber der Azidität des Milieus, höhere Empfindlichkeit wird im nachfolgenden Wachstum der Keime deutlich. Die Fichtensämlinge können auch in frühen Entwicklungsstadien das pH des Wurzelmilieus einigermaßen regulieren. Langfristige Einwirkung erhöhter Azidität von Kultivierungslösungen wirkt auf das Wachstum der Sämlinge ungünstig (vom pH 3,4 abwärts), die Sämlinge sterben ab. Die Vitalität der Fichte wird durch die Azidifikation des Wurzelmilieus mehr bedroht als die Vitalität des Knieholzes. Wachstum und Vitalität der Sämlinge werden nicht nur durch die alleinige Wirkung der Azidität, sondern auch durch alle mit der Azidität zusammenhängenden Prozesse beeinflusst, so durch die Zugänglichkeit der Nährstoffe und durch den Membrantransport von Ionen und auch durch den Metabolismus von Wachstumsregulatoren.

Azidität; pH-Regulation; Wachstum der Sämlinge; Gemeine Fichte; Knieholz

Adresa autorky:

RNDr. Radmila Čížková, CSc., Ústav experimentální fyto techniky, Poříčí 3b, 603 00 Brno

ŽIVOTASCHOPNOSŤ PEĽU NIEKTORÝCH INTRODUKOVANÝCH DREVÍN V PODMIENKACH IN VITRO

M. G. Ostrolucká, F. Benčať

OSTROLUCKÁ, M. G. — BENČAŤ, F. (Arborétum Mlyňany SAV). *Životaschopnosť peľu niektorých introdukovaných drevín v podmienkach in vitro*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 799-810.

Pri 12 introdukovaných druhoch drevín, rastúcich v podmienkach Arboréta Mlyňany, sme overili životaschopnosť peľu po jeho zbere a v určitých časových intervaloch v priebehu uskladnenia, a to metódou klíčenia in vitro na kultivačnom médiu s rôznou koncentráciou sacharózy (15 ‰, 20 ‰, 25 ‰). Intenzita životaschopnosti peľu jednotlivých druhov, ako i v rámci druhu sa menila v závislosti od koncentrácie sacharózy. Ukázalo sa, že tá istá koncentrácia sacharózy nepôsobí vždy v korelácii pri oboch ukazovateľoch životaschopnosti peľu, t. j. na percento klíčenia i rast pefových vrecúšok. Maximálne hodnoty pri oboch ukazovateľoch životaschopnosti peľu boli dosiahnuté prevažne pri všetkých druhoch pri 20 ‰ koncentracii sacharózy. Najvitálnejší v sledovanom roku bol peľ druhu *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Viburnum dilatatum* Thunb. a *Spirea japonica* L. f. Zistili sme, že medzi životaschopnosťou peľu in vitro a plodnosťou druhov nie je vždy priama závislosť. Potvrdilo sa, že peľ jednotlivých druhov i pri rovnakých podmienkach uskladnenia reaguje rôzne. Po 3—5,5-mesačnom uskladnení možno pri niektorých druhoch pozorovať úplnú stratu klíčivosti. Protikladne pri peľi druhov *Gleditsia japonica* Miq. a *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. sme zaznamenali výrazný vzostup jeho životaschopnosti. Druh *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. si zachoval vzostupnú tendenciu životaschopnosti i po 4-mesačnom uskladnení.

introdukované dreviny; peľ; uskladnenie; klíčivosť

Stupeň životaschopnosti peľu je prvým limitujúcim faktorom určujúcim úspech oplodnenia. Viacerí autori potvrdili zákonitý vzťah medzi životaschopnosťou peľu a kvalitou a kvantitou semien (Termena 1972, Zarubina 1973, Nekrasov, Knjazeva 1973, Smirnov 1977). Pre jeho určujúci vplyv na reprodukciu sa štúdiu fyziologicko-genetickej kvality peľu hlavných druhov lesných drevín venuje značná pozornosť (Vuletič 1975, Kaleda 1979, Nekrasova 1983, Ostrolucká 1983 a iní).

I pri introdukcii drevín, ktorá predstavuje ich pestovanie za hranicami prirodzeného areálu druhu, kladie sa dôraz na plodnosť, ktorá je zárukou ich reprodukcie v nových geografických podmienkach pestovania. Pri štúdiách zákonitostí plodnosti introdukovaných druhov, ktorá do značného stupňa závisí od fertility peľu, je preto nevyhnutné poznať, do akej miery sú nové podmienky priaznivé pre rozvoj samčieho gametofytu a do akej miery sú schopné zabezpečiť normálny priebeh oploďovacieho procesu. Samčie gametofyty s urýchleným alebo spomaleným tempom vývinu, čo zvlášť často pozorujeme pri introdukcii, nemôžu sa zúčastniť reprodukčného procesu (Ruguzov 1983). Peľ so zníženou fyziologickou aktivitou môže ovplyvniť a spomaliť proces introdukcie. Avšak o životaschopnosti peľu cudzokrajných druhov introdukovaných

do nových podmienok pestovania nachádzame len ojedinelé údaje (Nekrasov a kol. 1964, Nekrasov, Knjazeva 1973, Ruguzov 1973). Uvedeným otázkam sa v súvislosti s introdukciou drevín nevenuje dostatočná pozornosť.

Cieľom našej práce bolo preveriť fertilitu peľu niektorých introdukovaných druhov drevín, rastúcich v Arboréte Mlyňany, metódou klíčenia peľu in vitro a posúdiť vzájomný vzťah medzi fyziologickou aktivitou peľu po zbere a plodnosťou drevín. Zaznamenali sme aj dynamiku zmeny životaschopnosti peľu v určitých časových intervaloch v priebehu uskladnenia.

MATERIÁL A METODIKA

Životaschopnosť peľu sme preverovali na kultivačnom médiu tvorenom 1% agarom a rôznou koncentráciou sacharózy (15%, 20%, 25%). Peľ bol inkubovaný pri rovnakých vlhkostných a tepelných podmienkach (teplota 28–30 °C). Štúdium životaschopnosti peľu sme uskutočnili pri 12 druhoch: *Acer theiferum* Fang., *Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch., *Aesculus chinensis* L., *Deutzia X rosea* (Lemoine) Rehd., *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Euonymus bungeana* Maxim., *Gleditsia japonica* Miq., *Ligustrum acutissima* Koehne, *Ligustrum sinense* Lour., *Photina villosa* (Thunb.) DC., *Spirea japonica* L. f., *Viburnum dilatatum* Thunb., *Weigela japonica* Thunb. Sinica.

Zber peľu uvedených druhov je obťažný, nakoľko ho produkujú malé množstvo. Zbierali sme celé kvety pred prašením, extirpovali tyčinky a po 24–48 hodinách, keď peľnice popraskali, sme uvoľnený peľ vyklepali cez sito do Petriho misky na kultivačné médium. Životaschopnosť peľu v jednotlivých variantoch koncentrácie sacharózy sme stanovili na základe percenta klíčivosti a dĺžky peľového vrecúška (v μm). Uvedené ukazovatele životaschopnosti peľu sme hodnotili štandardnou metódou, ktorú uvádza Ostrolucká (1983). Identicky sme nakličovali peľ na agarovom médiu s uvedenými koncentraciami sacharózy a hodnotili sme životaschopnosť peľu počas jeho uskladnenia za podmienok uchovávaní v exsikatore nad KOH pri teplote +2 °C. V tabuľke I sú zaznamenané hodnoty ukazovateľov životaschopnosti čerstvého peľu a uskladneného peľu v tabuľke II.

Mikrofotografie sme vyhodnotili na mikroskope Zeiss Lumipan (okulár 12 a objektív 10X) a pomocou fotokamery Meopta (obr. 1–12).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zistili sme, že čerstvý peľ uvedených introdukovaných druhov pestovaných v podmienkach Arboréty Mlyňany disponoval rôznym energetickým potenciálom, vyjadrením ktorého je jeho rôzna životaschopnosť. Intenzita životaschopnosti sa menila taktiež v rámci druhu v závislosti od koncentrácie sacharózy v kultivačnom médiu. Pri zvolenom rozsahu uvedených troch koncentrácií sme zachytili a zaznamenali inhibíciu aj stimuláciu klíčenia a rastu peľových vrecúšok (tabuľka I). Klíčivosť peľu jednotlivých druhov pri 15% koncentrácii sacharózy kolísala od 5 do 56 %, dĺžka peľového vrecúška od 75,2 do 386,0 μm . Pri 20% koncentrácii sacharózy sa klíčivosť pohybovala od 4 do 42 % a dĺžka peľového vrecúška od 32,0 do 506,6 μm . Maximálne hodnoty ukazovateľov životnosti boli dosiahnuté pri 20% koncentrácii sacharózy takmer pri všetkých druhoch. Podľa získaných výsledkov sa javí táto koncentrácia sacharózy optimálnou. Výnimočne pozorujeme odlišnú reakciu, ako napríklad pri čerstvom peľi druhu *Gleditsia japonica* Miq. Pozitívnejšie na klíčenie peľu a rast peľových vrecúšok uvedeného druhu pôsobila 15% koncen-

I. Životaschopnosť čerstvého peľu niektorých introdukovaných druhov drevín. —
The viability of fresh pollen in some introduced woody species

Druh	Zber kvetov	Ukazo- vatele životnosti peľu	Koncentrácia sacharózy (%)		
			15	20	25
<i>Acer theiferum</i>	22. 5. 1984	A	28	51	42
		B	75,2	224,4	136,0
<i>Actinidia arguta</i>	23. 6. 1984	A	39	48	41
		B	200,8	226,4	297,2
<i>Aesculus chinensis</i>	12. 5. 1984	A	44	32	30
		B	96,0	192,0	126,4
<i>Deutzia × rosea</i>	26. 6. 1984	A	50	55	40
		B	120,5	190,0	150,5
<i>Euonymus alata</i>	22. 5. 1984	A	20	70	50
		B	350,0	640,0	320,0
<i>Euonymus bungeana</i>	18. 6. 1984	A	14	16	16
		B	229,6	606,6	596,6
<i>Gleditsia japonica</i>	26. 6. 1984	A	56	22	4
		B	386,0	140,0	60,0
<i>Ligustrum acutissima</i>	13. 6. 1984	A	54	54	5
		B	145,6	161,6	32,0
<i>Ligustrum sinense</i>	3. 7. 1984	A	0	25	20
		B	0	380,5	289,7
<i>Photinia villosa</i>	18. 5. 1984	A	10	15	5
		B	195,0	227,2	305,5
<i>Spirea japonica</i>	28. 6. 1984	A	50	60	40
		B	150,8	320,5	305,0
<i>Viburnum dilatatum</i>	27. 6. 1984	A	50	60	35
		B	295,5	405,8	390,8
<i>Weigela japonica</i>	25. 5. 1984	A	15	37	20
		B	200,0	288,0	270,0

A — klíčivosť peľu v %

B — priemerná dĺžka peľového vrecúška v μm

— označenie maximálnej hodnoty

trácia sacharózy (obr. 2). Zvýšenú citlivosť prejavil peľ tohto druhu na 25 % koncentráciu sacharózy (obr. 1). Táto koncentrácia inhibovala klíčenie peľu, čo svedčí o tom, že koncentrácia sacharózy vhodná pre klíč-

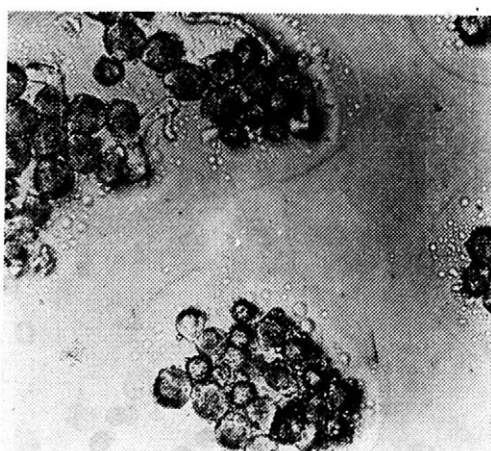
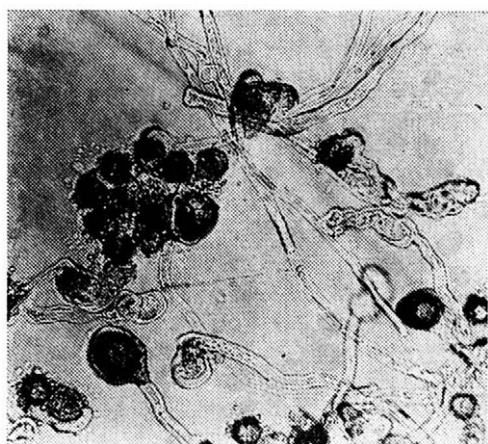
II. Životaschopnosť uskladneného peľu niektorých introdukovaných druhov drevín.
 — The viability of stored pollen in some introduced woody species

Druh	Ukazo- vatele životnosti peľu	Dátum naklíčovania uskladneného peľu								
		15. 8. 1984			10. 9. 1984			31. 10. 1984		
		koncentrácia sacharózy (%)			koncentrácia sacharózy (%)			koncentrácia sacharózy (%)		
		15	20	25	15	20	25	15	20	25
<i>Acer theiferum</i>	A	0	27	14	11	13	6	0	0	0
	B	0	114,4	76,6	89,6	145,6	69,3	0	0	0
<i>Actinidia arguta</i>	A	29	28	15	10	20	10	0	16	8
	B	209,6	240,0	197,3	130,0	120,5	158,0	0	130,6	95,6
<i>Aesculus chinensis</i>	A	38	50	27	23	32	21	0	0	0
	B	156,8	196,8	156,0	127,2	171,2	92,8	0	0	0
<i>Deutzia</i> × <i>rosea</i>	A	58	60	50	59	68	36	50	73	30
	B	185,6	192,0	203,2	120,0	143,0	85,4	150,6	188,8	105,0
<i>Euonymus alata</i>	A	20	75	45	10	30	25	0	15	10
	B	380,0	580,0	285,0	120,0	320,0	180,0	0	305,8	150,0
<i>Euonymus bungeana</i>	A	1	2	8	0	0	0	0	0	0
	B	64,0	400,0	602,1	0	0	0	0	0	0
<i>Gleditsia japonica</i>	A	18	44	24	46	68	23	35	39	15
	B	79,2	490,4	217,6	633,6	543,2	149,6	380,0	368,8	135,5
<i>Ligustrum acutissima</i>	A	25	39	26	20	30	15	0	18	0
	B	209,6	351,2	234,4	195,5	285,0	155,8	0	272,0	0
<i>Ligustrum sinense</i>	A	0	18	10	9	7	3	5	6	0
	B	0	342,4	233,6	324,8	281,1	240,0	310,0	370,6	0
<i>Photinia villosa</i>	A	8	17	13	3	18	0	0	0	0
	B	92,8	320,8	272,0	122,5	254,4	0	0	0	0
<i>Spirea japonica</i>	A	48	51	52	20	35	30	10	21	10
	B	101,6	284,0	308,0	105,0	210,8	250,5	55,8	96,8	59,6
<i>Viburnum dilatatum</i>	A	53	40	38	35	38	20	20	32	31
	B	306,4	395,2	359,2	305,8	350,5	310,0	205,5	252,0	180,0
<i>Weigela japonica</i>	A	20	20	14	0	6	0	0	0	0
	B	268,0	286,4	262,0	0	224,0	0	0	0	0

A — klíčivosť peľu v %

B — priemerná dĺžka peľového vrecúška v μm

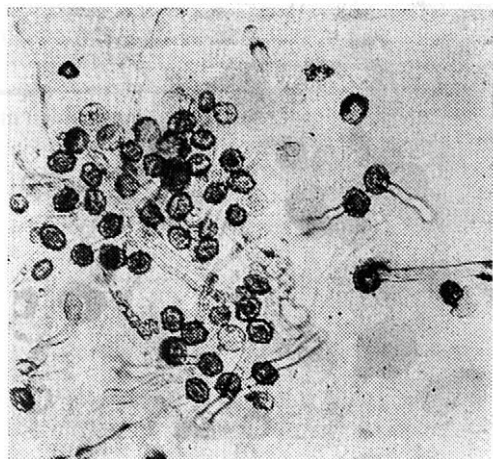
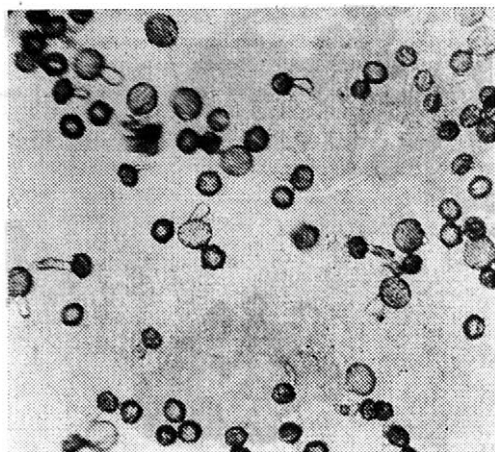
— označenie maximálnej hodnoty pre A a B



1. Pozitívny vplyv 15% koncentrácie sacharózy na klíčenie čerstvého peľu druhu *Gleditsia japonica* Miq. — Positive effects of 15% sucrose concentration on the germination of fresh pollen in the species *Gleditsia japonica* Miq.
2. Reakcia čerstvého peľu druhu *Gleditsia japonica* Miq. pri 25% koncentrácii sacharózy v kultivačnom médiu. — The response of fresh pollen of the species *Gleditsia japonica* Miq. to 25% sucrose concentration in a culture medium

čenie určitého druhu môže kolísať, že nároky peľu na zloženie kultivačného média môžu byť rôzne.

Nie vždy účinkuje tá istá koncentrácia na klíčenie peľu na rast peľových vrecúšok v korelácii, čo potvrdzujú výsledky pri druhu *Aesculus chinensis* L., *Photinia villosa* (Thunb.) DC., a *Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. (tabuľka I). Pri týchto druhoch sme pozorovali, že vyššie percento osmoregulátora, za aký sa považuje sacharóza, neaktivizuje peľ k zvýšeniu percenta klíčivosti, ale peľ reaguje intenzívnejším rastom peľových vrecúšok, čo je dôležité zvlášť v prípade nízkej klíčivosti peľu. Nekrasov a kol. [1964] upozorňuje, že rýchle klíčiace peľové zrná zabezpečujú dobré oplodnenie a že nízka klíčivosť sa do určitého stupňa kompenzuje dĺžkou peľového vrecúška. Analogicky môžeme vysvetliť dobrú plodivosť niektorých druhov so zistenou nízkou klíčivosťou, ako napríklad pri *Photinia villosa* (Thunb.) DC., *Euonymus bungeana* Maxim. Zvlášť klíčiace peľové zrná druhu *Euonymus bungeana* Maxim. prejavili zvýšenú energiu klíčenia. Peľové vrecúška dosiahli priemernú dĺžku 606,6 μm , kým maximálna priemerná klíčivosť bola iba 16 %. I pri druhu *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb. sme zaznamenali priemernú dĺžku peľového vrecúška až 640,0 μm . Tento druh sa vyznačoval nielen vysokou intenzitou rastu peľových vrecúšok, ale i 70 % klíčivosťou. I v prípade zistenia, že nízku klíčivosť do určitého stupňa kompenzuje dĺžka peľového vrecúška v procese oplodnenia (Nekrasov a kol. 1964), nemôžeme ju považovať za dominantný ukazovateľ životaschopnosti peľu. Dĺžka peľového vrecúška je do určitej miery limitovaná fyziologicko-genetickými vlastnosťami druhu, ako morfológickou stavbou reprodukčných orgánov, mechanizmom opelenia a oplodnenia daného druhu. Už aj v rámci čeľade je formovanie peľových vrecúšok rôzneho tvaru a dĺžky koordinované. Napríklad peľové vrecúška druhov čeľade *Cykadaceae*, taktiež druhu *Ginkgo biloba* sú veľmi krátke a rozvetvené, fungujú ako haustórium. Nejavia sa ako úplná analógia peľových vre-



3. Čerstvý peľ druhu *Aesculus chinensis* L. na 1% agare bez prítomnosti sacharózy. — The fresh pollen of the species *Aesculus chinensis* L. in 1% agar without sucrose

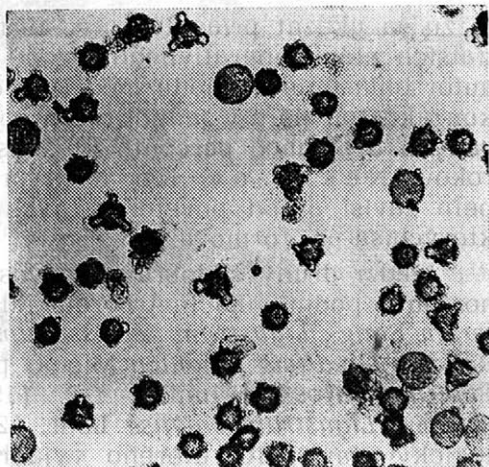
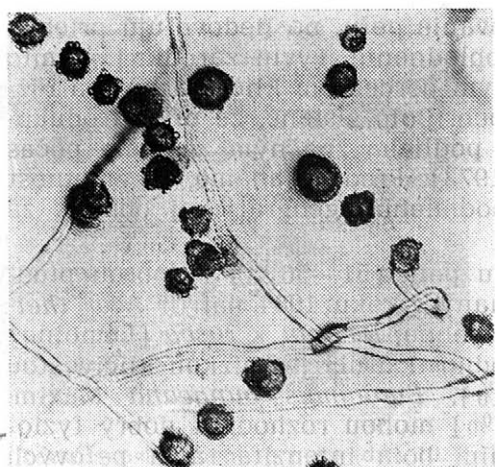
4. Vplyv sacharózy na klíčenie čerstvého peľu druhu *Aesculus chinensis* L. (1% agar s 20% koncentráciou sacharózy). — The effect of sucrose on the germination of fresh pollen in the species *Aesculus chinensis* L. (1% agar with 20% sucrose concentration)

cúšok. Tvorba gamet prebieha v peľovom zrne. Peľové vrecúška ostatných nahosemenných, v ktorých sa tvoria samčie bunky a slúžia na ich transport, sú dlhšie (Kozubová kol., 1982). Vieme, že peľové vrecúška krytosemenných rastlín, ktoré zabezpečujú transport samčích buniek cez čnelku a semenník, dosahujú oveľa väčšiu dĺžku. Usudzujeme, že uvedenými faktormi, ktorými je daný charakter rastu peľových vrecúšok určitého druhu, je limitovaná dosiahnuteľná dĺžka peľových vrecúšok pri kultivácii in vitro. Erdelská (1981) udáva, že celkovo kratšie bývajú pri kultivácii in vitro peľové vrecúška druhov s trojbunkovým peľom.

V prostredí in vitro peľové vrecúška prevažne nedosiahnu dĺžku peľových vrecúšok rastúcich v podmienkach in vivo, nakoľko tieto sú len určitou improvizáciou ich špecifických nárokov pre optimálny rast. Prísnu závislosť výsledkov klíčenia od faktorov prostredia kultivácie dokazujú aj naše pozorovania. Na príklade druhu *Aesculus chinensis* L. dokumentujeme (obr. 3, 4), že už samotná prítomnosť sacharózy, ktorá je dôležitým regulátorom osmotického hodnoty prostredia a zdrojom energie, vplýva značne na klíčenie a rast peľových vrecúšok. Väčšina druhov, ako sme už uviedli, dosiahla najväčšiu dĺžku peľových vrecúšok pri 20% koncentrácii sacharózy.

Dĺžka peľových vrecúšok kolísala i pri rovnakej koncentrácii v značnom rozpätí, z čoho jasne vyplýva, že ich dĺžka nezávisí len od osmotického a výživnej hodnoty kultivačného média, ale uplatňuje sa uvažované kritérium morfologickej, ako aj fyziologicko-genetickej zhody druhov, ktorá sa prejavila pri druhoch *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb. (640,0 μm) a *Euonymus bungeana* Maxim. (606,6 μm), alebo rozdielnosti, ktorá sa prejavila aj v nepredpokladanom prípade pri druhoch *Ligustrum acutissima* Koehne (161,6 μm) a *Ligustrum sinense* Lour. (380,5 μm).

Pri 20% koncentrácii sacharózy dĺžka peľového vrecúška neklesla



5. Klíčenie čerstvého peľu druhu *Euonymus bungeana* Maxim. na kultivačnom médiu (1% agar s 20% koncentráciou sacharózy). — Germination of fresh pollen of the species *Euonymus bungeana* Maxim. in a culture medium (1% agar with 20% sucrose concentration)

6. Uskladnený peľ (dňa 10. 9. 1984) druhu *Euonymus bungeana* Maxim. na kultivačnom médiu (1% agar s 20% koncentráciou sacharózy). — Stored pollen (Sept. 10, 1984) of the species *Euonymus bungeana* Maxim. in a culture medium (1% agar with 20% sucrose concentration)

pod 100 μm . Najkratšie peľové vrecúška v rozpätí 100—200 μm sme zaevidovali pri *Ligustrum acutissima* Koehne, *Deutzia X rosea* (Lemoine) Rehd. a *Aesculus chinensis* L. Druhy *Ligustrum sinense* Lour. (380,5 μm), *Viburnum dilatatum* Thunb. (405,0 μm), *Euonymus bungeana* Maxim. (606,6 μm) a *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb. (640,0 μm) sa vyznačovali najdlhšími peľovými vrecúškami.

Peľové zrná všetkých analyzovaných druhov sú charakterizované monosifonickým klíčením. Sklon k polysifonickému klíčeniu sme pozorovali iba pri druhu *Weigelia japonica* Thunb. 'Sinica' a *Euonymus bungeana* Maxim. Pri klíčení sme sa nestretli s tvorbou teratologických zmien peľových vrecúšok, ktoré možno vzniknú aj vplyvom nevhodného média (Golubinskij 1974). Analyzované druhy vytvárali normálne peľové vrecúška. Ojedinele sme sa stretli so vznikom objemných zdurenín na konci peľových vrecúšok, zvlášť pri druhu *Gleditsia japonica* Miq. (obr. 2).

Na základe zhodnotenia ukazovateľov životaschopnosti sme zistili, že peľ druhov *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Viburnum dilatatum* Thunb. a *Spirea japonica* L. f. bol v sledovanom roku najvitálnejší (klíčivosť 60—70 %). I keď sa predpokladá, že oplodňovacia schopnosť peľu prebieha paralelne s jeho životnosťou, v umelých podmienkach nezhoda medzi vitalitou peľu *Viburnum dilatatum* Thunb. a zaznamenanou neplodnosťou v uvedenom roku ukazuje, že medzi životnosťou peľu in vitro a plodnosťou nie je vždy priama závislosť. K analogickému záveru dospeli aj Nekrasov a kol. (1964) pri štúdiu uvedených vzťahov pri mnohých introdukovaných druhoch, ako napr. *Caragana spinosa* (L.) DC., *Rosa rugosa* f. *alba* (Were) Rehd., *Spirea latifolia* (Ait.) Barkh. a iných. Nové podmienky, do ktorých sa rastlina dostane pri introdukcii,

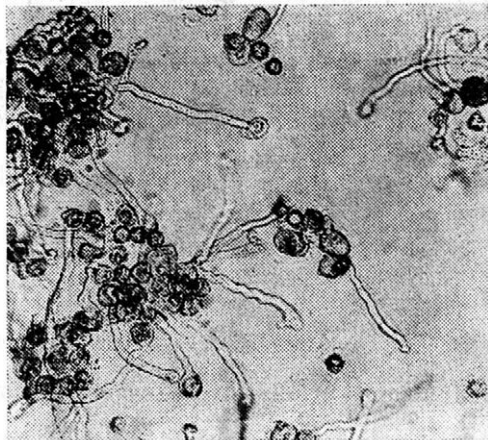
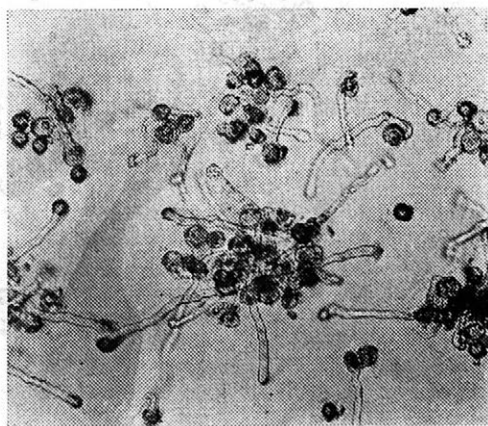
môžu sa ukázať priaznivé pre sformovanie peľu, no nedovoľujú priebeh ďalších etáp generatívneho vývinu (oplodnenie, vývin zárodku). Týmto autor objasňuje nezhodu medzi vysokým percentom klíčenia peľu a nízkou akosťou peľu v jednotlivých rokoch. Bolo zistené, že pri introdukovaných drevinách percento klíčivosti podlieha značným zmenám počas rokov (Nekrasov, Knjazeva 1973). Predpokladáme, že životnosť peľu závisí aj od poveternostných podmienok geografickej oblasti, za ktorých sa peľ formoval.

Medzi druhy s dobrou klíčivosťou peľu (51—56 %) i dobrou plodnosťou v podmienkach Arboréta Mlyňany v roku 1984 patrili *Acer theiferum* Fang., *Ligustrum acutissimum* Koehne, *Deutzia X rosea* (Lemoine) Rehd. a *Gleditsia japonica* Miq. O plodnosti druhov s nízkou klíčivosťou *Photina villosa* (Thunb.) DC. (15 %), *Euonymus bungeana* Maxim. (16 %), *Ligustrum sinense* Lour. (25 %) môžu rozhodnúť dobrý fyziologický stav peľu, ktorého vyjadrením bola intenzita rastu peľových vrecúšok (tabuľka I). Plodnosť druhu pri nízkej klíčivosti peľu in vitro možno vysvetliť aj experimentálne zistenými prípadmi, ktoré uvádza Dorošenko už v roku 1928, že peľ, ktorý vykazuje nízku klíčivosť, alebo nie je schopný vyklíčiť v umelých podmienkach, môže byť stimulovaný k tvorbe peľových vrecúšok sekrétmi blizny a je schopný oplodnenia.

Pri introdukcii rastlín sa progresívnou cestou ich rozšírenia a prispôsobenia javí získanie hybridných foriem, ktoré sú menej stabilné a vyznačujú sa plastičnosťou. Pre hybridizačné práce je nutné peľ expedovať z rôznych krajín či oblastí do miesta introdukcie pri zachovaní jeho životaschopnosti. Ukázalo sa, že životaschopnosť peľu v danom roku nie je stála, zachováva sa len určitú dobu, o čom nám podáva obraz tabuľka II. Ukazuje zmenu životaschopnosti peľu v priebehu 1,5—5,5-mesačného uskladnenia v exsikátore nad KOH pri teplote -2°C , ktorá sa prejavovala po 1,5—3-mesačnom uskladnení prevažne iba miernym poklesom životaschopnosti peľu, avšak výrazným poklesom až úplnou stratou životaschopnosti pri niektorých druhoch po 4—5,5-mesačnom uskladnení. Pri previerke životaschopnosti peľu v polovici augusta sme zaznamenali výnimočne výrazný pokles klíčivosti peľu po trojmesačnom uskladnení pri druhu *Acer theiferum*, prejavujúci sa poklesom počtu klíčiacych peľových zŕn, ako i dĺžky peľových vrecúšok pri všetkých koncentráciách sacharózy. Po trojmesačnom uskladnení, tj. začiatkom septembra, neklíčil už peľ druhu *Euonymus bungeana* Maxim. (obr. 5, 6).

Pri niektorých druhoch s poklesom klíčivosti peľu nedochádza paralelne k inhibícii rastu peľových vrecúšok, ale k stimulácii, ako sme zaevidovali pri druhu *Ligustrum acutissima* Koehne, a to o $189,6\text{ }\mu\text{m}$. Pri druhu *Gleditsia japonica* Miq. sa maximálna dĺžka peľového vrecúška pri 2-mesačnom uskladnení zvýšila o $104,4\text{ }\mu\text{m}$. Ostatné druhy si prevažne zachovali maximálnu dĺžku po 1,5—3-mesačnom uskladnení v tendencii maximálnej dĺžky čerstvého peľu. Optimálnym kultivačným médiom aj pre uskladnený peľ takmer všetkých druhov sa javila 20 % koncentrácia sacharózy (obr. 7—9) s ojedinelými odchýlkami.

Pri niektorých druhoch sme pozorovali v priebehu uskladnenia zmenu nárokov na obsah sacharózy v médiu v porovnaní s čerstvým peľom (tabuľka II). Zvlášť nároky peľu druhu *Gleditsia japonica* Miq., ale i *Sp-*



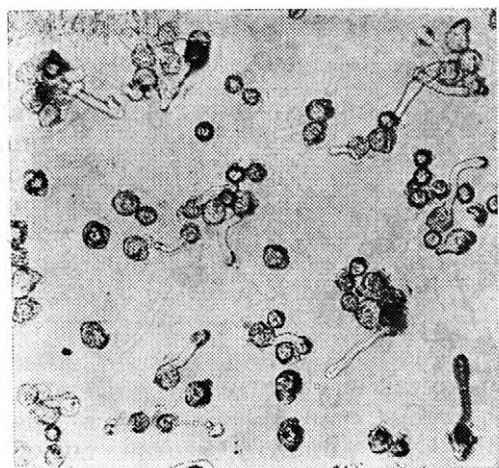
7. Reakcia uskladneného peľu (dňa 10. 9. 1984) druhu *Deutzia* × *rosea* (Lem.) Rehd. na kultivačnom médiu (1% agar s 15% koncentráciou sacharózy). — The response of stored pollen (Sept. 10, 1984) of the species *Deutzia* × *rosea* (Lem.) Rehd. in a culture medium (1% agar with 15% sucrose concentration)

8. Reakcia uskladneného peľu (10. 9. 1984) druhu *Deutzia* × *rosea* (Lem.) Rehd. na kultivačnom médiu (1% agar s 20% koncentráciou sacharózy). — The response of stored pollen (Sept. 10, 1984) of the species *Deutzia* × *rosea* (Lem.) Rehd. in a culture medium (1% agar with 20% sucrose concentration)

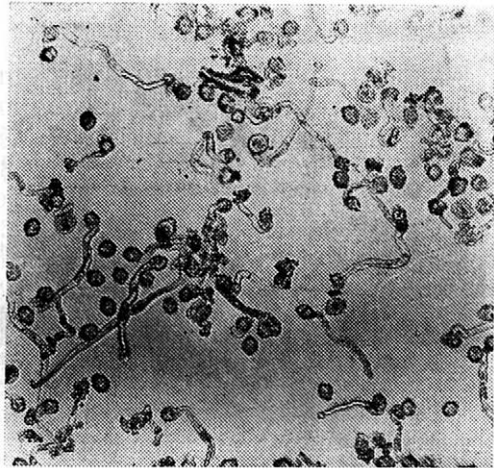
rea japonica L. f. sú odlišné a premenlivé aj v priebehu uskladnenia a zvyšujú sa v prospech vyššej koncentrácie (obr. 10—12), ale nie vždy zhodne pri oboch ukazovateľoch jeho životaschopnosti. Pri druhu *Gleditsia japonica* Miq. pôsobila priaznivo na uskladnený peľ aj 20% koncentrácia a pri druhu *Spirea japonica* L. f. 25% koncentrácie sacharózy (obr. 12).

Ukázalo sa, že peľ jednotlivých druhov aj pri rovnakých podmienkach uskladnenia reaguje rôzne, čo zrejme závisí od obsahu vody v peľi a jeho metabolickej aktivity. Nižší obsah vody súvisí so znížením metabolických procesov v peľi a tým umožňuje peľovému zrnku zachovať si životaschopnosť (Erdelská 1981). Je taktiež dokázané, že zachovanie či predĺženie životaschopnosti peľu je priamo závislé od podmienok uskladnenia, ktoré môžu, ako potvrdzujú naše výsledky, zoslabiť alebo stimulovať fyziologicko-genetickú aktivitu peľu.

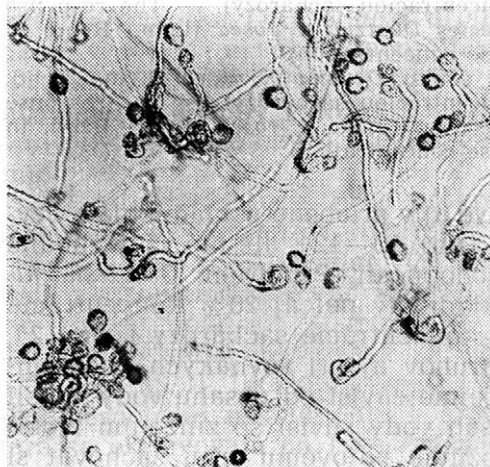
Pri našich experimentálnych podmienkach uskladnenia sme zaznamenali spomínanú úplnú stratu životaschopnosti peľu pri druhu *Euonymus bungeana* Maxim. už po 3-mesačnom uskladnení (obr. 6). Po 4—5,5-mesačnom uskladnení nastala strata klíčivosti pri druhoch *Aesculus chinensis* L., *Photinia villosa* (Thunb.) DC., *Acer theiferrum* a *Weigela japonica* Thunb. 'Sinica'. Protikladne reagoval peľ druhov *Gleditsia japonica* Miq. a *Deutzia* × *rosea* (Lemoine) Rehd., pri ktorých sme zaevidovali výrazný vzostup životaschopnosti peľu v priebehu uskladnenia (tab. II). Zvýšenú fyziologickú aktivitu peľu v priebehu uskladnenia sme pozorovali aj pri druhoch rodu *Quercus* (Ostrolucká 1983). Zdá sa, že morfológická zrelosť peľu nezodpovedá vždy fyziologickej zrelosti a že peľ niektorých druhov potrebuje určitý časový úsek na prechod od morfológickej do fyziologicko-genetickej zrelosti, ktorú môže dosiahnuť za vhodných vonkajších podmienok. Peľ druhov *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Viburnum dilatatum* Thunb. a *Spirea japonica* L. f., ktorý sa po zbere javil ako najvitálnejší, zachoval si životaschopnosť



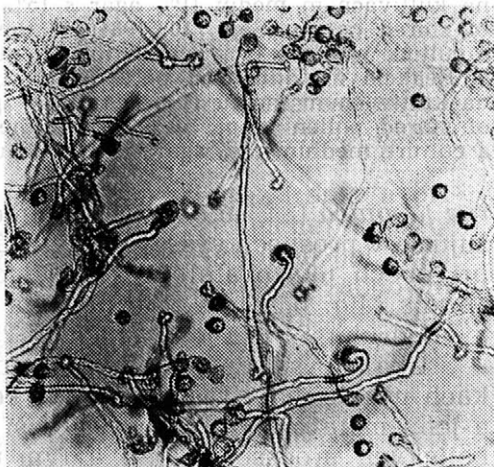
9



10a



10b



10c

9. Reakcia uskladneného peľu (10. 9. 1984) druhu *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. na kultivačnom médiu (1% agar s 25% koncentráciou sacharózy). — The response of stored pollen (Sept. 10, 1984) of the species *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. in a culture medium (1% agar with 20% sucrose concentration)

10a, 10b, 10c. Ilustrácia pozitívneho účinku vyšších koncentrácií sacharózy na proces klíčenia pri uskladnenom peľi (10. 9. 1984) druhu *Spirea japonica* L. f.: a — 1% agar s 15% koncentráciou sacharózy, b — 1% agar s 20% koncentráciou sacharózy, c — 1% agar s 25% koncentráciou sacharózy. — Demonstration of the positive effect of high concentrations of sucrose on the process of germination in stored pollen (Sept. 10, 1984) in the species *Spirea japonica* L. f.: a — 1% agar with 15% sucrose concentration, b — 1% agar with 20% sucrose concentration, c — 1% agar with 25% sucrose concentration

v priebehu uvedenej doby uskladnenia (tabuľka II), ale so značným poklesom hodnot oboch ukazovateľov. Pri druhoch, ktorých peľ prejavoval životaschopnosť ešte koncom októbra, nemohli sme stanoviť maximálnu dobu životaschopnosti za uvedených podmienok uskladnenia, a to vzhľadom na nedostatok peľu v súvislosti s obťažnosťou jeho zberu.

Treba podotknúť, že i za optimálnych podmienok existuje závislosť medzi systematickým zatriedením rastliny nielen do druhu a rodu, ale

и до челаде а medzi predĺžením životaschopnosti peľu (Šlykov 1963). Šlykov (1963) tiež udáva dobu predĺženia životaschopnosti peľu niektorých druhov rastlín v prirodzených podmienkach ako i vhodné optimálne podmienky pre uskladnenie peľu niektorých rastlinných druhov s dôrazom na jeho využitie pri introdukčnom šľachtení.

Literatúra

- DOROŠENKO, A. V.: Fiziologija pylcy. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii 5, 1928, s. 217-295.
- ERDELSKÁ, O.: Embryológia krytosemenných rastlín. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1981, 184 s.
- GOLUBINSKIJ, J. N.: Biologija prorastanija pylcy. Izd. Naukova Dumka, Kiev, 1974, 367 s.
- KALEDA, V. M.: Žiznesposobnosť i rozmery pylcy berezy povisloj v uslovijach Zapadnoj Sibiri. Izv. SO AN SSSR, No 15, sev. biol. nauk, 3, 1979, s. 75-78.
- KOZUBOV, G. M. — TRENIN, V. V. — TICHOVA, M. A. — KONDRATEVA, V. P.: Reprodukativnye struktury golosemennych. Izd. Nauka, Leningrad, 1982, 140 s.
- NEKRASOV, V. J. — KNJAZEVA, O. M. — SMIRNOVA, N. G.: Iz opyta prorasčivajija pylcy introducirovannych drevesnych rastenij. Bjull. Glav. bot. sada, 52, 1964, s. 76-79.
- NEKRASOV, V. J. — KNJAZEVA, O. M.: Izučenie kačestva pylcy drevesnych rastenij metodom prorasčivania na cellofane. Bjull. Glav. bot. sada, 88, 1973, s. 61-66.
- NEKRASOVA, T. P.: Pyľca i pyľcevoj režim chvojnyh Sibiri. Izd. Nauka, Novosibirsk, 1983, 169 s.
- OSTROLUCKÁ, M. G.: Vplyv sacharózy na klíčenje peľu druhov rodu *Quercus*. Lesnictví, 29, 1983, s. 97-109.
- RUGUZOV, I. A.: Zakonomernosti gaplofazy pri introdukcii chvojnyh v Krymu. Cytogenetical and cytoembryological investigations of perennial plants. The collected scientific works, Vol. 91, Yalta, 1983, s. 63-72.
- SMIRNOV, A. I.: Žiznesposobnosť pylcy nekotoryh vidov chvojnyh introducentov. Bjull. Glav. bot. sada, 106, 1977, s. 32-38.
- ŠLYKOV, G. N.: Introdukcija i aklimatizacija rastenij. Izd. Moskva, 1963, 489 s.
- TERMENA, B. K.: O cvetenii i plodonosenii magnolii sulanza na bukovine. Bjull. Glav. bot. sada, 84, 1972, s. 82-86.
- VULETIĆ, D.: Ispitivanje optimalne metodi naklivanja polena domačih vrstva hrastvoa (*Quercus* L. Spp.). Šumarstvo, 5, 1975, s. 19-26.
- ZARUBINA, G. M.: O žiznesposobnosti pylcy dvuch vidov semejstva Polemoniaceae. Bjull. Glav. bot. sada, 88, 1973, s. 67-68.

Došlo dne 15. 10. 1986

ОСТРОЛУЦКА, М. Г. — БЕНЧАТЬ, Ф. (Arboretum Mlyňany SAV). Жизнеспособность пыльцы некоторых введенных древесных пород в условиях *in vitro*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 799-810.

У 12 введенных видов древесных пород, растущих в условиях Арборета Млыняны, нами проверялась жизнеспособность пыльцы после ее сбора и в определенных интервалах времени во время хранения, а именно с помощью метода прорастания *in vitro* на культивируемой среде с разной концентрацией сахарозы (15 %, 20 %, 25 %). Интенсивность жизнеспособности пыльцы отдельных видов как в рамках вида менялась в зависимости от концентрации сахарозы. Оказалось, что определенная концентрация сахарозы не всегда коррелирует в обоих показателях жизнеспособности пыльцы, т.е. на процент прорастания и рост пыльцевых трубок. Максимальные значения при обоих показателях жизнеспособности пыльцы были достигнуты преимущественно у всех видов с 20 % концентрацией сахарозы. Самой жизнеспособной в изучаемом году была пыльца вида *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Viburnum dilatatum* Thunb. и *Spirea japonica* L. f. Нами было установлено, что между жизнеспособностью *in vitro* и продуктивностью видов не всегда имеется прямая зависимость. Было подтверждено, что пыльца отдельных видов и при одинаковых условиях хранения реагирует по-разному. После 3—5,5-месячного хранения у некоторых видов имеет место полная потеря энергии прорастания (всхож.). Наоборот, у пыльцы видов

Gleditsia japonica Miq. и *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. нами было установлено резкое повышение ее жизнеспособности. Вид *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. сохранил восходящую тенденцию жизнеспособности и после 4-месячного хранения.
ввозимые древесные породы; пыльца; хранение; всхожесть

OSTROLUCKÁ, M. G. — BENČAT, F. (Arborétum Mlyňany SAV). *Pollen Viability of some Introduced Woody Species in in-vitro Conditions*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 799-810.

In twelve introduced woody species, growing in the conditions of the Mlyňany Arboretum, we investigated pollen viability after its collection and in definite time intervals during storage: germination in vitro in a culture medium with various concentrations of sucrose (15 %, 20 %, 25 %) was used. The intensity of pollen viability in individual species and also within a given species changed in relation to sucrose concentration. We did not demonstrate in all cases the correlations of the effects of the same concentrations of sucrose in both indicators of pollen viability, i. e. percent germination and growth of pollen tubes. The maximum values of both indicators of pollen viability were reached mostly in all species with 20% sucrose concentration. In the year of investigation, the highest pollen viability was observed in the species *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Viburnum dilatatum* Thunb. and *Spiraea japonica* L. f. We found out that there need not be in all cases a direct relationship between pollen viability in vitro and fertility. It was confirmed that the pollen of individual species had different responses even if the conditions of storage were identical. After 3—5.5 month storage, there occurred an absolute loss of germination power in some species. On the contrary, in the species *Gleditsia japonica* Miq. and *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. we observed an expressive increase in pollen viability. The species *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. maintained an increasing tendency of pollen viability even after four-month storage.

introduced woody species; pollen; storage; germination

OSTROLUCKÁ, M. G. — BENČAT, F. (Arborétum Mlyňany SAV). *Lebensfähigkeit des Pollens einiger introduzierter Holzarten unter in vitro-Bedingungen*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 799-810.

Bei 12 introduzierten Holzarten, die unter Bedingungen des Arboretums Mlyňany wachsen, haben wir die Lebensfähigkeit des Pollens nach seiner Sammlung und in bestimmten Zeitintervallen im Verlauf der Lagerung überprüft, und zwar mit Hilfe der Methode der in vitro-Keimung auf einem Kultivationsmedium mit unterschiedlicher Konzentration der Saccharose (15 %, 20 %, 25 %). Die Intensität der Lebensfähigkeit des Pollens einzelner Arten als auch im Rahmen einer Art variierte in Abhängigkeit von der Konzentration der Saccharose. Es hat sich gezeigt, daß dieselbe Konzentration der Saccharose nicht immer in Korrelation mit beiden Indexen der Lebensfähigkeit des Pollens wirkt, d. h. auf das Keimungsprozent und auf das Wachstum der Pollenschläuche. Maximalwerte beider Indexe der Lebensfähigkeit des Pollens wurden bei allen Arten vorwiegend bei einer 20%igen Konzentration der Saccharose erreicht. Im Untersuchungsjahr zeigte sich die höchste Vitalität des Pollens der Art *Euonymus alata* (Thunb.) Sieb., *Viburnum dilatatum* Thunb. und *Spiraea japonica* L. f. Wir haben festgestellt, daß zwischen der in vitro-Lebensfähigkeit des Pollens und der Fruchtbarkeit nicht immer eine direkte Abhängigkeit besteht. Es hat sich bestätigt, daß der Pollen einzelner Arten auch bei gleichen Lagerungsbedingungen verschiedenartig reagiert. Bei einigen Arten wurde nach 3- bis 5,5monatiger Lagerung vollständiger Verlust der Keimfähigkeit beobachtet. Demgegenüber haben wir bei dem Pollen der Arten *Gleditsia japonica* Miq. und *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. einen ausgeprägten Anstieg seiner Lebensfähigkeit verzeichnet. Die Art *Deutzia X rosea* (Lem.) Rehd. behielt die steigende Tendenz der Lebensfähigkeit auch nach 4monatiger Lagerung.

Introduzierte Holzarten; Pollen; Lagerung; Keimfähigkeit

Adresy autorov:

Ing. Mária Gabriela Ostrolucká, CSC., Ústav experimentálnej genetiky SAV, Hlohovecká 2, 949 92 Nitra

Doc. Ing. František Benčat, DrSc., Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany

MINERÁLNÍ INTERAKCE BIOSTRUKTUR JMELÍ LISTNÁČOVÉHO (*Viscum album* L.) A DEUTEROXYLÉMU RŮZNÝCH HOSTITELŮ

F. Nováček, I. Teterová

NOVÁČEK, F. — TETEROVÁ, I. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). *Minerální interakce biostruktur jmelí listnáčového (*Viscum album* L.) a deuteroxylému různých hostitelů*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 811-828. Na základě analýzy obsahu 12 fyziologicko-ekologicky významných prvků (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na, Al, Si) v biomase orgánů jmelí listnáčového a dřeva jeho hostitelů — lípy srdčité, vrby bílé, topolu černého a jeřábu obecného — byly stanoveny tyto závěry. Minerální složení koakčních kontaktních systémů je různé a je závislé na minerálním složení dřeva hostitele, který ovlivňuje distribuci prvků do biostruktur jmelí. Uplatňuje se zde selektivní sorpce iontů, kdy živným médiem je histologicky deuteroxylem. Bylo zjištěno, že některé biostruktury se tímto stávají významnými akumulátory prvků. Ve stoncích je ve zvýšené míře akumulována měď a zinek, v listech fosfor, draslík, železo, mangan, hliník, křemík, naopak v bobulích je výrazně menší množství těžkých kovů železa, mědi, zinku a postradatelných prvků hliníku a křemíku. Hemiparazit jmelí listnáčové v rámci koakčního systému značně ochuzuje hostitelské dřeviny o minerální živiny. Jmelí topolové odebírá hostiteli ze studovaných parazitů největší množství minerálů (9,075 kg na 100 kg jejich sušiny), následuje jmelí vrbové (7,965 kg), jmelí lípové (7,943 kg) a jmelí jeřábové (7,939 kg). Jmelí listnáčové je tedy v tomto směru značně škodlivější než jmelí jehličnanové a zvláště pak než ochmet evropský. Dosažené výsledky mají význam pro lesnickou fytopatologii při zjišťování škodlivosti těchto parazitů na různých lesních dřevinách, pro farmakognozi při zjišťování obsahu fyziologicky významných a škodlivých prvků a v neposlední řadě při indikaci geochemického prostředí a kovových a nekovových emisí.

ochrana lesů; dendrofyzilogie; hemiparazitismus; minerální výživa; listnáče

Príspevek prináša výsledky, ktoré sú súčasťou základného výskumu na téma Fyziologicko-ekologické aspekty minerálnej skladby lesných drevín a jejích parazitických rastlín. Navazuje na štúdie (Nováček 1985, Nováček, Šigutová 1985, 1986) a predmetom výskumu je kontaktní antagonizmus koakce systému parazit — jmelí listnáčové (*Viscum album* L.) — hostitel — lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.), vrba bílá (*Salix alba* L.), topol černý (*Populus nigra* L.) a jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia* L.). V biomase daného systému bylo zjišťováno z hlediska morfologického, fyziologického a ekologického 12 významných anorganogenů v příslušných biostrukturách. Vedle teoretického výskumu byl sledován i aplikační výzkum, neboť ochmetovité (*Loranthaceae*) jsou nebezpeční cizopasníci a přinášejí lesnímu hospodářství značné škody. Např. podle Organizace pro výživu a zemědělství při OSN je roční ztráta na užitkovém dříví vzniklá poškozením různými druhy ochmetovitých rostlin jen v USA 6,5 mil. m³ (Černý 1976).

MATERIÁL A METODIKA

Rostlinný materiál pochází z lokality Nové Zámky v okrese Olomouc. Ekotop leží 5 km severozápadně od Litovle na území Lesního závodu Litovel v nadmořské výšce 280 m. Z klimatického hlediska patří tato oblast do oblasti teplé (T 2) s 50—60 letními a 100—110 mrazovými dny v roce. Průměrná teplota v lednu je -2 až -3 °C a v červenci 18—19 °C. Srážkový úhrn činí ve vegetačním období 350—400 mm a v zimním období 200—300 mm, sněhová pokrývka leží 40—50 dní v roce. Stanice v Litovli uvádí průměrné roční srážky v letech 1901—1950 663 mm s průměrnou roční teplotou 6,2 °C. Půdním typem v této oblasti jsou nivní půdy vytvořené na nivních uloženinách různého zrnitostního složení. Jsou to půdy hlinité až jílovito-hlinité, středně hluboké s příznivými vodními poměry, středně humózní a jejich reakce je neutrální až mírně kyselá. Oblast patří k soustavě Hornomoravského úvalu a orografickému podcelku Středomoravská niva.

Zkoumaným rostlinným materiálem byla biomasa jmelí listnáčového a dřeva jeho hostitelů — lípy srdčité, vrby bílé, topolu černého a jeřábu obecného. K anorganické analýze byly vzaty pětileté samičí keřiky jmelí listnáčového se stejné tlustými větvemi hostitelů. Rostlinný materiál byl sbírán v září 1983 a při odběru vzorků byly respektovány fyziologicko-ekologické faktory — topophysis, cyklophysis a periphysis. Jmelí bylo rozděleno na stonek, listy a bobule, jež byly spolu se segmenty tumorově zduřelých větví hostitelů omyty destilovanou vodou a vysušeny v laboratorní sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Rostlinný materiál byl rozemlet na elektrickém mlýnku, homogenizován a ve studovaných orgánech byl zjišťován obsah 12 anorganogenů ve spektrofotometrické laboratoři katedry. Draslík, vápník, hořčík, mangan, měď, zinek, sodík, hliník a křemík byly stanoveny plamenovou analýzou na atomovém absorpčním spektrofotometru Model 503 Perkin-Elmer podle Menšíka (1977), fosfor a síra byly stanoveny fotometricky na spektrofotometru VSU-2 podle Menšíka (1980). Obsah anorganogenů byl stanoven v $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Výpočty byly konány na programovatelném kalkulačním stroji TI — 58 a počítací Sinclair ZX Spektrum.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Studie vychází z anorganických analýz orgánů jmelí bílého na čtyřech hostitelích a současně jejich dřeva jako živného média.

CHARAKTERISTIKA ANORGANOGENŮ V KOAKČNÍCH ANTAGONISTICKÝCH SYSTÉMECH

Komplexní pohled na řešenou problematiku ukazují graficky zpracované výsledky na obr. 1—12.

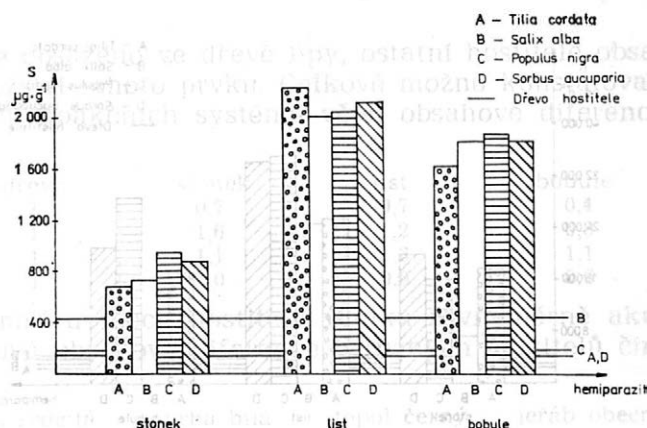
Síra

Nejvíce tohoto nekovu je obsaženo ve dřevě vrby, u ostatních hostitelů přibližně na stejné úrovni. Všechny biostruktury jmelí na všech hostitelích čerpají tento prvek v mnohem větší míře než činí jeho obsah ve dřevě. Obsahové poměry ukazují selektivní sorpci ze dřeva a její distribuci mezi orgány parazita. Obsahová koakční difference činí 60—14 100 %.

Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	4,4	15,1	10,6
vrba bílá	1	1,6	4,6	4,2
topol černý	1	5,1	10,6	9,6
jeřáb obecný	1	5,5	13,3	11,3

Orgány všech jmelí akumulují síru vcelku rovnoměrně, poněkud větší rozdíly vykazují stonky jmelí topolového a jeřábového. Orgánová obsahová difference činí 5—40 %.

1.—12. Akumulace anorgano-
genů v biomase orgánů he-
miparazita a ve dřevě hos-
titelských dřevin. — The
accumulation of inorganic
elements in the biomass of
hemiparasite organs and in
the xylem of host tree species

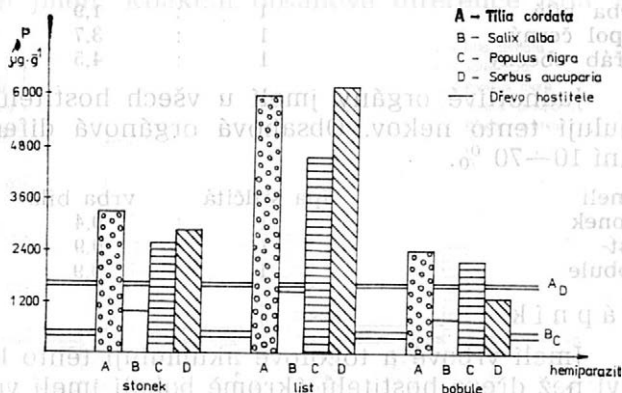


Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	1,05	1,4	1,3
list	1	0,9	0,9	0,9
bobule	1	1,1	1,1	1,1

Fosfor

Nejvíce tohoto nekovu je obsaženo ve dřevě hostitelů lípy a jeřábu, u dalších hostitelů je podstatně nižší. Všechny biostruktury jmelí na všech hostitelích (kromě bobulí jeřábu) čerpají tento prvek ve větší míře, než činí jeho obsah ve dřevě. Obsahová diference činí 10—11 200 %.

2.

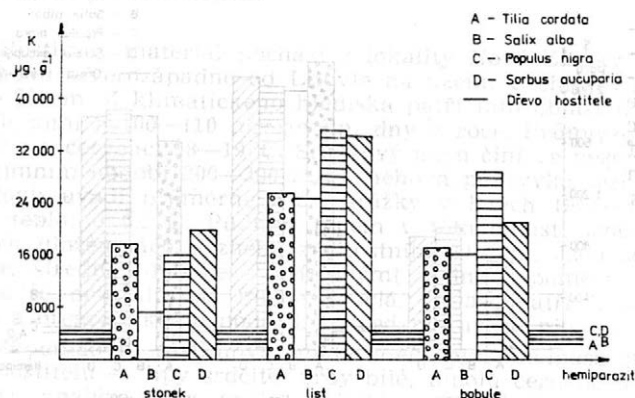


Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	2,0	3,6	1,5
vrba bílá	1	1,9	2,9	1,8
topol černý	1	6,8	12,2	5,2
jeřáb obecný	1	1,8	4,0	0,9

Stonky jmelí akumulují fosfor rovnoměrně s výjimkou vrbového jmelí, analogická situace je u listů, které jsou bohaté na tento nekov. Bobule vykazují poněkud větší diference a obsah fosforu je zde nižší než u vegetativních orgánů. Naopak bobule jehličnanového jmelí na jedli obsahovaly největší množství fosforu (Novák 1985).

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	0,3	0,8	0,9
list	1	0,2	0,8	1,04
bobule	1	0,4	0,8	0,5

Orgánová obsahová diference činí 6—80 %.



Draslík

Množství tohoto alkalického kovu ve dřevě všech hostitelů je poměrně vyrovnané. Všechny biostruktury jmelí u všech hostitelů akumulují tento prvek ve výrazně větším množství. Možno konstatovat, že jmelí listnáčové je významným akumulátorem tohoto prvku, přesahující obsah ve dřevě hostitele v rozmezí od 90—740 %. Podobné vlastnosti má i jmelí Jehličnanové (Nováček 1985).

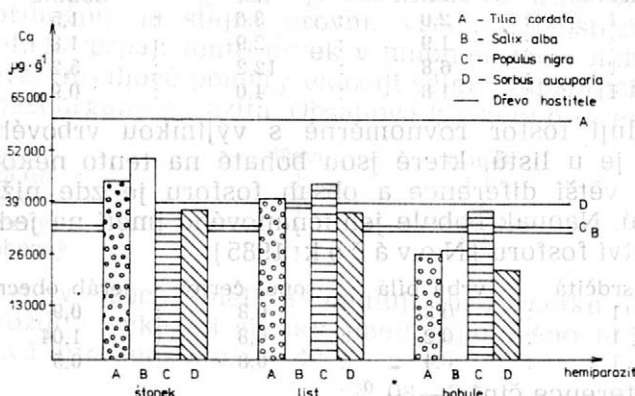
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	5,2	7,5	5,0
vrba bílá	1	1,9	6,6	4,4
topol černý	1	3,7	8,4	6,0
jeřáb obecný	1	4,5	7,9	4,8

Jednotlivé orgány jmelí u všech hostitelů vcelku rovnoměrně akumulují tento nekov. Obsahová orgánová diference u různých hostitelů činí 10—70 %.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	0,4	0,9	1,1
list	1	0,9	1,4	1,3
bobule	1	0,9	1,7	1,2

Vápník

Jmelí vrbové a topolové akumulují tento lehký kov ve větším množství než dřeva hostitelů (kromě bobulí jmelí vrbového), naopak biostruktury jmelí lípového a jeřábového mají nižší obsah vápníku než je ve



dřevě. Nejvíce vápníku je obsaženo ve dřevě lípy, ostatní hostitelé obsahují přibližně stejné množství tohoto prvku. Celkově možno konstatovat, že nejsou v rámci daných koakčních systémů větší obsahové difference (10–60 %).

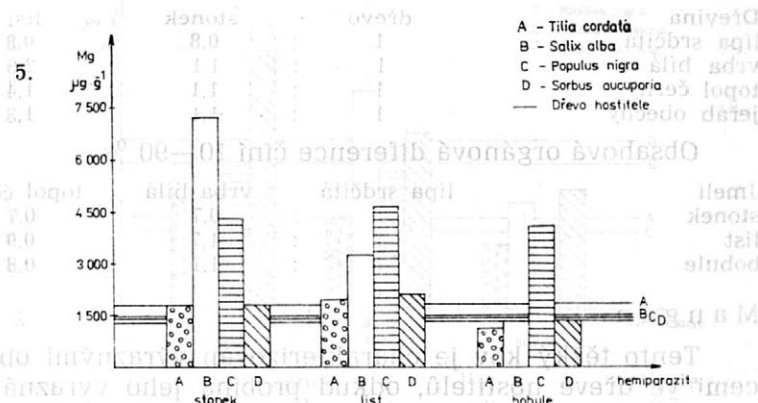
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	0,7	0,7	0,4
vrba bílá	1	1,6	1,2	0,8
topol černý	1	1,1	1,3	1,1
jeřáb obecný	1	1,0	0,9	0,6

Jednotlivé orgány jmelí u všech hostitelů vcelku rovnoměrně akumulují tento kov. Orgánová obsahová difference u různých hostitelů činí 8–50 %.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	1,1	0,8	0,8
list	1	0,9	1,0	0,9
bobule	1	1,02	1,4	0,8

Hořčík

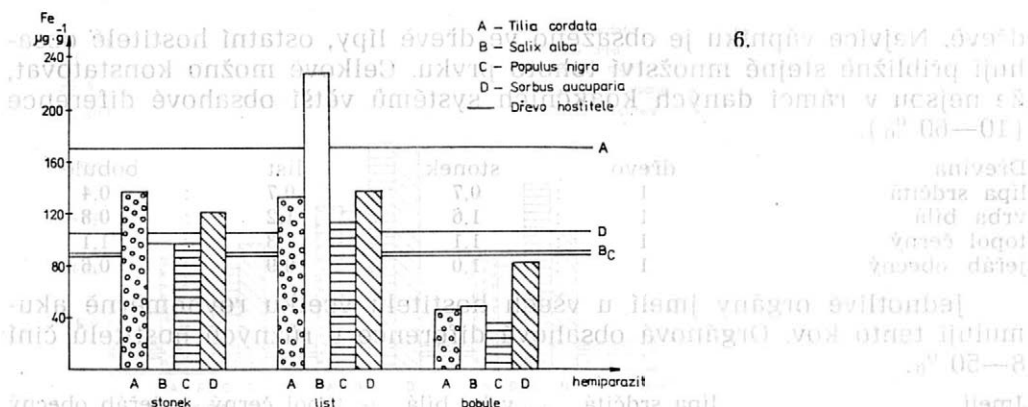
Zastoupení tohoto lehkého kovu ve dřevě všech hostitelů je vcelku vyrovnané, současně byla prokázána zvýšená akumulace v některých biostrukturách příslušných cizopasníků. Obdobné závěry byly i u jmelí jehličnanového (Nováček 1985). Všechny biostruktury cizopasníků jmelí listnáčového čerpají ze dřeva zvýšené množství hořčíku s výjimkou bobulí línového a vrbového jmelí. Koakční obsahové difference jsou 10–370 %.



Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	1,0	1,1	0,6
vrba bílá	1	4,7	2,1	0,9
topol černý	1	3,0	3,2	2,8
jeřáb obecný	1	1,4	1,6	1,0

Jednotlivé orgány jmelí se vcelku výrazně odlišují v obsahu hořčíku, zvláště u vrbového a topolového jmelí. Pro všechny hostitele platí, že obsah Mg je vyšší ve stonku než v listech a ten je vyšší než v bobulích jmelí. Obsahová orgánová difference jmelí na různých hostitelích činí 4–290 %.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	3,9	2,3	0,7
list	1	2,6	2,3	1,03
bobule	1	1,2	3,6	1,2



Železo

Největší obsah tohoto těžkého kovu ze všech hostitelů má dřevo lípy, poměr obsahů železa ve dřevě hostitelů je vyrovnaný a nižší. Cizopasník čerpá železo velmi vyrovnaně, což se projevuje v distribuci tohoto prvku v jednotlivých orgánech jmelí. Obsahová koeficientní diference činí 10–160 %. Obsah železa ve dřevě hostitele (kromě lípy) je nižší než množství tohoto prvku v listech a stoncích. Stejné údaje byly zjištěny pro jmelí jehličnanové (Nováček 1985). Nejvíce železa ze všech tří biostruktur jmelí je akumulováno v listech, méně v bobulích, s nižší koncentrací, než je ve dřevě.

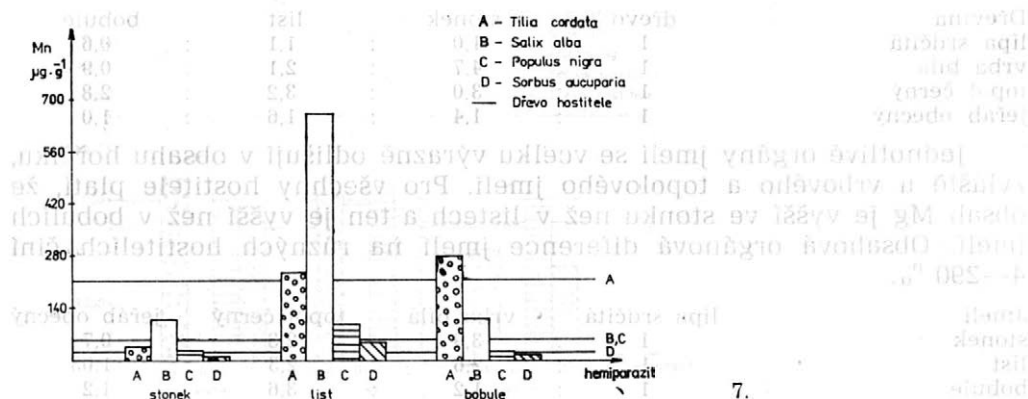
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	0,8	0,8	0,2
vrba bílá	1	1,1	2,6	0,5
topol černý	1	1,1	1,4	0,4
jeřáb obecný	1	1,1	1,3	0,7

Obsahová orgánová diference činí 10–90 %.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	0,7	0,7	0,9
list	1	1,7	0,9	1,1
bobule	1	1,1	0,8	1,9

Mangan

Tento těžký kov je charakterizován výraznými obsahovými diferenciemi ve dřevě hostitelů, odkud probíhá jeho výrazná selektivní sorpce



a distribuce do jednotlivých orgánů hemiparazita. Koakční obsahová difference činí 20—410 %. Stonky a bobule čerpají tohoto prvku méně než obsahuje dřevo jejich hostitelů (kromě bobulí lipového jmelí).

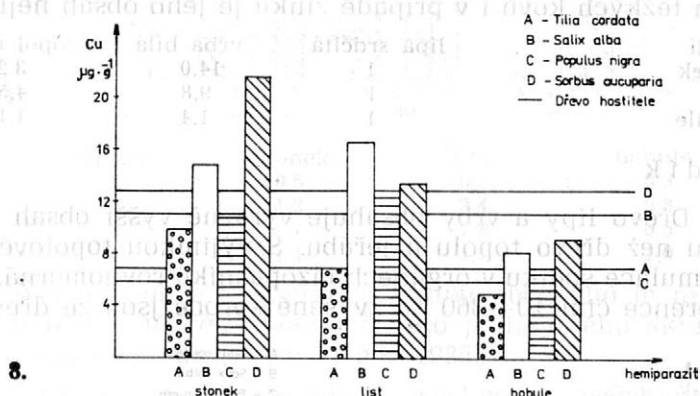
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	0,8	4,3	5,1
vrba bílá	1	0,5	3,0	0,5
topol černý	1	0,5	1,7	0,4
jeřáb obecný	1	0,8	2,4	0,8

Charakteristickým znakem distribuce tohoto kovu je vysoká koncentrace v listech všech listnáčových jmelí. Nejméně manganu, obdobně jako železa, je obsaženo v bobulích. Obsahové orgánové difference činí 40—180 %, nejvyrovnanější je u bobulí, ve stoncích a listech je na stejné úrovni.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	2,7	0,6	0,4
list	1	2,8	0,4	0,2
bobule	1	0,4	0,1	0,1

Měď

Dřevo hostitelské vrby a jeřábu obsahuje vyšší množství tohoto těžkého kovu než dřevo lípy a topolu. Tento prvek je akumulován všemi biostrukturami rovnoměrně. Obsahová koakční difference činí 0—100 %.



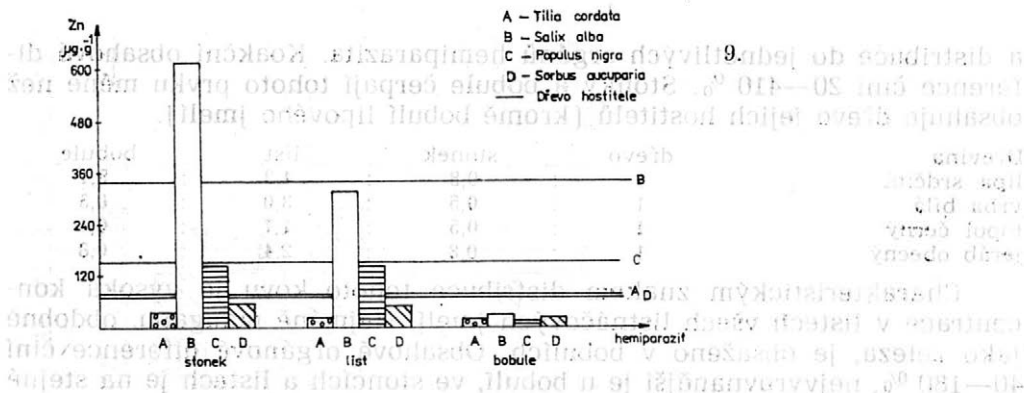
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	1,4	1,0	0,7
vrba bílá	1	1,3	1,5	0,7
topol černý	1	1,6	2,0	1,0
jeřáb obecný	1	1,7	1,03	0,7

Obsahová orgánová difference u různých hostitelů je větší než koakční. činí 10—140 %. Nejvíce mědi je ve stoncích jmelí, nejméně v jeho bobulích.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	1,5	1,1	2,2
list	1	2,4	1,8	1,9
bobule	1	1,6	1,4	1,8

Zinek

Jednotliví hostitelé obsahují ve svém dřevě různé množství tohoto těžkého kovu s maximem u jeřábu a minimem u vrby. Biostruktury jed-



notlivých cizopasníků vcelku rovnoměrně akumulují tento kov ve svých orgánech. S výjimkou stonků vrbového jmelí jeho koncentrace v orgánech nedosahuje obsahu ve dřevě hostitelů. Koakční obsahové difference činí 10—90 %.

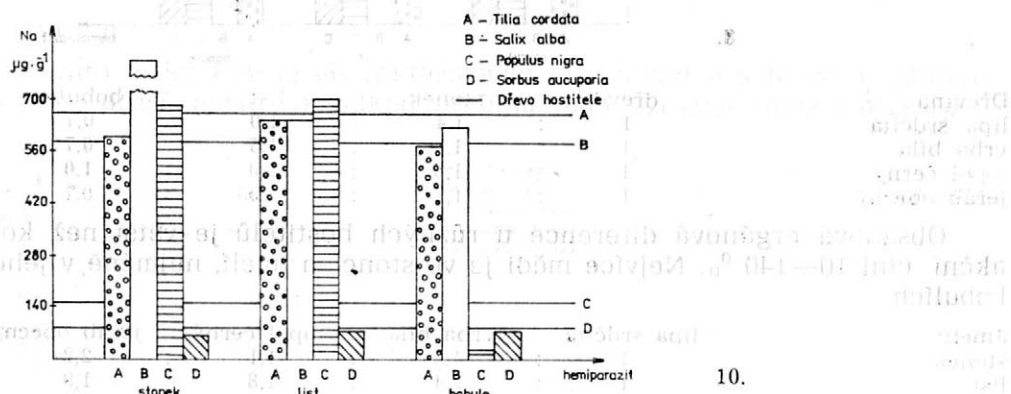
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	0,5	0,4	0,3
vrba bílá	1	1,9	0,9	0,1
topol černý	1	0,9	0,9	0,2
jeřáb obecný	1	0,8	0,7	0,4

Orgánová obsahová difference činí 0—1300 %. Obdobně jako u ostatních těžkých kovů i v případě zinku je jeho obsah nejnižší v bobulích.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	14,0	3,2	1,3
list	1	9,8	4,5	1,9
bobule	1	1,4	1,1	1,0

Sodík

Dřevo lípy a vrby obsahuje výrazně vyšší obsah tohoto alkalického kovu než dřevo topolu a jeřábu. S výjimkou topolového jmelí je vcelku akumulace sodíku v orgánech cizopasníků rovnoměrná. Obsahová koakční difference činí 10—360 %, zvýšené sorpce jsou ze dřeva topolu a jeřábu.



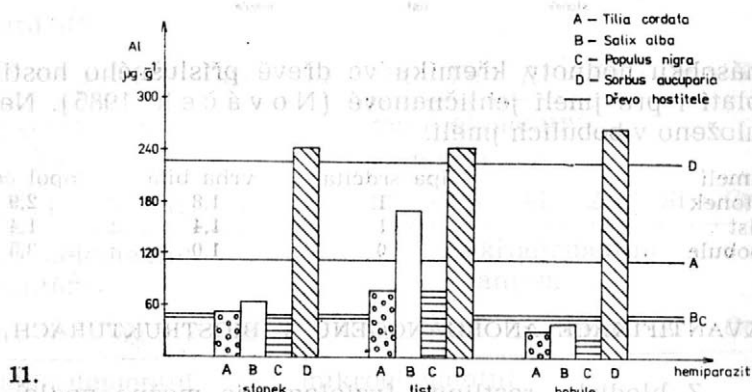
Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1	0,9	1,0	0,9
vrba bílá	1	1,7	1,1	1,1
topol černý	1	4,4	4,6	0,2
jeřáb obecný	1	0,8	0,9	0,9

Distribuce sodíku je u jednotlivých listnáčových jmelí velmi vyrovnaná a orgánová obsahová difference činí 0—70 %.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1 :	1,7 :	1,1 :	0,1
list	1 :	1,0 :	1,1 :	0,1
bobule	1 :	1,1 :	0,1 :	0,1

Hliník

Obsah tohoto lehkého kovu je ve dřevě daných hostitelů nerovnoměrný. Nejvíce hliníku je obsaženo ve dřevě jeřábu a ve jmelí na něm parazitujícím. S výjimkou listů jmelí vrbového je koakční obsahová difference malá (10—70 %). U bobulí parazita s výjimkou jeřábového jmelí nedosahuje obsah Al hodnoty ve dřevě.



Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1 :	0,5 :	0,7 :	0,3
vrba bílá	1 :	1,3 :	3,4 :	0,8
topol černý	1 :	1,1 :	1,8 :	0,5
jeřáb obecný	1 :	1,1 :	1,1 :	1,0

Orgánová obsahová difference s výjimkou jeřábu obecného je nízká (10—60 %). Listy jmelí listnáčového podobně jako jehličnatého akumulují zvýšené množství tohoto prvku (Nováček 1985).

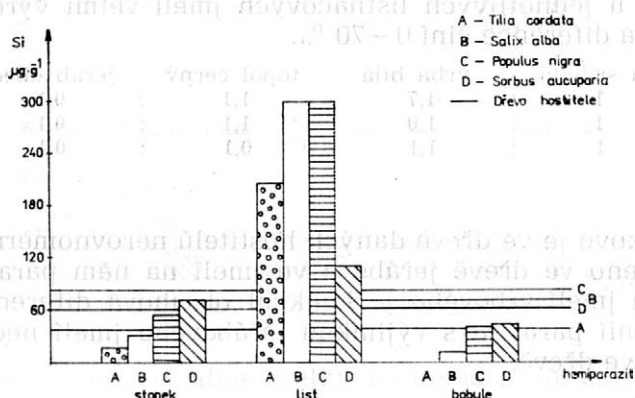
Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1 :	1,2 :	0,9 :	4,7
list	1 :	2,1 :	1,0 :	3,0
bobule	1 :	1,4 :	0,7 :	8,9

Křemík

Tento nekov s výjimkou listnáčového jmelí je vcelku rovnoměrně akumulován v ostatních orgánech. Koakční obsahové difference činí 10—50 %. S výjimkou listů je obsah křemíku v orgánech nižší než ve dřevě hostitele.

Dřevina	dřevo	stonek	list	bobule
lípa srdčitá	1 :	0,5 :	5,3 :	0
vrba bílá	1 :	0,5 :	4,2 :	0,2
topol černý	1 :	0,7 :	3,4 :	0,5
jeřáb obecný	1 :	1,1 :	1,7 :	0,7

Orgánová obsahová difference činí 10—290 %. V největší míře je akumulován křemík v listech, jeho hodnota v nich dosahuje několika-



násobku hodnoty křemíku ve dřevě příslušného hostitele. Stejný závěr platí i pro jmelí jehličnanové (Novák 1985). Nejméně křemíku je uloženo v bobulích jmelí.

Jmelí	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	1	1,8	2,9	3,8
list	1	1,4	1,4	0,5
bobule	0	1,0	3,5	3,9

KVANTIFIKACE ANORGANOGENŮ V BIOSTRUKTURÁCH HEMIPARAZITA

Z hlediska rostlinné fyziologie je možno podle Rubina (1966) jednotlivé anorganogeny kvantifikovat v orgánech hemiparazitů.

Stonek hemiparazita

jmelé lípové	Ca > P > Mg > K > S > Na > Fe > Al > Zn > Mn > Si > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelé vrbové	Ca > Mg > K > Na > P > S > Zn > Mn > Fe > Al > Si > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelé topolové	Ca > K > Mg > P > S > Na > Zn > Fe > Si > Al > Mn > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelé jeřábové	Ca > K > P > Mg > S > Al > Fe > Si > Na > Zn > Cu > Mn	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum

List hemiparazita

jmelé lípové	Ca > K > P > S > Mg > Na > Mn > Si > Fe > Al > Zn > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum

jmelí vrbové	Ca > Mg > K > S > P > Mn > Na > Zn > Si > Fe > Al > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelí topolové	Ca > K > P > Mg > S > Na > Si > Zn > Fe > Mn > Al > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelí jeřábové	Ca > K > P > S > Mg > Al > Fe > Si > Na > Zn > Mn > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
Bobule hemiparazita		
jmelí lípové	Ca > P > K > S > Mg > Na > Mn > Fe > Al > Zn > Cu > Si	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelí vrbové	Ca > K > S > Mg > P > Na > Mn > Fe > Al > Zn > Si > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelí topolové	Ca > K > Mg > P > S > Si > Na > Fe > Zn > Mn > Al > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum
jmelí jeřábové	Ca > K > S > Mg > P > Al > Fe > Na > Si > Zn > Mn > Cu	
	makroelementní kvantum	mikroelementní kvantum

MINERÁLNÍ OCHUZOVÁNÍ HOSTITELSKÉ DŘEVINY HEMIPARAZITEM

Poznatky o akumulaci minerálních látek v biomase jmelí listnáčového umožňují kvantifikovat minerální ochuzování tímto parazitem.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy jmelí je lípa srdčitá ochuzována o 3710 g vápníku, 2016 g draslíku, 1562,6 g síry, 389 g fosforu, 160 g hořčíku, 61 g sodíku, 19 g manganu, 10 g železa, 7 g křemíku, 5 g hliníku, 3 g zinku, 0,7 g mědi. Celkově je lípa srdčitá ochuzena o 7,943 kg minerálů.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy jmelí je vrba bílá ochuzena o 3845 g vápníku, 1621 g draslíku, 1523,2 g síry, 395 g hořčíku, 383 g sodíku, 111 g fosforu, 32 g zinku, 30 g manganu, 12 g železa, 12 g křemíku, 9 g hliníku a 1 g mědi. Celkově je vrba bílá ochuzena o 7,965 kg minerálů.

Nárůstem 100 kg dehydrované biomasy jmelí je topol černý ochuzen o 3946 g vápníku, 2679 g draslíku, 1626,7 g síry, 431 g hořčíku, 303 g

I. Průměrný obsah anorganogenů ve dřevě lípy srdčité a v orgánech jmelí listnáčového. — The average content of inorganic elements in the xylem of small-leaved linden and in the organs of mistletoe on broad-leaved trees

Anorganogen	Hostitel	Hemiparazit		
	dřevo	stonek	list	bobule
	$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny			
P	1 648,0	3 263,3	5 957,1	2 450,6
S	156,1	684,0	2 351,8	1 652,8
K	3 421,7	17 695,3	25 700,0	17 049,3
Ca	60 210,0	4 469,7	40 182,8	26 480,0
Mg	1 815,9	1 860,0	1 993,3	1 132,0
Fe	170,9	137,8	132,5	41,7
Mn	56,3	42,5	240,0	284,0
Cu	7,0	9,9	7,1	5,0
Zn	82,4	44,1	30,8	28,0
Na	625,6	603,1	651,2	587,9
Al	113,6	52,6	80,4	30,0
Si	39,0	19,3	207,0	0,0

II. Průměrný obsah anorganogenů ve dřevě vrby bílé a v orgánech jmelí listnáčového. — The average content of inorganic elements in the xylem of white willow and in the organs of mistletoe on broad-leaved trees

Anorganogen	Hostitel	Hemiparazit		
	dřevo	stonek	list	bobule
	$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny			
P	507,8	958,4	1 462,9	906,8
S	156,1	684,0	2 351,8	1 652,8
K	3 772,7	7 179,0	24 860,0	16 594,0
Ca	32 096,7	50 289,0	37 009,0	27 155,2
Mg	1 555,7	7 243,0	3 238,3	1 358,7
Fe	88,7	97,1	227,5	45,2
Mn	221,9	116,7	668,3	114,2
Cu	11,3	15,1	16,9	8,2
Zn	334,6	619,8	301,3	38,5
Na	594,1	1 021,4	640,8	634,6
Al	49,7	64,3	169,3	41,3
Si	73,0	34,7	300,3	12,3

III. Průměrný obsah anorganogenů ve dřevě topolu černého a v orgánech jmelí listnáčového. — The average content of inorganic elements in the xylem of black poplar and in the organs of mistletoe on broad-leaved trees

Anorganogen	Hostitel	Hemiparazit		
	dřevo	stonek	list	bobule
$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny				
P	374,9	2 536,5	4 588,9	1 967,7
S	194,2	940,6	2 058,3	1 874,6
K	4 214,3	15 758,7	35 513,0	29 100,0
Ca	33 556,7	36 918,5	44 110,0	37 366,7
Mg	1 445,7	4 289,6	4 583,2	4 098,3
Fe	87,5	87,0	117,9	33,0
Mn	57,6	27,5	100,4	21,7
Cu	6,7	11,0	13,1	7,0
Zn	157,4	139,7	139,7	30,0
Na	154,2	680,5	714,3	33,5
Al	42,0	45,3	77,6	23,6
Si	85,7	57,0	291,0	43,3

IV. Průměrný obsah anorganogenů ve dřevě jeřábu obecného a v orgánech jmelí listnáčového. — The average content of inorganic elements in the xylem of European mountain ash and in the organs of mistletoe on broad-leaved trees

Anorganogen	Hostitel	Hemiparazit		
	dřevo	stonek	list	bobule
$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny				
P	1 568,4	2 861,9	6 198,7	1 333,4
S	160,5	883,6	2 139,4	1 820,3
K	4 367,7	19 820,0	34 534,5	21 273,3
Ca	39 238,3	37 650,0	36 756,7	22 246,7
Mg	1 303,1	1 796,3	2 068,7	1 356,0
Fe	105,2	119,4	136,0	78,0
Mn	21,7	17,0	52,3	17,1
Cu	13,1	21,8	13,5	9,2
Zn	76,6	58,1	55,7	28,3
Na	87,6	72,3	76,7	77,9
Al	226,7	245,9	244,7	226,7
Si	64,7	72,7	112,8	47,7

fosforu, 48 g sodíku, 13 g křemíku, 10 g zinku, 8 g železa, 5 g manganu, 5 g hliníku, 1 g mědi. Celkově je topol černý ochuzen o 9,075 kg minerálií.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy jmelí je jeřáb obecný ochuzen o 3221 g vápníku, 2521 g draslíku, 1616,6 g síry, 346 g fosforu, 174 g hořčíku, 25 g hliníku, 11 g železa, 8 g sodíku, 8 křemíku, 5 g zinku, 3 g manganu, 1 g mědi. Celkově je jeřáb obecný ochuzen o 7,939 kg minerálií.

Ze srovnání odebraných kvant minerálií vyplývá, že u jednotlivých parazitů je pořadí prvních pěti prvků — Ca, K, S, P, Mg a posledního Cu vcelku shodné, ostatní prvky se pořadím liší.

Jmelí lípové

Ca > K > S > P > Mg > Na > Mn > Fe > Si > Al > Zn > Cu

Jmelí vrbové

Ca > K > S > Mg > Na > P > Zn > Mn > Fe = Si > Al > Cu

Jmelí topolové

Ca > K > S > Mg > P > Na > Si > Zn > Fe > Mn = Al > Cu

Jmelí jeřábové

Ca > K > S > P > Mg > Al > Fe > Na = Si > Zn > Mn > Cu

Na základě zjištěných poznatků lze odčerpané množství živin na 100 kg sušiny cizopasníka sestavit do pořadí, které určuje i jeho škodlivost (Nováček 1985):

jmelí topolové > jmelí vrbové > jmelí lípové > jmelí jeřábové > jmelí jedlové > ochmet evropský

9,075 kg > 7,965 kg > 7,943 kg > 7,939 kg > 3,952 kg > 3,229 kg

Důhově je jmelí listnáčové škodlivější než jmelí jehličnanové. Čtyři jeho studovaní hemiparazité odebírají hostiteli přibližně o 100 % více minerálií než jmelí jehličnanové. Ochmet evropský je z daných parazitů v daném směru nejméně škodlivý.

MINERÁLNÍ INTERAKCE MEZI CIZOPASNÍKEM A DŘEVEM HOSTITELE

Pro řešení tohoto úkolu bylo použito korelačních koeficientů. Pro dřevo příslušného hostitele a každou biostrukturu jmelí bílého byly vypočteny korelační koeficienty mezi všemi prvky.

Jmelí	Dřevo hostitele			
	lípa srdčitá	vrba bílá	topol černý	jeřáb obecný
stonek	0,946	0,980	0,955	0,925
list	0,857	0,883	0,833	0,774
bobule	0,857	0,899	0,843	0,771

Přehled ukazuje velmi vysokou a průkaznou závislost minerálního složení stonků, listů a bobulí na minerálním složení dřeva hostitele. Největší obsahová závislost byla zjištěna u stonku jmelí. Ve většině případů přesáhla 90 %. Závislost minerálního složení listů a bobulí je také velmi vysoká a pohybuje se u všech hostitelů kolem 80 %.

Na základě analýzy minerálního složení (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Si) biomasy orgánů jmelí listnáčového a dřeva jeho hostitelů (lípy srdčité, vrby bílé, topolu černého a jeřábu obecného) bylo dosaženo těchto hlavních výsledků:

1. Minerální složení jmelí listnáčového parazitujícího na různých hostitelích je různé a závislé na minerálním složení biomasy dřeva hostitele. Vysoké hodnoty korelačních koeficientů udávají statisticky významnou závislost minerálního složení stonků, listů a bobulí jmelí na minerálním složení dřeva hostitelů. Byl prokázán vliv hostitele na distribuci prvků v biostrukturách jmelí.

2. Jmelí listnáčové na různých hostitelích odebírá z nich jednotlivé anorganogeny v různém množství, které je specifické pro příslušný koakční systém. Uplatňuje se zde selektivní sorpce iontů, kde živným médiem je histologicky deuteroksylém. U některých minerálií je jejich koncentrace v biomase jmelí podstatně vyšší než ve dřevě příslušného hostitele, čímž dochází ke znatelnému ochuzování hostitelské dřeviny o tyto prvky. Platí to pro fosfor, draslík, hořčík ve všech biostrukturách jmelí všech orgánů. Bylo zjištěno, že některé biostruktury jsou významnými akumulátory uvedených prvků — biostruktury všech čtyř jmelí listnáčových jsou akumulátorem draslíku, listy a bobule jmelí topolového fosforu, rovněž tak listy všech cizopasníků, jmelí topolové a stonek jmelí vrbového hořčíku, listy jmelí vrbového železa a listy všech parazitů křemíku.

3. Pro některé prvky platí, že jsou do jednotlivých biostruktur jmelí distribuovány podle určitého poměru, který je zachován u biostruktur jmelí všech hostitelů — P, Mg, Fe, Zn, Al, Si. Ve stoncích je ve zvýšené míře akumulován Cu, Zn, v listech P, K, Fe, Mn, Al, Si. Naopak v bobulích je výrazně menší množství Fe, Cu, Zn, Al, Si. Souvisí to s fyziologickým významem těchto prvků a s tím, že Fe, Cu, Zn patří mezi těžké kovy, které ve vyšší koncentraci mají povahu enzymatického jedu. Toto zjištění ukazuje na existenci určitých strukturálních bariér, které zabráňují vstupu větších koncentrací těchto kovů do reprodukčních orgánů.

4. Hemiparazit jmelí listnáčové v rámci kontaktní antagonistické koakce značně ochuzuje hostitelské dřeviny o minerální živiny. Jmelí topolové odebírá hostiteli ze všech studovaných jmelí listnáčových největší množství minerálií, a to 9,075 kg na 100 kg jejich sušiny, následuje jmelí vrbové s 7,965 kg, jmelí lípové s 7,943 kg a jmelí jeřábové s 7,939 kg. Jmelí listnáčové je tedy v tomto směru značně škodlivější než jmelí jehličnanové a zvláště pak než ochmet evropský.

Získané výsledky zpřesňují pohled na minerální ochuzování hostitelských dřevin při nárůstu biomasy jmelí listnáčového s významem pro lesnickou fytopatologii. Umožňují využití jmelí pro farmaceutické účely, především pokud se týká obsahu fyziologicky významných prvků, hlavně stopových. Studium anorganogenů v biostrukturách jmelí ukazuje na jejich indikační vlastnosti čistoty životního prostředí a prvků v geochemickém prostředí.

- ČERNÝ, A.: Lesnická fytopatologie. SZN Praha, 1976, 250 s.
- DOSTÁL, J.: Seznam cévnatých rostlin květeny československé. Pražská botanická zahrada. Praha-Trója, 1982, 323 s.
- MENŠÍK, P.: Stanovení obsahu biogenních mikro- a makroelementů plamenovou atomovou absorpcí v rostlinném materiálu. Acta UPO FRN 55, 1977, s. 113-121
- MENŠÍK, P.: Fotometrische Bestimmung von Phosphor im biologischen Material. Acta UPO FRN 67, 1980, s. 131-137
- NOVÁČEK, F.: Minerální ochuzování lesních dřevin hemiparazitickým ochmetem evropským (*Loranthus europaeus* Jacq.) a jmelím jehličnanovým (*Viscum laxum* Boiss. et Reut.). Lesnictví, 31, 1985, s. 145-154
- NOVÁČEK, F. — ŠIGUTOVÁ, E.: Accumulation of Anorganogens in Biostructures of Parasitic Polyporaceae and their Host Forest Woody Plants. Acta UPO FRN, 84, 1985, s. 127-147
- NOVÁČEK, F. — ŠIGUTOVÁ, E.: Mineral composition of fruit bodies of Polyporaceae in interaction morphostructures of their host woody plants. Česká mykologie, 40 (1), 1986, s. 57
- NOVÁČEK, F.: Minerální ochuzování lesních dřevin dřevokaznými houbami. Lesnictví, 33, 1987, č. 3, s. 211-226
- RUBIN, B. A.: Fyziologie rostlin. Academia Praha, 1966, 485 s.

Došlo dne 9. 9. 1986

НОВАЧЕК, Ф. — ТЕТЕРОВА, И. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). Минеральное взаимодействие биоструктур омелы (*Viscum album* L.) со вторичной древесиной деревьев-хозяев. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 811-828.

На основе анализа содержания 12 физиологическо-экологически важных элементов (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na, Al, Si) в биомассе органов омелы и деревьев-хозяев — липы сердцелистной, ивы белой, тополя черного и рябины обыкновенной — было сделано следующее заключение. Минеральный состав антагонистических содействующих контактных систем различный и зависит от минерального состава дерева-хозяина, который влияет на распределение элементов в биоструктурах омелы. Здесь наблюдается селективная сорбция ионов, где жизненной средой является гистологическая вторичная древесина. Было найдено, что некоторые биоструктуры благодаря этому становятся важными аккумуляторами элементов. В стеблях содержится в повышенном количестве аккумулярованные медь и цинк, в листьях фосфор, калий, железо, марганец, алюминий, кремний, и, наоборот, в ягодах значительно меньше содержится тяжелых металлов: железа, меди, цинка и заменимых элементов: алюминия и кремния. Полупаразит омела в рамках симбиоза значительно истощает деревья-хозяева минеральными питательными веществами. Омела тополевая, из исследованных паразитов, берет дереву-хозяину наибольшее количество минеральных веществ (9,075 кг на 100 кг их сухого вещества), далее омела ивовая (7,965 кг), омела липовая (7,943 кг) и омела рябиновая (7,939 кг). В этом отношении омела является значительно более вредной, чем омела хвойная и, особенно, чем омела дубовая. Полученные результаты имеют значение для лесной фитопатологии при определении вредности этих паразитов на разных лесных древесных породах, для фармакогнозии при определении содержания физиологически важных и вредных элементов и также для индикации геохимической среды, и металлических, и неметаллических эмиссий.

защита лесов; лентрофизиология; гемипаразитизм; питание минеральными веществами; лиственные породы

NOVÁČEK, F. — TETEROVÁ, I. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). *Mineral Interactions of the Biostructures of Mistletoe (Viscum album L.) Parasitizing on Broad-leaved Trees and the Deuterostylem of Various Host Trees*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 811-828.

Applying the results of an analysis of the contents of twelve elements physiologically and ecologically important (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na, Al, Si) in the biomass of the organs of mistletoe parasitizing on broad-leaved trees and of the xylem of its host-trees — small-leaved linden, white willow, black poplar and European mountain ash, the conclusions have been drawn as follows. The mineral composition of the coactive contact systems antagonistic to the host systems varies and is dependent on the mineral composition of the host xylem, which influences the distribution of mineral elements into the mistletoe biostructures. Selective ion sorption is underway when from the histological aspect the nutrient medium is deuterostylem. Certain biostructures were found out to be important sinks of elements in this way. The stems are large sinks of copper and zinc, the leaves are sinks of phosphorus, potassium, iron, manganese, aluminium, silicon, on the other hand the berries contain considerably lower amounts of heavy metals — iron, copper, zinc and of the redundant elements aluminium and silicon. Mistletoe as a hemiparasite on broad-leaved trees depletes within the coactive system the host trees of large amounts of mineral nutrients. Mistletoe on poplar-trees depletes the host trees of the largest amounts of minerals among the studied parasites (9.075 kg per 100 kg dry matter), followed by mistletoe on willow-trees (7.965 kg), on linden-trees (7.943 kg) and European mountain ash (7.939 kg). Mistletoe on broad-leaved trees is in this respect much more harmful than mistletoe on coniferous trees, and especially much more harmful than giant mistletoe (*Loranthus europaeus* Jacq.). These results are to be applied in forest phytopathology when the harmful effects of these parasites on various forest tree species are investigated, in pharmacology during determining the content of physiologically important and harmful elements, and last but not least during monitoring the geochemical environment and metallic and nonmetallic air pollutants.

forest protection; dendrophysiology; hemiparasitism; mineral nutrition; broad-leaved trees

NOVÁČEK, F. — TETEROVÁ, I. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). *Mineralische Interaktion von Biostrukturen der Laubholzmistel (Viscum album L.) und des Deuterostylems verschiedener Wirtspflanzen*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 811-828.

Aufgrund von Analysen des Inhalts der 12 physiologisch-ökologischen bedeutsamen Elementen (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na, Al, Si) in der Biomasse der Organe von Laubholzmistel und des Holzes ihrer Wirtspflanzen — der Winterlinde, der Silberweide, der Schwarzpappel und der Eberesche — wurden folgende Schlüsse gezogen. Die Mineralzusammensetzung antagonistischer koaktiver Kontaktsysteme ist unterschiedlich und sie ist von der Mineralzusammensetzung des Holzes der Wirtspflanze abhängig, die die Distribution von Elementen in die Biostrukturen der Mistel beeinflusst. Es macht sich hier die selektive Ionensorption geltend, als das Nährmedium histologisch das Deuterostylem darstellt. Es wurde festgestellt, daß einige Biostrukturen dadurch zu bedeutsamen Akkumulatoren von Elementen werden. In den Stengeln wird in erhöhtem Maße Kupfer und Zink akkumuliert, in den Blättern Phosphor, Kalium, Eisen, Mangan, Aluminium, Silizium, umgekehrt kommt in den Beeren eine ausgeprägt niedrigere Menge von Schwermetallen Eisen, Kupfer, Zink und von entbehrlichen Elementen Aluminium und Silizium vor. Der Hemiparasit Laubholzmistel verarmt im Rahmen des Koaktionssystems die Wirtsbaumarten bedeutend um Mineralnährstoffe. Die Pappel-mistel entnimmt dem Wirt unter den untersuchten Parasiten die größte Menge von Mineralien (9,075 kg auf 100 kg ihrer Trockensubstanz), dann folgt die Weiden-mistel (7,965 kg), Lindenmistel (7,943 kg) und die Ebereschemistel (7,939 kg). Die Laubholzmistel ist demnach wesentlich schädlicher als die Nadelbaummistel und besonders im Vergleich mit der Eichenmistel. Die gewonnenen Ergebnisse sind von Bedeutung für die forstliche Phytopathologie bei der Ermittlung der Schädlichkeit

VÝSKYT BYLOMORKY KRUŠPÁNOVEJ, *MONARTHROPALPUS* *BUXI* LAB., NA RÔZNYCH TAXÓNOCH RODU *BUXUS* SP. V ARBORÉTE MLYŇANY

P. Hrubík, V. Skuhravý

HRUBÍK, P. — SKUHRAVÝ, V. (Arborétum Mlyňany; Entomologický ústav ČSAV). Výskyt bylomorky krušpánovej, *Monarthropalpus buxi* Lab., na rôznych taxónoch rodu *Buxus* sp. v Arboréte Mlyňany. Lesníctví, 33, 1987 (9): 829-836.

K najrozšírenejším druhom vŕdzyzelených drevín v Arboréte Mlyňany patrí aj rod *Buxus* sp., ktorý je zastúpený 12 taxónmi (štyri druhy, dve variety, jedna forma, päť odrôd). V roku 1986 sa sledovalo rozšírenie bylomorky krušpánovej, *Monarthropalpus buxi* Lab. na jednotlivých taxónoch (výsledky uvedené v tabuľke I), stupeň poškodenia a ich odolnosť. Najsilnejšie boli poškodené: *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* (10,5—44,0 % listov v polotieni; 80,0 % listov na výsluní), menej *Buxus sempervirens* (2,5—7,5 %). Doteraz sa poškodenie listov nezistilo na *Buxus microphylla* var. *sinica*, *Buxus sempervirens* var. *arborescens*, *B. s.* 'Argenteovariegata', *B. s.* 'Suffruticosa', *B. koreana* a i. Založil sa pokus na dlhodobé sledovanie biológie a ekológie bylomorky krušpánovej v podmienkach Arboréta Mlyňany.

ochrana lesov; bylomorky; *Buxus*

Arborétum Mlyňany patrí k najvýznamnejším dendrologickým objektom u nás a počtom taxónov (cca 2200) k najbohatším i v podmienkach stredoeurópskych. Bolo založené v roku 1892 so zameraním na introdukciu vŕdzyzelených listnatých drevín. Dnes dosahuje rozloha parku 67 ha a postupne sa rozširuje o nové expozície drevín (východoázijská dendroflóra — 1964, kórejská dendroflóra a pod.).

K najrozšírenejším druhom vŕdzyzelených drevín na území Arboréta Mlyňany patria aj krušpány rodu *Buxus* sp., ktorý je zastúpený nasledovnými taxónmi: *Buxus koreana* Nak. (Kórea), *B. microphylla* Sieb. et Zucc. var. *japonica* (Muell. Arg.) Rehd. et Wils. (Japonsko), *B. microphylla* var. *sinica* Rehd. et Wils. (Čína), *B. sempervirens* L. (Stredomorie — južná a juhovýchodná Európa, severná Afrika, Malá Ázia a Kaukaz), *B. s. L.* var. *angustifolia* (Mill.) West., *B. s. L.* var. *arborescens* L., *B. s.* 'Argenteovariegata', *B. s.* 'Aureovariegata', *B. s.* 'Prostrata', *B. s.* 'Rotundifolia', *B. s.* 'Suffruticosa', *B. s. f. bullata* Kirchn. Celkove sa teda v Arboréte Mlyňany pestuje 12 taxónov rodu *Buxus* sp. Z nich má *Buxus sempervirens* L. dve variety, päť odrôd a jednu formu (Benčať 1967, 1982).

Výskyt bylomorky krušpánovej, *Monarthropalpus buxi* Lab., na Slovensku v rokoch 1976—1980 spracoval Hrubík (1980). Poškodenie sa zistilo na týchto lokalitách: Bratislava, Modra, Budmerice, Gbely, Piešťany, Rakovice, Nitra, Beladice, Topoľčianky, Arborétum Mlyňany, Nová Ves nad Žitavou, Zlaté Moravce, Levice, Handlová, Betliar (na *Buxus sempervirens* L.); Bratislava, Piešťany, Arborétum Mlyňany, Nová Ves nad Žitavou [na *Buxus sempervirens* L. var. *angustifolia* (Mill.) West.].

Na uvedených dvoch taxónoch bolo poškodenie silné až veľmi silné (8—15 larvičiek na jednom liste). K menej poškodeným taxónom patrili: *Buxus sempervirens* f. *bullata* Kirchn. (Želiezovce, Beladice, Topoľčianky, Nitra, Arborétum Mlyňany), *B. sempervirens* 'Aureovariegata' (Košice), *B. sempervirens* 'Rotundifolia' (Nová Ves nad Žitavou) a *Buxus sempervirens* 'Suffruticosa' (Arborétum Mlyňany — ojedinelý výskyt).

Pri posúdení individuálnej odolnosti sa zistili podstatné rozdiely v intenzite poškodenia medzi jednotlivými taxónmi rodu *Buxus* sp. Z hľadiska biologického boja sa proti bylomorky krušpánovej uplatňujú sýkorky, vyžierajúce larvičky z listov v zime a na jar (Arborétum Mlyňany, Beladice, Topoľčianky, Zlaté Moravce). Okrem bylomorky sa v menšom rozsahu poškodenia vyskytovala na viacerých lokalitách Slovenska méra krušpánová, *Psylla buxi* Targ. Je to menej významný škodca, ale znižuje estetický vzhľad mladých listov krušpánu (listy na konci konárikov sa po cicaní škodcom miskovite prehýbajú a krúčia). Výskyt sme zistili na 22 lokalitách Slovenska (Hrubík 1980).

Bylomorka krušpánová patrí k najdôležitejším hmyzím škodcom rodu *Buxus* sp. Jej výskyt v Európe a vo svete, biológii a ekológii, spracovali v posledných rokoch Brewer, Skuhrový, Skuhrová (1984), pokusy s prenosmi urobil Brewer (1980) a rozšírenie druhu v ČSSR podrobne spracovala Skuhrová (1967).

Koncentrácia početných exemplárov krušpánu, rastúcich jednotlivito i v súvislých skupinách, poskytuje na malej ploche (Arborétum Mlyňany) vynikajúce možnosti dlhodobého hodnotenia zmien v populačnej dynamike bylomorky krušpánovej, vplyvu parazitov na jej vývoj na rôznych taxónoch rodu *Buxus* sp. Umožňuje tiež dlhodobé pokusy s prenosmi bylomorky krušpánovej na taxóny, na ktorých výskyt nebol doteraz zistený vôbec, alebo len v minimálnom množstve.

Ako predpoklad tohto dlhodobého štúdia sa v roku 1986 urobilo podrobné zhodnotenie výskytu bylomorky krušpánovej na 21 kríkoch taxónov rodu *Buxus* sp. (vrátane výskytu parazitov tohto škodcu) rastúcich v Arboréte Mlyňany. Výsledky uvádzame v tejto práci.

METODIKA PRÁCE

Larvy a kukly bylomorky krušpánovej, *Monarthropalpus buxi* Lab., sa nachádzajú vo vnútri listových pletív. Najvhodnejšie obdobie na ich sledovanie je apríl a začiatok mája, kedy sa v pletivách nachádzajú larvy tretieho instaru alebo kukla a súčasne možno v hálkach nájsť voľné i parazity bylomorky.

Z každého vybraného kríka alebo skupiny kríkov sme odstrihli 5—10 výhonkov (dĺžka 20—30 cm) a na nich sme kontrolovali 200 vlnajších listov (pod binokulárnou lupou). V listoch sme hodnotili počet lariev či kukiel bylomorky krušpánovej a počet parazitov.

V období od 14. 5. do 24. 5. 1986 sme z jedného kríka *Buxus sempervirens* L. var. *angustifolia* (Mill.) West., denne odoberali 2—3 konáriky, ktoré sme umiestnili v chovnom zariadení (Hrubík 1974) a po vyliahnutí všetkých dospelcov bylomorky i vyliahnutí parazitov sme tieto fixovali v liehu.

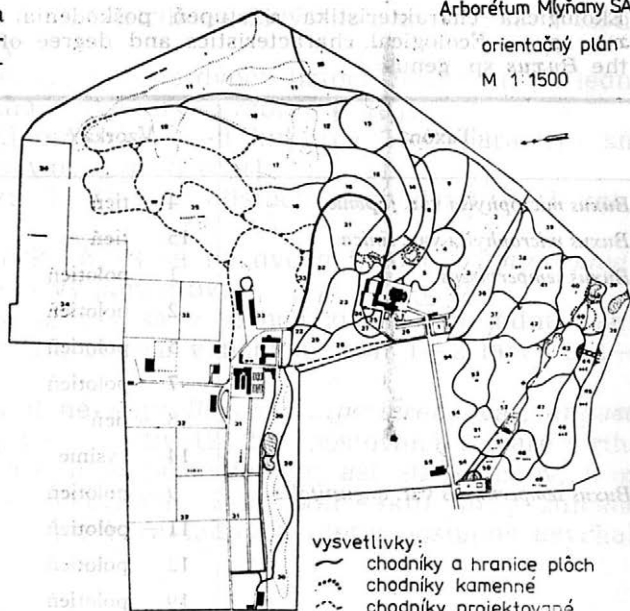
Na spodnej strane listov sme pod binokulárnou lupou ľahko rozlíšili podľa otvorov: výlet bylomorky (nepravidelný otvor a prípadne zvyšok kukly); pravidelný okrúhly otvor (po vyliahnutí a výlete parazita); neporušené výletové otvory (vo vnútri hnedá a parazitovaná mŕtva kukla bylomorky). Z praktického hľadiska by bolo možné i v teréne po výlete dospelcov ľahko rozlíšiť počet bylomoriek a ich parazitov (okrem toho sa po žere larvy bylomorky v pletivách listu vytvára cha-

1. Orientačný plán Arboreta
Mlyňany SAV (1 : 1500). —
Situation plan of the Mlyň-
any Arboretum (1 : 1500)

Arboretum Mlyňany SAV

orientačný plán

M 1 1500



vysvetlivky:

- chodníky a hranice plôch
- - - chodníky kamenné
- - - chodníky projektované
- okraj porastu a lúky
- budovy, stavby
- ~ vodné plochy, jazerá
- 1-55 číslo plochy

rakteristická kolíska — zdurené pletivá v okolí; kým na mieste vývoja parazita táto kolíska chýba).

V terénnych podmienkach sme metódou silonových izolátorov založili pokus s cieľom sledovania dispozície jednotlivých taxónov rodu *Buxus* sp. k poškodeniu byľomorkou krušpánovou (Brewer 1980).

VÝSLEDKY

Poznámky k ekologickej charakteristike vybraných exemplárov rodu *Buxus* sp. sú uvedené v tabuľke I. Z výsledkov vyplýva, že najsilnejšie boli poškodené jedinci *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* (vzorka č. 12, 21 — terasa, výslnie a polotieň; strihané steny vo forme živého plota — vzorka č. 11, 9), čo pravdepodobne súvisí so zostrihávaním výhonkov pri tvarovaní stien, pričom sa ešte vytvorí množstvo nových mladých výhonkov, disponovaných ku kladeniu vajíčok byľomoriek na vývojovo najvhodnejšiu potravu.

Na intenzitu poškodenia môžu vplývať aj iné faktory:

na zatienenom stanovišti sú najvhodnejšie podmienky pre *Buxus sempervirens* (a vôbec pre *Buxus* sp.), kríky sú tu teda najvitálnejšie a tiež najodolnejšie;

nové výhonky rašia v tieni o niekoľko dní neskôr a v súvislosti s obdobím výletu dospelcov byľomorky sú ešte menšie, resp. menej vhodné pre výživu budúcej larvičky;

listy niektorých taxónov (napr. *B. sempervirens* f. *bullata*) sú po anatomickej stránke menej vhodné (pletivá podstatne silnejšie a tvrdšie);

značný význam bude mať tiež biochemická skladba listov rôznych

I. Ekologická charakteristika a stupeň poškodenia vybraných exemplárov rodu *Buxus* sp. — Ecological characteristics and degree of damage in some specimens of the *Buxus* sp. genus

Taxón	Vzorka č.	Plocha č.	Vek	% poškodenia
<i>Buxus microphylla</i> var. <i>japonica</i>	4 — tieň	12; 15	20	1,0
<i>Buxus microphylla</i> var. <i>sinica</i>	15 — tieň	22	30	0,0
<i>Buxus sempervirens</i>	1 — polotieň	10	5	2,5
	2 — polotieň	10	10	0,0
	5 — polotieň	9	20	1,0
	7 — polotieň	10	5	7,5
	8 — tieň	9	15	0,0
	14 — výslnie	22	60	2,5
<i>Buxus sempervirens</i> var. <i>angustifolia</i>	9 — polotieň	9	40	10,5
	11 — polotieň	9	15	40,0
	12 — polotieň	1+	60	44,0
	19 — polotieň	54	40	5,0
	21 — výslnie	2+	60	80,0
<i>Buxus sempervirens</i> var. <i>arborescens</i>	13 — tieň	20	80	0,0
<i>Buxus sempervirens</i> 'Argenteovariegata'	3 — tieň	13	30	0,0
	6 — polotieň	10	20	0,0
<i>Buxus sempervirens</i> 'Aureovariegata'	20 — polotieň	54	40	1,0
<i>Buxus sempervirens</i> 'Suffruticosa'	16 — tieň	23	15	0,0
<i>Buxus sempervirens</i> f. <i>bullata</i>	10 — polotieň	9	40	0,5
	18 — tieň	22	40	0,0
	17 — tieň	22	15	0,0

+ výsadby na terase, pravidelne strihané, tvarované do živého plota

taxónov, ktoré doteraz neboli poškodené (*Buxus sempervirens* f. *bullata*, *B. s.* 'Argenteovariegata', *B. s.* var. *arborescens*, *B. s.* 'Suffruticosa', *B. microphylla* var. *japonica*, *B. m.* var. *sinica*), alebo sú novointrodukované (*Buxus koreana*) a zatiaľ odolnejšie;

menej odolné sú i exempláre oslabené abiotickými činiteľmi (napr. dlhotrvajúce sucho) alebo kríky 2—3 roky po presadení zo škôlok do parku (vzorka č. 1, 7 — kríky čiastočne presýchali 2—3 roky).

Uvedené predpoklady sa môžu potvrdiť jednak dlhodobým výskumom vhodnosti potravy jednotlivých taxónov formou izolovaných chovov, jednak biochemickou analýzou listov (na tieto otázky zameriame pozornosť v nasledujúcich rokoch).

Intenzita poškodenia taxónov rodu *Buxus* sp. je vyjadrená v percentách (tabuľka I) a minimálny-maximálny počet lariev byľomorky krušpánovej v listoch, ako aj počet parazitov je doplnený nasledovnými poznámkami:

na ploche 1 (vzorka č. 12) sa v jednotlivých listoch *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* nachádzali 1—3 larvy parazitov;

na ploche 2 (vzorka č. 21), strihaný živý plot, sa v listoch zistilo 1—6 kukiel a 1—3 parazity;

na ploche 9 (vzorka č. 5, 9) sa na dvoch listoch našlo len po jednej kukle a v jednom liste jedna mŕtva larva (vzorka č. 10);

silnejší výskyt (v jednom liste 1—3 kukly a 1—3 parazity) sme zistili vo vzorke č. 11 (*B. s. var. angustifolia*);

na ploche 10 (vzorka 1, 7) sa v listoch nachádzali 1—2 kukly a 1—3 parazity;

na ploche 12, 15 (vzorka č. 4) sa na dvoch listoch *B. microphylla* var. *japonica* našli len dve larvy parazitov;

na ploche 22 (vzorka č. 14) sa v listoch zistila len jedna kukla a na ploche 54 (vzorka č. 19, 20) sa v listoch našli 1—2 larvy a 1—2 parazity.

Najsilnejšie boli poškodené listy *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* na terase (plocha 1, 2 — vzorky 12, 21), pestované v tvare strihaných živých plotov. Celkove bolo poškodených asi 20 % listov, ktoré boli počas zimy vyžierané sýkorkami. Hoci boli takto larvy zničené, listy následkom poškodenia dvoch základných pletív postupne usychali.

ZÁVER

Z 11 sledovaných taxónov rodu *Buxus* sp. nebolo napadnutých šesť taxónov (*B. sempervirens* 'Argenteovariegata', *B. s. var. arborescens*, *B. microphylla* var. *sinica*, *B. s. 'Suffruticosa'*, *B. s. f. bullata*). *Buxus koreana* ako novointrodukovaný tiež nebol poškodený bylomorkou krušpánovou. Slabo boli napadnuté tri taxóny (*Buxus sempervirens*, *B. s. 'Aureovariegata'*, *B. microphylla* var. *japonica*), najsilnejšie poškodenie sme zistili na *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* (vzorka č. 21, 12, 11). Okrem toho dva taxóny (*B. s. 'Prostrata'*, *B. s. 'Rotundifolia'*) v mladých exemplároch sme podrobnejšie nehodnotili.

U silne napadnutých taxónov sa zistilo aj viac lariev v jednotlivých listoch (až päť), kým u ojedinele napadnutých taxónov vždy len po jednej larve v liste.

Maximálne napadnutie kríkov krušpánu je v Arboréte Mlyňany koncentrované na plochy v okolí budovy kaštieľa (strihané živé ploty a tvarované terasy na výsluní až v polotieni, často oslabované suchom a mrazom).

Rozdiely v stupni napadnutia podľa veku sa môžu prejavíť v tom zmysle, že mladé exempláre po presadení určitú dobu stagnujú v raste (sú primárne oslabené) a rovnako sa to môže prejavíť na extrémnych stanovištiach v parku (menej kvalitná pôda, suché pôdy a pod.). Rovnako i v súvislosti s vekom je predpoklad, že staršie exempláre, pestované vo väčších skupinách (hustejšie a odrastenejšie koruny), vytvárajú vhodnejšie mikroklimatické podmienky aj z hľadiska bionómie škodcu.

Rojenie bylomorky krušpánovej prebehlo v roku 1986 v období 9.—14. 5., teda skôr, ako je obvyklé. Je to dôsledok vysokých teplôt koncom apríla a začiatkom mája (meteorologické údaje sú uvedené v tabuľke II).

V období do 23. 5. 1986 boli všetky bylomorky a ich parazity už vyliahnuté (optimum liahnutia — 12.—16. 5. 1986).

II. Základné poveternostné charakteristiky mesiacov apríl, máj 1986 v Arboréte Mlyňany (podľa údajov Meteorologického observatória Geofyzikálneho ústavu SAV). — Basic meteorological characteristics of the months of April, May 1986 in the Mlyňany Arboretum (according to the data of the Meteorological Observatory of the Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences)

Apríl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
max. t.	14,2	15,5	19,5	18,5	18,5	19,9	24,5	26,0	25,5	15,6	7,4	1,5	7,4	7,6	13,0	11,6
min. t.	5,7	1,7	5,5	7,8	4,5	2,3	11,3	13,3	13,5	7,1	-0,5	-0,8	-0,1	-1,4	-3,3	5,0
Ø t.	8,4	8,8	14,4	12,0	9,6	14,0	18,4	19,4	17,7	9,5	2,0	0,2	2,8	1,7	7,4	9,0
zr. mm	0,0	—	—	—	—	—	—	—	3,1	2,8	0,3	6,3	—	0,0	—	0,0
Apríl	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Ø
max. t.	18,6	18,0	10,4	12,2	15,5	20,3	22,7	25,0	26,4	27,7	25,1	27,2	26,6	27,0	—	18,3
min. t.	7,0	9,0	6,0	3,7	1,2	7,4	9,9	10,0	10,3	10,1	11,8	10,3	10,7	11,6	—	6,3
Ø t.	12,7	11,2	7,1	6,6	8,9	14,9	16,9	19,0	17,7	19,3	18,0	18,3	12,0	17,8	—	11,8
zr. mm	—	10,7	0,4	0,0	—	—	—	—	—	—	—	2,5	—	2,3	—	28,4=
Máj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
max. t.	24,6	24,1	25,5	25,4	23,5	23,8	24,2	22,0	17,6	20,5	19,6	22,0	23,2	25,6	26,3	24,0
min. t.	13,6	2,8	8,4	10,7	11,4	8,5	10,4	12,7	9,6	6,6	5,0	10,4	8,1	11,4	14,4	14,2
Ø t.	16,1	16,5	17,4	19,6	17,5	17,0	18,0	15,7	12,3	13,8	13,6	15,0	17,2	19,4	21,4	17,4
zr. mm	2,4	—	—	—	—	—	—	4,6	—	—	—	0,8	—	—	0,5	—
Máj	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Ø
max. t.	20,5	24,2	26,9	20,1	26,3	23,0	27,4	28,4	20,8	23,5	26,0	28,5	24,0	16,2	14,5	23,2
min. t.	9,6	8,9	12,1	13,9	14,0	16,2	11,5	15,7	10,5	7,8	11,1	14,4	14,8	9,5	8,6	10,8
Ø t.	16,1	18,5	20,2	16,8	20,4	18,2	20,9	20,4	13,8	17,5	19,0	21,1	18,2	11,4	10,3	17,1
zr. mm	—	—	—	1,8	—	—	—	21,7	—	—	—	0,1	11,0	5,0	—	47,9=

max. t. — maximálna teplota vo °C; min. t. — minimálna teplota vo °C; zr. mm — zrážky v mm; Ø t. — priemerná teplota vo °C.

Literatúra

- BENČAT, F.: Dendroflóra Arboréta Mlyňany. Prehľad a stručná analýza. Vyd. SAV, Bratislava, 1967, 122 s.
- BENČAT, F.: Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. VEDA, Bratislava, 1982, 368 s.
- BREWER, J. W.: Susceptibility of *Buxus* spp. to attack of *Monarthropalpus buxi* (Dipt. Cecidomyiidae) under experimental conditions. Z. angew. Ent. 90, 1980, s. 396-400
- BREWER, J. W.: The influence of light on emergence patterns of *Monarthropalpus buxi* (Lab.) (Diptera, Cecidomyiidae). Acta ent. bohemslov., 78, 1981, s. 152-161
- BREWER, J. W. — SKUHRAVÝ, V. — SKUHRAVÁ, M.: Biology, distribution and control of *Monarthropalpus buxi* (Laboulbène) (Diptera, Cecidomyiidae). Z. angew. Ent., 97, 1984, s. 167-185
- HRUBÍK, P.: Škodcovia vybraných vždyzelených listnatých introdukovaných drevín na Slovensku. Dendrologická sdelení, 23, 1970, s. 31-33
- HRUBÍK, P.: Biotické škodcovia cudzokrajných drevín. Studijní informace ÚVTIZ - lesnictví, 1976, č. 1, 72 s.
- HRUBÍK, P.: Doterajšie poznatky o škodcoch stálezelených drevín. Záhradníctvo, 2, 1977, č. 12, s. 568-569
- HRUBÍK, P.: Odolnosť vybraných introdukovaných drevín voči hubovým a živočíšnym škodcom. Záverečná správa, Arborétum Mlyňany Ústav dendrobiológie CBEV SAV, 1980, 130 s.
- HRUBÍK, P.: Entomofauna stálezelených introdukovaných drevín. In Práce Slov. entomol. spol. pri SAV, 3, 1983, s. 113-121
- JUHÁSOVÁ, G. — HRUBÍK, P.: Choroby a škodcovia cudzokrajných drevín na Slovensku. Veda, Bratislava, 1984, 168 s.
- KRÁSNOHORSKÁ, M.: Málo známy škodca buxusov. Záhradník, 9, 1975, č. 7, s. 218
- SKUHRAVÁ, M.: Škúdice zimozrázu — bejlomorka zimozrázová. Živa, 15, 1967, č. 5, s. 185

Došlo dne 5. 11. 1986

ГРУБИК, П. — СКУГРАВЫ, В. (Арборетум Млыны; Энтомологический институт ЦСАВ). Появление галлицы самшитовой *Monarthropalpus buxi* Lab. на разных таксонах рода *Buxus* sp. в Арборете Млыны. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 829-836.

К самым распространенным видам вечнозеленых древесных пород в Арборете Млыны также относится род *Buxus* sp., замещенный 12 таксонами (4 вида, 2 разновидности, 1 форма, 5 сортов). В 1986 г. изучалось распространение *Monarthropalpus buxi* Lab. на отдельных таксонах (результаты приведены в таблице 1), степень поражения и их устойчивость. Больше всего были повреждены *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* (10,5—44,0 % листьев в полутени; 80,0 % листьев на солнечной стороне) и меньше *Buxus sempervirens* (2,5—7,5 %). До сих пор не было установлено повреждения листьев на *Buxus microphylla* var. *sinica*, *Buxus sempervirens* var. *arborescens*, *B. s. cv. 'Argenteovariegata'*, *B. s. cv. 'Suffruticosa'*, *B. koreana* и др. Был заложен опыт с целью длительного изучения биологии и экологии *Monarthropalpus buxi* Lab. в условиях Арборета Млыны.

схрана лесов; галлицы; *Buxus*

HRUBÍK, P. — SKUHRAVÝ, V. (Arborétum Mlyňany; Entomologický ústav ČSAV). The Occurrence of *Monarthropalpus buxi* Lab. in Different Taxons of the *Buxus* sp. Genus in the Mlyňany Arboretum. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 829-836.

The *Buxus* sp. genus, which is represented by 12 taxons (four species, two varieties, one form, five cultivars), belongs to the most widespread species of evergreen woody plants in the Mlyňany Arboretum. In 1986 we studied the incidence of *Monarthropalpus buxi* Lab. in individual taxons (the results are presented in Tab. 1), degree of damage and their resistance. The damage was the most severe in *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* (10.5—44.0 % of leaves in the shadow; 80.0 % of leaves in the sun), less severe in *Buxus sempervirens* (2.5—7.5 %). No

injury of the leaves was found up to now in *Buxus microphylla* var. *sinica*, *Buxus sempervirens* var. *arborescens*, *B. s. cv. 'Argenteovariegata'*, *B. s. cv. 'Suffruticosa'*, *B. koreana*, etc. A trial was laid out with a long-range investigation of the biology and ecology of *Monarthropalpus buxi* Lab. in the Mlyňany Arboretum.

forest protection; gall midges; *Buxus* sp. genus

HRUBÍK, P. — SKUHRAVÝ, V. (Arborétum Mlyňany; Entomologický ústav ČSAV). *Vorkommen der Gallmücke Monarthropalpus buxi Lab. auf verschiedenen Taxonen der Gattung Buxus sp. im Arboretum Mlyňany*. Lesnictví, 33, 1987 (9): 829-836.

Zu den verbreitetsten Arten immergrüner Holzarten im Arboretum Mlyňany gehört auch die Gattung *Buxus* sp., die durch 12 Taxone (4 Arten, 2 Varietäten, 1 Form, 5 Sorten) vertreten ist. Im Jahre 1986 wurde die Verbreitung von *Monarthropalpus buxi* Lab. auf einzelnen Taxonen verfolgt, der Grad ihrer Beschädigung und ihre Widerstandsfähigkeit (die Ergebnisse sind in der Tabelle I angeführt). Am stärksten wurden beschädigt: *Buxus sempervirens* var. *angustifolia* (10,5—44 % der Blätter im Halbschatten; 80 % der Blätter in sonniger Lage), weniger *Buxus sempervirens* (2,5—7,5 %). Bisjetzt wurde keine Beschädigung von Blättern auf *Buxus microphylla* var. *sinica*, *Buxus sempervirens* var. *arborescens*, *B. s. cv. 'Argenteovariegata'*, *B. s. cv. 'Suffruticosa'*, *B. koreana* u. a. m. festgestellt. Es wurde ein Versuch zur langfristigen Untersuchung der Biologie und Ökologie von *Monarthropalpus buxi* Lab. in den Bedingungen des Arborets Mlyňany angelegt.

Forstschutz; Gallmücken; *Buxus*

Adresy autorov:

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

RNDr. Václav Skuhra v ý, CSc., Entomologický ústav ČSAV, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice

PRINCIPY DISPEČERSKÉHO ZPŮSOBU ŘÍZENÍ NA ÚROVNI LESNÍCH ZÁVODŮ A POLESÍ

A. Janeček, J. Vaníček

JANEČEK, A. — VANÍČEK, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Střnady). *Principy dispečerského způsobu řízení na úrovni lesních závodů a polesí*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 837-842.

Práce se zabývá dispečerským způsobem řízení, jeho funkcemi, strukturou a vazbami. V první části jsou dány obecné formulace dispečinku, způsob členění z hlediska obsahu a funkce a oblastí jeho využití. Je též popsána aplikace dispečinku pro podniky lesního hospodářství jako funkčního podsystemu automatizovaného systému operativního řízení, který ve svém komplexu včetně neautomatizované části sehrává významnou roli v celém automatizovaném systému řízení podniku a vytváří těsné vazby na téměř všechny jeho prvky.

lesnická ekonomika; lesní hospodářství; automatizované systémy řízení; dispečink

Dispečerský systém řízení (dispečink) je jednou z nejprogresivnějších forem operativního řízení uplatňovaných v poslední době. Principem dispečerského systému řízení je centralizace vybraných operativně řídicích činností do jednoho místa (útvary či funkce) při použití nejmodernějších prostředků pro přenos informací, jejich záznam a zpracování, vyhodnocení a dokumentaci. Nositelem (nástrojem) dispečerského řízení je dispečerské pracoviště, které je součástí podnikové řídicí struktury s přesně, zpravidla taxativně, vymezenou činností a pravomocí.

Dispečerský systém řízení bude podle specifik a potřeb podniků státních lesů uplatňován v různých oblastech při operativním řízení těžební činnosti, pěstební činnosti a péče o lesní strojovou techniku a dopravní prostředky.

Dispečerský systém řízení je obvykle členěn z hlediska obsahu a funkce do tří stupňů:

a) Dispečerská služba — její funkce záleží v zajišťování komunikace mezi vnitrozávodovými útvary a okolím lesního závodu, ve sběru operativních informací, popř. v odstraňování některých havarijních situací.

b) Dispečerská kontrola — vedle předchozích funkcí zajišťuje dispečink některé kontrolní funkce, především denní kontrolu plnění plánovaných výrobních úkolů.

c) Dispečerské řízení — je nejvyšším stupněm, kdy do dispečinku mohou být včleněny všechny stěžejní operativně řídicí činnosti, včetně delegování vrcholové řídicí pravomoci. Hlavní funkce takto pojatého dispečinku jsou: řízení a organizování výrobního procesu; centralizované a pravidelné (zpravidla denní) sledování operativních informací, které charakterizují hlavní činnosti lesního závodu; operativní kontrola plnění plánu a zjišťování, resp. prognóza odchylek od plánovaného stavu; operativní řízení a organizování nápravy při zjištění odchylek od pláno-

vaného stavu; zpracování každodenních rozborů výrobních činností; zajištění spojení a koordinace činnosti mezi vnitropodnikovými útvary a okolím lesního závodu; zajišťování všeobecné (žádoucí) informovanosti mezi vnitrozávodovými útvary a okolím lesního závodu; řešení mimořádných a neplánovaných úkolů a požadavků.

Uvedené funkce dispečinku naznačují významnou roli, kterou by uplatňováním výpočetní techniky měl mít v automatizovaném subsystému operativního řízení. Dále uvádíme hlavní principy projektových SÚ Dispečink, které budou v období 8. pětiletky plošně rozšířeny v rámci odvětví lesního hospodářství.

FUNKCE, STRUKTURA A VAZBY SUBSYSTÉMU DISPEČINK

Postupné využívání výpočetní techniky v subsystému operativního řízení lesního závodu podstatně ovlivní funkci i formy práce dispečinku, který se stane stěžejní částí automatizovaného subsystému operativního řízení (ASSOŘ).

V rámci ASŘP můžeme definovat dispečink ze dvou pohledů, a to jednak jako skupinu automatizovaných úloh, které automatizují některé funkce a činnosti dispečinku, jednak jako funkční část automatizovaného subsystému operativního řízení, který ve svém komplexu včetně neautomatizované části (jejíž podíl zůstane vždy podstatnou a neoddělitelnou součástí dispečinku) sehraje významnou roli v celém ASŘP a vytváří těsné vazby na téměř všechny prvky ASŘP.

Vazby dispečinku na hlavní subsystémy ASŘP znázorňuje obr. 1. Faktická náplň těchto vazeb vyplývá z jejich popisu.

POPIS VAZEB

Prakticky každou ze znázorněných vazeb můžeme dekomponovat na vazby charakterizující automatizovanou část dispečinku (A) a charakterizující neautomatizovanou část dispečinku (N).

Vazba 1 představuje jednak druhotné využívání výstupů z automatizovaných úloh dispečinku jako výstupů do dalších úloh, resp. datové základny ASSOŘ (část dispečinku A), jednak sběr dokladů a operativních informací a jejich předávání k pořízení vstupů do automatizovaných úloh, resp. datové základny ASSOŘ (část dispečinku N).

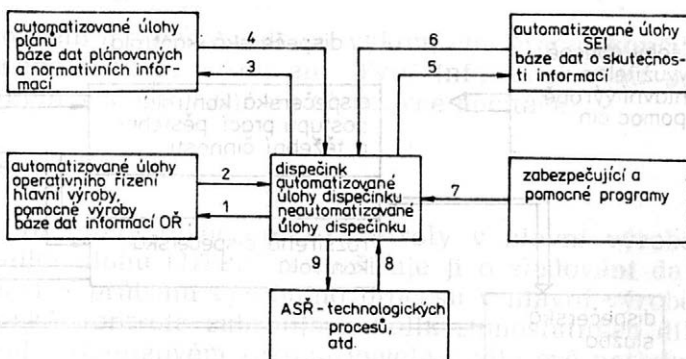
Vazba 2 znázorňuje využívání výstupů z úloh a báze dat ASSOŘ jako vstupů navazujících úloh dispečinku (část dispečinku A) a využívání výstupů z úloh a báze dat ASSOŘ jako podkladů při řešení běžných i neočekávaných činností dispečinku (část dispečinku N).

Obdobou vazeb 1 a 2 ve vztahu k úlohám a bázím dat IPSR a SEI jsou vazby 3, 4 a 5, 6.

Vazba 7 obsahuje využívání zabezpečujícího a pomocného programového aparátu v rámci úloh dispečinku (část dispečinku A) a využívání pomocného programového aparátu při získání podkladů pro řešení běžných i neočekávaných úkolů dispečinku (část dispečinku N).

Vazba 8 zajišťuje automatizovaný záznam a přenos informací o průběhu některých úseků výrobního procesu do dispečerského řídicího pra-

1. Schematické znázornění funkčních vazeb dispečinku v rámci ASRP. — A chart of the functional dispatching linkages within the computer-aided management system of the forest establishment



coviště pro automatizované i neautomatizované vyhodnocení informací (část dispečinku A).

Vazba 9 zajišťuje automatizovaný přenos řídicí informace z dispečerského pracoviště k příslušné části výrobního procesu.

POPIS SKUPIN ÚLOH DISPEČINKU

Obecně lze předpokládat, že prakticky většina úloh subsystému operativního řízení, které mají charakter skutečně denního operativního řízení, může být využívána a zpracována v rámci činnosti dispečinku, pakliže je v dané oblasti dispečerský systém řízení zaveden.

V užším pojetí zahrnujeme v dané etapě řešení skupiny úloh dispečinku jednak obecnou úlohu umožňující automatizované sledování a kontrolu plnění předem zvolených ukazatelů plánu, jednak skupinu specifických úloh z oblasti operativního řízení hlavní výroby a nasazování lesní strojové techniky, kde je též v současné době v lesní praxi v neautomatizované podobě dispečink nejčastěji uplatňován.

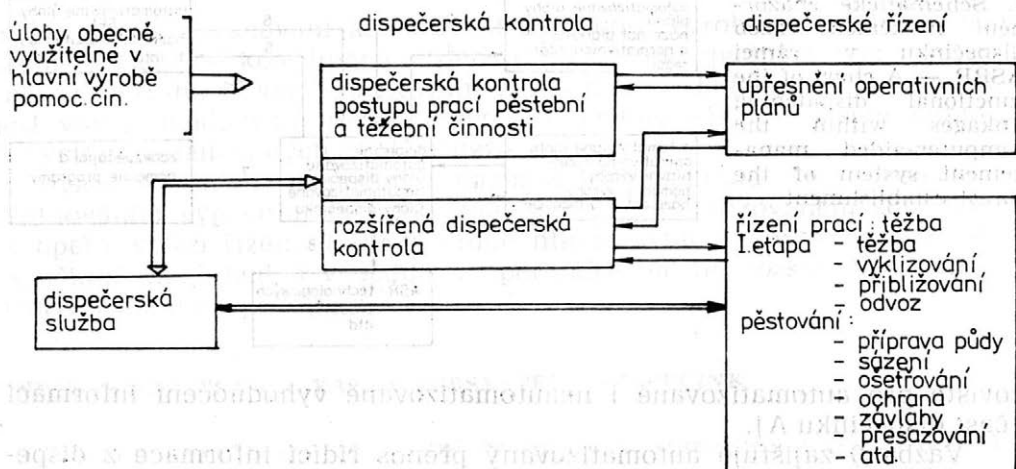
Jde o úlohy zaměřené na tzv. dispečerskou kontrolu, která záleží v operativním sledování vybraných informací a v jejich porovnání s plánovanými ukazateli, a o úlohy odpovídající vyššímu stupni, tzv. dispečerskému řízení, které zajišťuje bezprostřední denní řízení pracovního procesu v hlavní výrobě včetně komunikace mezi vnitrozávodovými útvary a okolím a odstraňování havarijních situací.

Pro úlohy dispečinku jako pro většinu úloh operativního řízení platí, že jsou řešeny variantně a modulárně tak, aby lesní závod podle svých specifik začlenil do svého systému jen ty úlohy a jejich varianty, které odpovídají jeho potřebě a „vygeneroval“ si tak vlastní specifický systém dispečerského řízení.

Strukturu automatizovaných úloh dispečinku znázorňuje obr. 2.

ZÁVODOVÝ DISPEČINK

Základem řešení bude vybraný soubor ukazatelů, jehož hodnoty se denně aktualizují a z kterého je možno vybírat a tisknout požadované výstupní informace. Soubor ukazatelů se v průběhu roku aktualizuje tak, že řídicí pracovníci si určují, které ukazatele se budou v určitém období roku ukládat a sledovat.



2. Struktura automatizovaných úloh dispečinku lesního závodu. Úlohy dispečerského řízení výroby včetně řízení využití lesní strojové techniky. Vazby znázorňují toky informací. — The structure of the computer-aided tasks of dispatching in a forest establishment. Tasks of the dispatching management of production, including the management of the use of forest machines. The linkages represent the information flows

U vybraných ukazatelů se zadává hodnota plánu (denní, dekádní, měsíční, popř. roční) a denně se vyčísľuje skutečnost. Podle přání se pak vyhotovují přehledy o plnění denního, dekádního, měsíčního nebo ročního plánu.

Úlohu je možno využívat v rámci dispečerského řízení hlavní výroby i pomocné a přidružené výroby. Neposkytuje však některé informace jako následující úlohy specializované na dispečerské řízení těžební a pěstební činnosti.

DISPEČERSKÁ KONTROLA POSTUPU TĚŽEBNÍCH A PĚSTEBNÍCH PRACÍ (DTPP)

Úloha je jednoduššího typu, umožňuje pravidelné sledování postupu těžebních a pěstebních prací. Před zahájením sezóny poskytne příprava výroby přehled všech sledovaných těžebních a pěstebních prací, plán v ha a m³ a termíny ukončení (tyto údaje se převezmou z ročního nebo čtvrtletního plánu prací). Je vytvořen soubor názvů lesních závodů, poleš a prací a soubor plánů, průběhu a stavu jednotlivých prací.

Sledování postupu těžebních a pěstebních prací probíhá denně nebo v libovolných časových intervalech po období nejdéle 120 dní. Program postupně prochází všechny organizační jednotky a všechny jejich práce a ptá se na denní výkony.

U každé rozpracované práce se zadává denní skutečný výkon a z toho se počítá rozdíl denního výkonu od vypočítaného naplánovaného denního výkonu, celkový splněný úkol, % plnění celkového úkolu, rozdíl od plánovaného celkového úkolu, rezerva pracovních dní, které zbývají nebo chybí do plánovaného termínu ukončení, pokud se bude plnit plánovaný denní výkon. Dále se vypočítává počet pracovních dní, které

zbývají do termínu ukončení a potřebný denní výkon, aby práce skončila právě v den plánovaného termínu ukončení. Tyto informace jsou poskytovány formou výstupní sestavy, resp. na obrazovce počítače.

ROZŠÍŘENÁ DISPEČERSKÁ KONTROLA

Jde o vyšší variantu úlohy dispečerské kontroly v hlavní výrobě. Navazuje na předcházející úlohu (DTPP) a rozšiřuje ji o sledování dalších důležitých informací o průběhu výrobního procesu v hlavní výrobě.

Rozšířená dispečerská kontrola zahrnuje několik samostatných dílčích úloh, které uživatel v dialogovém režimu vyvolá podle své potřeby. Jsou to tyto dílčí úlohy: Dispečerská kontrola postupu prací, dispečerská kontrola výkonnosti rozhodujících strojů, operativní zjišťování stavu zásob na OM a v manipulačních skladech, plnění plánu výroby v hlavní výrobě.

Dílčí úloha Dispečerská kontrola postupu prací odpovídá úloze DTPP s tím, že je u těžebních prací navíc sledováno plnění úkolu v sortimentu.

Dílčí úloha Dispečerská kontrola výkonnosti rozhodujících strojů řeší sledování výkonnosti strojů denně nebo v libovolných intervalech po období nejdéle 120 dní. Program bude procházet všechny organizační jednotky, stroje podle osádek, práce a ptát se na jejich denní výkonnost (ha, m³), ev. na % sortimentu. Ve výstupní sestavě jsou tyto údaje vyhodnocovány v porovnání s plánem a za celé sledované období. Úloha poskytuje též podklady pro vyhodnocení socialistické soutěže.

Dílčí úloha Operativní zjišťování stavu zásob na OM a v manipulačních skladech bude umožňovat operativní sledování stavu zásob a volných kapacit na OM a skladech. Sledování změn ve skladech probíhá denně nebo v libovolných časových intervalech. Program postupně prochází všechny OM a sklady a dotazuje se na změny (příjem, výdej) u jednotlivých druhů dřevin a sortimentů. Variantu výstupní sestavy volí uživatel.

Dílčí úloha Plnění plánu výroby v hlavní výrobě navazuje na dílčí úlohu Dispečerská kontrola postupu těžebních prací. Před začátkem sledování uživatel určí dřeviny, u kterých chce sledovat výsledky výroby. Jednoznačně bude určen vztah dřeviny a odpovídající práce sledované v první úloze. Program mu umožní tisk sestavy za poleší, ev. lesní závod a podnik s údaji o plánované výměře, skutečné těžbě (m³) sortimentů atd., a to jak plánovaných, tak i skutečných.

Došlo dne 14. 11. 1986

ЯНЕЧЕК, А. — БАНИЧЕК, Я. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Jíloviště - Strnady). Принципы диспетчерского способа управления на уровне ЛХ и лесничества. Лесnictví, 33, 1987 (9) : 837-842.

Работа занимается диспетчерским способом управления, его функциями, структурой и взаимосвязями. В первой части приведены общие формулировки диспетчеризации, способ разделения по частям, принимая во внимание объем и функцию в области ее применения. Также описано применение диспетчеризации для предприятий лесного хозяйства, как функциональной подсистемы автоматизированной системы оперативного управления, которая в своем комплексе включая неавтоматизированные части играет большую роль в целой автоматизированной системе управления предприятия и создает тесные взаимосвязи почти между всеми ее элементами.

лесная экономика; лесное хозяйство; автоматизированные системы управления

JANEČEK, A. — VANÍČEK, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Principles of the Dispatcher Management System at the Level of Forest Establishment and Forest District*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 837-842.

The dispatcher system of management, its functions, structure and linkages are discussed. The general formulations of dispatching are given in the first part of the paper where the system is also analyzed from the point of view of its contents, function and fields of use. The applications of dispatching to forest establishments are described, dispatching being used as a functional subsystem of the computer-aided system of operative management which, as a complex (including its non-computerized part), plays an important role in the whole computer-aided management system of the forest establishment, with which it is closely interlinked.

forest economy; forestry; computer-aided management system; dispatching

JANEČEK, A. — VANÍČEK, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Prinzipien der Dispatcherart der Leitung auf dem Niveau des Forstbetriebes und des Reviers*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 837-842.

Die Arbeit befaßt sich mit der Dispatcherart der Leitung, mit ihren Funktionen, mit ihrer Struktur und mit ihren Bindungen. Im ersten Teil werden allgemeine Formulierungen des Dispatchings gebracht, die Art der Gliederung vom Standpunkt des Inhalts und der Funktion und der Anwendungsgebiete aus gesehen. Es wird auch die Anwendung des Dispatchings als eines funktionellen Subsystems des automatisierten Systems der operativen Leitung für Bezirksbetriebe der Forstwirtschaft beschrieben, das in seinem Komplex einschließlich des nichtautomatisierten Teils eine bedeutsame Rolle im ganzen automatisierten System der Leitung des Bezirksbetriebes spielt und enge Bindungen auf fast alle seine Elemente bildet.

Forstökonomik; Forstwirtschaft; automatisierte Leitungssysteme; Dispatching

Adresy autorů:

Ing. Adolf Janeček, CSc., Ing. Jan Vaníček, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav n. Vlt.

ŘEŠENÍ KONCENTRACE TĚŽEBNÍ ČINNOSTI NA DIGITÁLNÍM MODELU

L. Filipský

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Řešení koncentrace těžební činnosti na digitálním modelu*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 843-857.

Pro automatizované řešení koncentrace těžební činnosti byla použita metoda obalování pólů, a to s poměrně velmi dobrými výsledky. Pro určení priorit přiřazování porostů k pólům je třeba zadat přepravní vzdálenost, jejíž subjektivní určení z mapy je pracné a výskyt chyb poměrně častý. Nově navrhovaná metoda souřadnicového řešení vychází z toho, že na vstupu jsou dány pravoúhlé relativní souřadnice všech potřebných prvků, tj. pólů koncentrace Q_i , středů odvozních míst OM_j a bodů H_m překážkových linií, tvořících úseky hranic koncentračních oblastí. Priority přidělování OM_j k pólům Q_i jsou určovány výpočtem nejkratší možné trasy se současným obcházením překážek. Zásadní výhody spočívají především v tom, že určení všech souřadnic lze provést zcela automatizovaně digitalizátorem. Vypracování algoritmů a programů je sice náročnější, avšak pro běžného zadavatele úlohy lze přípravu dat zabezpečit jednotně servisním způsobem.

ekonomika lesnická; modely; metoda obalování pólů

Řešení problematiky koncentrace těžební činnosti je jistě potřebné zejména při dlouhodobějším plánování, konkrétně při rozpisu decennálního lesního hospodářského plánu do dílčích plánovacích období. Mají-li být při tom respektována i další hlediska a vlastnosti porostů tak, aby vypracovaný návrh plánu byl všestranně vyrovnaný, jde o záležitost natolik rozsáhlou a pracnou, že ruční řešení vůbec nepřichází v úvahu a je nutno využít výpočetní techniku.

Dosavadní způsob řešení koncentrace (program KCV6) vychází z toho, že priority v přidělování odvozních míst OM_j , a tím i příslušných porostů jsou odvozeny ze skutečně předpokládaných přepravních vzdáleností k pólům Q_i . Určování těchto přepravních vzdáleností z každého středu OM_j ke každému pólu Q_i z mapy je pro zadavatele úlohy velmi náročné a pracné. Výskyt chyb je dosti častý a nemusí být objeven, což může zásadně zkreslit výsledky.

Tyto skutečnosti vedou k úvahám, jakým způsobem nahradit subjektivní a velmi pracné určování vstupních údajů z mapy objektivnějšími a zejména automatizovanými prostředky a metodami. Jednou z možností je využít moderní digitalizační techniku, pomocí níž lze rychle a jednoduše odečíst grafické souřadnice x, y jednotlivých bodů, z nichž se pak potřebné údaje získají výpočtem. Vlastní způsob řešení, sestavení algoritmů a výpočetních programů je náročnější a složitější, avšak na druhé straně jsou výsledky objektivnější a zejména pak je odstraněna pracnost pořízení dat zadavatelem úlohy. Zároveň bylo uvažováno i to, že vhodný digitalizátor je v resortu MLVH již k dispozici (u Lesprojektu).

V každém případě je určování grafických souřadnic vybraných bodů vždy jednodušší než pracné určování křivočarých vzdáleností. Nelze-li v některých případech rutinně využít digitalizační techniku, vždy je možné použít náhradní postupy umožnu-

jící určení grafických souřadnic improvizovaně. Některé tyto možnosti jsou také nastíněny v tomto článku.

Cílem této práce je tedy navrhnout celkovou koncepci a možné metody souřadnicového řešení problému koncentrace těžeb tak, aby umožnily požadovanou objektivitu výsledků a zároveň aby byly prakticky jednoduše proveditelné.

ZÁKLADNÍ PRINCIPY DOSAVADNÍHO AUTOMATIZOVANÉHO ŘEŠENÍ

CELKOVÁ KONCEPCE ŘEŠENÍ PROGRAMEM KCV6

Před vlastním řešením koncentrace těžeb musí být vykonána technologická optimalizace pro každou větu dřeviny každého porostu. Prakticky to znamená, že pro každou větu musí být nalezena a podrobně vyhodnocena jediná optimální reálná kompletní technologie, pro níž byly programem (TOT8-B) přiděleny a zabezpečeny skutečné (reálné) kapacity všech jejích mechanizačních prostředků. Předpokládanou výši těchto reálných decenálních kapacit v normohodinách definoval zadavatel úlohy zadáním na vstupu. Optimální reálné technologie pro porosty jsou určovány tak, aby bylo zabezpečeno efektivní využití daných kapacit v souboru (v LZ) jakožto celku. Kromě toho jsou pro tyto technologie vypočteny nejvhodnější sortimenty v m³, nároky v normohodinách a v Kčs mzdových nákladů obsluhy pro dílčí fáze — těžba, vyklizování, přibližování, manipulace a odvoz. Řešení optimálního rozvozu nemá pro dlouhodobější plánování význam a je úmyslně vyloučeno, počítají se jen nároky na naložení a složení. Blížší popis této problematiky je uveden v dokumentaci projektu TOT (Kolektiv 1985).

Pro technologické vyhodnocení se v každém případě použije soubor typových technologií, který je určen speciálně pro řešení koncentrace a je předem připraven v několika málo variantách. Jeho základní vlastností je, že zahrnuje max. 10 typových technologií vyjadřujících typické technologické postupy a rozhodující typy mechanizačních prostředků.

Na vstupu uživatel definuje počet koncentračních oblastí (pólů koncentrace) a přepravní vzdálenosti mezi odvozními místy OM_j a póly Q_i . Program KCV6 pak vypočte pro každé OM_j priority jednotlivých pólů a nakonec určí celkové pořadí (priority) dvojic (OM_j, Q_i) pro soubor jakožto celek.

Věty údajů o porostech, které byly vyhodnoceny vždy pro optimální reálnou technologii, byly předem vhodně seříděny a jsou čteny vždy po skupinách s konstantními klíči. V každé takové skupině jsou registrovány porosty, které mají stejný kód DR druhu dřeviny, kód DT druhu těžby a číslo IT technologie. Maximální počet skupin v souboru je dán počtem možných kombinací klíčů, v daném případě je

$$N_s = n_{DR} \cdot n_{DT} \cdot n_{IT} = 4 \cdot 2 \cdot 10 = 80, \quad (1)$$

tj. čtyři dřeviny (smrk, borovice, buk, dub) $\times$ dva druhy těžeb (mýtní, předmýtní) $\times$ 10 technologií.

Skutečný počet skupin v souboru však může být podstatně menší a závisí výhradně na charakteristikách a vlastnostech porostů. Velmi důležitý je však počet porostů ve skupinách, protože právě na tom závisí celkový výsledek vyrovnání. Vždy je žádoucí, aby v každé skupině byl co největší počet porostů stejných vlastností (klíčů), protože jedině tak lze dobře uskutečnit vyrovnání s přidělením pólů Q_i ve skupině.

POUŽITÍ METODY OBALOVÁNÍ PÓLŮ

Princip metody obalování pólů byl popsán v práci Filipický (1985). Je dán počet k koncentračních oblastí, které budou vznikat v okolí zadaných pólů Q_i . V zásadě jde

o to, aby v rámci každé skupiny porostů byl přidělen přibližně $\frac{1}{k}$ týl díl z celkové výše těžeb v m^3 každému z pólů Q_i ve skupině. Jde tedy o rovnoměrné vyrovnaní a kapacita každého pólu je

$$W_i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{p=1}^{n_p} T_p, \quad \text{v } m^3 \quad (2)$$

kde T_p je výše těžby v příslušném porostu p .

Pólům Q_i jsou přiřazována nejbližší odvozní místa OM_j jakožto celky, jejich priorita byla v předchozím vypočtena na základě přepravních vzdáleností. V rámci OM_j získávají prioritu porosty s vyššími těžbami T_p . Jestliže v průběhu tohoto přiřazování dojde k naplnění kapacity W_i některého z pólů Q_i , pak pól se nadále uzavírá a zbylé porosty nutno přiřadit k pólu jinému. Pořadí přidělování porostů závisí na vzdálenosti D_{ij} a póly jsou tedy vždy naplňovány střídavě. Tyto základní algoritmy a geometrické principy jsou pro činnost programu neměnné.

Způsob vyřešení koncentrace nelze ze sestavy dosti dobře vyčíst. Nejvhodnější je provést na základě sestavy barevné rozlišení porostů na lesnické mapě a na barevném obraze pak posoudit úroveň a kvalitu řešení koncentrace.

HLAVNÍ PRINCIPY METODY OBCHÁZENÍ PŘEKÁŽEK

ZÁKLADNÍ PRINCIPY A KONCEPCE

Popsaný způsob práce programu KCV6 se jeví jako plně použitelný, dává postačující výsledky a z tohoto hlediska není třeba jeho koncepci nijak měnit. Jediným závažným nedostatkem je pracné určování přepravních vzdáleností D_{ij} z mapy.

Při tom bylo třeba nejprve vyznačit předpokládané trasy na mapě tak, aby procházely buď po stálých zpevněných komunikacích, nebo i v průchodných terénech, kde je možný průjezd mechanismů zřejmý. Teprve pak je možno různě odměřit křivočaré délky tras. Při jejich volbě musí zadavatel respektovat zásady přirozené gravitace těžeb, obcházet terénní hřebeny a jiné překážky, a tím úmyslně zvětšovat vzdálenosti D_{ij} k pólům Q_i a snižovat tak jejich prioritu.

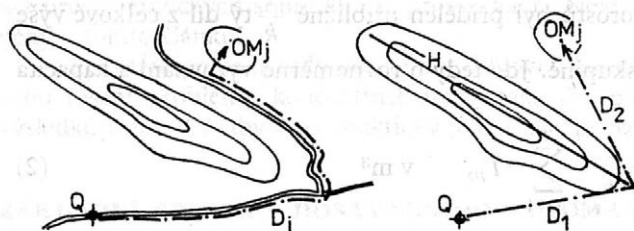
Z hlediska řešení koncentrace těžeb metodou obalování pólů není hlavním cílem určit přesněji vzdálenosti D_{ij} mezi odvozními místy OM_j a póly Q_i , ale stanovit priority v přidělování OM_j , což lze ovšem nejlépe odvodit právě ze vzdálenosti D_{ij} . Není podstatné, zda hodnoty D_{ij} jsou skutečné nebo fiktivní, ale určené pořadí (priority) přidělování musí odpovídat principům řešení koncentrace a být tedy správné, přičemž je respektována gravitace těžeb.

Leží-li mezi pólem Q_i a odvozním místem OM_i hranice gravitační oblasti, kterou nechceme překračovat přímo, pak je nutno tuto hranici nejkratší cestou obejít a prodloužit tím přímočarou spojnicí OM_j , Q_i .

Tohoto principu můžeme využít při metodě obcházení překážek za předpokladu, že je známa poloha bodů OM_j a Q_i a také poloha překážky. Nejkratší možnou fiktivní trasu potom určíme výpočtem.

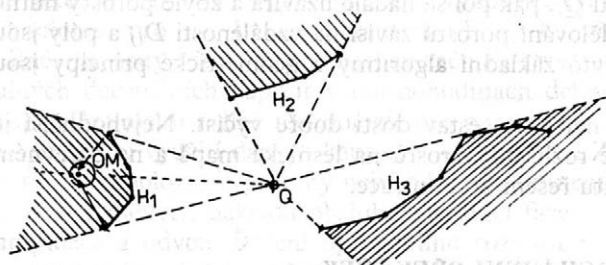
Na obr. 1 je znázorněn princip určení skutečné i fiktivní délky trasy při obcházení překážky H_m . Úlohu tedy všeobecně formulujeme takto: Z každého pólu koncentrace Q_i nalézt ke každému odvoznímu místu OM_j nejkratší přepravní trasu tak, aby tato neprotínala žádnou z daných překážkových linií H_m .

Při zadané poloze pólů Q_i a překážkových linií $H_1, H_2, \dots, H_n$ lze za každou z překážek uvažovat tzv. stínovou oblast ve smyslu obr. 2.



1. Způsob určení trasy: a — skutečně sledující přepravní cestu (pro program KCV6), b — fiktivní trasa na digitálním modelu. — The method of route determination: a — a real transport route (for KCV6 program), b — a fictitious route on a digital model

a) předpokládaná skutečná trasa b) fiktivní trasa

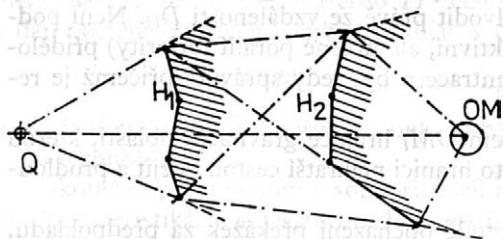


2. Znázornění stínových oblastí za překážkami H při dané poloze pólu Q . — Representation of shadow areas behind the obstacles H with the given position of pole Q

Leží-li nyní dané odvozní místo OM_j ve stínové oblasti některé překážky, pak délku trasy D_{ij} nutno hledat obcházením překážky H_m . V opačném případě při přímé viditelnosti je $D_{i,j} = Q_i OM_j$. Každou překážku lze ovšem obcházet zprava i zleva a jako výslednou hodnotu nutno převzít kratší trasu.

Leží-li odvozní místo OM_j v překrytové části dvou nebo více stínových oblastí, nutno předpokládat obcházení každé z překážek zprava i zleva. Prakticky to znamená propočítat všechny možné kombinace a nalézt z nich opět nejkratší trasu (obr. 3).

Je nutno též uvážit, že obcházením překážky nelze zjednodušeně rozumět pouhé obejítí koncového bodu překážky. Tvar překážkové linie může být nepravidelný a všeobecně zakřivený, takže určení průběhu trasy může být komplikovanější (např. obr. 4). Je ovšem možné již předem při zadání některé jednoznačně nevhodné tvary upravit a přizpůsobit.

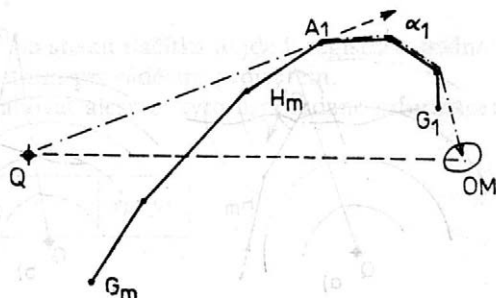


3. Každou z překážek H_1, H_2 možno obcházet zprava i zleva, takže nutno propočítat všechny čtyři kombinace tras. — Each of the obstacles H_1, H_2 can be avoided from the right and from the left; therefore all four combinations of the routes must be calculated

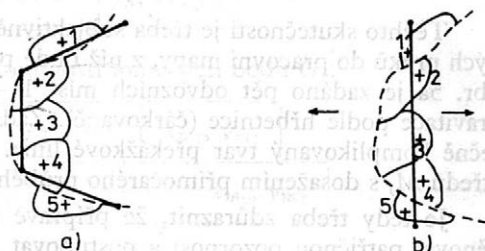
TVAR PŘIDĚLOVACÍCH OBLASTÍ

Pro řešení koncentrace aplikujeme opět metodu obalování pólů. Protože odvozní místa OM_j jsou pólům Q_i přiřazována v pořadí stoupajících vzdáleností D_{ij} , vytvářejí se směrem od pólů kruhovitě přidělovací oblasti. Přidělením OM_j vzroste plocha všech pólů současně na poloměr $r = D_{ij}$ a tyto fiktivní kružnice můžeme považovat za izočáry

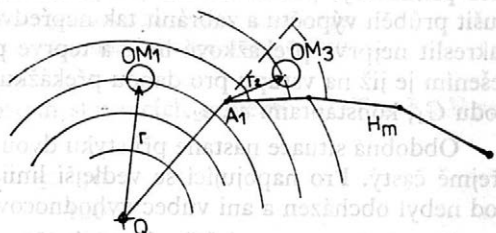
4. Po obejití obrysového bodu např. A_1 s testováním přímé viditelnosti může být trasa k odvoznímu místu OM lomená. — After going around an outline point, e. g. A_1 , and testing direct visibility, the route to a hauling place OM can be in form of a broken line



5. Zadání překážkové linie H na hřbetnici (čárkované): *a* — nevhodně a zbytečně lomený průběh, *b* — tatáž situace vhodně zjednodušena posunem fiktivních středů odvozních míst 1–5 s dosažením přímočarého průběhu linie H . — Setting the obstacle line H on a ridge line (dashed line): *a* — the course is in form of an unsuitably and unnecessarily broken line; *b* — the same situation is adequately simplified by a shift of the fictitious centers of hauling places 1–5 until the straight-line course of the line H is reached



6. Šíření izochar přidělování za překážku při obcházení obrysového bodu A_1 . — Propagation of assignment isolines behind the obstacle when going around the outline point A_1

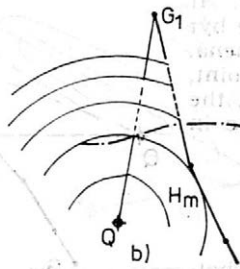
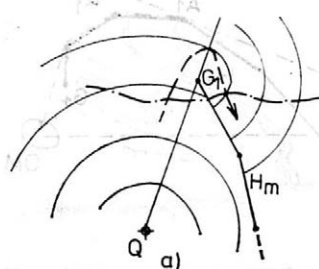


šíření koncentrace. Protože dochází při tom i k přidělování OM_j ležících za překážkou, pak za obrysovým bodem překážky vzniká dílčí kruhovitá oblast o poloměru r_2 (obr. 6). Tento jev můžeme výstižně nazvat jako obtékání překážky a připomíná tzv. Huygensův princip ve fyzice.

Obtékání překážek je z hlediska řešení koncentrace plně žádoucí a v naprosté převážné většině případů bude probíhat právě kolem koncových bodů překážkových linií. Proto musí být poloha těchto bodů vždy zadána uvážlivě. Tento jev bude probíhat vždy, a to i v případech nežádoucích nebo nedomyšlených.

Jedním z nich může být nesprávné zadání koncového bodu překážky v blízkosti hranice území. Jestliže např. podle obr. 7a bude koncový bod G_1 zadán na hranici území lesního závodu či blízko za ní, nutno počítat s tím, že šíření koncentrace (vyznačené šipkou) proběhne i za hranici území a vrátí se zpět k porostům za překážkou. Má-li být takovému případu zabráněno, pak nutno posunout a zadat koncový bod G_1 dostatečně daleko za hranici území (obr. 7b).

V této souvislosti je vhodné uvážit, že polohu odvozního místa OM_i definujeme jediným bodem M_j a hovoříme-li o středu odvozního místa, pak tento střed nemusí být ve skutečném geometrickém středu území OM_j . Podobně i každá překážková linie nemusí podrobněji sledovat terénní hřbetnici, ale její hlavní účel záleží v tom, že vytváří rozhraní mezi odvozními místy OM_j , tj. vytváří hranici gravitační (resp. koncentrační) oblasti podle představy zadavatele úlohy.



7. Nevhodná (a) a vhodná (b) poloha koncového bodu (G_1) linie na hranici vyhodnocovaného území. — Unsuitable (a) and suitable (b) positions of a terminal point (G_1) of the border line of the evaluated territory

Těchto skutečností je třeba subjektivně využít již při přípravě a zákresu geometrických prvků do pracovní mapy, z níž bude provedena digitalizace souřadnic. Např. podle obr. 5a je zadáno pět odvozních míst 1–5, přičemž má být respektována přirozená gravitace podle hřbetnice (čárkované). Zadání podle obr. 5a však má za následek zbytečně komplikovaný tvar překážkové linie. Stejného výsledku lze dosáhnout posunem středů M_j s dosažením přímočarého průběhu linie H_m podle obr. 5b.

Je tedy třeba zdůraznit, že přípravě grafického podkladu (mapy) je nutno vždy věnovat patřičnou pozornost a postupovat vždy uvážlivě. Je plně žádoucí, aby překážkové linie obsahovaly co nejméně lomových bodů a jejich průběh byl všeobecně co nejvíce přímočarý, pokud možno jen jednostranně zakřivený. Tím lze podstatně zjednodušit průběh výpočtu a zabránit tak nepředvídaným komplikacím. Prakticky to znamená zakreslit nejprve překážkové linie a teprve pak středy M_j odvozních míst OM_j . Jiným řešením je již na vstupu pro danou překážku H_u subjektivně zakázat možnost obcházení bodu G_1 , konstantami e_1, e_2 .

Obdobná situace nastane při styku dvou překážkových linií, což v praxi bude případ zřejmě častý. Pro napojující se vedlejší linii je třeba opět zakázat, aby koncový styčný bod nebyl obcházen a ani vůbec vyhodnocován (obr. 8).

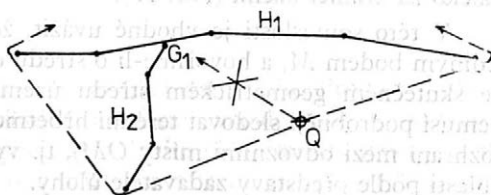
Konečně je nutno ještě zdůraznit, že na výsledek ještě významněji působí výše a dislokace těžeb T_p a že v některých případech ani sebevětší obcházení překážek nezabrání tomu, aby zbytkové poslední porosty byly nakonec přiděleny tomu pólu, kde je ještě volná kapacita W'_i .

VYTVOŘENÍ DIGITÁLNÍHO MODELU

Jak již bylo řečeno, veškeré vstupní informace jsou vlastně relativní grafické souřadnice x, y bodů, v souboru vhodně identifikovaných. Souřadný systém může být zcela libovolný a jakkoliv orientovaný. Souřadnice x, y mohou být registrovány v libovolných jednotkách, např. v metrech podle měřítka mapy, v grafických centimetrech či milimetrech nebo jejich zlomcích atd. Z toho vyplývá, že také grafický podklad (mapa) může mít libovolné měřítko i původ. Prakticky nejvhodnější je mapa měřítko 1 : 50 000.

Určování grafických souřadnic digitalizátorem proběhne všeobecně tak, že po

8. Při styku dvou překážkových linií nutno pro napojující se H_2 zakázat (konstantou e) možnost obcházení příslušného koncového bodu (G_1). — At the contact of two obstacle lines, for adjoining H_2 it is necessary to prohibit (by constant e) a possibility of going around the relevant terminal point (G_1)



nastavení odečítací značky na určovaný bod a po stisku tlačítka dojde k registraci hodnot x, y na médium ve tvaru, který je dán konkrétním prováděcím projektem.

Pro daný případ by soubor dat měl obsahovat alespoň tyto uspořádané informace:

a) Zadání k pólů koncentrace Q :

x_1, y_1	x_2, y_2	-----	x_k, y_k
------------	------------	-------	------------

b) Zadání středů M_j odvozních míst OM_j :

j_1, x_1, y_1	j_2, x_2, y_2	-----	j_n, x_n, y_n
-----------------	-----------------	-------	-----------------

c) Zadání překážkových linií H_u , jakožto posloupnosti lomových bodů G_j :

1	e_1	e_2	m	x_1, y_1	x_2, y_2	-----	x_{m_1}, y_{m_1}
2	e_1	e_2	m	x_1, y_1	x_2, y_2	-----	x_{m_2}, y_{m_2}
⋮							
⋮							
				atd.			

kde e_1, e_2 — kódy přípustnosti obcházení prvního (G_1) a koncového (G_m) bodu linie,
 m — počet lomových bodů linie $G_1, G_2, \dots, G_m$, slouží ke kontrole registrace,
 x, y — souřadnice lomových bodů G_i .

Vzhledem k charakteru úlohy a vlastnostem stávajících projektů TOT a KCV se předpokládají tato omezení:

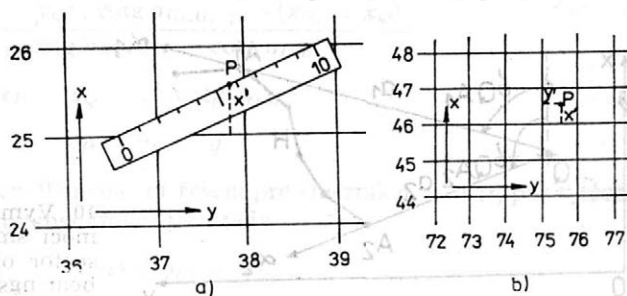
max. počet pólů Q_1 koncentrace	$k \leq 10$
max. počet odvozních míst M_j	$j \leq 100$
max. počet překážkových linií	$n_H \leq 15$
max. počet lomových bodů linie	$m < 10$

Z těchto omezení vyplývá, že max. počet bodů celého digitálního modelu je $N_B = 244$, prakticky však bude zpravidla menší. Ukazuje se tedy, že provedení digitalizace pro řešení koncentrace jednoho lesního závodu není příliš náročné.

URČOVÁNÍ SOUŘADNIC RUČNĚ

Může se stát, že z nějakého důvodu nelze vykonat digitalizaci automatizovaně. Pak nezbyvá než odměřit grafické souřadnice ručně. Lesnické mapy však většinou nemají předtištěnou souřadnou síť, takže je vhodné mít připraven rastr sítě na dostatečně velké průsvitné fólii.

9. Ruční odměření grafických souřadnic: a — pravítkem při řídkém rastru, $x_p = 25 + x' = 2558$; b — odhadem při hustém rastru, $x_p = 466$, $y_p = 755$. — Manual measuring of the graphical coordinates: a — by a rule, the pattern is spaced, $x_p = 25 + x' = 2558$; b — by making a guess, the pattern is dense, $x_p = 466$, $y_p = 755$



Délka stran sítě, a z toho vyplývající hustota rastru, může být obecně libovolná, jednotlivé čtverce je však třeba očíslovat od levého spodního rohu směrem nahoru i doprava.

V závislosti na hustotě rastru volíme i metodu měření. Při hustém rastru (à 1 cm) odečteme čísla příslušného čtverce a upřesnění polohy bodu uvnitř provedeme odhadem se zápisem další cifry (obr. 9b). Při řidším rastru využijeme k doměření pravítka tak, že nulovou hodnotu ztotožníme s čarou nižšího čísla a hodnotu 10 cm pak s čarou vyššího čísla. Na hraně pravítka se pak odečte zbytková souřadnice x' , resp. y' (obr. 9a).

Nejvhodnější je rastr à 1 cm. Těmito způsoby lze bez potíží dosáhnout praktické přesnosti 1 mm v souřadnicích x, y , což pro daný účel bohatě postačuje.

K zápisu naměřených hodnot se použije připravený formulář a z něho se pak data registrují zpravidla do děrných štítků v projektem předepsané formě. Je-li výchozí grafický podklad dobře a jednoznačně připraven, může měření konat i nekvalifikovaná síla.

MATEMATICKÉ ŘEŠENÍ ÚLOHY

URČENÍ SEKTORŮ STÍNOVÝCH OBLASTÍ

Celé vyhodnocování na digitálním modelu bude vždy probíhat po jednotlivých pólech $Q_1, Q_2, \dots, Q_k$. Pro další popis řešení uvažujme tedy pól Q , z něhož vypočteme nejprve všechny směrníky σ_i na jednotlivé lomové body G_i všech překážek.

$$\operatorname{tg} \sigma_i = \frac{y_{G_i} - y_Q}{x_{G_i} - x_Q} = \frac{\Delta y_{i,Q}}{\Delta x_{i,Q}} \quad (3)$$

Krajní směry na obrysové body A_1, A_2 , které vymezují sektor stínové oblasti překážky H , označme symboly α_1, α_2 , přičemž platí

$$\alpha_1 < \alpha_2$$

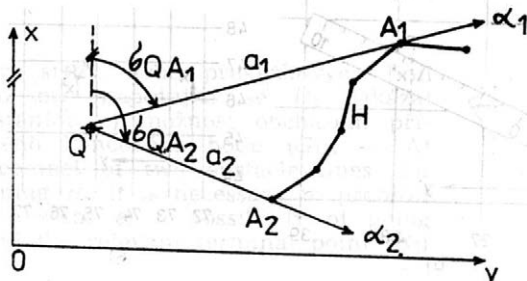
$$\alpha_1 = [\sigma_i]_{\min}, \quad \alpha_2 = [\sigma_i]_{\max} \quad (4)$$

Vzdálenosti a_1, a_2 z pólu Q k obrysovým bodům A_1, A_2 překážkové linie určíme některým ze vztahů

$$a_1 = \frac{\Delta x_{A_1,Q}}{\cos \alpha_1} = \frac{\Delta y_{A_1,Q}}{\sin \alpha_1} = \sqrt{\Delta x_{A_1,Q}^2 + \Delta y_{A_1,Q}^2}$$

$$a_2 = \frac{\Delta x_{A_2,Q}}{\cos \alpha_2} = \frac{\Delta y_{A_2,Q}}{\sin \alpha_2} = \sqrt{\Delta x_{A_2,Q}^2 + \Delta y_{A_2,Q}^2} \quad (5)$$

Všechny směrníky σ_i počítáme v obloukové míře s uvážením znamének souřadni-



10. Vymezení sektoru stínové oblasti pomocí směrníků α_1, α_2 . — Delimiting the sector of shadow area by means of the bearings α_1, α_2

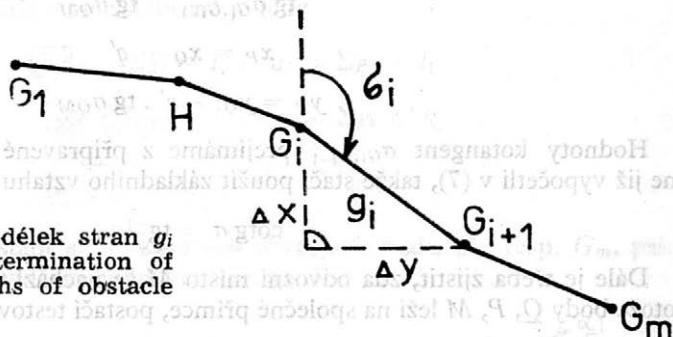
cových rozdílů a uložíme je do pomocné tabulky. Stejně tak uložíme pro překážku H hodnoty a_1, a_2 spolu s indexy i bodů A_1, A_2 .

VÝPOČET SMĚRNÍKŮ A DÉLEK STRAN PŘEKÁŽEK

Pro každou překážkovou linii H vypočteme obdobně směrníky $\sigma_{i,i+1}$ a délky stran g_i takto:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \sigma_{i,i+1} &= \frac{y_{G_{i+1}} - y_{G_i}}{x_{G_{i+1}} - x_{G_i}} = \frac{\Delta y_{i,i+1}}{\Delta x_{i,i+1}} \\ g_i &= \sqrt{\Delta x_{i,i+1}^2 + \Delta y_{i,i+1}^2} \end{aligned} \quad (6)$$

pro $i = 1, 2, \dots, m_H$. Tyto vypočtené hodnoty uložíme rovněž do pomocné tabulky pro překážku H a protože jsou nezávislé na Q , lze tuto tabulku uchovávat a využívat pro vyhodnocení všech pólů.



11. Určení směrníků σ_i a délek stran g_i překážkové linie. — Determination of bearings σ_i and the lengths of obstacle line sides g_i

VYŠETŘENÍ POLOHY M_j VZHLÉDEM K PŘEKÁŽCE

Pro daný bod M odvozního místa M_j nejprve určíme, zda směr σ_{QM} leží v sektoru příslušné překážky H , tj. mezi směry α_1, α_2 . Počítáme tedy a testujeme vztahy

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \sigma_{QM} &= \frac{y_M - y_Q}{x_M - x_Q} \\ \alpha_1 &\leq \sigma_{QM} \leq \alpha_2 \end{aligned} \quad (7)$$

a v případě splnění relace (7) je nutno podrobnějším testováním nalézt tu stranu g_i , kterou směr σ_{QM} skutečně protíná. Testujeme tak postupně pro $i = 1, 2, \dots, m_H$

$$\sigma_{Q,G_i} \leq \sigma_{QM} \leq \sigma_{Q,G_{i+1}} \quad (8)$$

a po nalezení takové strany g_i vypočteme souřadnice průsečíku P protínáním z bodů Q a G_i takto:

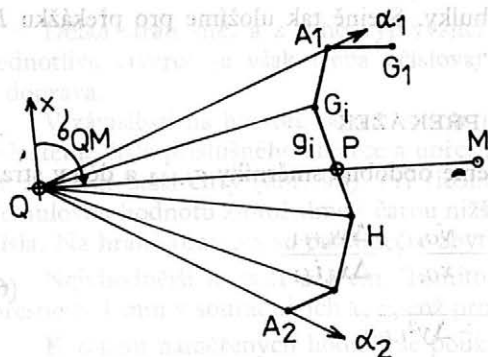
$$\begin{aligned} q &= \frac{(y_{G_i} - y_Q) \cdot \cotg \sigma_{G_i,G_{i+1}} - (x_{G_i} - x_Q)}{\cotg \sigma_{G_i,G_{i+1}} - \cotg \sigma_{QM}} \\ x_P &= x_Q + q \cdot \cotg \sigma_{QM} \end{aligned} \quad (9)$$

$$y_P = y_Q + q$$

Protože kotangentové vzorce (9) nedávají řešení pro směr $\sigma = n \cdot \pi$, pak v těchto případech nutno přejít na vzorce tangentové. Je-li tedy

$$y_M = y_Q \text{ nebo } y_{G_i} = y_{G_{i+1}}$$

12. Určení průsečíků P na straně g_i linie. — Determination of the points of intersection P at the side g_i of the obstacle line



použije se vztahů

$$q' = \frac{(x_{G_i} - x_Q) \cdot \operatorname{tg} \sigma_{G_i, G_{i+1}} - (y_{G_i} - y_Q)}{\operatorname{tg} \sigma_{G_i, G_{i+1}} - \operatorname{tg} \sigma_{QM}}$$

$$x_P = x_Q + q'$$

$$y_P = y_Q + q' \cdot \operatorname{tg} \sigma_{QM} \quad (10)$$

Hodnoty kotangent $\sigma_{G_i, G_{i+1}}$ přejímáme z připravené tabulky, hodnotu $\operatorname{tg} \sigma_{QM}$ jsme již vypočetli v (7), takže stačí použít základního vztahu (v případě potřeby)

$$\cotg \sigma = \operatorname{tg}^{-1} \sigma. \quad (11)$$

Dále je třeba zjistit, zda odvozní místo M se nachází před překážkou nebo za ní. Protože body Q, P, M leží na společné přímce, postačí testovat jedinou souřadnici, např.

$$|x_P - x_Q| \leq |x_M - x_Q|, \text{ resp. } |y_P - y_Q| \leq |y_M - y_Q|. \quad (12)$$

V případě splnění některého ze vztahů (12) leží bod M za překážkou H a tuto nutno obcházet. V opačném případě nemá smysl se touto situací dále zabývat, protože bod M neleží za bodem P a tedy neleží za překážkou.

Popsaným způsobem postupně propočteme pomocí vztahů (7) až (12) všechny překážkové linie $H_1, H_2, \dots, H_n$. Pro všechny body P_j , které splňují vztahy (12) vypočteme vzdálenost d_j

$$d_j = \sqrt{\Delta x_{Q, P}^2 + \Delta y_{Q, P}^2} \quad (13)$$

a tyto d_j uložíme do pomocného třídícího pole a vzestupně seřadíme. Na základě jejich celkového počtu N_P rozhodneme o dalším postupu při obcházení překážek.

PŘÍMA VIDITELNOST

Není-li mezi body Q a M žádná překážka, je $N_P = 0$. Přímá vzdálenost mezi oběma body je

$$D = \overline{QM} = \sqrt{\Delta x_{Q, M}^2 + \Delta y_{Q, M}^2} \quad (14)$$

OBCHÁZENÍ JEDINÉ PŘEKÁŽKY

Tato situace nastává, jestliže se pro dané odvozní místo M vyskytne:

- $N_P = 1$,
- $N_P > 1$, přičemž všechny nalezené průsečíky P_j přísluší téže překážkové linii H_u .

V dalším řešení je třeba nalézt nejkratší cestu z již nalezených obrysových bodů

A_1, A_2 k bodu M . Uvědomíme si, že A_1 leží na levém a A_2 na pravém směru sektoru, což plyne ze vztahů (4). To ovšem neznamená, že z A_1, A_2 je zaručena přímá viditelnost na M . Vždy je třeba vyšetřit dle obr. 1 vzájemnou polohu směrů σ_{A_1, E_1} a σ_{A_1, E_2} , resp. σ_{A_2, F_1} a σ_{A_2, F_2} , vzhledem ke směru $\sigma_{A_1, M}$, resp. $\sigma_{A_2, M}$.

Hledáme tedy, zda existuje takový sousední bod E , resp. F , pro nějž platí¹⁾

$$\omega_1 = \sigma_{A_1, E} - \sigma_{A_1, M} > 0, \text{ při } |\omega_1| < 180^\circ, \quad (15)$$

resp.

$$\omega_2 = \sigma_{A_2, F} - \sigma_{A_2, M} < 0, \text{ při } |\omega_2| < 180^\circ.$$

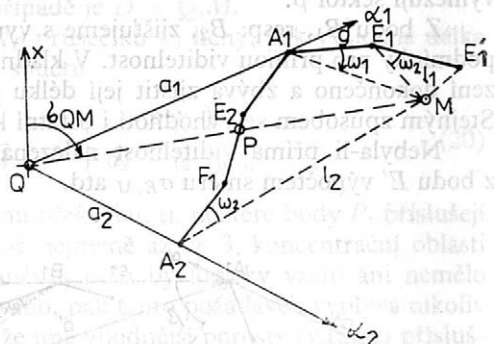
V případě, že je splněn příslušný vztah (15), položíme $A_1 = E$, resp. $A_2 = F$, a na obdobném principu testujeme další sousední bod až po nalezení přímé viditelnosti na M . Z geometrické povahy problému plyne, že takový bod G_i vždy existuje. Naznačené testování by bylo třeba definovat podrobněji v souvislosti s indexací digitálních bodů linie; zde uvedený popis je jen informativní.

Protože překážku možno obcházet zprava i zleva, nutno vždy počítat trasy D_1 a D_2 a jako výslednou převzít kratší z nich. Obecně je tedy

$$\begin{aligned} D_1 &= \overline{Q, A_1} + \Sigma g_z + l_1 = a_1 + \Sigma g_z + l_1 \\ D_2 &= \overline{Q, A_2} + \Sigma g_r + l_2 = a_2 + \Sigma g_r + l_2 \\ D_{i,j} &= \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \end{bmatrix}_{\min} \end{aligned} \quad (16)$$

Jestliže je již zadáním konstant e_1, e_2 zakázáno obcházení bodu G_1 , resp. G_m , pak se pochopitelně nepočítá odpovídající hodnota D_1 , resp. D_2 .

13. Určení trasy obcházení se současným testováním přímé viditelnosti z bodů A_1, E_1, E_1' atd. — Determination of the route of obstacle avoiding with a simultaneous testing of direct visibility from the points A_1, E_1, E_1' , etc.



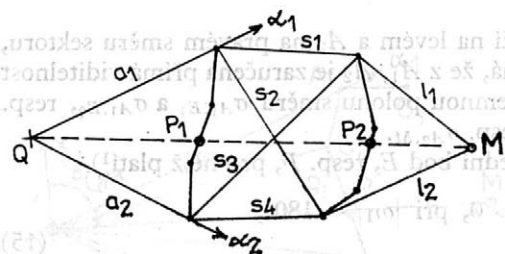
OBCHÁZENÍ DVOU A VÍCE PŘEKÁŽEK

Tato situace nastává, jestliže je $N_p > 1$ a body P_j příslušejí různým překážkám H . Při tom lze předpokládat různé tvary překážek i komplikované vztahy mezi nimi.

Popíšme nejprve nejjednodušší případ dvou překážek, přičemž jsou obcházeny právě koncové body G_1 a G_m linií. Obecně je nutno podle obr. 14 nalézt nejkratší ze čtyř možných tras, což lze schematicky vyjádřit

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} a_1 + s_1 + l_1 \\ a_1 + s_2 + l_2 \\ a_2 + s_3 + l_1 \\ a_2 + s_4 + l_2 \end{bmatrix}_{\min} \quad (17)$$

¹⁾ Uvedené vztahy by vyžadovaly upřesnění v souvislosti s možností přechodu rozhraní 360° .



14. Princip obcházení dvou překážkových linií — zjednodušeně. — A principle of avoiding two obstacle lines — a simplified scheme

V uvedeném případě je všeobecný postup výpočtu zřejmý. Prakticky je však třeba očekávat, že některé z dílčích úseků s a l nebude možno počítat jakožto přímočaré délky, ale že budou mnohdy lomené a po částech sledující tvar některé překážkové linie. Výpočet není jednoduchý a při programovém řešení lze uvažovat různé způsoby. Přesný postup výpočtu je naznačen na obr. 15 jen všeobecně. Po seřazení bodů P_i právě bod P_1 odpovídá překážce H , která je nejbližší danému pólu Q . Tuto linii nadále označme jako H_1 . Pro ni byly již v předchozím nalezeny obrysové body sektoru A_1, A_2 . V dalším popisu se omezíme na hledání trasy z bodu např. A_1 .

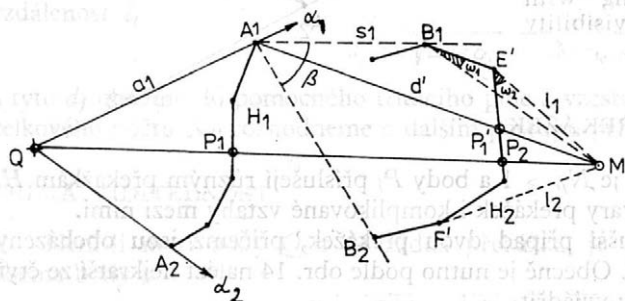
Vypočteme nejprve směrník $\sigma_{A_1, M}$ aplikací vztahu (7). Dále pak pomocí již popsanych principů a vztahů (8) až (12) nalezneme všechny průsečíky P'_j s překážkami H mezi body A_1 a M , přičemž současně počítáme vzdálenosti $d'_j = A_1 P'_j$. Testováním aplikovaného vztahu (12) vyloučíme ty P'_j , které leží až za odvozním místem M a nemohou být tedy překážkami na trase $A_1 M$.

Ostatní body P'_j seřadíme opět vzestupně podle hodnoty d'_j . Potom první bod P'_1 v pořadí přísluší nejbližší překážce, kterou nadále označujeme jako H_2 .

Z bodu A_1 určíme pomocí vztahů (4) obrysové body B_1, B_2 na překážce H_2 , které vymezují sektor β .

Z bodu B_1 , resp. B_2 , zjišťujeme s využitím aplikovaných vztahů (15), zda existují podmínky pro přímou viditelnost. V kladném případě je nalezení příslušné trasy obcházení dokončeno a zbývá zjistit její délku postupně ze souřadnic bodů Q, A_1, B_1, M . Stejným způsobem se vyhodnotí i ostatní kombinace se zahrnutím bodů A_2, B_2 atd.

Nebyla-li přímá viditelnost nalezena, postupuje se stejně obdobným způsobem z bodu E' výpočtem směru $\sigma_{E', M}$ atd.



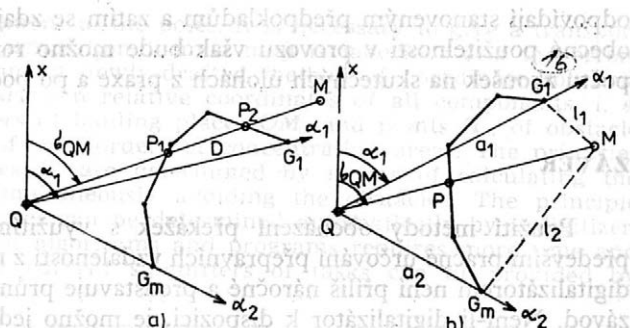
15. Obcházení dvou překážkových linií s testováním přímé viditelnosti z bodů A_1, B_1, E'_1 na bod M . — Avoiding two obstacle lines and the testing of direct visibility from the points A_1, B_1, E'_1 to the point M

ZJEDNODUŠENÁ METODA VÝPOČTU

Uvedený postup řešení je při programovém provedení dosti složitý vzhledem k možnému výskytu komplikovanějších situací. Protože nejde o vyšší přesnost výsledků a předpokládáme-li rozumný tvar překážkových linií, tj. všeobecně stejnosměrný bez kapovitých útvarů, lze některé algoritmy podstatně zjednodušit, např. tímto způsobem:

S využitím již uvedených vztahů nalezneme na směru σ_{QM} všechny průsečíky P_j

16. Zjednodušená metoda, vycházející z testování vzájemné polohy směrů $\sigma_{Q,M}$ a α_1 , resp. α_2 : a — zjednodušeně předpokládaná přímá viditelnost na M ; b — přímočaré obejití bodu G_1 , resp. G_m . — A simplified method using the testing of the mutual position of the directions $\sigma_{Q,M}$ and α_1 , or α_2 : a — expected direct visibility of the point M — a simplified scheme; b — directly going around the point G_1 , or G_m .



s překážkovými liniemi $H_1, H_2, \dots, H_n$ takové, které splňují podmínky (12), a leží tedy mezi body Q a M .

Prislušejí-li všechny tyto body P_j k stejné překážce H , pak pro tuto překážku vy počteme směry σ_{Q,G_1} a σ_{Q,G_m} na koncové body G_1 a G_m linie. Podle obr. 16 označme menší z nich jako α_1 a druhý pak α_2 , takže je

$$\alpha_1 < \alpha_2. \quad (18)$$

Jestliže dále platí, že je

$$\sigma_{QM} \leq \alpha_1, \text{ resp. } \sigma_{QM} \geq \alpha_2, \quad (19)$$

a je-li současně počet N_P nalezených průsečíků P_j sudý, pak zjednodušeně předpokládáme přímou viditelnost z Q na M , a to bez ohledu na to, zda směr σ_{QM} překážkovou linii protíná či nikoliv (obr. 15a). V takovém případě je $D = \overline{QM}$.

Není-li splněn vztah (19) nebo je počet N_P průsečíků P_j liché, pak výsledná délka D trasy obcházení se určí jako menší z hodnot součtů

$$D = \left\{ \frac{\overline{Q, G_1} + \overline{G_1, M}}{\overline{Q, G_m} + \overline{G_m, M}} \right\} = \left\{ \frac{a_1 + l_1}{a_2 + l_2} \right\}_{\min} \quad (20)$$

Jestliže spojnice $\overline{Q, M}$ protíná více než jednu překážku, tj. některé body P_j příslušejí jiným liniím, pak odvozní místo M leží vlastně nejméně až ve 3. koncentrační oblasti směrem od pólu Q . K jeho přidělování k danému pólu by logicky vzato ani nemělo docházet. Bude-li toto přidělení přesto vyžadováno, pak tento požadavek vyplývá nikoliv z geometrických vztahů, nýbrž ze skutečnosti, že jiné vhodnější porosty (v rámci příslušných OM_j) již nejsou v dané skupině k dispozici. Pak ovšem na přesnosti určení délky D trasy příliš nezáleží a jde jen o to, aby toto odvozní místo M mělo velmi nízkou prioritu, a tedy značně velkou hodnotu D , např.

$$D = \overline{QM} + c, \quad (21)$$

kde c je poměrně velká kladná konstanta, např. $c = 1000$.

Proti takto navrženému zjednodušení lze vznést řadu námitek a samozřejmě je možno nakreslit takové tvary překážek, kdy výsledek bude málo přesný. Tvar překážkových linií je však možno a nutno ovlivnit uvažným zadáním již na vstupu. Metodu řešení je nutno vždy vidět v celé šíři a zejména v souvislosti s vytvářením skupin porostů ještě před vlastním řešením koncentrace a také se způsobem uplatnění metody obalování pólů v každé skupině samostatně.

Popsaná zjednodušená metoda byla experimentálně ověřována, získané výsledky

odpovídají stanoveným předpokladům a zatím se zdají být plně postačující. O její všeobecné použitelnosti v provozu však bude možno rozhodnout až po vykonání většího počtu zkoušek na skutečných úlohách z praxe a po podrobné analýze všech výsledků.

ZÁVĚR

Použití metody obcházení překážek s využitím digitálního modelu odstraňuje především pracné určování přepravních vzdáleností z mapy. Pořízení digitálního modelu digitalizátorem není příliš náročné a představuje průměrně cca 150 bodů na jeden lesní závod. Není-li digitalizátor k dispozici, je možno jednoduše provést určení grafických souřadnic ručně s použitím průhledného rastru. Celkový postup řešení koncentrace metodou obalování pólů je stejný jako u původního programu KCV6, mění se pouze způsob určení priorit, které jsou odvozeny souřadnicovými výpočty.

Protože se předpokládá, že údaje o porostech budou v další etapě projektového řešení přejímány přímo z médií vyhotoveného LHP, pak jsou dány všechny předpoklady k tomu, aby celé vyhodnocení proběhlo automatizovaně a rutinně, přičemž účast zadavatele úlohy na tomto procesu by záležela pouze v grafickém vyjádření zámyslu na mapě.

Literatura

FILIPSKÝ, L.: Metoda výpočtu vyrovnaných těžeb. Lesnictví, 31, 1985, č. 3, s. 239-250

FILIPSKÝ, L.: Řešení problému koncentrace výroby metodou obalování pólů. Lesnictví, 31, 1985, č. 3, s. 657-669

KOLEKTIV: Plánování koncentrované výroby — program KCV6, příručka, 1985

KOLEKTIV: Technologická optimalizace těžeb — projekt TOT, příručka pro uživatele. VÚLHM — VLS, 1985

Došlo dne 5. 6. 1986

ФИЛИПСКИ, Л. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Решение концентрации рубки на числовой модели. Лесnictví, 33, 1987 (9) : 843-857.

Для автоматизированного решения концентрации рубки был применен метод обертывания полюсов с довольно хорошими результатами. Для определения начального присоединения насаждений к полюсам необходимо задать транспортное расстояние. Его субъективное определение расположения на карте очень трудоемкое и наличие ошибок довольно частое. Новый предложенный метод координатного решения исходит из того, что при вступлении даны прямоугольные относительные координаты всех необходимых элементов, т.е. полюсов концентрации Q_i , центра мест своза OM_j и точек H_m линий препятствий, создающих секции границ концентрационных областей. Преимущество распределения OM_j к полюсам Q_i определяется вычислением наиболее короткой возможной трассы с одновременным обхождением препятствий. Основные выгоды метода в том, что определение всех координат можно провести полностью автоматизированно на цифровой модели. Разработка алгоритмов хотя и является более трудоемкой, но для обычно задаваемой задачи подготовку можно обеспечить по единому способу обслуживания.

лесная экономика; модели; метод обертывания полюсов

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). A Solution to the Concentration of Logging Procedures by a Digital Model. Лесnictví, 33, 1987 (9) : 843-857.

The method of pole enveloping was used to solve by a computer the concentration of logging procedures; the results are very good. To determine the

priorities of forest stands assignment to the poles, it is necessary to give a transport distance: but its subjective determination from a map is laborious and the errors occur rather frequently. Applying a newly-drafted method of coordinate solution, the inputs will involve: the Cartesian relative coordinates of all components, i. e. poles of concentration Q_i , centers of hauling places OM_i and points H_m of obstacle lines which form the sections of the borders of concentration areas. The priorities of OM_i assignment to the poles Q_i are determined by means of calculating the shortest possible route with simultaneously avoiding the obstacles. The principle advantages are that all coordinates can be determined automatically by a digitizer. It is true that the compilation of algorithms and programs requires more time and work, but data preparation for current submitters of tasks can be provided by uniform services.

forest economy; models; method of pole enveloping

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Sirnády). *Lösung der Konzentration der Nutzungstätigkeit anhand eines digitalen Modells*. Lesnictví, 33, 1987 (9) : 843-857.

Zur automatisierten Lösung der Konzentration der Nutzungstätigkeit wurde die Methode der Umhüllung von Polen angewandt, und zwar mit relativ sehr guten Ergebnissen. Zur Bestimmung der Prioritäten der Zuordnung von Beständen zu den Polen muß die Transportentfernung vergeben werden, deren subjektive Bestimmung anhand einer Karte mühselig und das Vorkommen von Fehlern relativ häufig sind. Die neu entworfene Methode der Koordinatenlösung geht davon aus, daß am Eingang rechtwinklige relative Koordinaten aller notwendigen Elemente gegeben sind, d. h. der Konzentrationspole Q_i , der Mittelpunkte der Abfuhrstellen OM_i und der Punkte H_m von Hindernislinien, die die Abschnitte von Grenzen der Konzentrationsgebiete bilden. Die Prioritäten der Zuordnung von OM_i zu den Polen Q_i werden durch die Berechnung einer kürzesten möglichen Trasse unter gleichzeitiger Umgehung von Hindernissen bestimmt. Grundsätzliche Vorteile beruhen vor allen darauf, daß die Bestimmung aller Koordinaten völlig automatisiert mittels Digitalisator erfolgen kann. Die Erarbeitung von Algorithmen und von Programmen ist zwar anspruchsvoller, aber für einen üblichen Vergeber der Aufgabe kann die Datenvorbereitung einheitlich auf Kundendienst-Art gesichert werden.

Forstökonomik; Modelle; Methode der Umhüllung von Polen

Adresa autora:

Ing. Libor Filipský, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Sirnády, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

ŠKODLIVÉ ÚČINKY BIOPLYNŮ NA PŮDY A LESNÍ POROSTY NA PELHŘIMOVSKU

Na žádost Lesního závodu Příbyslav byl vypracován odborný posudek o změnách chemismu půd a lesních porostů poškozených bioexhaláty z provozu velkokapacitní výkrmny vepřů v katastrálním území Kojetín v okrese Havlíčkův Brod. Vykonána byla pochůzka v terénu a odebrány potřebné půdní vzorky a jehličí ze zdravých a odumírajících porostů (smrčiny), a to v porostech 20b2, 21b1 a 20C1.

Oblast s poškozenými lesními porosty se nalézá v nadmořských výškách 534—581 m a půdotvorné horniny jsou dvojslídne ruly moldanubického stáří na západních a severozápadních svazích.

Klimatické poměry podle meteorologické stanice v Havlíčkově Brodě: roční množství srážek 712 mm, roční průměrná teplota 7,0 °C, počet dnů se sněhem je 68 ročně a převládají jihozápadní větry. Jako půdní typy jsou tu okrové (hnědozemní) lesní půdy na zvětralinách dvojslídnych rul a bez CaCO_3 .

Půdní sondy byly situovány severně od velkovýkrmny. V poškozených smrčových porostech byly umístěny sondy ve vzdálenosti 50, 100 a 250 m od velkovýkrmny a v skoro nepoškozených porostech ve vzdálenosti 250 m. Tím bylo možno zachytit účinky bioplynů v různých vzdálenostech od velkovýkrmny na půdy a lesní porosty. Jehlice poškozených až uhynulých porostů byly odebrány z čerstvě zmýcených stromů a ze zdravého porostu.

Určováno bylo zrnitostní složení půd, aktivní půdní kyselost $\text{pH-H}_2\text{O}$, obsahy humusu, dusíku celkového i čpavkového a celkové síry.

V zájmové oblasti byly odebrány celkem tři půdní sondy v poškozených porostech a jedna sonda v nepoškozeném porostu. Zrnitostně jsou to okrové (hnědozemní) lesní půdy vesměs hlinité s obsahy celkového jílu ve svrchních vrstvách 39—42 %, v podloží vrstvách 42—44 %. CaCO_3 není obsažen. Vrstva povrchového surového humusu je 3—5 cm, podloží horizont A_h má mocnost 12—15 cm, spodinový horizont (B) dosahuje hloubky 35—45 cm.

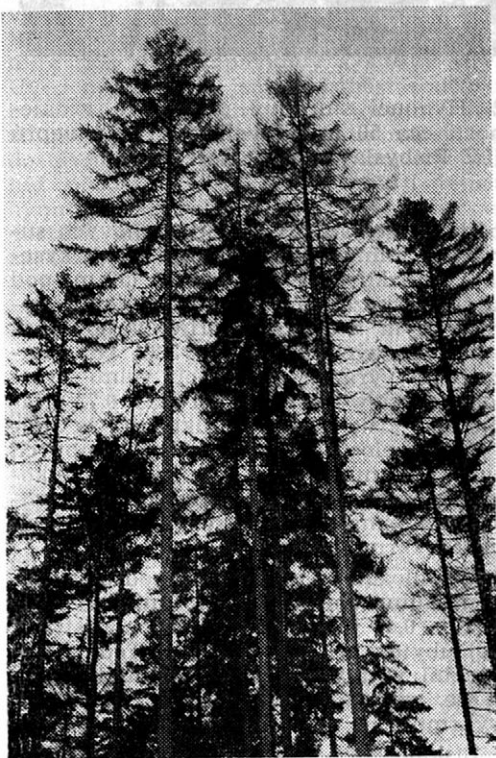
V odebraných půdních vzorcích byly určovány některé hlavní složky půdního

prostředí, které ovlivňují existenci lesních porostů. Určována byla aktivní půdní kyselost, obsah humusu, dusíku celkového a čpavkového a síry.

AKTIVNÍ PŮDNÍ REAKCE

Aktivní půdní kyselost je velmi důležitou složkou půdního prostředí, která do značné míry ovlivňuje a reguluje výživu a celkový koloběh živin v lesních ekosystémech zdravých a lidskou činností poškozených.

Pod nepoškozenými lesními porosty (vzdálenost asi 500 m) bylo číslo aktivní



1. Hynoucí smrčový porost ve vzdálenosti cca 100 m od velkovýkrmny vepřů (LZ Příbyslav, polesí Kojetín)



2. Hynoucí smrkový porost ve vzdálenosti cca 50 m od velkovýkrmny vepřu (LZ Příbrav, polesí Kojetín)

půdní kyselosti pH-H₂O povrchových surových humusů 3,92 (reakce silně kyselé), v blízkosti velkovýkrmny (50 m) pod silně poškozenými a odumírajícími porosty byla hodnota pH-H₂O v povrchových surových humusech 3,20, což ukazuje na výrazně zhoršenou velmi kyselou reakci s rozdílem pH-H₂O 0,72. Naměřená čísla kyselosti ukazují, že nejvyšší kyselost se objevila v povrchových surových humusech v blízkosti velkovýkrmny se silně poškozenými a odumírajícími smrkovými porosty a se vzdáleností od velkovýkrmny jí ubývá.

V podložních vrstvách A_h pod povrchovým humusem se ukázalo snížení kyselosti o 0,44 pH-H₂ a v hlubších vrstvách byl úbytek pH-H₂O jen 0,31. Tedy i minerální vrstvy ukázaly ubývání kyselosti se vzdáleností od velkovýkrmny.

Získané výsledky ukazují na škodlivé účinky bioplynů z velkovýkrmny na okolní lesní porosty s postupným ubýváním intenzity s narůstající vzdáleností od velkovýkrmny.

OBSAH HUMUSU

Humus je velmi důležitá složka lesních půd, která podmiňuje koloběh živin v lesních půdách, resp. v lesních ekosystémech, a tím do značné míry i výživu lesních porostů. Násilné zásahy do lesních ekosystémů nebo působení exhalátů či bioplynů se výrazně projevují na stavu a kvalitě humusu.

Celková mocnost povrchového surového humusu pod nepoškozenými lesními porosty (smrkovými) byla 2–3 cm. Pod poškozenými až uhynulými porosty bylo 4–5 cm povrchového surového humusu, který byl tvořen hlavně vrstvou jehličnatého nerozloženého humusu. Tento typ povrchového humusu se nalézal v blízkosti velkovýkrmny s uhynulými smrkovými porosty s opadáním jehličí jako důsledek škodlivého účinku bioplynů z velkovýkrmny. Se vzdáleností od velkovýkrmny se mocnost povrchového surového humusu ve zdravých a nepoškozených porostech zmenšovala na 2–3 cm.

Také obsahy pravého či oxidovatelného humusu vykazovaly ve vrstvě povrchového humusu značné rozdíly. Maximum tohoto pravého humusu bylo nalezeno v povrchových humusech v množství 59–63 % a jeho obsah ubýval směrem k velkovýkrmně v uhynulých porostech na 55–57 %. Také v podhumózní vrstvě byly zjištěny podobné rozdíly, a to od 5,6 na 4,5 % směrem k velkovýkrmně. Hlubší spodiny vykazovaly jen nepatrné rozdíly (0,2–0,3 %). Ubývání obsahu humusu surového i pravého pod uhynulými smrkovými porosty v okolí velkovýkrmny možno opět považovat za důsledek škodlivých účinků bioplynů tvořících se rozpadem organických látek v objektu velkovýkrmny.

OBSAH DUSÍKU

Pod nepoškozenými smrkovými porosty bylo nalezeno ve svrchních vrstvách povrchového surového humusu celkového dusíku v rozmezí 1940–1962 mg/100 g sušiny a v podložních vrstvách 19–21 mg/100 g. Pod poškozenými až uhynulými porosty bylo nalezeno ve vrstvách povrchového surového humusu 1900–1915 mg/100 g a v podložních vrstvách 8–17 mg/100 g.

Pod poškozenými porosty bylo celkového dusíku v povrchových humusech méně o 40–47 mg/100 g sušiny v podhumózních vrstvách méně o 4–11 mg/100 g. Největší úbytky dusíku byly opět v půdách pod uhynulými porosty v blízkosti velkovýkrmny.

Dusík čpavkový či amoniakální byl zjištěn ve značně zvýšených kvantech. Pod nepoškozenými porosty měly vrstvy povrchových humusů tohoto dusíku 52—55 mg/100 g, podložní vrstvy pak 4—5 mg/100 g sušiny.

Pod poškozenými až uhynulými porosty obsahovaly vrstvy povrchových humusů 85—92 mg/100 g amoniaku, takže zvýšení N-NH₄ bylo tu v rozmezí 23—47 mg/100 g. Podložní vrstvy měly N-NH₄ v rozmezí 4—6 mg/100 g sušiny. Maximální kvanta čpavkového dusíku zjištěna opět v blízkosti velkovýkrmny vepřů a s přibývajícím vzdáleností ho ubývalo. Režim dusíku opět výrazně ukazuje na účinky bioplynů na půdu.

OBSAH SÍRY

Síra a její sloučeniny jsou tu organického původu a působí jako sirovodík nebo oxid siřičitý SO₂.

Pod nepoškozenými smrkovými porosty obsahovaly povrchové surové humusy celkové síry 6—10 mg/100 g a v podložních vrstvách 3—5 mg/100 g sušiny. Pod poškozenými až odumřelými porosty bylo zjištěno v povrchových surových humusech síry 10—14 mg/100 g, v podložních vrstvách 6—8 mg/100 g. Maximum síry bylo opět v půdách v blízkosti velkovýkrmny a s přibývajícím vzdáleností jí ubývalo. Je to zajímavý vznik plynných složek síry rozpadem a kvasicími procesy biochemickou cestou z organických zbytků.

CHEMICKÉ SLOŽENÍ POŠKOZENÉHO A NEPOŠKOZENÉHO JEHLIČÍ

Pro podrobnější poznání hynutí smrkových porostů a hlavně asimilačních orgánů smrků byly vykonány chemické analýzy poškozeného až uhynulého smrkového jehličí a pak jehličí nepoškozených porostů z čerstvě zmýcených stromů. Laboratorně byly určovány obsahy celkového a čpavkového dusíku v jehlicích z korunové části stromů.

V jehlicích nepoškozených smrkových porostů bylo nalezeno celkového dusíku 1920—1928 mg/100 g sušiny, v jehlicích poškozených až uhynulých porostů bylo celkového dusíku 1850—1872 mg/100 g. V odumřelých jehlicích bylo snížení celkového dusíku v rozmezí 56—70 mg/100 g. Největší snížení se objevilo v jehlicích v blízkém okolí velkovýkrmny.

Čpavkový či amoniakální dusík tvoří jen malý podíl v jehlicích a jen ve speciálních poměrech se jeho podíl v jehli-

cích různě zvyšuje, takže dochází k amonizaci jehličí.

V jehlicích nepoškozených smrkových porostů bylo nalezeno amoniakálního dusíku v rozmezí 9—11 mg/100 g sušiny, v odumřajících až odumřelých jehlicích 20—28 mg/100 g sušiny. Zvýšení obsahu tohoto dusíku tedy činilo 11—17 mg/100 g sušiny.

Nejvyšší obsahy této amoniakální formy dusíku v jehlicích byly zjištěny opět v blízkém okolí velkovýkrmny. Zvýšené obsahy čpavkového dusíku působí na smrkové porosty v plynné formě jako součást bioplynů, které vznikají biochemickými procesy z dusíkatých organických látek ve velkovýkrmné vepři.

V jehlicích nepoškozených smrkových porostů byly zjištěny obsahy síry (celkové) v rozmezí 2—3 mg/100 g sušiny. V odumřajících až odumřelých jehlicích 3—5 mg/100 g. Zvýšené obsahy síry v odumřelých jehlicích jsou v rozmezí 1—2 mg/100 g. Tyto plynné složky tvoří součást bioplynů, vznikajících rozkladnými biochemickými procesy z organických látek ve velkovýkrmné vepři.

V odumřajících a odumřelých smrkových jehlicích je v maximálních kvantech obsažen celkový dusík, v menší míře pak dusík čpavkový a složky síry. Uvedené složky jsou vesměs součástí bioplynů, tvořících se z organických zbytků ve velkovýkrmné, a větry se dostávají na sousední lesní porosty, na něž působí toxicky a podmiňují jejich hynutí. Část těchto škodlivých složek se dostává do lesních porostů také z půd zasažených těmito bioplyny.

SOUHRN VÝSLEDKŮ

Studie obsahuje výsledky terénních a laboratorních výzkumných prací o problematice hynutí smrkových porostů na Lesním závodě Příbrav, polesí Kojetín v okolí velkovýkrmny vepřů. Zájmová oblast je v nadmořských výškách 534—581 m a půdotvorné horniny jsou dvojslídne ruly. Půdní typy jsou hlinité okrové (hnědozemní) lesní půdy. V půdách bylo určováno zrnitostní složení, aktivní půdní kyselost, humus, formy dusíku a celková síra.

Nejkyselější půdy byly zjištěny pod hynoucími smrkovými porosty v blízkosti velkovýkrmny; s přibývajícím vzdáleností od objektu kyselosti ubývalo. Nejmenší obsahy pravého humusu v povrchových surových humusech byly nalezeny pod silně poškozenými porosty v blízkosti velkovýkrmny a s přibývajícím vzdáleností od objektu se zvyšovaly obsahy této formy humusu. Pokles pra-

vého humusu pod silně poškozenými porosty byl v okolí velkovýkrmný, a to v povrchových vrstvách surových humusů v rozmezí 4–6 mg/100 g, v podloží 6–11 mg/100 g sušiny.

Pokles celkového dusíku v povrchových humusech se objevil v okolí velkovýkrmný pod poškozenými porosty a byl 40–47 mg/100 g, v podložní vrstvě 4–11 mg/100 g sušiny. Maximální kvanta amoniakálního dusíku byla zjištěna v povrchových humusech v okolí velkovýkrmný v rozmezí 52–55 mg/100 g a v podloží 4–6 mg/100 g. Nárůst N-NH₄ byl v povrchových humusech pod uhybnými porosty 23–47 mg/100 g, v podložních vrstvách 4–6 mg/100 g sušiny. Obsahy složek síry byly opět v maximálních kvantech v blízkosti velkovýkrmný.

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

MEZINÁRODNÍ POSTGRADUÁLNÍ KURS V EKOLOGICKÝCH VĚDÁCH

Z pověření Organizace Spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu UNESCO a Programu Spojených národů pro životní prostředí UNEP se stala Technická univerzita v Drážďanech v NDR hostitelem desetiměsíčního postgraduálního kursu mladých odborníků z rozvojových zemí Afriky, Asie a Latinské Ameriky. Předmětem výuky pro poznání ekologických přístupů k hodnocení a poznání přírodních zdrojů, hospodaření s půdou v rozvojových zemích se stala strategie řešení základních problémů v nich, ekologické základy produkčních systémů, plánování využití půd v rámci tzv. agroekosystémů, chov dobytka, hospodaření se zdroji lesa v rámci tzv. agrolesnictví, obhospodařování vodních ekosystémů a základy rozboru příčin současných vlivů na životní prostředí v zemích, které se teprve hospodářsky, sociálně a kulturně ve všeobecném pojetí vyvíjejí. Součástí tohoto dlouhodobého kursu byl i pětidenní seminář, který za finanční pomoci střediska Spojených národů pro průmyslový rozvoj UNIDO se sídlem v Plzni se uskutečnil v Československu. V týdně od 25. 5. do 30. 5. 1986 navštívili účastníci z Etiopie, Mosambiku, Mali, Nigerie, Jemenské demokratické republiky, Kampučie, Vietnamu, Thajska, Indonésie, Brazílie, Kuby, Venezuely, Kolumbie, Ecuadoru, Guyany a Mexika Severočeský kraj, Dům vědeckých pracovníků

V jehlicích poškozených smrkových porostů v blízkosti velkovýkrmný bylo celkového dusíku 1850–1872 mg/100 g. Snížení celkového dusíku v jehlicích uhynulých porostů bylo v rozmezí 56–70 mg/100 g, obsahy N-NH₄ byly zvýšeny v odumřelých jehlicích o 20–28 mg/100 g (amonizace jehlic). Obsahy složek síry byly v jehlicích nepoškozených smrkových porostů 4–6 mg/100 g, v poškozených 7–10 mg/100 g sušiny.

Zvýšená kvanta amoniakálního dusíku a síry (podmiňující do značné míry toxicitu bioplynů) tvoří součást bioplynů tvořících se biochemickými procesy z organických zbytků ve velkovýkrmně a větry se dostávají na okolní lesní porosty. Také některé půdní složky jsou ovlivňovány a různě pozměňovány bioplyny z velkovýkrmný.

v Liblicích u Mělníka, Prahu a kraj Jihočeský. Organizací jejich pobytu v ČSSR byli pověřeni pracovníci Ústavu krajinné ekologie ČSAV v Českých Budějovicích včetně jeho pracoviště pro speciální ekologii venkovské krajiny v Mostě. Ve všech místech těchto zastávek se jim dostalo informací v různých referátech, v Českých Budějovicích souborného přehledu o práci Jihočeského biologického centra ČSAV a samotného Ústavu krajinné ekologie.

Jestliže účelem náplně celého kursu je účastníkům předkládat poznatky, které jsou vztaženy k problematice rozvojových zemí, pak se tomu nemohl vyhnout ani jejich krátký pobyt v ČSSR. Proto na závěr českobudějovického semináře se uskutečnila celodenní exkurze do Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko, kde bylo možno shlédnout rekultivace borovic po těžbě písku u Suchdola n. Lužnicí a k rekultivaci připravované plochy s pokračující těžbou písku v Halámkách. Tyto rekultivace jsou nákladné proto, že je k nim třeba i tady značných povrchových úprav. Připravovaný projekt v Halámkách má řešit nejen zalesňování, ale i vhodné využití území k rekreačním účelům včetně výstavby hotelových zařízení, v prostoru se uvazuje i s nádrží na pitnou vodu, kterou mohou poskytnout za určitých podmínek některé vytěžené pískovny. Problematice hospodaření s odpady byla věnována

návštěva čistírny odpadních vod v Třeboni, která upravuje jednak odpad z velkovýkrmny prasat, jednak komunální městský odpad. Vyráběný bioplyn a zužitkování vysušeného tuhého odpadu je nejen ekologickým, ale i ekonomickým opatřením.

Pobyt účastníků kursu z rozvojových zemí v ČSSR pomohl splnit jeho účel tím, že rozšířil jejich nejen teoretické, ale i praktické poznatky řešení některých problémů v životním prostředí u nás, že přispěl odborně bezprostředním stykem a navázáním spolupráce

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

SEMERDŽIEVA M., MUSÍLEK V.: SBÍRKA KULTUR STOPKOVÝTRUSNÝCH HUB. (CULTURE COLLECTION OF BASIDIOMYCETES). 1986, PRAHA

V roce 1986 vydal Mikrobiologický ústav ČSAV v Praze 4. vydání katalogu kultur mycelií stopkovýtusných hub, které jsou na tomto pracovišti k dispozici pro vlastní výzkum, na výměnu nebo pro studium rozmanitých otázek na jiných pracovištích. Po stručném úvodu následuje výklad, jak katalogu používat s dalšími informacemi, seznamem zkratk a názvy dalších devíti pracovišť, odkud byly některé kultury získány (dvě z nich jsou v ČSSR, dalších sedm z zahraničí). Na 57 stranách je pak seznam kultur seřazený abecedně podle vědeckých názvů hub s uvedením nejčastějších synonym, číslem a původem kultury. Celkem jde o 391 kultur. V závěru publikace je seznam zkratk autorů a jejich plných jmen, kteří houby popsali. Brožuru doplňují tři fotografie v textu: plodnice houby *Oudemansiella mucida* v kultuře, mycélium této houby, z níž bylo získáno nové antibiotikum proti kožním houbovým chorobám, a část sbírky kultur, na obálce je pak záběr části pracoviště s kulturami hub.

Převážná většina kultur zahrnuje lesnický významné houby dřevokazné, dále některé symbiotické mykorrhizní houby a saprofytické houby pěstované pro jedlé plodnice. Sbírnka má proto význam nejen pro základní vědecký výzkum, ale i pro praktické využití v aplikovaných oborech. K nejvýznamnějším objevům

s některými vědeckými pracovníky ČSAV a také i společensky shlednutím ukázky sklářské práce ve Sklárnách v Chlumě u Třeboně a závěrečnou večeří v hotelu Gomel v Č. Budějovicích 29. 5. 1986, spojenou s předáním dvacetistránkové závěrečné zprávy a upomínkových předmětů z českého skla.

Další den vedla cesta 17 účastníků kursu z rozvojových zemí s doprovodem z NDR a ČSSR do Mezinárodního ústavu aplikované systémové analýzy v Laxenburgu u Vídně v Rakousku.

Další den vedla cesta 17 účastníků kursu z rozvojových zemí s doprovodem z NDR a ČSSR do Mezinárodního ústavu aplikované systémové analýzy v Laxenburgu u Vídně v Rakousku.

s praktickým využitím posloužila bohatá série kmenů dále šlechtěné houby *Oudemansiella mucida* pro výrobu nového antibiotika. Jinak tato sbírka přispěla např. i k vyřešení otázky skryté hniloby živých dubů a určení jejího původce, což bylo vyvoláno reklamací zahraniční firmy nakupující u nás dřevo. Vysvětlení příčin, způsobu nákazy a jejich projevů v živých stromech i v mrtvém dřevě a trháni dých při jeho zpracování znamenalo významnou devizovou úsporu a přispělo i k zachování dobrého jména v mezinárodním obchodu. Napomohla k tomu kultura č. 528 *Daedalea quercina* z této sbírky, získaná z NDR z Eberswalde. Byly v ní zjištěny nejen různé typy houbových vláken, ale při „hladověni“ houby v stárnoucí kultuře také tvorba chlamydospór a do té doby snad neznámé konidiové stadium houby. Přitom byla vysvětlena příčina vady dubového dřeva popsaná v zahraničním dřevařském časopise, u které nebyl určen původce. (Skrytá nákaza živých dubů sífkovcem dubovým *Daedalea quercina*, Lesnictví 1981, s. 862-864). Citovaná sbírka kultur může přispět i jako základ pro množení hub k umělé mykorrhizaci lesních dřevin, ke studiu několika nově rozlišovaných druhů vláček a jejich hospodářského významu, cizopasnictví či saprofytismu i řešení dalších úkolů lesního hospodářství.

SMITH W. H.: LES A OVZDUŠÍ. INTERAKCE MEZI LESNÍMI EKOSYSTÉMY A PRÍMĚSÍMI V ATMOSFÉRE (LES I ATMOSFERA. VZAIMODEJSTVÍJE MEŽDU LESNYMI EKOSISTEMAMI I PRIMESJAMI ATMOSFERNOGO VOZDUCHA). 1985, MOSKVA

Nebývá zvykem recenzovat edice překladů. Ruský překlad díla W. H. Smitha si však zaslouhuje zvláštní pozornost již proto, že originál (Air pollution and forests. 1981, New York) je v ČSSR k dispozici jen v několika exemplářích a edice moskevského nakladatelství Progress tedy toto dílo významně přibližuje i československé odborné veřejnosti.

Kniha je rozčleněna do 17 kapitol. Všechny myslitelné a z empirie i z experimentu známé typy vztahů mezi lesními ekosystémy a atmosférickými příměsmi dělí W. H. Smith podle jejich intenzity a přístupu k jejich analýze do tří skupin. Nazývá je interakcemi I., II. a III. třídy.

První skupinou (jsou jí věnovány kapitoly 2 až 6) je prostá emise a prosté pohlcování, charakterizovatelné kvantitativně intenzitou a kvalitativně spektrem chemických sloučenin. Po úvodním zhodnocení funkce lesů v koloběhu uhlíku, síry a dusíku (2) autor podává přehled poznatků o lesích jako o zdroji atmosférických emisí (3). Shrnuje údaje o přirozené emisi uhlovodíků lesními porosty (např. emisi terpenoidů jehličnany a izoprenu některými listnáči), o hygienických aspektech emise alergogenního pylu a charakterizuje atmosférické emise lesních požárů. Les jako příjemce antropogenních emisí je zkoumán jednak s ohledem na jejich chemickou charakteristiku (stopové kovy, CO, SO₂, H₂S, NO_x, C_xH_y, oxidující látky), jednak z hlediska mechanismu jejich depozice. Samostatně je hodnocena role půdy (4) a rostlinstva (5). Jako globálně významné aspekty (6) interakcí I. třídy hodnotí W. H. Smith vztah změn koncentrace CO₂ v ovzduší k dlouhodobým změnám klimatu a nové poznatky o vlivu přirozených emisí les-

ních porostů na fotochemickou syntézu ozónu v atmosféře.

Druhou skupinou (kapitoly 7 až 15) vlivů atmosférických emisí je jejich škodlivé působení na dílčí pochody životních projevů lesního ekosystému nebo na vztahy jeho složek. Je hodnocen vliv na rozmnožování dřevin (7. produkce pylu a její funkce, opylení, tvorba plodů a semen, klíčení semen), na složení a metabolismus půdních biocenóz, a tím na koloběh živin v celém ekosystému (8. vliv stopových prvků, 9. vliv kyselých srážek), na symbiotické vztahy v oblasti rhizosféry (10), na metabolismus dřevin (11. fotosyntéza, dýchání), na vztahy složek ekosystému na úrovni konzumu a parazitismu (12. fytofágní hmyz, 13. fytopatogenní mikroorganismy) i na přímé poškozování asimilačních orgánů intoxikací SO₂, NO_x, O₃, PAN, F₂/HF a stopovými kovy (14). Druhý oddíl uzavírá přehled odpovědí ekosystému jako celku (15. pokles přírůstu, změny druhového složení biocenóz a sukcese k nim vedoucí, gradace škůdců).

Jako třetí třídu (kapitoly 16 a 17) vlivů atmosférických emisí označuje W. H. Smith úplné destrukce lesních ekosystémů. Komplexně je dokumentuje (16) třemi případy, kdy rozhodující složkou byl SO₂: hutní komplex ve státě Tennessee (USA), v Sudbury (Ontario, Kanada) a Wawa (tamtéž), a podává přehled významnějších případů impaktu dalšími škodlivinami. Poslední kapitola (17) je věnována dlouhodobým prognózám, podrobněji však rozpracovaným pouze pro USA.

Kniha je vybavena velmi důkladným poznámkovým aparátem. Literární citace jsou řazeny pro každou kapitolu zvlášť, což je při jejich obrovském množství (1033 odkazů) velmi praktické. Má 429 stran, 60 obrázků a 105 tabulek. 1. vydání překladu vyšlo v nákladu 4000 výtisků. Cena 2,20 Rbl, v ČSSR 28,00 Kčs.

Ing. Josef K y n c l, Botanický ústav ČSAV, 252 43 Průhonice