

REAKCE SEMENÁČKŮ BUKU A DUBU NA UMĚLÝ KYSELÝ DĚŠŤ VE VZTAHU K VÝŽIVĚ DUSÍKEM

R. Čížková

ČÍŽKOVÁ, R. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). *Reakce semenáčků buku a dubu na umělý kyselý déšť ve vztahu k výživě dusíkem*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 295-312.

Semenáčky buku lesního (*Fagus silvatica* L.) a dubu letního (*Quercus robur* L.), pěstované ve skleníku, byly vystaveny simulovaným expozicím umělého kyselého deště v podobě roztoků kyseliny sírové (kontrolním deštěm byla destilovaná voda o pH 5,6). Byl zjišťován přímý vliv deště na listy semenáčků za vyloučení nepřímých účinků přes půdní prostředí a vliv kombinovaný jak na nadzemní části, tak na půdu. Déšť byl aplikován opakovaně (chronický účinek, od acidity o pH 4,5 do 2,2) a jednorázově (akutní účinek, pH 1,4). Působení kyselého deště o pH 4,5 poněkud podpořilo růst semenáčků buku, od pH 3,7 níže byl účinek deště negativní. Byly indukovány nekrózy listů, odumírání různě velkých oblastí listových čepelí, zmenšování listové plochy, hmotnosti semenáčků a snížení procenta vitálních semenáčků v následujícím roce po přezimování. S okyselováním deště vzrůstala specifická vodivost listových extraktů. Doplnkovou výživou dusíkem byl negativní účinek kyselého deště posunut k nižším hodnotám pH. V půdním nádobovém pokusu došlo k redukci růstu semenáčků se zvyšováním kyselosti deště, zatímco podstatné změny v pH půdy zaznamenány nebyly.

kyselý déšť; buk; dub; růst semenáčků; listová plocha; vodivost listů; výživa dusíkem

Výskyt zvýšené acidity srážek na rozsáhlých geografických územích prohlubuje důležité otázky jejich efektu na růst a zdravotní stav lesních dřevin a na celkovou strukturu a funkce lesních ekosystémů. Složení přírodního kyselého deště je variabilní podle lokálních specifit a rovněž řada ostatních faktorů ovlivňuje rozsah a charakter jeho účinku na vegetaci včetně lesních dřevin (Grodzinski a kol. 1984). V závislosti na daných okolnostech mohou být lesní dřeviny ovlivněny jednak vrcholovými hodnotami acidity deště, jednak mohou reagovat na totální depozici iontů nebo kombinaci účinku deště s ostatními faktory prostředí. Matematický rozbor těchto vztahů vypracovali Botkin a Aber (1978).

Poněvadž za výše uvedených složitých závislostí je v přírodních poměrech odpověď vysvětlující reakce rostlin obtížná, je důležitým aspektem výzkumu sledování účinku umělého kyselého deště o známém chemickém složení, aciditě a dávce. Existují dva typy studia působení umělého deště, a to pokusy venkovní (Abrahamsen a kol. 1976, Floyd 1981) nebo pokusy skleníkové při řízeném prostředí v komorách (Fortin a Mc Bean 1983, Kim a kol. 1981, Wiman a Agren 1985).

Ve venkovních pokusech může být umělý kyselý déšť aplikován za podmínek, kdy rostliny nejsou vystaveny okolním srážkám nebo na

rostliny, které jsou ovlivňovány i přirozeným deštěm. Každý z experimentálních postupů má své přednosti a limitace (včetně přirozených terénních pokusů).

Pro získání přesných údajů a se záměrem poznání základních fyziologických procesů rostlin je významným přínosem simulování umělého kyselého deště ve skleníkovém prostředí (Chevone a kol. 1984, Wedding a kol. 1979). Ke kompletní analýze je třeba stanovit účinek každého jednotlivého druhu iontů přítomných v přirozeném dešti (rovněž jejich kombinace a různé dávky) za ostatních definovaných podmínek. Rozsah a charakter účinku kyselého deště na vegetaci určuje mnoho faktorů, protože jednak dochází k přímému kontaktu deště s nadzemními částmi rostlin, jednak se kyselý déšť dostává do půdy a působí na rostliny nepřímo.

Přímý účinek kyselého deště na listy určují charakteristiky srážkových dějů, podmínky prostředí, fyzikální, chemické a morfologické vlastnosti listů, včetně fyziologického a biochemického stavu rostlin. Stupeň poškození závisí teoreticky na ploše listů, která je s deštěm v kontaktu. Jsou též pozitivní korelace mezi reakcí rostliny a časovým úsekem, kdy jsou listy vlhké. Výrazný vliv má kvalita listového povrchu (Evans a Curry 1979). Penetrace deště průduchy je velmi nízká, ovšem kyselý déšť může způsobit změny ve funkci průduchů, a tím ovlivnit vlastní pronikání deště. Také poškození buněk epidermis a kutikuly může být rozhodující pro další průnik látek do listu (Evans a kol. 1977). Některé oblasti kutikuly jsou odolnější, jiné citlivější. Průnik látek velmi závisí na jejich chemické povaze (včetně acidity deště) a je ovlivněn jak pasívními, tak i metabolickými procesy.

Mezi další uvažované přímé efekty kyselého deště na vegetaci patří možnost zvýšeného vymývání prvků. Destrukce povrchových vrstev listů je v přímém vztahu k úniku látek z rostlinných pletiv. Bylo zjištěno, že mohou být vymývány substance jako jsou minerální živiny, zejména kationty vápníku a draslíku, aminokyseliny, organické kyseliny, pektinové látky, cukry, vitamíny, alelopaticky působící látky i látky růstové (Fairfax a Lepp 1975).

Experimenty zde popsané jsou částí série kontrolovaných laboratorních výzkumů zaměřených na stanovení efektu simulovaného kyselého deště na růst a vývoj semenáčků různých druhů dřevin typických pro lesní ekosystémy Československa (Čížková 1985) a jsou zahrnuty do výzkumného úkolu řešeného Ústavem experimentální fytotechniky ČSAV v Brně. Cílem této práce je získání znalostí o účinku umělého kyselého deště na semenáčky buku lesního a dubu letního.

MATERIÁL A METODIKA

Semenáčky buku lesního (*Fagus silvatica* L.) i dubu letního (*Quercus robur* L.) byly vypěstovány z osiva a dále kultivovány v letech 1982–1983 ve skleníku ÚEFT ČSAV v Brně. Osvětlení bylo přirozené. Teplota během dne a noci kolísala od 18 do 26 °C. K experimentům č. 1, 2, 3 byla použita technika vodních kultur (Čížková 1983). V experimentu č. 4 rostly semenáčky v hlinité zemině o pH 6,9.

Umělý kyselý déšť byl simulován roztoky kyseliny sírové ředěnými na příslušnou hodnotu pH destilovanou vodou. Hodnoty pH byly zjišťo-

vány elektrometricky. Kontrolní semenáčky byly ošetřovány stejným objemem destilované vody. Déšť byl aplikován ručním rozprašovačem každý druhý den tak, aby úplně a rovnoměrně zvlhčil nadzemní části semenáčků, ale nedostal se do živných roztoků.

Po stanovené době kultivace se zatížením semenáčků kyselým deštěm byl zhodnocen růst jejich jednotlivých orgánů gravimetricky a délkově. Byla zjištěna čerstvá hmotnost, sušina, relativní (průměrná, specifická) hmotnost (RGR), vyjadřující hmotnostní přírůstek sušiny vztážený na hmotnostní jednotku sušiny pro daný časový interval a zastoupení hmotnosti sušiny kořenů v hmotnosti sušiny celé rostliny v procentech (RMR). Gravimetricky byla stanovena plocha listů. Přízpůsobenou metodou sledování poškození rostlinných pletiv mrazem (Aronsson a Eliasson 1970) podle Ryškové (1977) byla stanovena specifická vodivost výluhu listů a relativní vodivost vyjadřující poměr vodivosti extraktu listů při 20 °C a vodivosti extraktů po povaření. Vodivost byla měřena konduktometrem OK 102/1 Radelkis. Statistická průkaznost diferencí studovaných veličin mezi kontrolními semenáčky a ostatními byla hodnocena G - testem (Fryer 1957).

Experiment č. 1

Chronický a akutní účinek kyselého deště na růstové parametry semenáčků buku lesního.

Původ semen: Štěpánov, partie 28/a/II, oblast IV/540, uzn. j. II A/BK/8/IV/Žd. Acidita deště v pH: 5,6 (kontrola); 4,5; 3,7; 3,1; 2,2; 1,4.

Dávka deště: 54 mm za rok, tj. chronický účinek (pH 5,6 až 2,2), 0,15 mm za rok, tj. akutní účinek (pH 1,4).

Doba kultivace semenáčků: 60 dní.

Výživa semenáčků: živný roztok podle Richtera o základní koncentraci doplněný roztokem mikroelementů.

Experiment č. 2

Srovnání růstu semenáčků buku lesního za podmínek zvyšované acidity kyselého deště v závislosti na výživě dusíkem.

Původ semen: Štěpánov, partie 28/a/II, oblast IV/540, uzn. j. II A BK/8/IV/Žd. Acidita deště v pH: 5,6 (kontrola); 3,9; 3,6; 2,8; 2,6; 2,4.

Dávka deště: 54 mm za rok.

Doba kultivace semenáčků: 90 dní (1. rok), 300 dní (2. rok).

Výživa semenáčků: živný roztok podle Richtera o desetinasobném zředění doplněný roztokem mikroelementů; živný roztok doplněný 113 ppm dusíku ve formě NH_4NO_3 .

Experiment č. 3

Srovnání růstu semenáčků dubu letního za podmínek zvyšované acidity kyselého deště v závislosti na výživě dusíkem.

Původ semen: Brno, neuzn. porost, 200 m n. v.

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

Dávka deště: 30 mm za rok.

Doba kultivace semenáčků: 60 dní.

Výživa semenáčků: živný roztok podle Richtera o základní koncentraci; živný roztok doplněný 113 ppm dusíku ve formě NH_4NO_3 .

Experiment č. 4

Vliv kyselého deště na růst semenáčků buku lesního a dubu letního v půdě.

Původ semen: Štěpánov, partie 28/a/II, oblast IV/540, uzn. j. II A BK/8/IV/Žd. (buk), Brno, neuzn. porost, 200 m n. v. (dub).

Acidita deště v pH: 5,6 (kontrola); 4,5; 3,7; 3,1; 2,2; 1,4.

Dávka deště: 54 mm za rok, tj. chronický účinek (pH 5,6 až 2,2), 0,15 mm za rok, tj. akutní účinek (pH 1,4).

Doba kultivace semenáčků: 60 dní.

I. Průměrná hmotnost sušiny, relativní růstová rychlost (RGR), zastoupení sušiny kořenů v sušině celých rostlin (RMR) a změna hmotnosti celých rostlin (proti kontrolní aciditě) semenáčků *Fagus silvatica* L. chronicky a akutně (pH 1,4) ovlivněných stupněm acidity kyselého deště. — Average dry matter, relative growth rate (RGR), root matter ratio (RMR) and change in total dry matter of plants (compared to control acidity) of *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain applied in chronical and acute (pH 1.4) ways

Stupeň acidity kyselého deště (pH)	Sušina 10 rostlin (g)												
	dělohy	listy					stonek	hypo- kotyl	nadzemní část	kořeny	RGR	RMR	změna hmotnosti
		1.	2.	3.	4.	5.					g sušiny na 100 g sušiny a den	% sušiny kořenů	% sušiny celých rostlin
5,6 Kontrola	0,65	1,18	0,25	0,30	0,39	0,45	1,10	0,55	4,87	1,85	2,32	27,53	100
4,5	0,60	1,16	0,24	0,33	0,41	0,59	1,10	0,41	4,84	1,85	2,24	27,65	99,55
3,7	0,62	1,14	0,24	0,30	0,43	0,24	1,01	0,32	4,30 ⁺	1,90	2,14	30,65	92,26
3,1	0,63	1,15	0,18	0,33	0,41	0,20	0,99	0,33	4,22 ⁺	1,99	2,14	32,05	92,41
2,2	0,65	1,16	0,23	0,16	0,20	0,17	0,72	0,26	3,55 ⁺⁺⁺	1,42 ⁺	1,65	28,57	73,96
1,4	0,64	1,18	0,14	0,19	0,24	0,12	0,56	0,26	3,33 ⁺⁺⁺	1,28 ⁺	1,48	27,76	68,60

Statisticky průkazné difference mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými vyšší aciditou kyselého deště jsou u nádzemní části a kořenů označeny ⁺ = $P < 0,05$; ⁺⁺ = $P < 0,01$; ⁺⁺⁺ = $P < 0,001$ ($n = 5$).

VÝSLEDKY

EXPERIMENT č. 1

Kyselý déšť byl aplikován na semenáčky buku ve vývojovém stadiu prvního patra dvou dospělých listů. Chronickým působením kyselého deště byl růst redukován (tabulka I, obr. 1), průkazná inhibice nastala zejména u nejmladších listů (5. patro) aciditou deště pH 3,7 a nižší. Také v hodnotách relativní růstové rychlosti (tabulka I) i listové plochy (tabulka II) byl výrazný pokles. Zvyšování acidity deště nemělo zřetelný vliv na zastoupení sušiny kořenů v sušině celých rostlin (tabulka I).

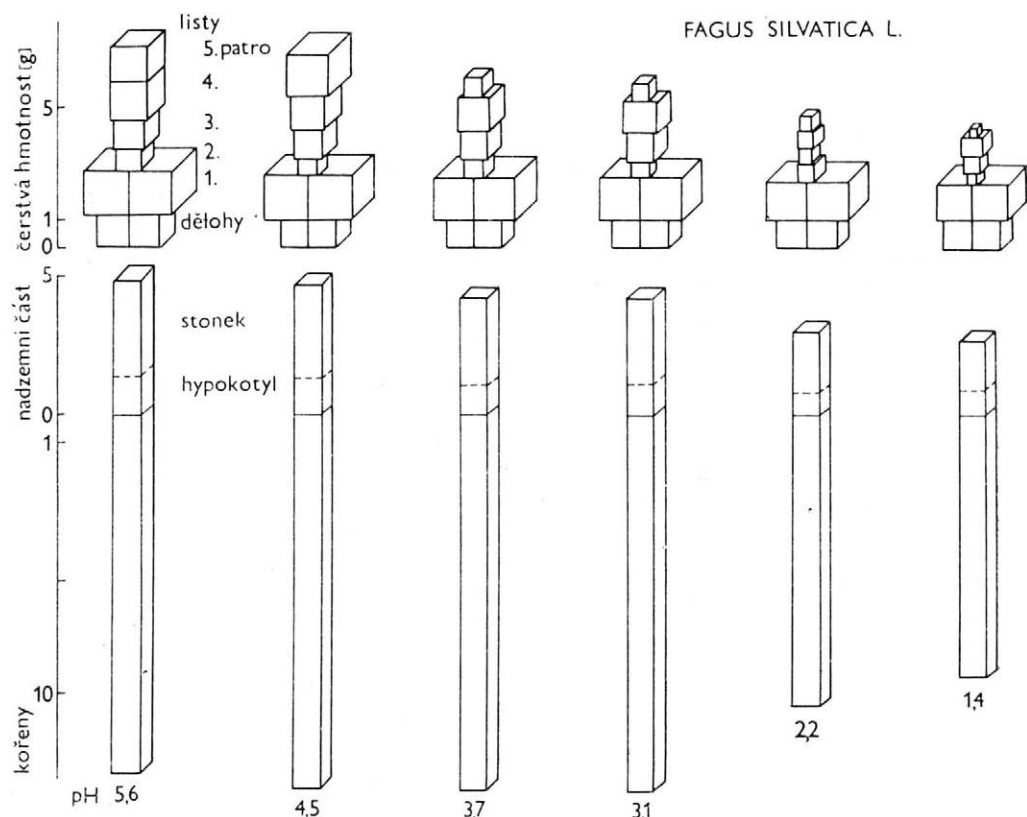
Po jednorázovém postřiku (akutní účinek) kyselým deštěm o pH 1,4 se projevilo během šesti dní výrazné fyzikální popálení listů. Nekrotické skvrny na čepelích listů se počaly projevovat při pH deště 2,2 po pěti dnech opakovaného postřiku. Za 19 dní byly poškozeny listy působením deště o pH 3,1. Listy nižších pater měly drobné usychající skvrny v důsledku fyzikálního popálení po celé ploše listových čepelí a výrazně usychající marginální partie listů (asi 10 % plochy listů). Listy vyšších pater byly zčásti (5 % listů) mozaikovitě chlorotické s mírným usycháním od okrajů listů. Akutním poškozením semenáčků deštěm o pH 1,4 ve vývojové fázi 1. patra listů, nenastala ani do fáze 5. patra listů růstová regenerace. Při žádném ze stupňů acidity aplikovaného kyselého deště nedošlo během jednoho vegetačního období k úhynu celých semenáčků. Kyselý déšť od pH 3,1 níže omezil růst semenáčků do délky (obr. 2).

EXPERIMENT č. 2

Během dvou vegetačních období růstu semenáčků buku po jejich vyklíčení byl sledován účinek kyselého deště o jednotlivých stupních acidity v rozpětí pH 3,9 až 2,4. V prvním roce byla čerstvá hmotnost a sušina semenáčků mírně zvýšena kyselým deštěm o pH 3,9. S dalším vzestupem acidity deště růst klesal (tabulka III, obr. 3, 4). Snižovala se rovněž relativní růstová rychlost, hodnoty RMR byly beze změny (tabulka III). Účinkem kyselého deště o pH 2,4 byla hmotnost semenáčků in-

II. Listová plocha 10 semenáčků *Fagus silvatica* L. chronicky a akutně (pH 1,4) ovlivněných stupněm acidity kyselého deště. — Leaf surface of *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain applied in chronic and acute (pH 1,4) ways

Stupeň acidity kyselého deště (pH)	Listová plocha (cm ²) 10 rostlin					
	1. patro	2. patro	3. patro	4. patro	5. patro	celkem
5,6 Kontrola	412	102	123	158	161	956
4,5	415	80	119	157	132	903
3,7	418	88	112	154	93	865
3,1	417	68	84	152	78	799
2,2	406	73	51	59	47	636
1,4	422	50	77	87	41	677



1. Průměrná čerstvá hmotnost 10 semenáčků *Fagus silvatica* L. chronicky a akutně (pH 1,4) ovlivněných stupněm acidity kyselého deště. — Average fresh matter of ten *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain applied in chronical and acute (pH 1.4) ways

hibována téměř na 50 % hmotnosti kontrolních semenáčků (tabulka III).

Po zimním období bylo sledováno rašení semenáčků, které bylo se zvyšováním acidity deště opoždováno oproti rašení kontrolních semenáčků. Kromě toho semenáčky ve zvýšené míře hynuly (obr. 5).

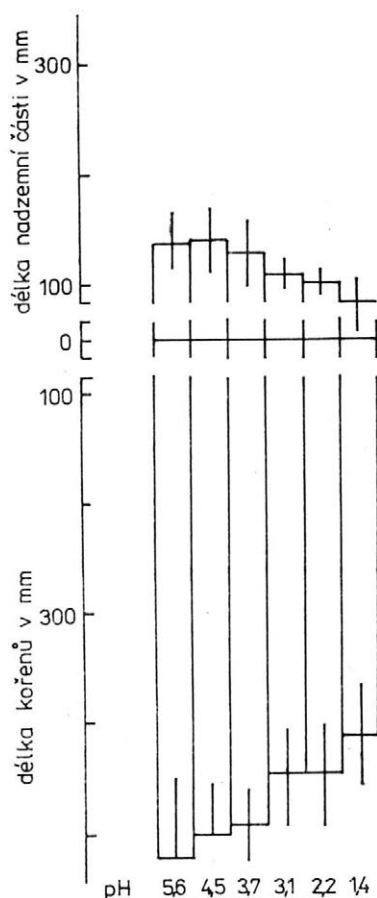
V druhém roce kultivace semenáčků byl jejich růst opět kyselým deštěm inhibován (tabulka III, obr. 3, 4), ale během druhého vegetačního období již neuhynuly žádné semenáčky.

Výživa semenáčků byla diferencována na základní a doplněnou zvýšenou dávkou dusíku. Zvýšenou dávkou dusíku nebyl růst semenáčků stimulován, naopak byl brzděn růst kořenů (RMR) (tabulka III).

Při základní výživě semenáčků nastala redukce jejich růstu kyselým deštěm od pH 3,6 níže. Semenáčky zásobované větším množstvím dusíku byly průkazně inhibovány kyselým deštěm až od pH 2,6. Hmotnost sušiny se vlivem kyselého deště snížila až na 58 %, byla-li výživa semenáčků základní. Při doplňkové dusíkaté výživě byla hmotnost nezměněna téměř do pH deště 2,8 a při pH 2,6 a 2,4 činila asi 74 % růstu kontrolních rostlin.

Listová plocha semenáčků byla průkazně zmenšena kyselým deštěm o pH 2,6 a 2,4 (tabulka IV).

2. Průměrná délka nadzemních částí a hlavních kořenů semenáčků *Fagus silvatica* L. chronicky a akutně ovlivněných stupněm acidity kyselého deště. Úsečkami jsou znázorněny hodnoty středních chyb. — Average aboveground parts and primary roots length of *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain applied in chronic and acute (pH 1.4) ways. The average error values are represented by line segments



Specifická vodivost vodních listových extraktů se stoupající aciditou vzrůstala a při teplotě 20 °C byla průkazná od pH deště 3,9 (tabulka V). Vzestup byl zřejmý i u vodivosti listových extraktů po povaření a u relativní vodivosti extraktů. Diference mezi semenáčky zásobovanými základní výživou a doplňkovou dusíkatou výživou nebyly velké, i když vodivost v druhém případě byla u kontrolních semenáčků poněkud vyšší. Se vzestupem acidity se pak hodnoty vodivosti více zvětšovaly při extrakci při teplotě 20 °C u základně vyživovaných semenáčků a po povaření u semenáčků doplňkově zásobovaných dusíkem.

EXPERIMENT č. 3

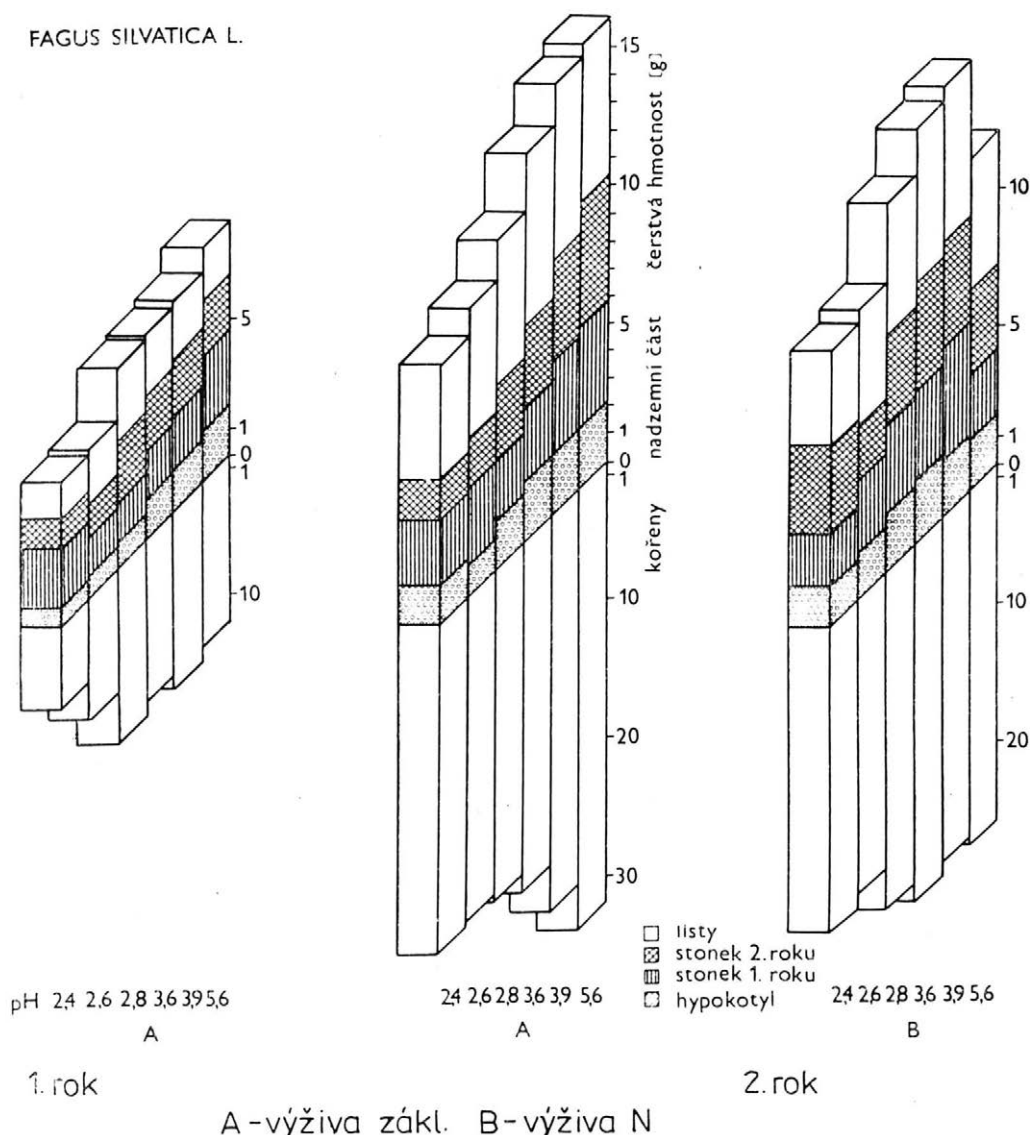
Kyselý déšť redukoval růst semenáčků dubu zásobovaných základní dávkou živin od pH 3,6, za doplňkové výživy dusíkem nebyl růst v rámci studovaných stupňů acidity deště vůbec pozměněn (tabulka VI, obr. 6).

Doplňková dusíkatá výživa růst semenáčků mírně snížila. U všech variant kyselého deště byl dusíkatou výživou výrazně oddálen opad listů na konci vegetačního období (více než o jeden měsíc). Dusík měl také vliv na růst jánského výhonu. Z celkového počtu semenáčků dubu při základní výživě a doplňkové výživě dusíkem mělo jednotlivě při pH

III. Průměrná hmotnost sušiny, relativní růstová rychlost (RGR), zastoupení sušiny kořenů v sušině celých rostlin (RMR) a změna hmotnosti sušiny celých rostlin (A — proti kontrolní aciditě příslušné varianty výživy a B — proti základní výživě u jednotlivých stupňů acidity kyselého deště) semenáčků *Fagus silvatica* L. ovlivněných stupněm acidity kyselého deště a výživou dusíkem. — Average dry matter, relative growth rate (RGR), root matter ratio (RMR) and change in total dry matter of plants (A — compared to control acidity of respective nutrient variant and B — compared to basic nutrition at individual acid rain levels) of *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain and by nitrogen nutrition

Stupeň acidity kyselého deště (pH)	Varianta výživy	Sušina 10 rostlin (g)										
		dělchy	listy	stonek		hypo- kotyl	nadzemní část	kořeny	RGR	RMR	změna hmotnosti	
				1. roku	2. roku				g sušiny na 100 g sušiny a den	% sušiny kořenů	% sušiny celých rostlin A B	
1. rok kultivace												
5,6 Kontrola	základní	0,55	0,80	1,08		0,72	3,15	3,00	1,60	48,78	100	
3,9	základní	0,50	0,89	1,01		1,04	3,44	3,10	1,67	47,40	106,34	
3,6	základní	0,59	0,80	0,98		0,74	3,11	2,83	1,57	47,64	91,71	
2,8	základní	0,42	1,08	1,00		0,43	2,93	2,69	1,50	47,86	91,38	
2,6	základní	0,45	0,66	0,56		0,38	2,05	2,00	1,14	49,38	65,85	
2,4	základní	0,40	0,53	0,33		0,28	1,54	1,44	0,80	48,32	48,46	
2. rok kultivace												
5,6 Kontrola	základní		2,75	1,80	2,00	1,05	7,60	8,01	0,45	51,31	100	100
	N		2,72	1,20	1,83	0,90	6,65	6,15	0,35	48,05	100	82,00
3,9	základní		2,81	1,44	1,48	0,92	6,65	7,21	0,36	52,02	88,79	100
	N		2,47	1,85	1,56	0,77	6,65	6,20	0,32	48,25	100,39	92,71
3,6	základní		2,56	1,03	1,08	0,65	5,32 ⁺	5,69 ⁺	0,29	51,68	70,53	100
	N		2,58	1,56	1,63	0,99	6,76	5,54	0,38	49,17	103,91	120,80
2,8	základní		2,47	1,05	1,07	0,69	5,28 ⁺	5,92 ⁺	0,33	52,86	71,75	100
	N		2,11	1,45	1,42	0,90	5,88	5,99	0,36	50,46	92,73	105,98
2,6	základní		2,09	0,91	0,67	0,48	4,15 ⁺⁺	4,71 ⁺⁺	0,37	53,16	56,76	100
	N		1,95	1,37	1,18	0,65	5,15 ⁺⁺	4,26 ⁺⁺	0,40	45,27	73,52	106,21
2,4	základní		1,64	1,09	0,61	0,56	3,90 ⁺⁺⁺	5,11 ⁺⁺	0,33	56,71	57,72	100
	N		1,94	0,93	1,36	0,58	4,81 ⁺⁺⁺	4,70 ⁺⁺	0,36	49,42	74,30	105,55

Statisticky průkazné difference v sušině mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými vyšší aciditou kyselého deště jsou u nadzemních částí a kořenů pro jednotlivé varianty výživy označeny + = $P < 0,05$; ++ = $P < 0,01$; +++ = $P < 0,001$ ($n = 5$).

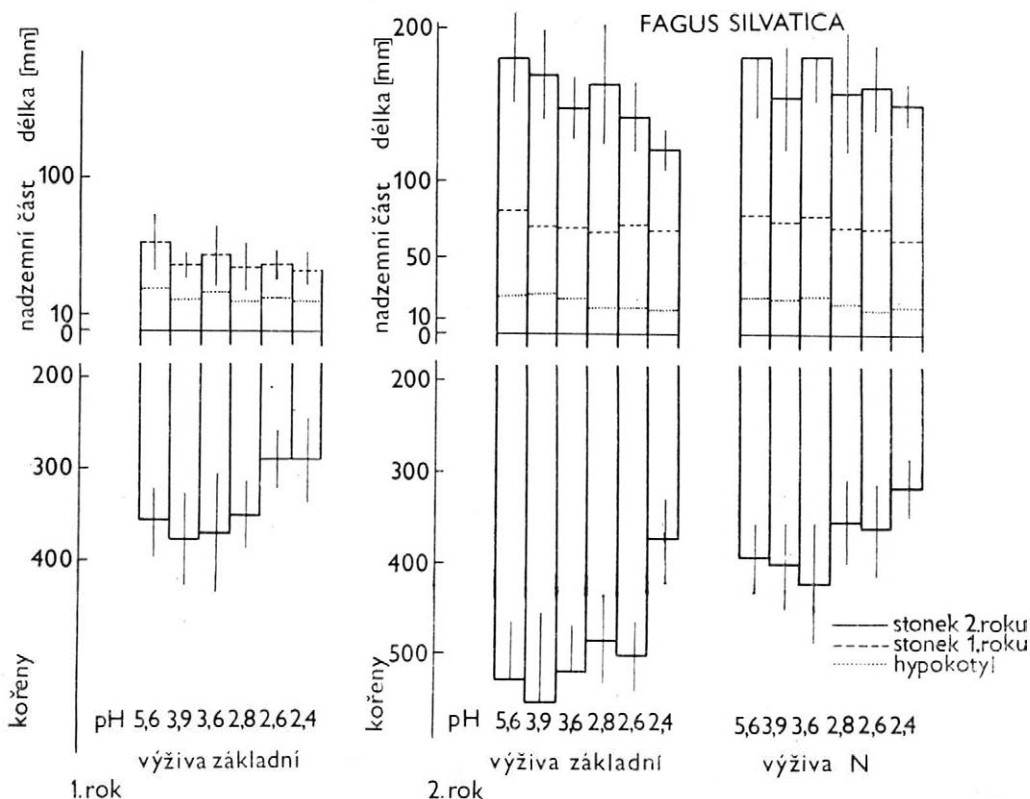


3. Průměrná čerstvá hmotnost 10 semenáčků *Fagus silvatica* L. ovlivněných stupněm acidity kyselého deště a výživou dusíkem. — Average fresh matter of ten *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain and by nitrogen nutrition

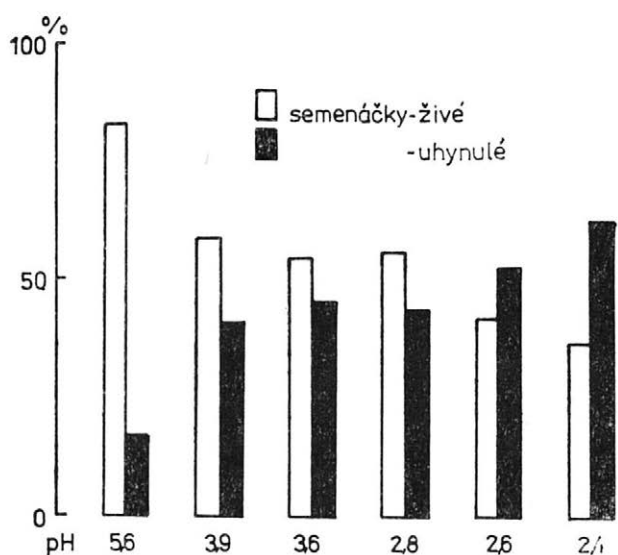
deště 5,6 60,0 %, při pH deště 3,6 55,0 %, při pH deště 2,8 45,0 % a při pH deště 2,5 45,0 % semenáčků janský výhon.

EXPERIMENT č. 4

V půdě byl růst semenáčků celkově o něco nižší než ve vodních kulturách za jinak stejných růstových podmínek. Kyselý déšť měl podobné účinky na růst semenáčků jako při jejich výživě roztoky minerálních solí (tabulka VII). Růstové změny byly nepatrné do pH deště



4. Průměrná délka nadzemních částí a hlavních kořenů semenáčků *Fagus silvatica* L. ovlivněných stupněm acidity kyselého deště a výživou dusíkem. — Average aboveground parts and primary roots length of *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain and by nitrogen nutrition



5. Procento živých a uhynulých semenáčků *Fagus silvatica* L. ovlivněných stupněm acidity kyselého deště po 1. roce kultivace. — Percentage of viable and withered *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain after the 1st year of cultivation

IV. Průměrná listová plocha 10 semenáčků *Fagus silvatica* L. ovlivněných stupněm acidity kyselého deště a výživou dusíkem. — Average leaf surface of ten *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain and by nitrogen nutrition

2. rok kultivace										
stupeň acidity kyselého deště (pH)	varianta výživy	listová plocha (cm ²)								celkem
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
		listové patro								
5,6 Kontrola	základní	73	75	138	174	109	93	53	50	765
	N	38	105	160	174	153	102	63	20	815
3,9	základní	40	121	147	171	105	113	66		763
	N	38	108	138	172	143	99	89	20	807
3,6	základní	28	100	119	139	130	142	75		733
	N	37	100	144	169	152	100	65		767
2,8	základní	32	123	164	160	117	76	21		693
	N	27	81	137	151	123	75	31		625
2,6	základní	30	76	123	140	130	63	21		583 ⁺
	N	35	89	125	148	102	69	42		610 ⁺
2,4	základní	34	87	136	139	100				496 ⁺
	N	54	105	143	177	140				619 ⁺

Statisticky průkazné difference v celkové listové ploše mezi semenáčky kontrolními příslušné varianty výživy a semenáčky ovlivněnými vyšší aciditou kyselého deště jsou označeny + = $P < 0,05$; ++ = $P < 0,01$; +++ = $P < 0,001$

3,1. Acidifikace deště na pH 2,2 růst nadzemních částí redukovala u buku na 62,9 %, u dubu na 67,4 % kontroly. Iniciální kyselost vodního výluhu půdy byla 6,9 pH. Po aplikaci umělého deště o stoupající aciditě byly k datu odběru semenáčků hodnoty pH: 7,2 (kontrola); 6,8; 7,0; 6,7; 6,9; 6,8. Semenáčky byly zalévány vodovodní vodou.

DISKUSE

Primárním zájmem této studie je zjišťování výsledného efektu kyselého deště na hmotnostní růst nadzemních částí a kořenů semenáčků. Experimenty se týkají především přímého účinku deště (experiment č. 1, 2, 3), i když byl zkoumán i vliv kombinovaný (experiment č. 4). Za zvolených podmínek růstu a dávky deště byla kritickou hodnotou acidity, při které nastávala redukce růstu semenáčků, kyselost kolem pH 3,6. O relativně vyšší aciditě deště potřebné k poškození semenáčků jehličnanů v podobných krátkodobých laboratorních pokusech svědčí řada výsledků uvedených v závěrečné zprávě (Čížková 1985). Jak ve skleníkových, tak i v polních pokusech byly simulovanými srážkami v mezích acidity pH 3 až 4 získány různými badateli negativní i pozitivní efekty na změny růstu. Ve venkovních podmínkách je většinou nutná vyšší acidita deště k vyvolání reakce než ve skleníku. Lee a Weber

V. Specifická vodivost extraktů listů po extrakci při 20 °C (A) a po povaření (B), relativní vodivost extraktů listů semenáčků *Fagus silvatica* L. ovlivněných stupněm acidity kyselého deště a výživou dusíkem. — Specific conductivity of leaf extracts following the extraction at 20 °C (A) and boiling (B), relative conductivity of leaf extracts of *Fagus silvatica* L. seedlings as affected by the level of acid rain and nitrogen nutrition

2. rok kultivace				
stupeň acidity kyselého deště (pH)	varianta výživy	specifická vodivost (10 ⁻⁶ ohm ⁻¹ cm ⁻¹)		relativní vodivost
		A	B	
5,6 Kontrola	základní	77,9	243,8	32,0
	N	84,9	257,8	32,9
3,9	základní	96,6	258,6	37,4
	N	96,6	278,9	34,6
3,6	základní	105,2 ⁺	247,7	42,5
	N	110,6 ⁺	286,7	38,6
2,8	základní	134,8 ⁺	293,3	46,0
	N	123,9 ⁺	290,6 ⁺	42,6
2,6	základní	136,3 ⁺	316,3 ⁺	43,1
	N	115,3 ⁺	285,9	40,3
2,4	základní	192,4 ⁺⁺	356,8 ⁺⁺	53,9
	N	181,5 ⁺⁺	348,2 ⁺⁺	52,1

Statisticky průkazné difference a specifické vodivosti mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými vyšší aciditou kyselého deště jsou označeny + = $P < 0,05$; ++ = $P < 0,01$ ($n = 4$)

(1979) sledovali růst semenáčků některých severoamerických druhů dřevin exponovaných simulovaným roztokům kyselého deště o pH 3,0, pH 3,5 a pH 4,0. Statisticky průkazná inhibice růstu nadzemních částí nebyla zaznamenána u žádného ze sledovaných druhů dřevin. Wood a Bormann (1974) zjistili po 15týdenní aplikaci kyselého deště poškození listů břízy při kyselosti deště 3,0 pH a nižší.

Na růst semenáčků působila příznivě dusíkatá výživa v kombinaci s kyselým deštěm (experiment č. 2, 3). Hmotnostní růst kontrolních semenáčků nebyl výrazně podpořen, ale byla stimulována listová plocha. Stimulační účinek dusíku při aplikaci kyselého deště může vyplývat z důležitého biochemického vztahu dusíku a síry v rostlinách. Doplnková výživa semenáčků dusíkem prodloužila vegetační období a výrazně oddálila opad listů. Bylo též ověřeno, že obráceně rostliny trpící deficitem dusíku mají vývoj zkrácený (Mei a Thimann 1984). Příznivá interakce dusíku a síry platí též u jehličnanů (Čížková 1984).

Vedle působení kyselého deště na celkový růst rostlin byly zaznamenány nekrózy listů. Čím byla acidita deště větší, tím byly poškozeny a odumíraly větší oblasti listů. Také fyzikální popálení listů začínalo za dané dávky deště při aciditě kolem pH 3. Rovněž jednorázovým postřikem semenáčků deštěm o pH 1,4 se projevilo během následujících šesti

VI. Průměrná hmotnost sušiny, relativní růstová rychlost (RGR), zastoupení sušiny kořenů v sušině celých rostlin (RMR) a změna hmotnosti sušiny celých rostlin (A — proti kontrolní aciditě zvlášť pro jednotlivé varianty výživy a B — proti základní výživě u jednotlivých stupňů acidity kyselého deště) semenáček *Quercus robur* L. — Average dry matter, relative growth rate (RGR), root matter ratio (RMR) and change in total dry matter of plants (A — compared to control acidity of respective nutrient variants and B — compared to basic nutrition at individual acid rain levels) of *Quercus robur* L. seedlings

Stupeň acidity kyselého deště (pH)	Varianta výživy	Sušina 10 rostlin (g)								
		listy	stonek	nadzemní část	kořeny	celá rostlina	RGR	RMR	změna hmotnosti	
							g sušiny na 100 g sušiny a den	% sušiny kořenů	% sušiny celých rostlin A	% sušiny celých rostlin B
5,6 Kontrola	základní	6,56	5,56	12,12	6,46	18,58	3,35	34,77	100	100
	N	4,64	3,45	8,09	4,32	12,41	2,68	34,81	100	66,79
3,6	základní	6,32	4,88	11,20	5,30 ⁺	16,50 ⁺	3,15	32,12	88,81	100
	N	4,53	4,03	8,56	3,78	12,34	2,67	30,63	91,38	74,79
2,8	základní	5,17	3,90	9,07 ⁺	4,73 ⁺⁺	13,80 ⁺⁺	2,85	34,28	74,27	100
	N	4,77	3,90	8,67	4,14	12,81	2,73	32,32	103,22	92,83
2,5	základní	5,12	3,60	8,72 ⁺⁺	4,95 ⁺⁺	13,67 ⁺⁺	2,84	36,21	73,57	100
	N	4,66	3,49	8,15	4,26	12,41	2,68	34,32	100,00	90,61

Statisticky průkazné difference v sušině mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými vyšší aciditou kyselého deště jsou u nadzemních částí kořenů a celých rostlin pro jednotlivé varianty označeny ⁺ = $P < 0,05$; ⁺⁺ = $P < 0,01$; ⁺⁺⁺ = $P < 0,001$ ($n = 5$)

VII. Průměrná hmotnost sušiny, relativní růstová rychlost (RGR) a změna hmotnosti sušiny nadzemních částí semenáčků *Fagus silvatica* L. a *Quercus robur* L. pěstovaných v půdě a ovlivněných stupněm acidity kyselého deště. — Average dry matter, relative growth rate (RGR) and change in aboveground parts dry matter of *Fagus silvatica* L. and *Quercus robur* L. seedlings grown in soil and affected by the level of acid rain

Stupeň acidity kyselého deště (pH)	Sušina 10 rostlin (g)				
	listy	stonek	nadzemní část	RGR	změna hmotnosti
				g sušiny na 100 g sušiny a den	% sušiny nadzemních částí
<i>Fagus silvatica</i> L.					
5,6 Kontrola	1,87	0,99	2,86	2,01	100
4,5	1,90	0,90	2,80	2,00	97,90
3,7	1,81	1,16	2,97	2,09	103,85
3,1	1,13	0,90	2,03	1,93	70,98
2,2	1,12	0,78	1,80 ⁺	1,87	62,94
1,4	0,97	0,73	1,70 ⁺	1,72	59,44
<i>Quercus robur</i> L.					
5,6 Kontrola	3,84	3,07	6,91	2,63	100
4,5	3,91	3,14	7,05	2,75	102,03
3,7	3,67	3,18	6,85	2,53	99,14
3,1	3,65	3,15	6,80	2,50	98,41
2,2	2,16	2,50	4,66 ⁺	2,09	67,44
1,4	1,92	2,28	4,20 ⁺⁺	1,98	60,78

Statisticky průkazné difference v sušině nadzemních částí mezi semenáčky kontrolními a semenáčky ovlivněnými kyselým deštěm jsou označeny + = $P < 0,05$; ++ = $P < 0,02$; +++ = $P < 0,001$ ($n = 5$)

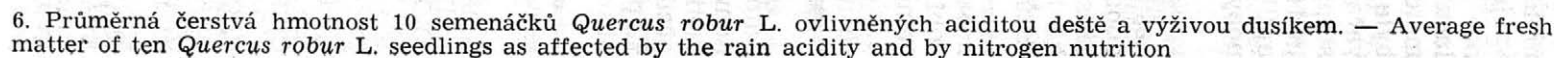
dní výrazné fyzikální popálení listů. Poznatkům této práce odpovídá i zjištění, které učinili P a p a r o z z i a T u k e y [1983]. Erozi epikutikulárních vosků na listech břízy po expozici kyselého deště nezjistili do pH 2,8.

Při hodnocení vlivu kyselého deště na rostliny je nutno rozlišovat jednak opakovaný (chronický), jednak jednorázový (akutní) účinek. Účinek deště lze vyjádřit jako funkci koncentrace aktivních látek (acidity), celkové dávky deště a času expozice. Protože fyziologický systém rostlin je značně pružný, může být čas mezi působením deště využit k jejich regeneracím. Je nutno počítat s tím, že i tento faktor se v experimentech projevil. Acidita deště pH 1,4 byla značně vysoká a regenerace semenáčků po sledovanou dobu byla pouze částečná.

Ke studiu účinků kyselého deště na porosty je zapotřebí vhodných metod pro správnou diagnózu zjišťující příčinu, druh i rozsah škody. Většina používaných diagnostických metod není natolik specifická, aby

N

pH deště 2,5



mohla jednoznačně prokázat příčinu poškození. Proto je žádoucí využít vzájemné kombinace několika různých metod (např. mikroskopický rozbor listů, feofytinovou zkoušku, sledování fyziologických změn v asimilačních orgánech aj.). Popsanými experimenty byla potvrzena vhodnost metody změn elektrické vodivosti vodných listových extraktů. Vodivost byla vyjádřena hodnotami specifické vodivosti při teplotě 20 °C. Po povaření vzorků byla dosažena vodivost odpovídající difúzi elektrolytu ze stoprocentně poškozeného pletiva. Výpočtem relativní vodivosti byla vyjádřena míra poškození listů kyselým deštěm. Tato s kyselostí deště aplikovaného na semenáčky plynule vzrůstala (od pH 3,9, kdy na listech nebyly žádné viditelné změny).

Je známo, že v listech buku je značné množství draslíku v anorganické vazbě (Olsen 1948). Je tedy pravděpodobné, že může být kyselým deštěm vymýván. V těchto experimentech jsou však ztráty nepravděpodobné, poněvadž listy byly pouze roseny, aniž by voda s listů stékala. Přesnější údaj by poskytla listová analýza prvků. Do problematiky účinků kyselého deště vstupují též možnosti jeho neutralizace na povrchu listů a změny v epifytní mikroflóře (Lettl 1985).

Vedle přímého účinku na nadzemní části rostlin ovlivňuje přírodní kyselý déšť i aciditu půdy, tím všechny procesy probíhající v půdě a působí tak na rostliny nepřímo (Ulrich 1975). Ačkoliv tato studie není zaměřena na zachycení nepřímých vlivů kyselého deště, získané údaje o stálosti pH půdy během experimentu č. 4 svědčí, že půdní efekt se na růstu semenáček neprojevil. Změny v půdním prostředí nastávají vlivem kyselého deště až po delším časovém úseku jeho působení.

Analytický přístup výzkumu účinků kyselého deště je platným indikátorem potenciálních účinků a může vystihovat reakce rostlin v terénu neměřitelné. Proto je žádoucí věnovat pozornost procedurám duplikace kritických faktorů souvisejících s aciditou a ovlivňujících růst rostlin. Pro předpověď a zhodnocení vlivů kyselého deště na lesní dřeviny je nutno zlepšit metody simulace deště tak, aby výsledky mohly být využity pro péstební opatření v imisních oblastech.

Literatura

- ABRAHAMSEN, G. — BJØR, K. — TEIGEN, O.: Field experiments with simulated acid rain in forest ecosystems. Res. rep. Fagrapport FR, 4, 1976, s. 1-15
- ARONSSON, A. — ELIASSON, L.: Frost hardiness in Scots pine (*Pinus silvestris* L.). I. Conditions for test on hardy plant tissues and for evaluation of injuries by conductivity measurements. *Studia Forest Suecica*, 77, 1970, s. 3-30
- BOTKIN, D. B. — ABER, J. D.: Some potential effects of acid rain on forest ecosystems. Implication of a computer simulation. BNL Upton, NY Brookhaven Natl. Lab., 1978, Rep. 50889
- ČÍŽKOVÁ, R.: Růst semenáček dubu ve vodní kultuře při různé koncentraci živin a deficienci některých prvků. *Lesnictví*, 29 (2), 1983, s. 81-96
- ČÍŽKOVÁ, R.: Impact of acid precipitation on forest seedlings under simulated conditions. In: Int. Symp. "Air Pollution and Stability of Coniferous Forest Ecosystems", Ostravice, s. 373-395
- ČÍŽKOVÁ, R.: Zkoumání odolnosti lesních dřevin vůči exhalátům z hlediska experimentální morfogeneze a výživy rostlin. Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Závěrečná zpráva, Brno 1985, s. 1-79
- EVANS, L. S. — GMUR, N. F. — KELSCH, J. J.: Perturbation of upper leaf surface structures by simulated acid rain. *Environ. Exp. Bot.*, 17, 1977, s. 145-149
- EVANS, L. S. — CURRY, T. M.: Differential responses of plant foliage to simulated acid rain. *Amer. J. Bot.*, 66, 1979, s. 953-962

- FAIRFAX, J. A. — LEPP, N. W.: Effect of simulated acid rain on cation loss from leaves. *Nature*, 255, 1975, s. 324-325
- FLOYD, C. N.: A mobile rainfall simulator for small plot field experiments. *J. Agr. Eng. Res.*, 26 (4), 1981, s. 307-314
- FORTIN, M. — McBEAN, A.: A management model for acid rain abatement. *Atmos. Environ.*, 17 (11), 1983, s. 2331-2336
- FRYER, H. C.: Elements of statistics. New York, 1957
- GRODZINSKI, W. — WEINER, J. — MAYCOCK, P. F.: Forest ecosystems in industrial regions. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984
- CHEVONE, B. I. — YANG, Y. B. — WINNER, W. E. — STORKS-COTTER, I. — LONG, S. J.: A rainfall simulator for laboratory use in acidic precipitation studies. *J. Air. Poll. Control*, 34 (4), 1984, s. 355-359
- KIM, CH. S. — McDONALD, R. — SACKNER, M. A.: Generation and characterization of sulfate aerosol for laboratory studies. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 42 (6), 1981, s. 521-528
- LEE, J. J. — WEBER, D. E.: The effects of simulated acid rain on seedlings emergence and growth of eleven woody species. *Forest Sci.*, 25, 1979, s. 393-398
- LETTL, A.: SO₂ pollution. II. Influence of inorganic sulphur compounds on bacterial communities of forest soils. *Ekológia*, 4 (2), 1985, s. 121-133
- MEI, H. S. — THIMANN, K. V.: The relation between nitrogen deficiency and leaf senescence. *Physiol. Plant.*, 62 (2), 1984, s. 157-161
- OLSEN, C.: Absorptively bound potassium in beech leaf cells. *Physiol. Plant.*, 1, 1948, s. 682-694
- PAPAROZZI, E. T. — TUKEY, H. B.: Developmental and anatomical changes in leaves of yellow birch and red kidney bean exposed to simulated acid precipitation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 108 (6), 1983, s. 890-898
- RYŠKOVÁ, L.: Stanovení poškození dřevin měřením vodivosti výluhů jejich asimilačních orgánů. *Práce VULHM*, 51, 1977
- ULRICH, B.: Die Umweltbeeinflussung des Nährstoffhaushaltes eines Bodensauren Buchenwalds. *Forstwiss. Centralblatt*, 94, 1975, s. 280-287
- WEDDING, J. B. — LIGOTKE, M. — HESS, F. D.: Effects of sulfuric acid mist on plant canopies. *Environ. Sci. Technol.*, 13 (7), 1979, s. 875-878
- WIMAN, L. B. — AGREN, G. I.: Aerosol depletion and deposition in forests — a model analysis. *Atmos. Environ.*, 19 (2), 1985, s. 335-347
- WOOD, T. — BORMANN, F. H.: The effects of an artificial acid mist upon the growth of *Betula alleghaniensis* Britt. *Environ. Pollut.*, 7, 1974, s. 259-268

Došlo dne 12. 5. 1986

ЧИЖКОВА, Р. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). Реакция сеянцев бука и дуба на искусственный кислый дождь во взаимоотношении с питанием азотом. *Lesnictví*, 33, 1987 (4) : 295-312.

Сеянцы бука обыкновенного (*Fagus sylvatica* L.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), выращиваемые в теплице, были подвергнуты имитированным воздействиям искусственного кислого дождя в виде растворов серной кислоты (в качестве контрольного дождя была дистиллированная вода с pH 5,6). Устанавливали непосредственное влияние дождя на листья сеянцев при исключении косвенных воздействий через почвенную среду и комбинированного влияния как на надземные части, так и на почву. Дождь был применен повторно (хроническое воздействие, от кислотности pH 4,5 до 2,2) и одновременно (острое воздействие, pH 1,4). Действие кислого дождя с pH 4,5 несколько стимулировало рост сеянцев бука, от pH 3,7 ниже действие дождя было отрицательным. Были вызваны некрозы листьев, отмирание разных по величине частей листовых пластинок, уменьшение площади поверхности листьев, массы сеянцев и снижение процента жизнеспособных сеянцев в следующем после зимовки году. С повышением кислотности дождя возрастала удельная проводимость листовых экстрактов. Дополнительной подкормкой азотом отрицательное действие кислых дождей было подвинуто в направлении меньших значений pH. В опыте с почвой в вегетативном сосуде наблюдалось сокращение роста сеянцев по мере повышения кислотности дождя, в то время как существенные изменения pH почвы не были отмечены.

кислый дождь; бук; дуб; рост сеянцев; листовая поверхность; проводимость листьев; питание азотом

ČÍŽKOVÁ, R. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). *The Response of European Beech and English Oak Seedlings to Artificial Acid Rain in relation to Nitrogen Nutrition*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 295-312.

The seedlings of European beech (*Fagus silvatica* L.) and English oak (*Quercus robur* L.), grown in a glasshouse, were exposed to artificial acid rain simulated in form of sulphuric acid solutions (the control rain was distilled water with pH 5.6). We studied the direct influence of acid rain on seedling leaves, excluding the indirect effects of the soil medium, and we also investigated the combined influences both on the aboveground parts of plants and the soil. Acid rain applications were repeated (chronical exposure, acidity from pH 4.5 to 2.2) and a single dose was also applied (acute exposure, pH 1.4). The growth of beech seedlings was somewhat stimulated by acid rain with pH 4.5, the effects of acid rain were negative from the pH value of 3.7 and less. Leaf necrosis was induced, the leaf-blade areas of various size withered, leaf surface and seedling weight decreased, the percent of viable seedlings was reduced in the subsequent year after wintering. With increasing levels of acid rain, the specific conductivity of leaf extracts increased. Additional nitrogen nutrition shifted the negative effects of acid rain to the lower pH values. In a pot trial, the growth of seedlings in the soil was reduced with increasing levels of acid rain while no large differences were recorded in the pH value of soil.

acid rain; European beech; English oak; seedling growth; leaf surface; leaf conductivity; nitrogen nutrition

ČÍŽKOVÁ, R. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). *Reaktion von Buchen- und Eichensämlingen auf künstlichen sauren Regen in Beziehung zur Stickstoffernährung*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 295-312.

Im Gewächshaus gezogene Sämlinge der Rotbuche (*Fagus silvatica* L.) und der Stieleiche (*Quercus robur* L.) wurden simulierten Expositionen eines künstlichen sauren Regens in Form von Schwefelsäurelösungen ausgesetzt (den Kontrollregnen stellte Destillwasser mit einem pH von 5,6 dar). Es wurde der direkte Einfluß des Regens auf die Blätter der Sämlinge unter Ausschluß indirekter Wirkungen über das Bodenmilieu und der kombinierte Einfluß sowohl auf oberirdische Teile, als auch auf den Boden untersucht. Der Regen wurde wiederholt appliziert (chronische Einwirkung, von der Acidität vom pH 4,5 bis 2,2) und einmalig (akute Wirkung, pH 1,4). Die Wirkung des sauren Regens mit einem pH von 4,5 unterstützte einigermaßen das Wachstum der Rotbuchensämlinge, vom pH 3,7 abwärts war die Wirkung des Regens negativ. Es wurden Blattnekrosen induziert, Absterben unterschiedlich großer Teile der Blattspreiten, Verkleinerung der Blattfläche, des Gewichts der Sämlinge und Herabsetzung des Anteils vitaler Sämlinge in dem auf die Überwinterung folgenden Jahr. Mit der Versauerung des Regens stieg die spezifische Leitfähigkeit der Blattextrakte. Durch Zusatzernährung mit Stickstoff wurde die negative Einwirkung des sauren Regens zu tieferen pH-Werten verschoben. Im Bodengefäßversuch kam es zu einer Reduktion des Wachstums der Sämlinge mit der Erhöhung der Säure des Regens, während keine wesentlichen Veränderungen des pH des Boden festgestellt wurden.

saurer Regen; Rotbuche; Eiche; Wachstum der Sämlinge; Blattfläche; Leitfähigkeit der Blätter; Stickstoffernährung

Adresa autorky:

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

FORMOVANIE ŠTRUKTÚRY ZMIEŠANÝCH IHLIČNATÝCH MLADÍN VÝCHOVOU Z HĽADISKA ZVYŠOVANIA MNOŽSTVA A BEZPEČNOSTI PRODUKCIE

J. Remiš, L. Lehotský

REMIŠ, J. — LEHOTSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Formovanie štruktúry zmiešaných ihličnatých mladín výchovou z hľadiska zvyšovania množstva a bezpečnosti produkcie*. Lesníctví, 33, 1987 (4) : 313-325.

V príspevku sa rozoberá odraz selektívnych prečistiek pri použití rôzneho spôsobu výberu a sily zásahu na kvantitatívne znaky produkcie a zvyšovanie jej bezpečnosti. Pri kvantitatívnej produkcii sa sleduje odraz zásahu na bežnom periodickom prírastku a prírastkovom percente na kruhovej ploche a výške porastu. Z hľadiska bezpečnosti produkcie sa zhodnocuje výškový predstih smrekovca v základnom smrekovom poraste.

pestovanie lesov; výchova porastov; ihličnaté mladiny; produkcia

V ihličnatých porastoch s výnimkou nížinného a pahorkatinného ekotypy borovice sosny získava pri pestovných zámeroch prioritné postavenie otázka množstva a bezpečnosti produkcie. Nielen v rovnorodých porastoch týchto drevín, ale aj ich zmiešanín otázka kvality produkcie je viac daná biologickými vlastnosťami príslušnej dreviny a nemožno ju podstatne ovplyvniť výchovou.

Ako uvádza Chroust (1971), smrek sa vyznačuje výrazným geotropizmom, ktorý mu zaručuje priamy rast kmeňa. Nemá náchylnosť vytvárať rozložitú korunu, i keď je viac uvoľnený. Plne produkuje pri uvoľnenej korune a kvalita kmeňa vplyvom hrčavosti klesá až vtedy, keď sa trvale pestuje vo voľnom zápoji. I takéto drevo je však hospodársky uspokojivo využiteľné. Plne to potvrdzujú i sponové pokusy. Podľa Jurču (1974) prírastok v porastoch založených rôznym počtom sadeníc od 2000 do 10 000 na ha sa do veku 40—50 rokov vyrovnáva. Pritom priemerná objemnosť riedko založených porastov je väčšia. Hrčavosť kmeňa sa mierne zvyšuje so zväčšovaním rozostupu stromov, ale prakticky význam nadobúda až pri počte 2500 na ha. Smrek si udržiava pomerne centrickú korunu i pri jednostrannom uvoľnení.

S ohľadom na množstvo a kvalitu produkcie sa i jedľa vyznačuje podobnými biologickými vlastnosťami ako smrek. Korpel (1975) uvádza, že hlavnou úlohou pri výchove jedle v mladinách musí byť starostlivosť o dostatočne veľkú a pravidelnú korunu. Bez včasnej a systematickej výchovy, s pomiestne rozdielnou silou zásahu, sa aj pomerne rôznoveké mladiny jedle výškove vyrovnávajú a vytvárajú hustý horizontálny zápoj, čo zapríčiňuje rýchle skracovanie korún, biologické oslabovanie a v mnohých prípadoch chradnutie jedle.

Podľa Tichého [1949] pri výchove porastov s primiešaninou smrekovca treba zohľadňovať vyhranené biologické vlastnosti tejto dre-
viny, ktoré spočívajú v tom, že neznáša trvalé bočné ani horné zatieni-
nie. V porovnaní s nížinným a pahorkatinným ekotypom borovice sosny
má táto drevina dôležitú pozitívnu vlastnosť v tom, že i keď rastie vo
voľnom postavení v poraste, pomerne rýchlo si prirodzene čistí spodnú
časť kmeňa od vetiev a nevytvára rozložitú korunu. Tieto biologické
vlastnosti smrekovca sa musia plne rešpektovať už pri prečistkách. Ako
uvádza Kňazovický [1954], ak chceme udržať smrekovec ako po-
rastovú primiešaninu najmä v smrečinách, tak len skutočne skorými
a často opakovanými zásahmi zameranými na usmernenie priaznivého
vývoja koruny. Podľa Sokola [1956] smrekovcu nevyhovuje vlhké
ovzdušie, aké sa vytvára v smrečinách, a preto ak chceme, aby nám
tu splnil očakávané požiadavky, musíme zabezpečiť prevzdušnenie tých-
to porastov včasnou výchovou.

Uvedené biologické vlastnosti ihličnatých drevín sa musia plne
rešpektovať i v zmiešaných porastoch, kde sa musí brať ešte do úvahy
rôzny rastový rytmus jednotlivých drevín a ich kompetičná schopnosť
presadzovať sa prirodzenou cestou na danom stanovišti. Ako uvádza
Konôpka [1985], za posledné štvrtstoročie pripadá v ČSSR v prie-
mere ročne 3,5 milióna m³ dreva hrubiny bez kôry na náhodnú ťažbu,
ktorou sa odstraňujú následky škodlivých činiteľov, najmä vetra a sne-
hu. Na tomto rozsahu náhodnej ťažby sa so značnou prevahou podieľajú
ihličnaté porasty. Teda i v našich podmienkach z hľadiska formovania
porastových štruktúr ihličnatých drevín so zreteľom na bezpečnosť pro-
dukcie by mala zohrávať rozhodujúcu úlohu včasná výchova. Podľa
Smerníc na ochranu lesov v SSR [1980] majú spevňovacie dreviny do-
siahnúť v ohrozených oblastiach vetrom podľa skupín lesných typov
minimálne takéto zastúpenie: *Fageto-Aceretum* 50 %, *Fagetum abieti-
no-piceosum* — 40 %, *Fageto-Abietum* — 40 % a *Abieto-Fagetum* — 35 %.
Ak je zastúpenie spevňovacích drevín v porastoch nižšie, treba ich po-
kladať za veľmi ohrozené a zabezpečiť starostlivo ostatné preventívne
zásahy, najmä výchovu porastov.

Treba podotknúť, že i zmiešané jedľovo-smrekové porasty sú s pri-
búdajúcim vekom silne ohrozené vetrom. Preto je v týchto porastoch
žiadúce udržať primiešaninu spevňovacích drevín (smrekovec, vhodný
ekotyp borovice, prípadne listnáče), čo možno dosiahnuť iba včasnou
a systematickou výchovou. Najnovšie poznatky výskumu okrem rationa-
lizačných aspektov výchovy plne zohľadňujú i tieto postuláty. V rámci
riešenia úlohy Výskum nových spôsobov prečistiek (Remiš J. a kol.
1982) sa zhodnocujú i rôzne spôsoby prečistiek zmiešaných porastov
v horských podmienkach 5.—6. vegetačného lesného stupňa. Konkrétne
pokyny na racionálne uskutočňovanie výchovy mladín pre lesnú pre-
vádzku podľa hospodárskych súborov sú zhrnuté v publikácii Štefán-
čík L. a kol. [1985].

Cieľom tohto príspevku je zhodnotiť diferencované spôsoby pre-
čistiek v zmiešanom smrekovcovo-smrekovom poraste s nepatrným pri-
miešaním jedle pri rôznom podiele zastúpenia týchto drevín a pri rôz-
nej sile výchovného zásahu s ohľadom na sledované kvantitatívne znaky
produkcie a jej bezpečnosť.

SPÔSOB ZALOŽENIA VÝSKUMNÝCH PLÔCH

VP Nová Dolina bola založená v zmiešanom ihličnatom poraste základných drevín (smrek, smrekovec s nepatrným podielom primiešania jedle), v poraste 9a na Lesnom závode Liptovský Hrádok, Lesná správa Kráľova Lehota, prevažne pri jednotlivkej forme primiešania smrekovca. S ohľadom na stanovištné podmienky ide o skupinu lesných typov *Fageto-Abietum*, hospodársky súbor lesných typov 611, hospodársky súbor 65. Porast sa nachádza na strmom svahu so sklonom 70 % na západnej expozícii, v nadmorskej výške 950 m. Porast vznikol z kombinovanej obnovy.

Zhodnocujú sa dve série výskumných plôch s rozdielnym podielom zastúpenia smrekovca (I. séria VP — vyššie zastúpenie smrekovca, II. séria VP — nižšie zastúpenie smrekovca). Pri prečistke sa na I. sérii redukuje zastúpenie smrekovca a pri II. sérii sa redukuje zastúpenie smreka. Každá séria má dva varianty výskumu rôzniace sa silou výchovného zásahu.

I. séria VP má varianty: A — celoplošná prečistka — nižšia sila zásahu (sm, smc), B — celoplošná prečistka — vyššia sila zásahu (sm, smc, jd).

II. séria VP má varianty: C — celoplošná prečistka — vyššia sila zásahu (sm, smc), D — celoplošná prečistka — nižšia sila zásahu (sm, smc, jd).

Vek porastu v dobe založenia VP bol 20 rokov.

V týchto stanovištných podmienkach pri sledovanej zmiešanine drevín prejavuje smrek vo vzťahu k smrekovcu silnú kompetičnú schopnosť. S ohľadom na absenciu spevňovacích listnatých drevín v danom poraste (buk, cenné listnáče), na dosiahnutie bezpečnosti produkcie si smrekovec vyžaduje priamu podporu výchovou. Dostatočné zastúpenie smrekovca v základnom smrekovom poraste zvyšuje nielen jeho stabilitu, ale i množstvo produkcie. Ako uvádza Domin (1930), pre priaznivý vývoj smrekovca vo vysokých horách postačuje i veľmi krátke vegetačné obdobie, čo možno súvisí s tým, že smrekovec niekedy nasadzuje ihličie už v dobe, keď je pôda ešte pokrytá snehom, a že jeho silne transpirujúce ihličie výdatnejšie asimiluje ako u našich vždy zelených ihličín. Mohutnosťou transpirácie (na 0,1 kg sušiny ihličia pripadá ročne 114,868 kg vody) predstihuje smrekovec nielen naše ihličiny, ale i mnohé listnáče.

Ako uvádza Kňazovický (1954), vo vyšších polohách smrekovec obľubuje najmä južné expozície, kde je najintenzívnejší účinok slnečného žiarenia. Ak má svoj účel v poraste splniť i na ostatných expozíciách, vyžaduje si už od najmladšieho veku dôslednú výchovnú starostlivosť. Iba pri splnení tohoto postulátu môžeme smrekovec hodnotiť ako drevinu, ktorá nielenže kvalitatívne a kvantitatívne zvyšuje produkciu základného smrekového porastu, ale na príliš náveterných svahoch v našich horských podmienkach je i kustrou stabilitou porastu.

Podľa Tichého (1949) sa najčastejšie dosahuje neúspech pri jednotlivkej forme primiešania smrekovca v základnom smrekovom poraste. Tento nepriaznivý výsledok je dôsledkom rozdielných biologických vlastností oboch drevín. Smrek rovnakého veku ako smrekovec rastie do

výšky v mladosti spravidla pomalšie, ale v strednom veku svojou výškou smrekovec dobieha. V dôsledku priaznivejších fenotypových vlastností smrek už v 30.—50. roku veku porastu svojou hustou korunou utláča smrekovec zboku a niekedy i zhora. Podľa niektorých autorov (Sokol 1956) smrek predstihuje smrekovec vo výškovom raste už po 20. roku veku porastu. Preto najmä pri tejto forme porastových zmiešanín je žiaduce včas vykonať prečistku so zameraním na priamu podporu najkvalitnejších smrekovcov. Výchovný zásah má predovšetkým sledovať udržanie koruny smrekovca nad úrovňou korún susedných smrekov. Ak sa nepodarí udržať korunu smrekovca do stredného veku aspoň na úrovni korún smreka, a to najmä na stanovištiach, kde je smrekovec napádaný lišajníkmi, býva už ďalší výchovný zásah v prospech smrekovca zbytočný, lebo tento už v poraste neplní očakávané postuláty množstva, ani bezpečnosti produkcie.

Preto i v sledovanom poraste výchovný zámer musí smerovať k tomu, aby si smrekovec udržal dostatočný výškový predstih nad smrekom.

POSTUP PRI VYZNAČOVANÍ VÝCHOVNÝCH ZÁSAHOV

Po vytýčení čiastkových plôch jednotlivých variantov výskumu a ich stabilizácii sa pristúpilo k vyznačeniu výchovných zásahov. Na čiastkových plochách variantov A a B, kde smrekovec dosahoval približne rovnaké početné zastúpenie ako smrek, boli k výchovnému zásahu vyznačené iba jedince smrekovca, a to v množstve 200 na ha. Pri vyznačovaní zásahu sa kombinoval negatívny výber (zdravotný, tvarový) s výberom pozitívnym, ktorý sa zameriaval na priamu podporu najkvalitnejších jedincov smc, sm i jd.

Na čiastkových plochách variantov C a D, kde smrekovec v početnom zastúpení podstatne zaostáva za smrekom, sa k výchovnému zásahu vyznačili iba jedince smreka, a to vo variante C v počte 500 na ha a vo variante D v počte 400 na ha. Pri vyznačovaní zásahu sa opäť kombinoval negatívny a pozitívny výber.

Jedince určené k zásahu sa zreteľne fixovali farbou alebo páskou z umelej hmoty.

MERANIE ZNAKOV STROMOV A VYKONANIE ZÁSAHU

Pred uskutočnením výchovných zásahov sa pri všetkých variantoch výskumu zmerala hrúbka kmeňov priemerkou vo výške 1,30 m nad zemou s presnosťou na 1 mm. Evidovali sa iba stromy hrubšie ako 2 cm. Hrúbka $d_{1,3}$ sa vypočítala ako stredná hodnota z dvoch na seba kolmých meraní.

Ihneď po ukončení merania sa pristúpilo k uskutočneniu výchovných zásahov.

Ďalej sa zisťovala výška stromov podľa výškovej vyspelosti buď meračskou latou (s presnosťou na 10 cm), alebo výškomerom (s presnosťou na 50 cm) po vykonaní zásahu. Pri všetkých variantoch sa použil výchovný interval štyri roky. Po uplynutí tohto intervalu sa pri jednotlivých variantoch výskumu opäť zmerali hrúbky stromov (podobne ako v stave pred zásahom) a výšky stromov (podobne ako v stave ihneď po zásahu).

SPRACOVANIE MATERIÁLU

Namerané hrúbky stromov sa zatriedili do stupňov a pre príslušné hrúbkové stupne sa z tabuliek zistili kruhové plochy. Potom sa pre jednotlivé varianty výskumu na základe počtu stromov jednotlivých drevín vypočítali kruhové plochy a kruhové plochy na 1 ha v m^2 . Pre lepšiu porovnateľnosť sledovaných variantov sa vypočítali i priemerné kruhové plochy na jeden strom v cm^2 .

So zreteľom na značnú rozrôznenosť štruktúry zmiešaných porastov sme posúdili základné znaky porovnateľnosti sledovaných variantov na základe počtu stromov a kruhových plôch. Okrem toho sa pre jednotlivé varianty výskumu zhodnotila sila výchovného zásahu podľa počtu stromov a kruhovej plochy na 1 ha, ktorá sa zilustrovala i graficky v odraze zásahu v hrúbkových triedach.

Zo zistených kruhových plôch podľa stavu ihneď po zásahu a po uplynutí výchovného intervalu štyri roky od doby vykonania zásahu sme vypočítali bežné periodické prírastky a prírastkové percentá.

Z nameraných výšok stromov tesne po vykonaní zásahu a po uplynutí výchovného intervalu sme vypočítali stredné výšky jednotlivých drevín. Tieto sa použili podobne ako kruhové plochy na výpočet bežných periodických výškových prírastkov a prírastkových percent. Výhodným sa ukázalo zhodnotiť odraz výchovného zásahu na kvantitatívne znaky produkcie sledovaných ihličnatých drevín na základe prírastkového percenta. Použitie tohto spôsobu vyhodnocovania biometrického materiálu v zmiešaných porastoch dobre poukazuje na odraz zásahu, ktorý sa prejavuje v presadzovaní sa jednotlivých drevín so zreteľom na ich výšku prírastku, teda pri úprave kompetičných vzťahov a pri formovaní porastovej štruktúry s ohľadom na bezpečnosť produkcie.

VÝSLEDKY

POROVNATELNOSŤ JEDNOTLIVÝCH VARIANTOV VÝSKUMU

Aby sa jednotlivé varianty výskumu mohli medzi sebou vzájomne porovnávať v určitých znakoch stromov (počet, hrúbka, kruhová plocha, výška) rozdiely vo východiskovom stave pred zásahom by nemali prekročiť vymedzenú hranicu. Táto hranica sa stanovuje do takej výšky, aby sa zachovala rovnorodosť stanovištných podmienok a štruktúry porastu medzi porovnávanými variantmi. Pařez (1958) uvádza, že rozdiely medzi kontrolnou plochou a ostatnými porovnávanými plochami vo východiskovom stave pred zásahom v počte stromov, v kruhovej ploche a v strednej porastovej výške by nemali prekročiť hodnotu 10 %. Uvedené hraničné hodnoty sa však týkajú rastovej fázy žrdkovín i žrdovín a nemožno ich v celom rozsahu aplikovať na rastovú fázu mladín. V tomto období, a to najmä v zmiešaných porastoch, sa po vytvorení zápoja ešte značne prejavujú i menšie vekové rozdiely jedincov na ich dynamike rastu, čo sa odráža v intenzívnom procese samozriedovania, výškovej a hrúbkovej diferenciácii. Je to fáza dynamických zmien v raste a vývoji stromov, kedy tiež i nepatrné rozdiely v produktivnosti stanovišťa medzi porovnávanými variantmi výskumu môžu zapríčiniť prekročenie vymedzených hraníc sledovaných znakov.

S ohľadom na pomerne značnú rozrôznenosť štruktúry jednotlivých variantov VP Nová Dolina sa po porovnaní základných znakov štruktúry (počet stromov a kruhová plocha na 1 ha, zastúpenie drevín a priemerová kruhová plocha na jeden strom) vytvorili z relatívne najlepšie zrovnateľných variantov paralelné dvojice (tabuľka I).

Z uvedeného rozčlenenia hodnôt znakov štruktúry v tabuľke I sa ukazujú ako najvhodnejšie pre paralelné porovnanie dvojice variantov A : B a C : D. Zrovnávaciu dvojicu variantov A, B budeme v ďalšom hodnotiť ako I. sériu VP a dvojicu variantov C, D ako II. sériu VP.

Ďalej z uvedených hodnôt v tabuľke I vyplýva, že v počte stromov medzi variantmi A a B dosahuje rozdiel hodnotu 5,26 %. V porovnaní s II. sériou VP v týchto variantoch dosahuje smrekovec podstatne vyššie a pomerne vyrovnané zastúpenie. Pri tejto drevine je i rozdiel v priemernej kruhovej ploche v porovnávaných variantoch relatívne najnižší. Na-

I. Základné znaky porovnateľnosti jednotlivých variantov výskumu vo východiskovom stave pred zásahom na VP Nová Dolina. — Basic characteristics of the comparability of research treatments in the initial state of forest stand before application of tending measures on the Nová Dolina research area

Variant	Drevina	Počet stromov na ha		Kruhová plocha na ha		Ø kruhová plocha
		abs.	%	m ²	%	cm ²
A	sm	1100	55	4,53	22	41,182
	smc	900	45	15,76	78	175,111
	spolu	2000	100	20,29	100	101,450
B	sm	900	48	1,39	9	15,444
	smc	900	47	13,86	90	154,000
	jd	100	5	0,10	1	10,000
	spolu	1900	100	15,35	100	80,789
C	sm	2200	85	14,60	69	66,364
	smc	400	15	6,50	31	162,500
	spolu	2600	100	21,10	100	81,185
D	sm	2300	82	9,01	55	39,174
	smc	400	14	7,28	44	182,000
	jd	100	4	0,16	1	16,000
	spolu	2800	100	16,45	100	58,750

proti tomu rozdiel v celkovej kruhovej ploche na 1 ha medzi porovnávanými variantmi vykazuje diferenciu až 32,18 %.

Z porovnania ďalších dvoch variantov D : C pri II. sérii sa zisťuje v celkovom počte stromov diferenciu 7,69 %. Pri oboch týchto variantoch dosahuje tu zasa smrek najvyššie a pomerne vyrovnané zastúpenie. Pri tejto sérii VP tiež priemerné kruhové plochy smrekovca vykazujú iba minimálny rozdiel. Naproti tomu rozdiel v celkovej kruhovej ploche na 1 ha dosahuje podstatne vyššiu hodnotu (27,66 %).

Z uvedeného rozboru vyplýva, že zaradené dvojice variantov pri I. a II. sérii VP môžeme považovať za relatívne najlepšie zrovnateľné.

SILA VÝCHOVNÉHO ZÁSAHU

Vyjadríme ju v absolútnych hodnotách, a to v počte odstránených jedincov pri zásahu a v ich kruhovej ploche, ako i v relatívnom podiele týchto hodnôt zo stavu pred zásahom pre obe sledované série VP.

Ako vyplýva z hodnôt v tabuľke II, pri I. sérii VP, kde sa zásahom redukovalo zastúpenie smrekovca, je sila výchovného zásahu vyjadrená počtom stromov pri oboch porovnávaných variantoch rovnaká a tiež v percentuálnom vyjadrení sa odlišuje iba minimálne. Naproti tomu pri kruhovej ploche je sila výchovného zásahu vo variante B podstatne vyš-

II. Sila výchovného zásahu v počte stromov a v kruhovej ploche na ha pre I. sériu VP Nová Dolina. — The intensity of treatment regulating the tree number and basal area per ha for the Ist series of the Nová Dolina research areas

Variant	Drevina	Počet stromov			Kruhovú plocha		
		pred zásahom	zásah		pred zásahom	zásah	
		abs.	abs.	%	m ²	m ²	%
A	sm	1100	—	—	4,53	—	—
	smc	900	200	22	15,76	1,92	12
	spolu	2000	200	10	20,29	1,92	9
B	sm	900	—	—	1,39	—	—
	smc	900	200	22	13,86	2,69	19
	jd	100	—	—	0,10	—	—
	spolu	1900	200	11	15,35	2,69	17

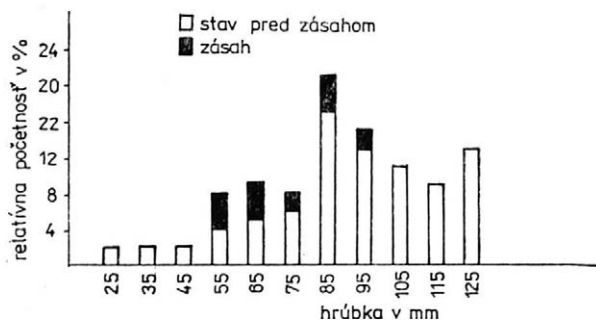
šia (17 %) ako vo variante A (9 %). I redukcia kruhovej plochy smrekovca je zásahom vo variante B vyššia (19 %) ako vo variante A (12 %). Teda vo variante B v porovnaní s variantom A sa pri zásahu vyberali relatívne objemnejšie smrekovce. Pomerne dobre nám to ilustruje relatívne zastúpenie počtu stromov smrekovca v hrúbkových stupňoch podľa stavu pred zásahom, ako i vlastný zásah na obr. 1 pre variant A. Z grafického zobrazenia vidieť, že zásahom sa redukovalo prevažne početné zastúpenie smrekovca nižších hrúbkových stupňov, čo tiež potvrdzuje nižšie percento sily zásahu v kruhovej ploche (12 %) ako pri počte stromov (22 %).

Z údajov v tabuľke III vidieť, že pri II. sérii VP, kde sa výchovným zásahom redukovalo zastúpenie smreka, dosiahla sila zásahu v počte stromov vo variante C spolu 19 % a vo variante D 14 %. I redukcia početnosti smreka bola vo variante C vyššia (23 %) ako vo variante D (17 %).

Sila zásahu vyjadrená v % kruhovej plochy bola podstatne nižšia ako pri počte stromov; dosahuje vo variante C 10 % a vo variante D 6 %.

Podstatne nižšia sila zásahu vyjadrená v kruhovej ploche v porovnaní so silou zásahu v počte stromov poukazuje na to, že sa zásahom

1. Relatívne zastúpenie počtu stromov smrekovca podľa hrúbkových stupňov na VP Nová Dolina pre variant A. — Relative numbers of European larch trees according to diameter classes on the Nová Dolina research area — treatment A



III. Sila výchovného zásahu v počte stromov a v kruhovej ploche na ha pre II. sériu VP Nová Dolina. — The intensity of treatment regulating the tree number and basal area per ha for the IIInd series of the Nová Dolina research areas

Variant	Drevina	Počet stromov			Kruhová plocha		
		pred zásahom	zásah		pred zásahom	zásah	
		abs.	abs.	%	m ²	m ²	%
C	sm	2200	500	23	14,60	2,10	14
	smc	400	—	—	6,50	—	—
	spolu	2600	500	19	21,10	2,10	10
D	sm	2300	400	17	9,91	0,91	10
	smc	400	—	—	7,28	—	—
	jd	100	—	—	0,16	—	—
	spolu	2800	400	14	16,45	0,91	6

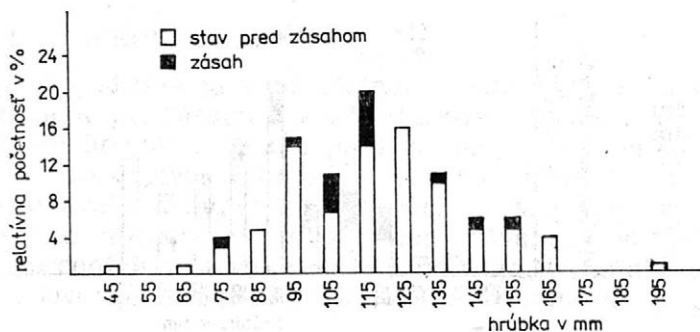
z porastu odstránili prevažne smreký nižších hrúbkových stupňov. Tento stav dobre ilustruje i grafické zobrazenie relatívneho zastúpenia počtu stromov smreka v hrúbkových stupňoch podľa stavu pred zásahom a zásah na obr. 2 pre variant D, ako i rozdiel v redukcii kruhovej plochy (10 %) a početnosti (17 %) smreka pre tento variant.

ODRAZ VÝCHOVNÉHO ZÁSAHU NA PRÍRASTKU KRUHOVEJ PLOCHY

Rozdiel hodnoty kruhovej plochy ihneď po zásahu a po uplynutí štvorročného výchovného intervalu od doby uskutočnenia zásahu nám udáva bežný periodický prírastok. Percentuálny podiel tohto prírastku z hodnoty, na ktorej za sledovaný výchovný interval narástol, predstavuje prírastkové percento.

Ako vyplýva z údajov v tabuľke IV, pri I. sérii VP celkové prírastkové percento na kruhovej ploche dosiahlo vo variante B nepodstatne vyššiu hodnotu (32,78 %) ako vo variante A (31,25 %). Je to dôsledok nepatrne vyššej sily zásahu vo variante B vyjadrenej v relatívnej hodnote počtu stromov. V tomto variante i pri jednotlivých drevinách dosahuje prírastkové percento vyššie hodnoty ako vo variante A.

Z údajov v tabuľke V vyplýva pre II. sériu VP, že celkové prírast-



2. Relatívne zastúpenie počtu stromov smreka podľa hrúbkových stupňov na VP Nová Dolina pre variant D. — Relative numbers of European larch trees according to diameter classes on the Nová Dolina research area — treatment D

IV. Bežný periodický prírastok na kruhovej ploche na ha pre I. sériu VP Nová Dolina. — Current periodic increment of basal area per ha for the Ist series of the Nová Dolina research areas

Ukazovateľ	Drevina	Variant	
		A	B
Kruhová plocha v m ² ihneď po zásahu	sm	4,53	1,39
	smc	13,84	11,17
	jd	—	0,10
	spolu	18,37	12,66
Kruhová plocha v m ² 4 roky po zásahu	sm	6,42	2,02
	smc	17,69	14,66
	jd	—	0,13
	spolu	24,11	16,81
Bežný periodický prírastok v m ²	sm	1,87	0,63
	smc	3,85	3,49
	jd	—	0,03
	spolu	5,74	4,15
Prírastkové percento	sm	41,72	45,32
	smc	27,82	31,24
	jd	—	30,00
	spolu	31,25	32,78

kové percento dosahuje vo variante C nepatrne vyššiu hodnotu (o 1,71 %) ako vo variante D. Iba nepatrný rozdiel tejto hodnoty i napriek pomerne značnej diferencii v sile zásahu medzi porovnávanými variantami výskumu je dôsledkom rozdielnej výškovej štruktúry jednotlivých drevín vo východiskovom stave ihneď po zásahu. Vyššie prírastkové percento smrekovca na kruhovej ploche vo variante D (34,06 %), kde sa uskutočnil relatívne slabší zásah, je ovplyvnené tým, že v tomto variante v stave ihneď po zásahu mal smrekovec v porovnaní s variantom C v priemere vyšší výškový predstih nad smrekom o 1,1 m. Z uvedeného zistenia teda vyplýva, že ak chceme, aby sa v týchto stanovištných podmienkach smrekovec produkčne presadil a udržal pri jednotlivom priemiešaní v smrečinách, musí mať už v sledovanej rastovej fáze dostatočný výškový predstih nad smrekom, k čomu má smerovať i zámer výchovy.

ODRAZ VÝCHOVNÉHO ZÁSAHU NA VÝŠKOVOM PRÍRASTKU

Zo stredných výšok ihneď po zásahu a po uplynutí štvorročného výchovného intervalu od doby uskutočnenia zásahu sme vypočítali bežný

V. Bežný periodický prírastok na kruhovej ploche na ha pre II. sériu VP Nová Dolina. — Current periodic increment of basal area per ha for the IIInd series of the Nová Dolina research areas

Ukazovateľ	Drevina	Variant	
		C	D
Kruhovú plocha v m ² ihneď po zásahu	sm	12,50	8,10
	smc	6,50	7,28
	jd	—	0,16
	spolu	19,00	15,54
Kruhovú plocha v m ² 4 roky po zásahu	sm	18,40	11,50
	smc	8,15	9,76
	jd	—	0,19
	spolu	26,55	21,45
Bežný periodický prírastok v m ²	sm	5,90	3,40
	smc	1,65	2,48
	jd	—	0,03
	spolu	7,55	5,91
Prírastkové percento	sm	47,20	41,97
	smc	25,38	34,06
	jd	—	18,75
	spolu	39,74	38,03

periodický výškový prírastok a prírastkové percento pre jednotlivé varianty sledovaných sérií VP.

Ako vyplýva z údajov v tabuľke VI, celkové prírastkové percento pri I. sérii VP dosahuje vo variante B vyššiu hodnotu o 2,20 % ako vo variante A. Je to dôsledok priaznivejšieho výškového postavenia slnného smrekovca vo variante B. Priemerný výškový predstih smrekovca nad smrekom v stave ihneď po zásahu bol vo variante B 5,90 m a vo variante A 4,10 m, rozdiel v predstihu dosahoval hodnotu 1,80 m. Za sledovaný výchovný interval sa tento rozdiel ešte zvýšil a dosahoval už hodnotu 2,55 m. V dôsledku značného výškového predstihu smrekovca dosahuje vo variante B prírastkové percento pri polotiennom smreku nižšiu hodnotu (27,66 %) ako vo variante A (31,75 %) i napriek silnejšiemu výchovnému zásahu v tomto variante. Naproti tomu zámerne diferencovaná sila výchovného zásahu pri rozdielnom výškovom predstihu smrekovca vyvolala v oboch porovnávaných variantoch pri slnnom smrekovci rovnaký prírastkový efekt.

Rozdiely v prírastkovom percente medzi variantami C a D pri II. sérii VP sú iba minimálne, a to pri porovnávaných drevinách i celkovo. Teda i pri tejto zmiešanine drevín prírastok na výške nie je možné na-

VI. Bežný periodický výškový prírastok na ha pre I. a II. sériu VP Nová Dolina.
 — Current periodic height increment per ha for the Ist and IIInd series of the Nová Dolina research areas

Ukazovateľ	Drevina	Séria VP a variant			
		I.		II.	
		A	B	C	D
Stredná výška v m ihneď po zásahu	sm	6,30	4,70	8,00	7,20
	smc	10,40	10,60	10,40	10,70
	jd	—	3,10	—	5,50
	spolu	8,20	6,70	8,50	7,90
Stredná výška v m 4 roky po zásahu	sm	8,30	6,00	9,85	8,80
	smc	12,85	13,10	12,70	13,00
	jd	—	3,80	—	6,70
	spolu	10,10	8,40	10,40	9,70
Bežný periodický výškový prírastok v m	sm	2,00	1,30	1,85	1,60
	smc	2,45	2,50	2,30	2,30
	jd	—	0,70	—	1,20
	spolu	1,90	1,70	1,90	1,80
Prírastkové percento	sm	31,75	27,66	23,12	22,22
	smc	23,55	23,58	22,11	21,49
	jd	—	22,58	—	21,82
	spolu	23,17	25,37	22,35	22,78

toľko pozmeniť stupňom redukcie počtu stromov, teda úpravou rozostupu, ako pri hrúbkovom prírastku, resp. prírastku na kruhovej ploche. Túto skutočnosť potvrdzujú i sponové pokusy (Piskun 1981).

ZÁVER

Ak chceme zachovať jednotlivú primiešaninu smrekovca v základnom smrekovom poraste na živných stanovištiach hospodárskeho súboru lesných typov 611, musíme od najmladších rastových fáz porastu vytvoriť a udržiavať dostatočný výškový predstih smrekovca nad smrekom. S ohľadom na rozdielny rastový rytmus a biologické vlastnosti týchto drevín sa výškový predstih smrekovca zabezpečuje jednak správnym rozvrhom obnovy týchto drevín, jednak včasnou a systematickou výchovou, čomu treba prispôbiť spôsob výberu a silu zásahu. Pri prečistke kombinujeme negatívny zásah (zdravotný, tvarový) s pozitívnym, pri ktorom sa zameriavame na priamu podporu kvalitných jedincov žiadúceho drevinového zloženia. Ak sa má v týchto stanovištných pod-

mienkach v zmiešaných ihličnatých porastoch smreka, smrekovca a jedle dosiahnuť bezpečnosť produkcie, výchova sa musí prednostne usmerniť na priamu podporu smrekovca. Čím vyказује smrekovec nad smrekom nižší výškový predstih, tým si vyžaduje vyšší stupeň uvoľnenia koruny, teda silnejší výchovný zásah.

Literatúra

DOMIN, K.: Studie o proměnlivosti modřínu v Evropě se zvláštním zřením k Československu. In: Sborník výzkumných ústavů zemědělských RČS, S. 65, Vol. Praha, 1930, 164 s.

CHROUST, L.: K otázce racionalizace výchovy mladých porostů hlavních hospodářských dřevin. In: Konference o výzkumu pěstování lesa a jeho perspektivách. VÚLH Strnady, Opočno 1971

JURČA, J.: Novátorské změny ve výchově mladých lesních porostů. In: IV. celostátní novátorská škola. PŘ Brno, 1974, s. 28-38

KONÓPKA, J. a kol.: Smernice na ochranu lesov v Slovenskej socialistickej republike. Bratislava, 1980, 260 s.

KONÓPKA, J.: Zvyšovanie odolnosti smrekových porastov voči snehovým polomom ich výchovou. Les, č. 11/1985, s. 486-490

KŇAZOVICKÝ, L.: Červený smrek. Bratislava, 1954, 111 s.

KORPEL, Š.: Zásady pestovania v porastoch s trvalým zastúpením jedle. In: Medzinárodná konferencia „Pestovanie a ochrana jedle“. Zvolen, 1975, s. 47-91

PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Zprávy VÚLHM, č. 1, 1958, s. 69-90

PISKUN, B.: Výsledky výskumu na sponových trvalých výskumných plochách na Slovensku. Závěrečná správa. Zvolen, VÚLH, 1981, 112 s.

REMIŠ, J. a kol.: Výskum nových spôsobov prečistiek. Závěrečná správa. Zvolen, VÚLH, 1982, 129 s.

ŠTEFANČÍK, L. a kol.: Diferencované pestovanie lesov s produkčnou funkciou v SSR. Odborná lesnícka aktualita, č. 18-1984. Bratislava, 1985, 119 s.

TICHÝ, J.: Pěstování modřínu. Praha, 1949, 42 s.

Došlo dne 3. 2. 1986

РЕМИШ, Й. — ЛЕГОТСКИ, Л. (Вýсkунný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). Формирование структуры смешанных хвойных молодняков рубками ухода в аспекте повышения объема и надежности продукции. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 313-325.

Результаты научного исследования свидетельствуют о том, что в интересах сохранения отдельных вкрапленных особей лиственницы в основном еловом насаждении на местопроизрастаниях хозяйственного комплекса лесных типов 611 необходимо с самых младших ростовых фаз лесонасаждения создавать и поддерживать достаточное высотное опережение лиственницы над елью. С учетом различных ритмов роста и биологических свойств этих пород высотное опережение лиственницы обеспечивается не только правильным распределением сроков возобновления этих пород, но, главное, последующим своевременным и систематическим уходом, чему следует приспособить способ отбора и интенсивность рубки ухода. При прочистке сочетают отрицательную селекцию (по состоянию здоровья и форме деревьев) с положительным отбором, при котором ориентируются на прямую поддержку качественных индивидов желательного породного состава. Для того, чтобы в этих условиях местопроизрастания в смешанных хвойных насаждениях ель — лиственница — пихта достигала надежность продукции необходимо рубки ухода ориентировать преимущественно на прямую поддержку лиственницы. Чем меньше опережение в росте лиственницы над елью, тем более интенсивным должно быть освобождение кроны, следовательно, тем сильнее должна быть рубка ухода.

лесоводство; уход за насаждениями; хвойные молодняки; продукция

REMIŠ, J. — LEHOTSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Forest Treatments Influencing the Structure of Mixed Coniferous Young Stands with respect to Increasing the Volume of Production and its Guarantee*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 313-325.

The results of research indicate that if a single admixture of European larch is to be conserved in the basic Norway spruce stand at rich-in-nutrients sites with the commercial population of forest types 611, a sufficient height advance of larch trees over spruce trees must be created, and maintained, since the youngest growth stages of the stand. Considering different growth rhythms and biological properties of these two species, the height advance of larch trees is achieved by applying the duly schedule of regeneration of these species, but mainly by subsequent timely and systematic treatments; this determines the choice and intensity of tending measures. Negative (influencing the health condition and shape of trees) and positive measures are combined during stand cleaning, which should stimulate the growth of good-quality trees within the desired species composition. If the productivity of mixed coniferous stands of Norway spruce — European larch — silver fir is to be guaranteed in these on-site conditions, the treatments must be aimed at stimulating the growth of European larch trees. The lower the height advance of larch trees over spruce trees, the higher the degree of crown release, i. e. the more intensive the forest cultural treatment.

forest treatment; forest tending; coniferous young stands; production

REMIŠ, J. — LEHOTSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Strukturgestaltung gemischter Nadeljungwüchse durch Erziehung aus der Sicht der Erhöhung und der Sicherheit der Produktion*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 313-325.

Die Forschungsergebnisse weisen darauf hin, daß wir in dem Falle, wenn wir die Einzelbeimischung der Lärche im Fichtengrundbestand auf nährstoffreichen Standorten der Wirtschaftsgesamtheit von Waldtypen 611 erhalten wollen, seit jüngsten Wuchsphasen des Bestandes einen ausreichenden Höhenvorsprung der Lärche vor der Fichte ausbilden und erhalten müssen. Mit Rücksicht auf den unterschiedlichen Wachstumsrhythmus und biologische Eigenschaften dieser Holzarten wird der Höhenvorsprung der Lärche einerseits durch richtige Zeiteinteilung der Erneuerung dieser Holzarten gesichert, aber vor allem durch folgende rechtzeitige und systematische Erziehung, der die Art der Auslese und die Stärke des Eingriffs angepaßt werden müssen. Bei der Läuterung kombinieren wir den negativen Eingriff (Gesundheits- und Formeingriff) mit dem positiven, bei dem wir uns auf direkte Unterstützung der Individuen von guter Qualität und gewünschter Holzartenzusammensetzung orientieren. Falls unter diesen Standortsbedingungen in Nadelmischbeständen Fichte — Lärche — Tanne die Produktionssicherheit erreicht werden soll, muß sich die Erziehung auf direkte Unterstützung der Lärche orientieren. Je geringeren Höhenvorsprung die Lärche vor der Fichte besitzt, um so höheren Grad der Freilegung der Krone erfordert sie, also einen stärkeren Erziehungseingriff.

Waldbau; Bestandeserziehung; Nadeljungwüchse; Produktion

Adresy autorov:

Ing. Jozef Remiš, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, Marxova 2175, 960 92 Zvolen

Ing. Ladislav Lehotský, CSc., Výskumná stanica VÚLH, Partizánska 153, 033 01 Liptovský Hrádok

MORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PROSTOKOŘENNÝCH SAZENIC SMRKU ZTEPILÉHO [*PICEA ABIES* (L.) KARST.] A BOROVICE LESNÍ [*PINUS SYLVESTRIS* L.] VYPĚSTOVANÝCH NETRADIČNÍ METODOU

M. Volná, P. Radosta

VOLNÁ, M. — RADOSTA, P. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Morfologická charakteristika prostokořenných sazenic smrku ztepilého [Picea abies (L.) Karst.] a borovice lesní (Pinus sylvestris L.) vypěstovaných netradiční metodou*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 327-342.

Sociálně ekonomické a především biologické nároky při produkci sadebního materiálu vedou k ověřování netradičních způsobů pěstování semenáčků a sazenic. Jedním z nich je i výroba prostokořenných sazenic z krytokořenných semenáčků zaručující vysokou životnost, snížení ztrát a omezení sezónnosti při školkování. Pro morfologické analýzy sadebního materiálu vypěstovaného touto cestou jsme volili smrk ztepilý [*Picea abies* (L.) Karst.] a borovici lesní (*Pinus sylvestris* L.). Jednoleté semenáčky těchto dřevin byly vypěstovány v obalech Paperpot, Culticell a Kopparfors, přeškolkovány do homogenního substrátu a vyzvednuty jako prostokořenné sazenice 1/2. U smrku jsme při hodnocení konstatovali nejnižší hmotnost sušiny kořenů i nadzemní části u souboru z obalu Kopparfors. Také v ostatních kvantitativních znacích i výskytu mechanomorfóz dosahovaly sazenice v tomto souboru nejméně příznivých hodnot. Naopak nejlepší parametry vykazovaly sazenice původem z obalu Culticell o největším objemu jednotlivé buňky. Obdobných výsledků jsme dosáhli u borovice lesní. V závěru uvádíme možnosti omezení negativních vlivů pěstování krytokořenných semenáčků pro školkování a předpoklady pro následnou provozní výrobu sazenic uvedenou technologií.

pěstování lesů; zakládání lesů; sadební materiál; smrk; borovice

Hledání nových technologií výroby sadebního materiálu je zákonitou nutností podněcovanou také řadou inovačních prvků ve výrobě. Avšak než přijmeme jakoukoliv technologii výroby semenáčků nebo sazenic, je potřebné analyzovat její přínos a zhodnotit také jakostní znaky vypěstovaného materiálu. Jakostní znaky jsou kofaktory jeho životnosti, které významně ovlivňují ujmavost ve výrobě i při výsadbě a poznamenávají také další vývin kultury.

Zlatník [1973] definuje životnost jako projev vnitřního stavu jedince, podmíněný a ovlivněný okolím, který však nelze chápat jen jako okamžitou reakci na vnější podněty. Musíme tedy životnost chápat jako integrovanou hodnotu. Tvoří ji vnitřní dispozice organismu (anatomická a morfologická stavba a životní procesy probíhající v živé rostlinné hmotě) a vnější podmínky, v nichž se rostlina vyvíjí. Do okruhu vnějších podmínek musíme zařadit i změny, které zasáhnou do vývinu organismu i mechanicky — například při výrobě sazenic a semenáčků.

V cyklu zakládání lesních porostů je životnost činitelem rozhodujícím. V existenci semenáčků a sazenic a ve vývoji kultury je stimulována nebo inhibována hlavně tímto komplexem činitelů:

dispozicemi semenáčků a sazenic vytvořených dlouhým fylogenetickým vývojem, ale i dispozicemi, které se vyvinuly v průběhu ontogeneze organismu vlivem podmínek;

prostředím, v němž se rostliny ve školce vyvíjely;

prostředím, pod jehož vlivem je sadební materiál v období mezi jeho vyzvednutím a sadbou (vyzvedávání, uskladňování, manipulace);

mechanickými změnami, které zasáhly do organismu v průběhu jeho vývinu ve školce (mechanické poškození, deformace apod.).

Po sadbě vstupuje do cyklu vývinu kultury jednak už zmíněný potenciál vnitřních dispozic sazenic, jednak morfogeneze a fyziologický stav, který se v průběhu jejich růstu ve školce vytvořil. Do této kombinace faktorů vstupují podmínky, které jsme sadebnímu materiálu připravili při zalesňování a trvalé i dočasné podmínky zalesněné plochy. Je tedy životnost otevřený systém, do něhož od začátku existence organismu vstupují nové prvky a ovlivňují celkový stav jedinců.

Pro ujmavost kultury — pro adaptaci vysazených dřevin a jejich další vývin — mají všechny tyto faktory značný význam. Přesto jejich dokonalému poznání a respektování už poznatého ještě mnoho dlužíme.

Stále výrazněji se prosazující potřeba ověřovat kvalitativní znaky sadebního materiálu jako kofaktory životnosti je logickým požadavkem v současných nejednoduchých ekologických podmínkách. Je také cílem této práce, v níž jsme se orientovali na posouzení a hodnocení sazenic získaných netradiční výrobou. Netradiční výrobou rozumíme vypěstování prostokořenných sazenic z vyškolkových krytokořenných semenáčků. Dílčím cílem těchto rozborů bylo zjištění vlivu objemu a druhu obalu na parametry 1/0 semenáčků a vlivu objemu a druhu obalu na vývin sazenic po vyškolkování.

PROBLEMATIKA

Celospolečenská potřeba racionalizujících inovačních prvků zasahuje i do oblasti zakládání lesů. Hledání nových technologií výroby sadebního materiálu je rozšířeno hlavně ve směru sazenic a semenáčků krytokořenných. Krytokořenný sadební materiál bude při zalesňování v určitém objemu stále participovat. Prostokořenné sazenice a semenáčky však mají a nadále budou mít své místo v obnově a tedy ještě dlouhodobě nejvýznamnější podíl v objemu sadebního materiálu. Do oblasti výroby prostokořenného sadebního materiálu začíná pronikat v podstatě nový trend, a to výroba prostokořenných sazenic z krytokořenných semenáčků. Klady této výroby by se mohly zvláště významně projevovat při školkování ve vegetačním období omezením nebo úplným vyloučením sezónnosti školkování. Taková možnost přispěje k racionálnímu využití času, potřebného k zabezpečení stále většího množství sadebního materiálu. Školkování krytokořenných semenáčků v průběhu vegetačního období omezí významně ztráty na přírůstech, protože nevyzrálé letorosty obsahují značné procento vody. Při málo pečlivě

a často zdlouhavé manipulaci dochází v důsledku přerušení příjmu vody (po vyzvednutí prostokořenných semenáčků před školkováním) k pasivní vodní bilanci. Pohyb vody z půdy do rostliny je vyloučen, nejjemnější kořeny s nekutinizovanými stěnami zasychají, ale rostlina dále transpiruje. Důsledek těchto negativních pochodů vede k dehydrataci a ztrátě turgoru. Často pak následuje po jejich vyškolkování nevratné vadnutí letorostů, protože jsme omezili nebo i vyloučili možnost desukce. Semenáček se dostává do fáze subletálního deficitu a letorosty hynou. U slabších rostlin může nastat při nedostatečné manipulaci letální vodní deficit, jehož důsledkem je hynutí celé rostliny. Po ztrátě letorostů (za předpokladu, že rostlina není dále inhibována ve fyziologických pochodech negativní vodní bilancí) nastává regenerace ztracených orgánů. Projeví se tvorbou náhradního (někdy vícevrcholového) stonku. Existence několika vrcholů je většinou přechodným jevem (nikoliv dědičným) a v dalších letech některý z náhradních stonků převezme dominantní postavení se všemi charakteristickými znaky stonku (Volná 1970, 1972, 1980). Rovněž větve (jsou-li silněji poškozené) nahrazují většinou ztrátu podobným způsobem.

I když není negativní vodní bilance vždy letální, znamená velmi často ztrátu ročního přírůstu a přechodně nekvalitní tvar sazenice a tedy i neodpovídající kvalitu. Školkování krytokořenných semenáčků by tyto negativní vlivy eliminovalo. Pravděpodobně by bylo možné očekávat při dobře propracované technologii také jednodušší manipulaci s kořenovou soustavou semenáčků, protože by zůstala krytá a neindukovala deformace při školkování.

Jestliže však školkujeme krytokořenný semenáček, musíme předpokládat určitý stupeň deformace kořenů, k níž došlo už růstem v obalu. Dopad mechanomorfóz není vždy stejný. Záleží na regenerační reakci kořenové soustavy po uvolnění z obalů a na typu deformace. Malá ojedinělá odchylka od přirozeného tvaru a směru růstu vyvolaná neprostupností stěn obalu může být tolerován. Důležité je proto omezovat při výrobě semenáčků nejzávažnější projevy mechanomorfóz, které vedou k hromadnému zaškrcování (věčité stáčení, spirály, bohaté smyčky). Současná literatura o deformacích dokazuje, že jsme již velmi rozsáhle informováni o nepřirozeném vývinu celých kořenových soustav v obalech různých typů. Proto na jednu ze základních otázek — zda dochází k deformaci v důsledku růstu kořenů v obalech — můžeme zcela jednoznačně odpovědět kladně. V neprostupných obalech nebo obalech nedostatečně prostupných k mechanomorfózám dochází. Použijeme-li takový materiál pro školkování, vytváříme předpoklad pro kořenovou soustavu nepřirozeně rozvinutou. Avšak čím kratší dobu pěstujeme semenáček v obalech, tím méně indukujeme mechanomorfózy. Pro školkování krytokořenných semenáčků musíme vytvořit takový kořenový bal, aby se při manipulaci (po odstranění obalu před školkováním) nerozpadl, maximálně jen trochu uvolnil. Toto uvolnění by však nemělo omezit technologii přesadby. Dobu, kterou potřebujeme od výsevu až po vypěstování takových semenáčků, je nutno ověřit, protože není jednotná. Významně ji ovlivní dispozice dřeviny, substrát, mikroklima, vlhkostní podmínky. Účelnou synchronizací těchto faktorů můžeme dosáhnout u krytokořenných semenáčků takové parametry, které budou vyhovovat po stránce biologické i technických možností školkování.

MATERIÁL A METODIKA

Pro výzkum byla zvolena borovice a smrk. Obě dřeviny náleží k hlavním druhům našich obnovních cílů a pro potřeby zalesňování je pěstujeme jako semenáčky i sazenice.

Srovnávací série jsme založili v pokusné školce katedry zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin lesnické fakulty VŠZ v Brně. Semenáčky ve věku 1/0 vypěstované v obalech: Culticell, Kopparfors, Paperpot jsme přeškolovali na volnou záhonovou plochu a po dvě vegetační období běžně ošetřovali (odplevelovali mechanicky, zavlažovali průběžně — podle vizuálního odhadu proschnutí půdního povrchu).

Spon výškolokovaných semenáček byl stejný u smrku i borovice, a to 15 × 20 cm. K hodnocení jsme vyzvedli sazenice ve věku 1/2. Parametry, které jsme zvolili pro vyhodnocení sadebního materiálu, vycházejí z ČSN 48 2211 (Semenáčky a sazenice lesních dřevin) a z vlastních zkušeností (Volná 1984, 1985) i zkušeností řady jiných autorů (Chroust 1962, Košulič 1986, Humlová 1978), které doplňují znaky uvedené v normě o některé veličiny nezbytné pro komplexní hodnocení, avšak prakticky obtížně určitelné (viz tabelární souhrny).

Zaměřili jsme se na tvorbu kořenové soustavy — na odchylky od přirozeného tvaru a směru růstu, hmotnost sušiny a na charakteristiku nadzemní části.

Všechny zvolené ukazatele značně závisí na technologii výroby i prostředí, v němž vyrůstají. Substrát, který jsme použili k výrobě semenáček, byl stejný a rovněž i substrát záhonových loží. Rozdílná byla velikost obalů, v nichž jsme semenáčky v prvním vegetačním období pěstovali: Culticell — 300 cm³, Paperpot — 60 cm³, Kopparfors — 40 cm³. Tento rozdíl, jak jsme v průběhu růstu smrku a borovic po výškolokování zjistili, podstatně ovlivnil jejich vývin a významně poznamenal kvalitu vypěstovaných sazenic.

Při určování odchylek od přirozeného tvaru kořenů jsme postupovali podle typologické řady vytvořené na základě bohatých literárních pramenů i vlastních výzkumů. Z 13 popisovaných typů hlavních odchylek (Volná 1984) se v analyzovaných souborech vyskytovaly: spirály (obr. 1), chůdy (obr. 2), větve (obr. 3), smyčky (obr. 4), tvary U-J (obr. 5 a 4), excentricita (obr. 6 a 8).

U smrku i borovice jsme též zjišťovali přírůsty po přeškolování a celkovou výšku nadzemní části, protože tato veličina je jedním z hlavních kvalitativních znaků sadebního materiálu (ČSN 48 2211). Kvalita sazenice však není dána pouze výškou, popř. přírůstem. Neméně závažným ukazatelem vitality je počet větví. Tvoří bázi asimilační plochy a z tohoto důvodu jsme ho rovněž zařadili do souboru sledovaných znaků. Sušinou jsme charakterizovali celkovou hmotnost jednotlivých sazenic. Předpokládali jsme, že její hodnota podtrhne závažnost rozdílů, které se vizuálním odhadem jeví jako evidentní.

Zvolené veličiny jsou hodnoceny u obou dřevin, protože charakterizují sadební materiál smrku i borovice. Tabelárně shrnuté údaje dovolují porovnávat difference mezi vývinem sadebního materiálu z rozdílných obalů.

VÝSLEDKY

Finálním produktem hodnocených sérií borovice lesní a smrku ztepilého jsou prostokořenné sazenice. Jejich charakteristiku popisujeme v dalším textu, významné znaky dokládáme fotografiemi, protože popis některých mechanomorfóz (odchylky kořenové soustavy způsobené mechanickým tlakem neprostupného obalu) je velmi problematický a fotografie nejlépe vystihuje skutečnou morfogenezi.

SMRK

Kořenová soustava smrkových sazenic je poznamenána mechanomorfózami laterálních kořenů i kořene hlavního — pokud se vyvíjel v pozitivně geotropickém směru a měl tedy charakter kořene kulového. Je známo, že kulový kořen se vyskytuje také u této dřeviny, i když ne

I. Charakteristika kořenové soustavy smrku ztepilého (v % z celkového počtu sazenic). — Characteristics of the root system of Norway spruce plants (percent of the total plant number)

Soubor	Excentricita	Spirály	Věnce	Chůdy	Smyčky	U a J tvary	Hlavní kořen*
1	20,8	0	0	66,7	100	0	8,4
2	12,0	8,3	0	36,0	100	40,0	12,0
3	54,8	20,1	0	32,3	100	45,2	45,2

* Hlavní kořen nedeformovaný nebo vymaněný po deformaci a v dalším vývinu výrazný (i když pokračuje v růstu plagiotropicky)

Ze strany, která je v důsledku excentrického vývinu kořenů potlačena, nevyrůstají ještě nové kořenné větve, pouze adventivní kořeny z nadzemní části

Označení souborů: 1 — semenáčky z obalů Culticell, 2 — semenáčky z obalů Paperpot, 3 — semenáčky z obalů Kopparfors

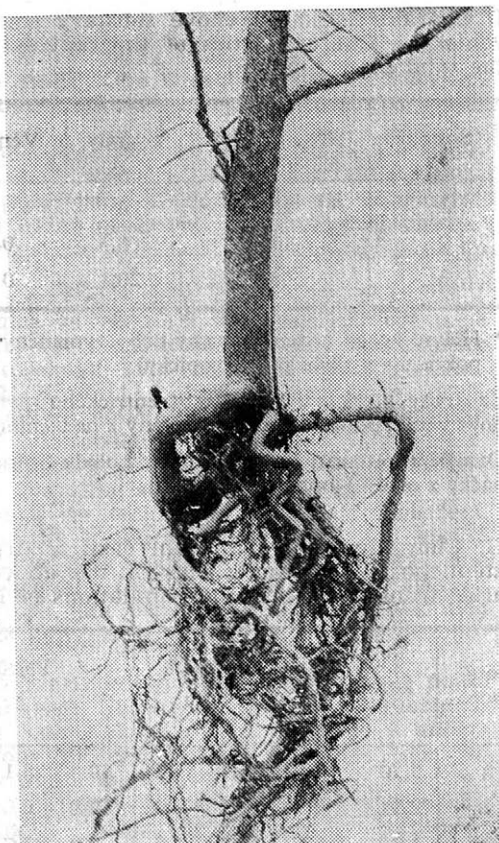
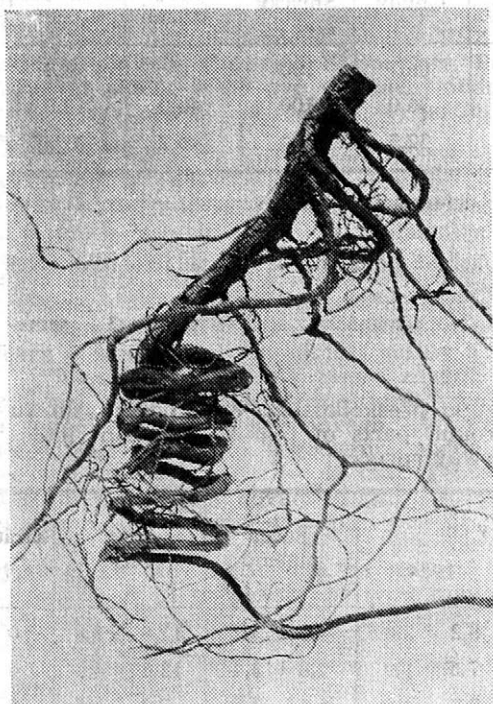
II. Charakteristika nadzemní části a ztráty po přeškolování v souborech smrku ztepilého. — Characteristics of the aboveground parts of plants and plant losses after transplanting in the populations of Norway spruce

Sou- bor	Tloušťka koř. krčku v mm	Výška v cm	Přírůst v cm		Počet pupenů	Počet větví	Ztráty %
			1985	1984			
1	5,70 ± 1,30	26,7 ± 6,7	10,4 ± 5,1	8,2 ± 2,0	5,5 ± 3,2	12,8 ± 3,8	0
2	2,51 ± 1,11	26,5 ± 6,0	12,2 ± 6,0	7,6 ± 1,9	7,8 ± 3,4	12,8 ± 4,6	0
3	1,30 ± 0,62	19,8 ± 5,2	9,9 ± 3,7	7,3 ± 3,5	6,6 ± 2,6	7,3 ± 3,5	0

III. Sušina sazenic smrku ztepilého (v g). — Dry matter of Norway spruce plants (g)

Soubor	Sušina v g		
	kořenů	nadzemní části	celé rostliny
1	3,08 ± 1,43	7,7 ± 2,70	10,78
2	2,51 ± 1,11	6,30 ± 3,10	8,81
3	1,30 ± 0,62	2,50 ± 1,60	3,80

tak jednoznačně jako např. u dubu nebo borovice (tabulky I—III). Mechanomorfózy se vyskytují u kořenových soustav ze všech obalů. Přestože obaly byly ručně osévány, vyvíjejí se některé kořenové soustavy excentricky. K posunu semene mohlo dojít během transportu na místo záložště, ale také při klíčení. U obalů s malým průměrem jsou tyto posuny běžným jevem. Excentricita (obr. 1, 6, 8) se vyskytuje nejčastěji (54,8 %) u kořenů vypěstovaných v obalech Kopparfors, což potvrzuje i naše předchozí výsledky (Volná, Mauer 1982, Volná 1984). Pokud hlavní kořen při excentrickém postavení přiléhal těsně k obalu, z této přilehlé strany většinou nevyrůstaly laterální kořeny. To je ne-

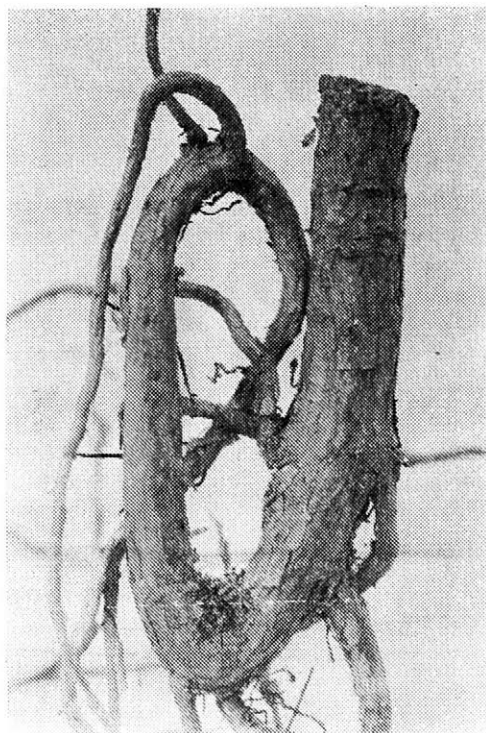
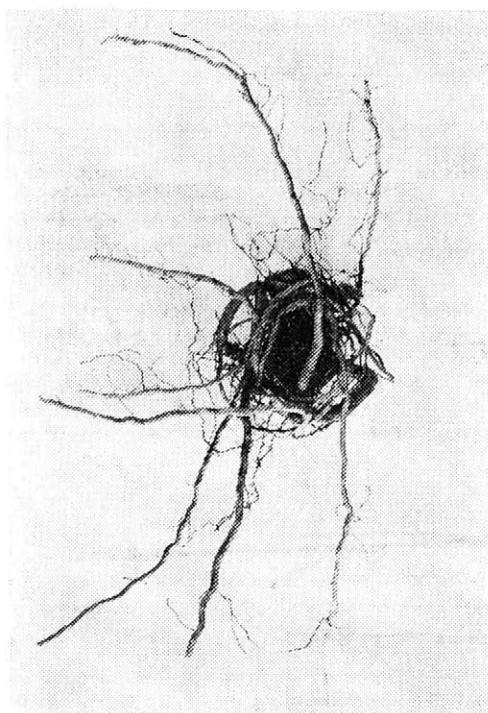


1. Spirály považujeme za nejzávažnější mechanomorfózu. Deformace indukuje tvorbu palic — netvárné srůstání primární kořenové soustavy. Na záběru je také zřejmá excentricky vyvinutá kořenová soustava. Snímek P. Radosta. — Root spirals are considered the most severe mechanomorphosis. The deformation causes the formation of clusters — shapeless coalescences of the primary root system. The eccentrically growing root system can also be seen in the photo. The photo by P. Radosta

2. Chůdy — původní přirozený plagiogeotropický směr růstu se v důsledku inhibičního vlivu neprostupných stěn obalů orientuje vertikálně (ortogeotropně). Snímek P. Radosta. — "Buttresses" — the originally natural plagiogeotropic direction of root growth is oriented vertically (orthogeotropically) as a result of growth inhibition by the solid walls of containers. The photo by P. Radosta

dostatek, který zabraňuje v tomto stadiu ontogeneze rovnoměrnému rozložení kořenové soustavy. Na nové části kořenu, která vyrostla až po školkování (a ne pod vlivem neprostupné stěny obalu), se laterální kořeny běžně tvoří.

Za nejzávažnější mechanomorfózu považujeme spirálovité vinutí (obr. 1), které je důsledkem dlouhodobého růstu kořenů v neprostupných obalech. Největší zastoupení (20,1 %) se vyskytuje v obalech Kopparfors. Věčité stáčení jsme u kořenů smrku nezaznamenali. Chůdovité tvary (obr. 2) se nejčastěji vyskytly u kořenů z obalu Culticell (6,7 %). V obalech Kopparfors a Paperpot se ve výraznější formě vytvořily jen u 32,3 a 36 % kořenových soustav. Je známo, že volné



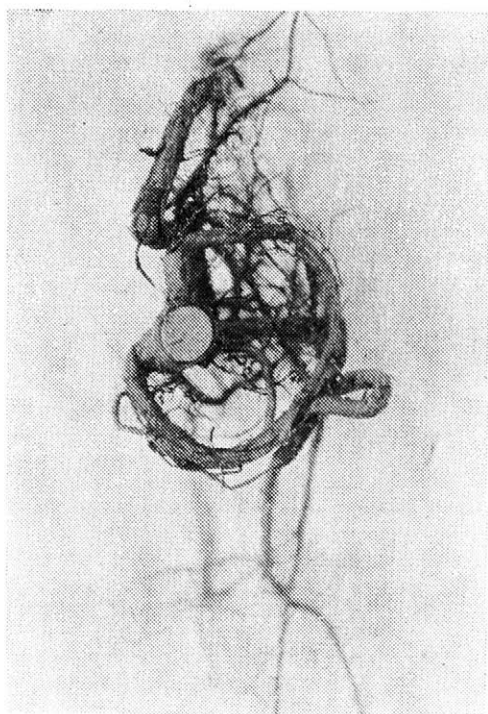
3. Věncité stáčení je typické u kořenů sazenic, které rostly v neprostupných obalech s plným dnem. Radíme je rovněž k závažným odchylkám od přirozeného růstu, protože indukují tvorbu palic. Snímek O. Hauck. — Coiling is a typical deformation of roots in the plants which were grown in containers with solid bottoms. These deformations also belong to the severe defects of natural growth because they induce the formation of clusters. The photo by O. Hauck

4. Smyčky a tvar U jsou odchylkami od přirozeného tvaru a směru růstu. Snímek P. Radosta. — Root loops and U-shape are deformations of the natural shape and growth direction. The photo by P. Radosta

dno obalů indukuje spíše tvary chůdovité, zatímco věncité stáčení a spirálovité vinutí se u kořenů z těchto kontejnerů vyskytuje méně často. Smyčky a deformace do tvaru U a J (obr. 4, 5) jsou velmi časté, a to u kořenů ze všech obalů. Omezující prostor nedovoluje přirozený plagiogeotropický vývin. Kořeny rostou v různém směru — velmi často bez orientace na zemskou tíži. Po vyškolkování se v průběhu růstu na záhonech vymanily některé laterální kořeny z deformací a začaly se vyvíjet výrazně plagiogeotropně. V podstatě nejsou výrazné rozdíly mezi jednotlivými sériemi. V průměru 2,7 — 2,7 — 3,0 kořeny rostou v době rozborů plagiogeotropně.

Rovněž i některé deformované kořeny hlavní s původně ortogeotropním trendem růstu se vymanily z deformace a pokračovaly v pozitivně geotropickém směru. Takovou reakci potvrzujeme ve všech sériích (u 8,4—15,2 % původně deformovaných kořenů). Je tedy růst kořenů po výsadbě dokumentován schopností vymanit se z deformace (obr. 7).

Dalším sledovaným znakem je sušina kořenů. Má největší hodnotu u kořenových soustav vypěstovaných v největších obalech (3,08 g).



5. Tvar J. Odchylky U a J se vyskytují často. Mohou být vyvolány jednak neprostupným založištěm, jednak při přeškolkování, ale také jinými stimuly. Mechanický vliv na změnu pozitivně geotropického nebo plagiogeotropického směru růstu a trvalost této změny vyžaduje další analýzu. Zvláště výrazně reagují na tyto odchylky křbové kořeny. Snímek P. Radosta. — J-shaped deformation. U- and J-shaped deformations are frequent. They can be caused either by the solid bottoms of containers, or during transplanting, but also by other factors. Mechanical influences on the changes in the positively geotropic or plagiogeotropic direction of growth and persistence of these changes will have to be subjected to further analysis. Especially taproots are very prone to these deformations. The photo by P. Radosta

6. Excentricita, spirály, smyčky. Velmi často se vyskytuje kombinace deformací. Snímek P. Radosta. — Eccentric growth, root spirals, loops. This combination of deformations is very frequent. The photo by P. Radosta

V nejmenších obalech (Kopparfors) vypěstované kořeny ještě po dvou letech růstu na záhoně mají o více než polovinu nižší hmotnost (1,30 g). Nadzemní část má ve všech sledovaných parametrech vyšší hodnoty u těch smrků, které byly vypěstovány jako semenáčky ve větších obalech. Hmotnost sušiny nadzemní části z obalů Culticell je 7,7 g, z obalů Paperpot 6,3 g a z obalů Kopparfors 2,5 g. Tomuto rozdílu (současně i s rozdílem sušiny kořenové soustavy) odpovídá také hmotnost sušiny celých stromů. Je třikrát větší u smrků z největších obalů v porovnání s hmotností sušiny smrků vypěstovaných ve fázi semenáčků v obalech Kopparfors (10,78 : 3,80 g).

Kořenový krček je u smrků z obalů Kopparfors tenčí o 1,4 mm v porovnání se smrkou z obalů Culticell. Také výška sazenic je evidentně ovlivněna velikostí obalů v době růstu semenáčků. I když je ve všech

sériích zcela zřejmý zvyšující se trend přírůstu, stále zůstává ve výšce rozdíl 6 cm (mezi smrky z obalů Kopparfors a dalšími dvěma sériemi). Tato diference zařazuje soubor do jiné výškové třídy (podle ČSN 48 2211). Také větvení je poznamenáno diferencí ontogeneze v prvním roce života. Přestože po vyškolkování vyrůstalý ve stejném sponu i rozestupu, sazenice z obalů Kopparfors jsou méně zavětveny. V průměru mají o pět větví méně než smrky v obou dalších souborech, které jsou tedy vybaveny větším asimilačním aparátem a mají výhodnější bázi pro další růst.

BOROVICE

Kořenová soustava je podobně jako u smrku poznamenána mechanomorfózami vytvořenými v době, kdy semenáčky rostly v obalech (tabulky IV—VI). Mechanomorfózy se vyskytují ve všech sériích. Výrazná je excentricita, kterou jsme zaznamenali nejčastěji u kořenů borovic z obalů Kopparfors (u 74,2 % sazenic). Kořenové větve ze strany hlavního kořene, který rostl po vnitřní stěně obalu, jsme v době rozborů ještě nezjistili. Spirálovitě se kořeny nejvýrazněji stáčely v obalech Kopparfors (83,9 % borovic). Méně spirálovitých mechanomorfóz (57,8 %) jsme zaznamenali u kořenů z obalů Paperpot. V obalech Culticell jsme spirály nezjistili. Věncitě se stáčely pouze kořeny u 51,6 % borovic vypěstovaných v obalech Kopparfors. Chůdovitě formy se vyskytly u borovic z obalů Paperpot (70,3 %) i obalů Kopparfors (32,3 %). Smyčky a deformace tvaru U a J jsou ve všech sériích (obr. 1—8).

IV. Charakteristika kořenové soustavy borovice lesní (v % z počtu sazenic). — Characteristics of the root system of Scotch pine plants (percent of the total plant number)

Soubor	Excentricita	Spirály	Věnce	Chůdy	Smyčky	U a J	Hlavní kořen*
1	36,9	57,8	0	70,3	53,1	82,8	25,0
2	57,6	0	0	0	100	100	13,6
3	74,2	83,9	51,6	32,3	19,4	100	25,8

* Hlavní kořen nedeformovaný nebo vymaněný z deformace

Označení souborů: 1 — semenáčky z obalů Paperpot, 2 — semenáčky z obalů Culticell, 3 — semenáčky z obalů Kopparfors

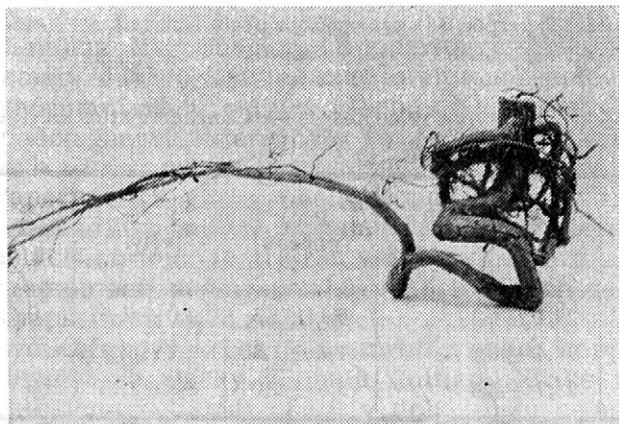
V. Charakteristika nadzemní části a ztráty borovice lesní. — Characteristics of the aboveground parts and plant losses in Scotch pine

Sou- bor	Tloušťka koř. krčku v mm	Výška v cm	Přírůst v cm		Počet pupenů	Počet větví	Ztráty
			1985	1984			
1	0,7 ± 2,7	40,3 ± 7,5	29,1 ± 6,1		6,1 ± 1,3	4,0 ± 1,6	0
2	11,9 ± 2,2	54,9 ± 7,7	38,4 ± 6,8		7,1 ± 1,3	6,1 ± 2,0	0
3	7,8 ± 1,4	29,8 ± 4,7	23,7 ± 4,4		5,6 ± 1,0	3,8 ± 1,3	0

Soubor	Sušina v g		
	kořenů	nadzemní části	celé rostliny
1	4,33 ± 2,50	36,8 ± 20,30	41,13
2	6,68 ± 3,30	54,7 ± 25,00	61,38
3	3,08 ± 1,18	16,7 ± 8,60	19,78

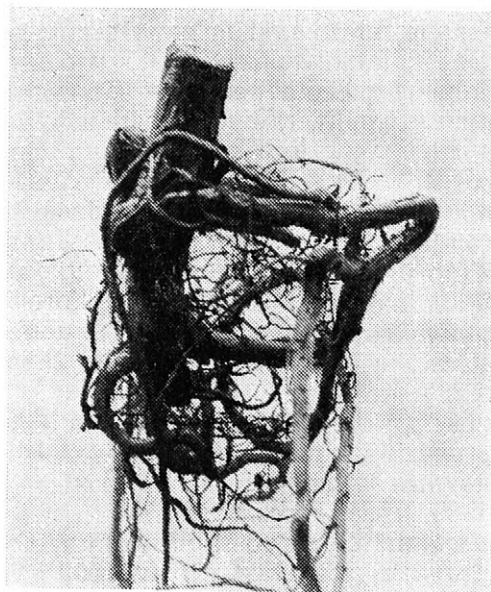
Hlavní kořen, který je u borovice mnohem výrazněji směřován do pozitivně geotropického růstu než u smrku, byl ovlivněn ve svém ortogeotropním trendu také nepřírozeným vývinem laterálních kořenů. Z deformace se vymanil výrazně u 25,8 % borovic vypěstovaných v obalech Kopparfors. V sérii vypěstované v obalu Paperpot byl omezován v přímém růstu smyčkami kořenů laterálních i spirálami. Z této inhibice se vymanil u 25,0 % borovic. V obalech Culticell, kde kromě excentrického rozložení nebyly indukovány výraznější mechanomorfózy, byla deformace hlavního kořene vyvolána jen jeho sevřením do různých smyček. Z tohoto omezení se vymanily hlavní kořeny u 13,6 % poznamenaných soustav. Laterální kořeny se výrazně vymaňovaly z deformací. To znamená, že deformované větve se po vyškolkování orientovaly do plagiogeotropního růstu — ale často jednostranně. Spirálovité a věnčité deformace byly už výrazné v důsledku druhotného tloustnutí (z obalů Kopparfors, ale i Paperpot máme už předchozí analogické závěry: Volná, Mauer 1982, Volná 1984, Lokvenc 1980, Parviainen 1982 a další). Sušina kořenů má podobně jako u smrku značnou souvislost s objemem balu, v němž vyrůstal semenáček před vyškolkováním. Nejmenší je u kořenů z obalů Kopparfors — 3,08 g. Nejvyšší hmotnost jsme zjistili u kořenů vypěstovaných v obalech Culticell — 6,68 g. Uprostřed mezi těmito hodnotami je sušina kořenů z obalů Paperpot — 4,33 g.

Kořenový krček borovic z obalů Kopparfors měřil 7,8 mm, z obalů Culticell 11,9 mm. Nadzemní část borovic se ukázala ještě citlivější než nadzemní část smrků. Rozdíl celkové výšky mezi borovicemi z obalů Kopparfors a obalů Culticell činí v průměru 25 cm (29,8 : 54,9 cm).



7. Hlavní (kulový) kořen se vymanil z deformace, ale neroste pozitivně geotropicky. Pokračuje v plagiogeotropickém směru. Snímek P. Radosta. — The main (tap) root has freed from the growth deformation but it does not grow positively geotropically. Its growth continues to be plagiogeotropic. The photo by P. Radosta

8. Excentricita, chůdy, ortogeotropní růst laterálních kořenů. Smyčky i tvary U a J. Kombinace deformací, velmi častý jev u semenáčků i sazenic vypěstovaných v obalech. Po výsadbě nebo přeškolkování tvarové změny zůstávají — jsou ireverzibilní. Snímek P. Radosta. — Eccentric growth, "buttresses", orthogeotropic growth of lateral roots. Loops, U- and J-shaped deformations. The combinations of deformations are very frequent in the seedlings and plants grown in containers. After planting or transplanting the shape deformations are persistent — they are irreversible. The photo by P. Radosta



Analogicky se vyvíjel i počet větví. Borovice z obalů Kopparfors měly průměrně 3,8 větve, borovice z obalů Culticell 6,1 větve. Sušina nadzemní části odpovídá celkovému vývoji. Borovice z Paperpotů jsou o více než 100 % hmotnatější, borovice z Culticellu o více než 200 % hmotnatější než borovice vypěstované v prvním roce v obalech Kopparfors. Tomu odpovídá i hmotnost sušiny celých rostlin.

Na závěr jsme postaveni před otázku, do jaké míry ovlivňovaly deformace vývin nadzemní části a do jaké míry se zde podílela velikost obalu. Přirozená morfogeneze je v nejmenších obalech nejvýrazněji redukována, ale objem jednotlivých deformací je prozatím jen velmi obtížně určitelný, takže tuto závislost prokázat nemůžeme. Na straně druhé se u borovice všechny sledované parametry kvantitativních ukazatelů vyvíjely zcela v souladu s velikostí obalu. U smrku rovněž — i když méně výrazně. Můžeme tedy vyslovit závěr, že z malých obalů vypěstované semenáčky dávají základ pro méně intenzivní vývin sazenic po přeškolkování. Do jaké míry ovlivňuje tuto ontogenezi deformace, zůstává prozatím dilematickou otázkou.

DISKUSE

V současné době jsme svědky hledání nového trendu pěstování prostokořenného sadebního materiálu z krytokořenných semenáčků. Propracujeme-li a zabezpečíme mechanizaci školkování obalených semenáčků, může znamenat určitý obrat v tomto úseku pěstební činnosti. Při školkování krytokořenných semenáčků nedochází k odkrytí kořenů. To ovlivňuje ujímavost a minimalizuje retardaci růstu. Význam ochrany kořenové soustavy pro vývin rostlin je prokázán všeobecně, ale také speciálně — v lesnictví.

Látková a energetická výměna s okolním prostředím je nejméně narušena. Organismus semenáčků, který musíme chápat jako otevřený

system, může takřka neporušeně pokračovat v čerpání nových látek pro svůj metabolismus. Mohou probíhat všechny velmi různorodé, ale pro další růst zcela nezbytné interakce kořenových buněk a živin, které do nich vstupují. Není tedy snižována životnost jednotlivých orgánů a v důsledku toho ani celého organismu. To je zřejmé z vnějšího projevu rostliny. Retardace přírůstu je minimální nebo vůbec žádná. Je také eliminován úhyn některých nadzemních částí (větví, stonku), popř. celých rostlin. Naopak se vytváří základ pro nerušené pokračování fyziologických procesů, a tím také ke stimulaci další, nerušené ontogeneze sadebního materiálu. Neporušená kořenová část umožňuje příjem živin symplastickou i apoplastickou cestou. Tento předpoklad potvrzují naše výsledky u obou dřevin. Přesto, že jsme je jako krytokořenné semenáčky školkovali na volné záhony už v době výrazného rašení, zaznamenali jsme 100% ujímavost. Nedošlo k úhynu bezprostředně po školkování ani v pozdější době. Podstatně rozdílné jsou výsledky z celoročního školkování borovice lesní i smrku ztepilého, které jsme uskutečnili v roce 1983. Vysoké procento úhynu (u smrku 20—48 %, u borovice 22—96 %), k němuž došlo po školkování v letních měsících (červen — srpen) jasně prokazuje citlivost prostokořenných semenáček a vyzdvihuje klady biologického školkování semenáček krytokořenných (U n č o v s k ý 1984).

Homogenní prostředí na volných záhonech pokusné školky nezabráňovalo mechanicky vývinu kořenové soustavy. Laterální kořeny uvolněné z omezujících stěn obalů se rozrůstaly po vyškolkování po obvodu sazenic. Na straně druhé se však i dva roky po vyškolkování vyskytovaly excentrické kořenové soustavy, které stále dokumentovaly neodpovídající vývin v obalech. Excentricita je známým jevem u semenáček vypěstovaných hlavně v obalech s malým průměrem Kopparfors a Paperpot (V o l n á, M a u e r 1982, V o l n á 1984). Je pozoruhodné, že na části hlavního kořene, která kopírovala stěnu obalu, se netvoří laterální kořeny (obr. 1, 6, 8). Pokud se tyto kořeny rozrůstají s určitou rovnoměrností po obvodu centrálního kořene, stočily se při růstu do protichůdného směru.

Kromě excentricity jsme zaznamenali také některé jiné deformace, známé z analýz krytokořenných semenáček, sazenic i kultur založených tímto druhem sadebního materiálu (spirály, věnčité stáčení, chůdy, U a J tvary a smyčky). Porušení plagiogeotropního směru růstu laterálních kořenů je typické pro smrk i borovici. Ortogeotropní růst hlavního kořene je velmi výrazně porušen a většinou neregeneruje — hlavně u borovice. Analogickou reakci jsme zjistili u této dřeviny také v předchozích analýzách (V o l n á, M a u e r 1982, V o l n á 1984).

Naše závěry dokazují sice tvorbu mechanomorfóz, ale současně také potvrzují, že se nevyskytují u všech analyzovaných sazenic. Borovice a smrk byly přeškolkovány na volné záhony začátkem druhého vegetačního období. Zkrácení doby růstu semenáček v obalech může tyto deformace eliminovat nebo omezit. Může je také omezit druh obalu a způsob založení po výsevu. Obaly s volným dnem většinou neindukují věnčité stáčení ani spirálovitý růst laterálních kořenů. Vzduchová vrstva pod obalem a vzduchové prostory mezi stěnami obalů omezují prorůstání kořenů mimo obal.

Pro eliminaci deformací kořenové soustavy jednoletých semenáček je třeba také uvážit velikost obalu, v němž semenáčky před školko-

váním pěstujeme. Vývin sazenic na záhoně po vyškolování je zprvu ovlivňován — kromě novým prostředím — také jejich vývinem před školkováním. Trofická hodnota prostředí kořenové soustavy je zvyšována při stejném substrátu jeho množstvím. Semenáčky z větších obalů se ještě dvě vegetační období po přeškolení vyvíjely intenzivněji, takže sazenice z nich vypěstované byly výrazně vyspělejší a podle hodnotících znaků [ČSN 48 2211] se lišily o výškovou třídu. O vlivu velikosti obalu na vývin semenáčků hovoří také Košulič (1986).

Možnost vypěstovat prostokořenné sazenice z krytokořenných semenáčků se ukazuje v ověření doby potřebné k vypěstování semenáčků, u nichž by se bal substrátu na kořenech před vyškolováním nebortil. Tyto krytokořenné semenáčky se v podstatě neliší od těch, které pěstujeme pro výsadbu. Jestliže tato technologie výroby bude zařazena do okruhu výroby sadebního materiálu, bude nutné, aby omezila mechanomorfózy kořenů.

Bez mechanomorfóz lze vypěstovat semenáčky před školkováním především tak, že vystihneme dobu, která už umožnila soudržnost substrátu, ale dosud nevyvolala tvorbu závažných tvarových změn. Vyloučení mechanomorfóz kořenů u semenáčků je možné chemicky řízeným růstem v obalech. Tato cesta je v zahraničí popisována, ale provozně prozatím prakticky málo rozšířená [Saul 1968, Furuta, Jones, Humphrey, Mock 1972, Barnett, McGilveray 1974, Burdett, Martin 1982, Pellett, Litzov, Mainquist 1980 a další]. U nás se možností řízení inhibice kořenů zabývá Mauer (1985, 1986). Jiná možnost je pěstování semenáčků v minerální vlně [Örlander 1982], s níž jsme se seznámili na mezinárodní konferenci v Hradci Králové (1982). Reinikainen (1985) popisuje výrobu semenáčků výsevem osiva do lisovaných rašelinových bloků, které po navlhčení zvětší svůj objem. Po vzejití semenáčků v době zvolené pro další manipulaci jsou bloky rozřezány na krychle. Hraniční kořeny, zkrácené tímto řezem reprodukuje z řezných ploch kořeny další a rostliny se normálně dále vyvíjejí. Další možnost je v pěstování semenáčků na vzduchovém polštáři tak, aby i ke stěnám jednotlivých obalů měl přístup vzduch (jeden ze systémů Finnpot 1985). Další možnost je v prověření obalů Culticell s krátkou mikrobiální stabilitou, které se po přeškolení v půdě rozpadnou.

Kumulace vlivů před školkováním a jejich trvalost nebo pomíjivost v průběhu dalšího růstu je rozhodujícím faktorem, který podmiňuje životnost sadebního materiálu. Krytokořenný semenáček použitý jako materiál v další výrobě má analogický význam při školkování jako krytokořenný sadební materiál při výsadbě: zvyšuje ujmavost a neoslabuje životnost. Neoslabený organismus je optimální bází pro další nerušený vývin sazenice ve školce. Je jednou z podmínek neinhibovaného růstu po výsadbě, a proto i jednou z podmínek zajištění kultury v době stanovené zákonem.

HLAVNÍ ZÁVĚRY

Sazenice vypěstované z krytokořenných semenáčků jsou novějším prvkem a jednou z možností výroby sadebního materiálu;

mají nesporné přednosti z hlediska biologického (dobrou ujmavost při školkování a minimální retardaci růstu, rovněž minimální úhyn);

tyto přednosti podmiňují dobrou životnost ve školce, která je předpokladem pro pokračování nerušených fyziologických procesů; umožňují celoroční školkování bez významných ztrát; mechanomorfózy kořenů, k nimž dochází v průběhu růstu semenáčků v obalech před školkováním je možno eliminovat nebo alespoň minimalizovat současně známými metodami; velikost obalu podmiňuje růst sazenice po vyškolování; rozdíl 260 cm³ se projevilo podstatně u borovice i smrku, borovice v našich rozborech reagovala citlivěji než smrk, ve větších obalech byl dán základ pro vývin větších semenáčků a po vyškolování větších sazenic;

analogicky ovlivnil objem obalu i další veličiny: sušinu kořenů i nadzemní části, počet větví, tloušťku kořenového krčku; ztráty po vyškolování byly nulové.

Z možných a v současné době známých pokusů výroby krytokořených semenáčků, kterých by bylo možno použít pro školkování, uvádíme: krátkodobé pěstování v obalech, tak aby nedošlo k výraznému omezení růstu vlivem nepropustných stěn; krátkodobé pěstování v obalech s nízkou mikrobiální stabilitou, které zabrání deformaci (dobu pěstování a velikost obalu je nutno přezkoušet v různých podmínkách a u různých dřevin); současnou úpravou založiště tak, aby obaly ležely na vzduchovém polštáři a vzduch měl přístup i ke stěnám obalů (je tak inhibován růst kořenů mimo prostor obalu, ale uvnitř obalu reprodukce kořenů pokračuje); speciální úpravou stěn obalů retardanty, které současně omezují růst kořenů a tedy i jejich mechanomorfózy.

Všechny tyto možnosti jsou prakticky založeny na reprodukční a regenerační schopnosti kořenů.

Literatura

- BARNETT, J. P. — McGILVERAY, J. M.: Copper screen controls root growth and increases survival of containerized southern pine seedlings. *Tree Planters Notes*, 25, 1974, č. 2
- BURDETT, A. N. — MARTIN, P. A.: Chemical root prunings of coniferous seedlings. *Hort Science*, 17, 1982, č. 4, s. 622-624
- FURUTA a kol.: Chemically controlling root growth in containers. *Calif. Agr.*, 26, 1972, č. 2, s. 10-11
- HULTÉN, H. (ed.): Root deformation of forest seedlings. *Proceedings of a Nordic symposium. Rapport, Instit. för Skoprod., Sver. Lantbruksuniv.*, 1982, č. 8
- HUMLOVÁ, M.: Hustota výsevu a jej vplyv na kvalitu semenáčikov v polyetylénových krytoch. In: *Předosevní příprava semen a komplex. péče o síje. Sborník, refer. VŠZ, Brno, 1985, s. 39-45*
- CHROUST, M.: Vliv hustoty výsevu a šířky osevních řádků na jakost dvouletých semenáčků borovice lesní. *Sborník VŠZ Praha, 1962, s. 187-218*
- KOŠULIČ, M.: Pěstování vyspělého sadebního materiálu z přímých výsevů do obalů. *Les. práce, 1986, č. 2, s. 66-73*
- LOKVENC, T.: Typizace deformace kořenů v kulturách založených sadebním materiálem s obalenými kořeny. *Lesnictví, 26, 1980, č. 2, s. 109-118*
- MAUER, O.: Technologie pěstování obalených sazenic s vyloučením deformací kořenů. *Závěr. zpráva VŠZ LF, Brno, 1985, 32 s.*
- MAUER, O.: Pěstování obaleného sadebního materiálu s vyloučením deformací kořenového systému. *Sborník Biotechnické projekty obnovy lesa v imisních oblastech. 1986, Podolánky, s. 31-36 (v tisku)*
- PARVIAINEN, J.: Die Wurzelentwicklung von Forstpflanzen im Pflanzgarten und am Pflanzort. *Allgem. Forst u. Jagdztg.*, 153, 1982, č. 9/10, s. 166-170

- PELLET, H. M. a kol.: Use of metal compounds as root pruning agents. Hort Science, 15, 1980, s. 308-309
- SAUL, G. H.: Copper safely controls roots of tuber seedlings. Tree Planters Notes, 19, 1968, č. 1, s. 7-9
- UNČOVSKÝ, Š.: Příspěvek k problematice celoročního školkování smrku ztepilého a borovice lesní. SVOČ, Brno VŠZ, 1984, 25 s.
- VOLNÁ, M.: Studien der Regenerationsfähigkeit der Fichte (*Picea excelsa* Link). Acta Univ. Agri., Brno, Series C, 39, 1970, č. 2, s. 103-113
- VOLNÁ, M.: Morfologický projev regenerační schopnosti smrku a dubu. Závěrečná zpráva, Brno VŠZ, 1972, 89 s.
- VOLNÁ, M.: Regenerační schopnost dřevin a její význam pro zakládání lesů. Závěrečná zpráva, Brno, VŠZ, 1980, 128 s.
- VOLNÁ, M.: Vývin kořenové soustavy obaleného sadebního materiálu na příkladu smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karsten]. Dokt. disert. práce. Brno, VŠZ, 1984, 325 s.
- VOLNÁ, M.: Hodnocení sadebního materiálu. In: Racionalizace zalesňování (učební texty pro PGS), Brno VŠZ, 1984, s. 42-45
- VOLNÁ, M. — MAUER, O.: Vývoj kořenového systému borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v kulturách založených semenáčky typu Kopparfors a Paperpot. Acta Univ. agric. Brno, Series C, 52, 1983, č. 3-4, s. 291-308
- VOLNÁ, M. — MAUER, O.: Mechanomorfózy kořenového systému. Ústav věd. informací, VŠZ Brno, 1980, mikrofis, 44 s.
- ZLATNÍK, A.: Základy ekologie. 1. vyd. SZN, Praha, 1973, 281 s.

Došlo dne 10. 9. 1986

ВОЛЬНА, М. — РАДОСТА, П. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Морфологическая характеристика саженцев с обнаженными корнями у ели обыкновенной [*Picea abies* (L.) Karst.] и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выращенных нетрадиционным методом. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 327-342.

Социально-экономические и, главное, биологические требования при продукции посадочного материала наводят на испытание нетрадиционных способов выращивания семян и саженцев. Одним из них является производство саженцев с обнаженной корневой системой из семян с защищенными корнями, обеспечивающее высокую жизнеспособность, сокращение потерь и ограничение сезонности при школировании. Для морфологических анализов выращенного этим методом посадочного материала избрали ель обыкновенную [*Picea abies* (L.) Karst.] и сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.). Однолетние семена этих пород были выращены в обертках паперпот, культицелл и копперфорс, перешколены в гомогенный почвенный субстрат и выкопаны как саженцы с обнаженной корневой системой 1/2. У ели при оценке отметили наименьшую массу сухого вещества корней и надземной части у совокупности из обертки копперфорс. Также по другим количественным признакам и появлению механоморфозов саженцы из этой совокупности отличались наименее благоприятными значениями. Напротив, самые лучшие параметры имели саженцы, происходящие из семян, выращенных в обертке культицелл с наибольшим объемом отдельной клетки. Аналогичные результаты получены у сосны обыкновенной. В заключение приведены возможности ограничения отрицательных влияний выращивания семян с защищенной корневой системой для школирования и предпосылки для последующего производства саженцев по приведенной технологии.

лесоводство; посадка лесов; посадочный материал; ель; сосна

VOLNÁ, M. — RADOSTA, P. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Morphological Characteristics of Naked-Root Plants of Norway Spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] and Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) Grown by a Nontraditional Method. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 327-342.

Socio-economic and mainly biological requirements for the production of planting stock lead to a necessity of checking the nontraditional methods of seedling and plant growing. One of these methods is the production of naked-root seedlings from containerized seedlings; this procedure guarantees high vitality, reduces the losses and diminishes the seasonal influences during transplanting. We

chose the plants of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] and Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) for morphological analyses of the planting stock grown by the above method. One-year seedlings of these woody species were grown in the containers Paperpot, Culticell and Kopparfors, transplanted to homogeneous substrate and lifted as naked-root plants 1/2. Evaluating the spruce plants, they had the lowest dry weight of roots and aboveground parts if they had been grown in the Kopparfors containers. As to the other quantitative characteristics and mechanomorphosis incidence, these plants also had the least favorable values of their characteristics. On the contrary, the best parameters were found out in the plants grown in Culticell containers, which have the largest volume of the cells. The results were analogical in the Scotch pine plants. In the conclusion of the present paper we mention how to diminish the negative influences of growing on containerized seedlings to be transplanted and we give the instructions for the subsequent production of planting stock by the above technology in practical forestry conditions.

forest treatment; forest formation; planting stock; Norway spruce; Scotch pine

VOLNÁ, M. — RADOSTA, P. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Morphologische Charakteristik freibewurzelter Pflanzen der Gemeinen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] und der Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.), die mit Hilfe untraditioneller Methoden gezogen wurden.* Lesnictví, 33, 1987 (4) : 327-342.

Sozialökonomische und vor allem biologische Ansprüche bei der Produktion von Pflanzgut führen zur Überprüfung untraditioneller Methoden der Anzucht von Sämlingen und Pflanzen. Eine von ihnen stellt die Produktion freibewurzelter Pflanzen aus Ballensämlingen dar, die eine hohe Vitalität, Herabsetzung von Verlusten und Einschränkung des Saisoncharakters der Verschulung garantiert. Für morphologische Analysen des auf diesem Wege herangezogenen Pflanzmaterials haben wir die Gemeine Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] und die Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) ausgewählt. Einjährige Sämlinge dieser Holzarten wurden in Paperpot-, Culticell- und Kopparforstöpfen gezogen, in homogenes Substrat verschult und als freibewurzelte 1/2 Pflanzen ausgehoben. Bei der Fichte haben wir bei der Einschätzung das niedrigste Gewicht der Trockensubstanz von Wurzeln und von oberirdischen Teilen bei der Gesamtheit aus Kopparfors-Töpfen festgestellt. Auch hinsichtlich sonstiger quantitativer Merkmale und des Vorkommens von Mechanomorphosen wiesen die Pflanzen aus dieser Gesamtheit die ungünstigsten Werte auf. Umgekehrt haben die besten Parameter die aus den Culticell-Töpfen mit größtem Volumen der Einzelzelle stammenden Pflanzen aufgewiesen. Ähnliche Ergebnisse wurden bei der Waldkiefer erreicht. Zum Schluß werden die Möglichkeiten der Einschränkung negativer Einflüsse der Anzucht von Ballensämlingen zur Verschulung und Voraussetzungen für die folgende Pflanzenproduktion mit Hilfe der angeführten Technologie im Forstbetrieb angeführt.

Waldbau; Bestandesbegründung; Pflanzmaterial; Fichte; Kiefer

Adresa autorů:

Doc. Ing. Milada Volná, DrSc., Ing. Pavel Radosta, lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

S. Vacek, J. Lepš, V. Tesar

VACEK, S. — LEPSŠ, J. — TESAR, V. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno; Biomatematické středisko ČSAV, České Budějovice; lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Skladba mladých březových porostů na Trutnovsku*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 343-360.

Skladba mladých březových porostů I. a II. věkové třídy byla zkoumána v jedlo-bukovém vegetačním stupni v pásmu velmi silného a silného imisního ohrožení (pásmo A a vnitřní část pásma B) v okolí elektrárny v Trutnově-Poříčí. Na 28 jednoarových plochách, vesměs ve stejnověkových porostech (věk mezi 5 a 35 lety), byla analyzována prostorová struktura (horizontální i vertikální), věková struktura, četnost stromů, výškové, tloušťkové a objemové parametry porostů, zápoj a kvalita porostů, a to jednak u nejčastěji se vyskytujícího náhodného a mírně shlukovitého rozmístění, jednak u již méně častého mírně pravidelného a výrazně shlukovitého rozmístění. Bylo zjištěno, že mírně pravidelné nebo náhodné rozmístění jedinců je z hlediska porostotvorných funkcí podstatně výhodnější než mírně shlukovité nebo dokonce výrazně shlukovité rozmístění. Studované březové porosty jsou dosud poměrně vzrůstné, podle taxačních parametrů dosahují zhruba 2. bonitního stupně podle Schwappachových tabulek. V porostech se v průměru vyskytuje okolo 60 % kvalitních jedinců. Porosty jsou dostatečně vitální, aby mohly plnit nejen ekologické, ale i určité produkční funkce.

pěstění lesů; bříza; imise; modelování matematické

Březové porosty vznikaly ve vysočinných až nižších horských polohách i v minulosti buď na opuštěných zemědělských pozemcích, nebo na obnovně nezládnutých kalamitních holinách. Víceméně stejnorodé březové porosty a skupiny plnily až donedávna jen dočasnou funkci pomocných porostů umožňujících obnovu dřevin ekologicky náročnějších. Větší nebo menší účast břízy v lese byla obecně, s výjimkou zvláště chudých nebo podmáčených stanovišť, považována za znak hospodářské extenzity. Proto březové porosty, které nesplňovaly požadavek optimálního výnosu, byly přeměňovány a do porostů přimísená bříza odstraňována.

Postoj k bříze a březovým porostům se v poslední době mění v souvislosti s výrazně se měnícími ekologickými poměry v horských a vysočinných lesích. Imisní zatížení nastoupilo na přelomu 70. a 80. let s nebývalou silou po celém území ČSR. Ve zvláště ekologicky a imisně exponovaných polohách se les rozpadá tak rychle, že v krátké době hyne na rozsáhlých plochách a holiny vzniklé po jednorázovém odklizení porostu se obtížně zalesňují. Smrk, který se až dosud pěstoval bez vážných překážek nebo se dokonce přirozeně obnovoval, selhává. Volba dřevin je zúžena na ty, které jsou tolerantní k imisím a současně jsou schopny odolat extrémním bioklimatickým, popř. půdním poměrům, které účinek imisí ještě umocňují. Jednou z dřevin, které tento požadavek splňují, je bříza.

Protože se očekává nárůst ploch březových porostů, je nutno již nyní získat takové poznatky o výstavbě a vývoji mladých březových porostů, které budou podkladem pro stanovení zásad racionálních hospodářských opatření.

ROZBOR PROBLEMATIKY

V oblastech s velkoplošným imisním zatížením, vylučujícím dlouhodobý růst smrku se pěstují (nebo uvolněné plochy samovolně zarůstají) bříza, jeřáb, vrby, introdukované jehličnany, popř. další domácí dřeviny. Bříza vytváří víceméně souvislé porosty v pásmu velmi silného ohrožení imisemi A v Krušných horách. Vznikly z části přirozeným nasemeněním, většinou pak sítí, a to do značné míry určuje jejich strukturu.

Náhradními porosty jsou porosty břízy tehdy, zastupují-li hospodářsky hodnotné porosty s výtěží dřeva ve výši, kterou umožňovaly přirozené stanovištní podmínky. Jejich existence je prvořadě zdůvodněna tím, že plní nezbytné ekologické funkce lesa (protierozní, protisesuvnou, hydrickou, klimatickou). To však nevylučuje, že nemohou až do doby, než pozbudou opodstatnění, produkovat dřevo v největším možném objemu a kvalitě. Plně produkční porosty však nemohou nikdy nahradit.

Schopnost tvořit náhradní porosty je u břízy dána několika vlastnostmi, zejména však širokou ekologickou valencí, vysokým generativním reprodukčním potenciálem a vysokou tolerancí k imisím. Výhodou je, že mnohé tyto vlastnosti jsou poměrně dobře prozkoumány.

Označení za pionýrskou dřevinu u břízy znamená, že při existenci diaspor je schopna osídlvat jakýkoliv půdní substrát. Důležité je však rozlišovat břízu bradavičnatou (*Betula verrucosa* Ehrh.) a břízu pýřitou (*Betula pubescens* Ehrh.); druhý druh prosperuje i na podmáčených a zamokřených půdách. Neobyčejně širokou amplitudu má bříza i pro svou adaptabilitu na klima. Růstové optimum má sice od dubo-bukového do smrko-bukového vegetačního stupně, tvoří však základní porostní složku v březových doubravách dubového stupně a vitalitu prokazuje na příhodných stanovištích až v buko-smrkovém stupni.

Syntézou početných empirických údajů se bříza dostává na čelné místo tolerance k imisím všech typů, jejichž základní složkou je oxid siřičitý (Ferda 1953; Samek Materna, Vinš 1963; Antipov 1979; Dässler 1983). Břízou byly záměrně obnovovány imisní holiny v Sasku již na konci minulého století (König 1924). Extrémní imisně ekologické poměry vedly k tomu, že březové porosty zůstávaly jako trvale náhradní porosty. Spontánnost přirozeného nasemeňování byla důvodem, proč vznikaly březové porosty namísto porostů jiných poměrně tolerantních dřevin, nenáročných na pěstění (Lampadius 1969). Tak je tomu zejména v Krušných horách. Prvé poznatky o přirozené obnově břízy a o vývoji březových porostů (resp. nárostů) z této oblasti popisuje Jirgle a kol. (1977). Velikost produkce nadzemní dendromasy březových porostů a jejich vliv na prostředí — bylinné patro, půdu, porostní klima apod. — byly hodnoceny později (Jirgle, Tichý 1981). Na základě stejného materiálu byla pak rozebrána vhodnost břízy a jiných náhradních dřevin pro různé imisně ekologické poměry (Jirgle a kol. 1980). Další analýzy vedly až k formulování zásad výchovy březových a jiných náhradních porostů (Kučera 1984).

Uvedené práce jsou v podstatě jediné, které popisují a hodnotí chování a růst březových porostů v poměrech, kde náhradní porosty břízy jsou ekologickou nezbytností. Proto je potřebné a účelné vracet se k dřívějším poznatkům o bříze a přehodnocovat je pro nové růstové poměry. Této situaci jsou u nás nejbližší práce, které se zabývají tloušťkovou strukturou březových porostů na území ČSSR, jako podklad pro vypracování sortimentačních tabulek (Košťát, Kundrík, Seliga 1980, Košťát, Seliga 1982). Dále to jsou práce, které hodnotí význam přípravných březových porostů z hlediska úspěšného zalesňování těžko zalesnitelných holin (Zápal 1958a, 1958b).

Význam břízy pro naše lesní hospodářství zhodnotil z biologického a pěstebního hlediska i z hlediska využití dřeva Košťát (1982). Doporučuje mimo jiné pěstovat geneticky hodnotné březové porosty v imisních oblastech, aby se dostavil i přiměřený produkční efekt.

Přes řadu získaných poznatků jsme teprve na počátku komplexního pěstebního řešení problematiky náhradních březových porostů. Abychom mohli alespoň rámcově stanovit kritéria pěstebního výběru, je nutno znát strukturu a vývoj porostů, a to zejména s ohledem na porostotvorné schopnosti. V každém vývojovém stadiu lesa jsou parametry horizontální a vertikální struktury porostů základními kritérii pro zhodnocení stavu porostů a pro určení zásad jeho obhospodařování.

Cílem práce je proto získat základní poznatky o skladbě březových porostů do 35 let vzniklých přirozenou cestou a nacházejících se pod výrazným vlivem imisí ve vymezené růstové oblasti. Na tomto základě se pak pokusit použitým metodickým způsobem odhadnout další vývoj porostu.

MATERIÁL A METODIKA

Pro výzkum struktury mladých březových porostů byly vybrány porosty v pásmu velmi silného a silného imisního ohrožení (pásmo A a vnitřní část pásma B) v okolí elektrárny v Trutnově-Poříčí (EPO II). Zastoupení břízy na porostní ploše v této imisní oblasti je uvedeno v tabulce I. Tato oblast je již klasickým příkladem výrazného poškození lesů fyto toxickými imisemi. Roční imise SO_2 z EPO II kolísají okolo 20 kt a vlivem terénu se vytvářejí vysoké koncentrace — roční průměr se pohybuje mezi 60—90 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Oblast je v nadmořské výšce 450 až 550 m v jedlo-bukovém vegetačním stupni a v hospodářském souboru 53, většinou v SLT 5K a 5N. Průměrná roční teplota činí 6,8 °C a roční úhrn srážek kolísá okolo 780 mm. Poměrně chudé hnědé lesní půdy se vyvinuly převážně na podloží permokarbonských pískovců, slepenců a arkóz.

K hodnocení byly vyhledávány porosty I. a II. věkové třídy. Vybírány byly části porostů s větším zápojem, popř. s takovým počtem jedinců, který jsme empiricky považovali za dostatečný pro zaclonění půdy. Zkoumány byly porosty s různými typy horizontální struktury, ve kterých nebyly s velkou pravděpodobností konány hospodářské zásahy.

Vzhledem k pracovní zvládnutelnosti a mnohdy i malé výměře skupin s určitou horizontální strukturou bylo zhodnoceno celkem 28 jednorových ploch, tj. pro každý ze čtyř typů rozmístění (mírně pravidelné,

I. Zastoupení břízy na porostní ploše v imisní oblasti Trutnov. — Birch tree representation on the stand area exposed to emission deposition in the Trutnov district

Zóna (pásmo) ohrožení	Rok	Celkem		Věkový stupeň							
		ha	‰	1	2	3	4	5+6	7+8	9+10	11+
				zastoupení v ‰							
Imisní území	1965	289,74	100,0	35,4	27,0	14,3	7,6	6,7	6,4	1,4	1,2
II silné	1973	108,37	100,0	1,9	39,2	17,1	12,7	16,0	8,3	3,9	0,9
III velmi silné	1973	69,20	100,0	9,7	29,1	12,9	29,7	7,5	9,9	1,1	0,1
Σ	1973	177,57	100,0	5,0	35,3	15,5	19,3	12,7	8,9	2,8	0,5
II silné	1983	101,82	100,0	0,8	4,4	40,3	15,3	23,6	9,0	5,7	0,9
III velmi silné	1983	78,09	100,0	6,8	19,2	24,6	10,7	27,4	6,3	4,6	0,4
Σ	1983	179,91	100,0	3,4	10,9	33,5	13,3	25,2	7,8	5,2	0,7

náhodné, mírně shlukovité a výrazně shlukovité] sedm ploch ve věku 5, 10, 15, 20, 25, 30 a 35 let. Věk byl určen na vzorníkových vývrtech a kotoučích.

Při terénním vyšetřování porostů v letech 1983–1985 byl po určení věku a typu rozmístění jedinců na jednotlivých plochách zjištěn počet jedinců, změřena jejich výška, výška nasazení zelené koruny, šířka korunové projekce, výčetní (popř. bazální) tloušťka a rozestup.

Taxační zápoj porostu na vymezených plochách byl určen odhadem a biologický zápoj byl vypočten jako poměr součtů všech korunových projekcí k celkové výměře plochy.

Kvalita březových porostů byla hodnocena podle pětičlenné stupnice Jirgleho a kol. (1979):

stupeň
kvality

charakteristika porostu

- 1 Naprostá většina stromů porostu (81–100 %) tvoří hlavní úroveň, má rovné kmeny, pravidelné koruny, nejsou známky poškození námrazou a sněhem. Listy koncem vegetačního období mají normální velikost a jsou sytě zelené.
- 2 Většina stromů hlavní úrovně (61–80 %) má kmeny rovné, vyskytují se však ojediněle netvárné kmeny. Koruny jsou dosti pravidelné, částečně lze pozorovat tvarování námrazou a sněhem. Listy jsou normální, zelené.
- 3 Netvárné stromy tvoří polovinu (41–60 %) z celkového počtu. Koruny jsou zjevně lámány námrazou a sněhem, jsou řidší. Listy jsou z větší části normální, zelené, v menším měřítku se objevují listy drobnější, ojediněle zažloutlé.
- 4 Většina stromů je netvárná (podíl kvalitních jedinců činí 21–40 %), koruny jsou rozlámány námrazou a sněhem, jsou dosti prořídle. Koncem vegetačního období je vyšší zastoupení drobnějších listů a listů zažloutlých.
- 5 Převážná většina stromů je netvárná s rozlamanými korunami od námrazy a sněhu. Koruny jsou řídké s větším zastoupením listů drobnějších a zažloutlých (počet kvalitních jedinců činí 0–20 %).

Na základě získaných dat se uskutečnila analýza horizontální a vertikální struktury porostů. Byla též hodnocena četnost stromů, výškové, tloušťkové a objemové parametry porostů, zápoj a kvalita porostů.

Pro popis růstu (závislosti výšky, výčetní tloušťky, šířky korunové projekce a celkového objemu hroubí na věku) byla užitá Korfova funkce (Korf 1961). Samoregenní populace bylo popsáno funkcí $y = b_1 + b_2 \cdot e^{b_3 t}$, kde y — hustota, b_1 , b_2 a b_3 — parametry funkce, e — základ přirozených logaritmů, t — čas.

Parametry funkcí byly odhadovány nelineární metodou nejmenšího součtu čtverců při užití upraveného programu NELINS (Květoň).

Pro srovnání zakrytí plochy při různých typech rozmístění individuí bylo užito generování typu rozmístění. Čtyři typy rozmístění — náhodné, shlukovité (mírně a silně) a mírně pravidelné (rovnoměrné) — byly voleny tak, aby odpovídaly zhodnoceným naměřeným rozestupům. Při náhodném rozmístění individuí byly souřadnice generovány jako nezávislé náhodné veličiny s rovnoměrným rozdělením. Při rovnoměrném rozdělení byla plocha rozčleněna na stejně velké části tak, aby v každé části bylo právě jedno individuum. Jeho umístění v rámci této části bylo generováno náhodně. Pro generování shlukovitěho rozmístění byla použita metoda popsaná Lepšem a Kindlmannem (1987), která umožňuje určit intenzitu shlukování i rozměry shluků.

Pro grafické znázornění skladby porostů bylo užito schematických habitů jedinců, přičemž jejich počty na plochách a základní rozměry, tj. výška stromu, šířka koruny a výška nasazení zelené koruny (podle věku a typu rozmístění), odpovídají biometrickým měřením.

Výsledky analýzy vybraných ploch byly srovnány s výsledky simulačního modelu (Lepš, Kindlmann 1987). Přitom bylo použito jako charakteristiky prostorového rozmístění jedinců indexů R (Clark, Evans 1954) a A (Hopkins, Skellam 1954).

VÝSLEDKY

VĚK POROSTŮ

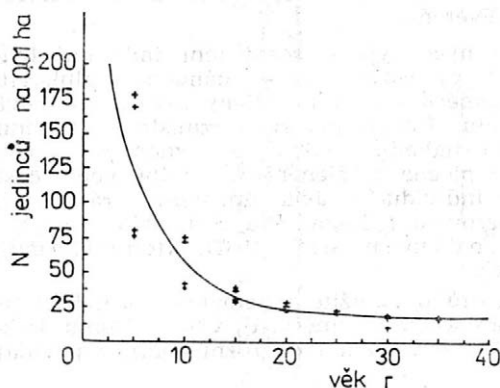
Stejnověké březové porosty vznikaly v zájmovém území celoplošným přirozeným nasemeněním na imisních holinách; jsou to porosty dnešní I. věkové třídy. Mírně věkově rozrůzněné skupiny vznikaly též přirozeným nasemeněním, avšak v porostech, které se z různých příčin prosvětlovaly po roce 1960 též působením imisí; jde zejména o porosty starší 20 let. Odchytky od průměrného věku činily nejvýše ± 5 let, a to jen v ojedinělých případech. Můžeme proto všechny analyzované porosty označit za stejnověké.

ČETNOST STROMŮ

Počet jedinců na ha závisí především na věku a částečně i typu rozmístění individuů (tabulka II). Závislost počtu jedinců na věku je pomocí funkce $y = b_1 + b_2 \cdot e^{b_3 x}$ znázorněna na obr. 1. Porovnáme-li na sledovaných plochách v 30 a 35letých porostech počty jedinců potřebné k zakrytí půdy, pak jsou podstatně vyšší, než uvádějí Schwappachovy růstové tabulky. Je však třeba si uvědomit, že pro analýzu byly vybírány skupiny s počtem stromů, považovaným empiricky za dostatečný z hlediska porostotvorného. Především u mírně pravidelného, popř. náhodného typu rozmístění lze zjištěné počty jedinců považovat z pěstebního hlediska za téměř optimální.

ZÁPOJ POROSTŮ

Zápoj porostů je dán počtem jedinců a velikostí korunových projekcí. Taxační zápoj sledovaných ploch se pohybuje od 0,50 do 0,75 (v průměru činí 0,64) a biologický zápoj od 0,48 do 1,12 (v průměru činí 0,79); jednotlivé hodnoty jsou uvedeny v tabulce II. Závislost šířky koruny na věku je znázorněna na obr. 2.



1. Závislost počtu jedinců na věku (parametry funkce $b_1 = 18,2$, $b_2 = 289$, $b_3 = -0,199$). — A relationship of tree number to age (parameters of the function $b_1 = 18,2$, $b_2 = 289$, $b_3 = -0,199$)

II. Přehled základních charakteristik mladých březových porostů (průměrné hodnoty). — Characteristics of young birch stands (average values)

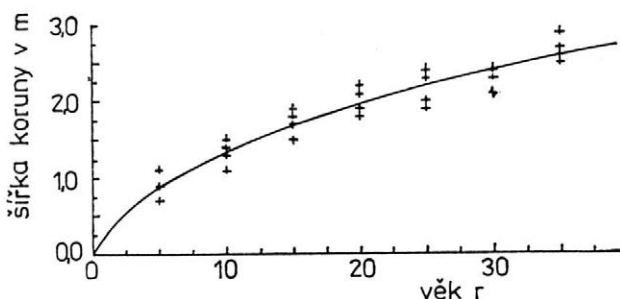
Věk porostu	Typ rozmístění jedinců	Počet jedinců na ha	Výška stromů	Výčetní tloušťka stromů	Výška nasazení zelené koruny	Šířka koruny	Půdorys 1 koruny
roky		ks	m	cm	m	m	m ²
5	výrazně shlukovitě	17 800	1,6	0,4	0,2	0,7	0,385
	mírně shlukovitě	16 900	1,4	0,2	0,2	0,7	0,385
	náhodné	7 600	1,5	0,4	0,1	0,9	0,636
	mírně pravidelné	8 000	1,5	0,3	0,2	1,1	0,950
10	výrazně shlukovitě	7 500	4,6	4,3	0,8	1,1	0,950
	mírně shlukovitě	7 200	4,5	4,6	0,9	1,3	1,327
	náhodné	3 800	4,3	5,1	0,5	1,4	1,539
	mírně pravidelné	4 200	4,2	5,4	0,7	1,5	1,767
15	výrazně shlukovitě	3 900	7,1	7,1	1,9	1,5	1,767
	mírně shlukovitě	3 700	7,1	7,6	1,9	1,7	2,269
	náhodné	2 900	7,2	7,9	1,3	1,8	2,545
	mírně pravidelné	3 000	6,8	7,5	1,4	1,9	2,836
20	výrazně shlukovitě	2 800	9,8	9,2	2,6	1,8	2,545
	mírně shlukovitě	2 600	9,5	9,9	2,4	1,9	2,836
	náhodné	2 300	9,2	11,3	2,2	2,2	3,801
	mírně pravidelné	2 200	9,4	10,5	1,9	2,1	3,464
25	výrazně shlukovitě	2 300	11,8	11,0	3,4	2,0	3,142
	mírně shlukovitě	2 300	12,1	12,7	3,6	1,9	2,836
	náhodné	2 100	10,4	12,4	3,0	2,3	4,155
	mírně pravidelné	2 000	10,7	12,7	2,7	2,4	4,524
30	výrazně shlukovitě	2 000	13,0	13,9	4,3	2,1	3,464
	mírně shlukovitě	1 100	12,7	14,6	4,6	2,3	4,155
	náhodné	1 800	11,6	14,3	4,5	2,4	4,534
	mírně pravidelné	1 800	12,3	15,1	4,1	2,4	4,524
35	výrazně shlukovitě	1 800	14,2	14,7	6,4	2,5	4,909
	mírně shlukovitě	1 900	13,9	16,2	6,0	2,7	5,726
	náhodné	1 700	13,7	17,3	4,9	2,9	6,606
	mírně pravidelné	1 800	14,3	15,6	5,4	2,6	5,309

Věk porostu	Typ rozmístění jedinců	Taxační zápoj	Biologický zápoj	Objem hroubí 1 stromu	Objem hroubí celkem na ha	Stupeň kvality porostu
roky				m ³	m ³	
5	výrazně shlukovitě	0,50	0,69	—	—	2
	mírně shlukovitě	0,65	0,65	—	—	2
	náhodné	0,50	0,48	—	—	1
	mírně pravidelné	0,75	0,76	—	—	1
10	výrazně shlukovitě	0,55	0,71	—	—	2
	mírně shlukovitě	0,70	0,96	—	—	2
	náhodné	0,60	0,58	—	—	1
	mírně pravidelné	0,70	0,74	—	—	2
15	výrazně shlukovitě	0,55	0,69	0,01	39,0	3
	mírně shlukovitě	0,65	0,84	0,01	37,0	2
	náhodné	0,65	0,74	0,01	29,0	2
	mírně pravidelné	0,75	0,85	0,01	30,0	1
20	výrazně shlukovitě	0,55	0,71	0,02	56,0	2
	mírně shlukovitě	0,65	0,74	0,02	52,0	3
	náhodné	0,70	0,87	0,03	69,0	2
	mírně pravidelné	0,70	0,76	0,03	66,0	2
25	výrazně shlukovitě	0,55	0,72	0,05	115,0	3
	mírně shlukovitě	0,60	0,65	0,08	184,0	3
	náhodné	0,70	0,87	0,05	105,0	2
	mírně pravidelné	0,70	0,90	0,06	120,0	3
30	výrazně shlukovitě	0,55	0,69	0,10	200,0	3
	mírně shlukovitě	0,60	0,79	0,10	190,0	3
	náhodné	0,70	0,81	0,10	180,0	3
	mírně pravidelné	0,70	0,81	0,11	198,0	3
35	výrazně shlukovitě	0,60	0,88	0,11	198,0	4
	mírně shlukovitě	0,60	1,09	0,12	228,0	3
	náhodné	0,70	1,12	0,14	238,0	3
	mírně pravidelné	0,65	0,96	0,12	216,0	3

VÝŠKOVÉ, TLOUŠTKOVÉ A OBJEMOVÉ PARAMETRY POROSTŮ

Výškové, tloušťkové a objemové členění stromů podle věku a typu rozmístění dobře charakterizuje vzájemné vztahy jednotlivých porostních složek, přičemž nejlépe odráží produkční potenciál dřeviny. Výšky

2. Závislost šířky koruny na věku vyjádřená pomocí Korfovy funkce (parametry funkce $A = 34,7$, $k = 0,89$, $n = 1,18$). — A relationship of tree-crown width to age, expressed by Korf's function (parameters of the function $A = 34,7$, $k = 0,89$, $n = 1,18$)

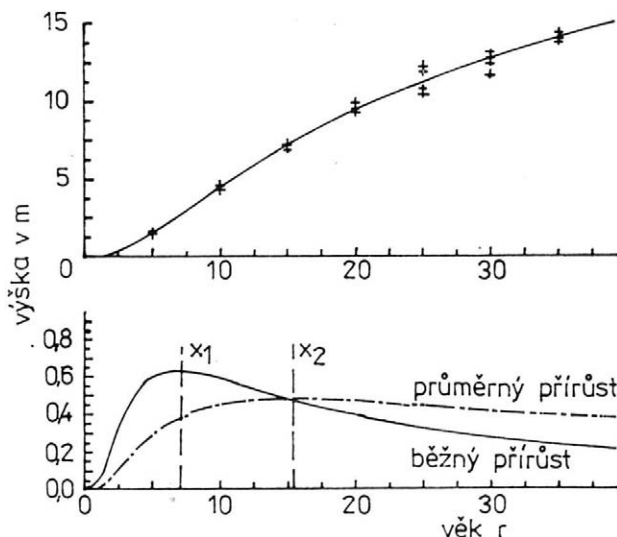


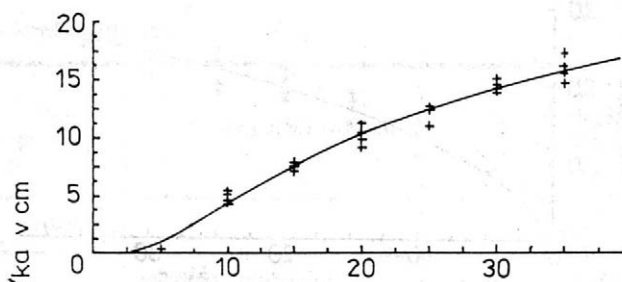
stromů na jednotlivých plochách jsou relativně málo diferencované (variační koeficient se v průměru pohybuje okolo 11 %); více diferencované jsou již tloušťky stromů ($s_x\% = 20\%$) a značně diferencované jsou objemy jednotlivých stromů ($s_x\% = 36\%$). Přehled středních porostních výšek i tloušťek a objem hroubí s kůrou v průměru na jeden strom a celkem na jednotlivých plochách je podle věku a typu rozmístění jedinců uveden v tabulce II. Již ucelenější obraz o vývoji střední porostní výšky, tloušťky a celkové porostní zásoby uvádějí příslušné růstové křivky (výšková, tloušťková a objemová) podle Korfa a k nim příslušející přírůstové křivky (obr. 3, 4 a 5). Výškový růst je ve zdejších extrémních imisně ekologických poměrech relativně pomalý a přibližně odpovídá 2. až 3. bonitnímu stupni podle Schwappacha. Porovnáme-li však dosažené výčetní tloušťky a objemy středního kmene v 30 a 35letých porostech s tabulkami podle Schwappacha, odpovídají tyto hodnoty 1. a částečně i 2. bonitnímu stupni. I když produkce biomasy březových porostů je v těchto imisně ekologických poměrech až druhořadá, je pozoruhodná. S přibývajícím věkem sledovaného rozpětí I. až II. věkové třídy narůstá produkce dřeva, přičemž celkový průměrný roční přírůst v tomto období činí až $6,3 \text{ m}^3$ na ha.

VLASTNÍ SKLADBA POROSTŮ

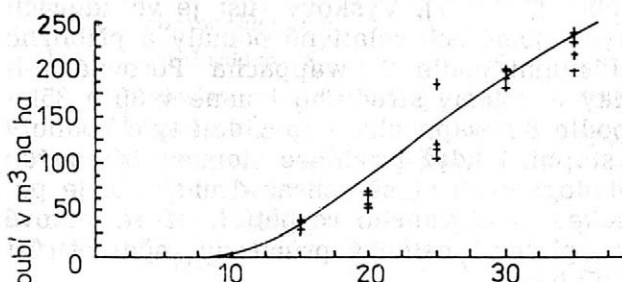
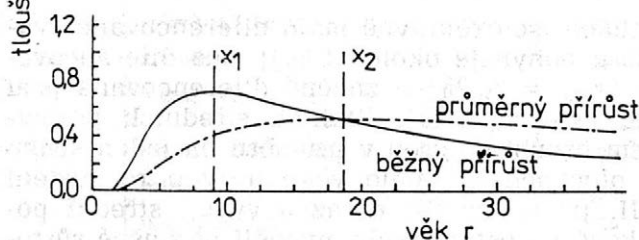
Při studiu horizontální struktury březových porostů (v terénu i při matematických simulacích) bylo zjištěno, že s vývojem porostu se roz-

3. Růstová výšková křivka vyrovnaná podle Korfa a k ní příslušející přírůstové křivky (parametry funkce $A = 36,6$, $k = 5,48$, $n = 1,62$). — A growth height curve smoothed after Korf and the relevant increment curves (parameters of the function $A = 36,6$, $k = 5,48$, $n = 1,62$)

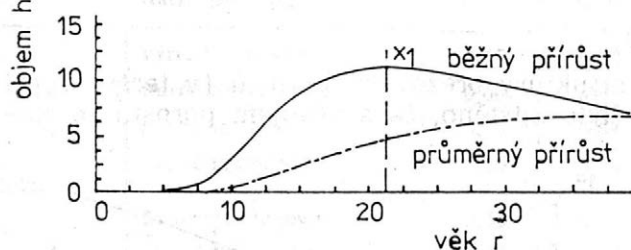




4. Růstová tloušťková křivka vyrovnaná podle Korfa a k ní příslušející přírůstové křivky (parametry funkce $A = 33,1$, $k = 1,08$, $n = 1,81$). — A growth diameter curve smoothed after Korf and the relevant increment curves (parameters of the function $A = 33,1$, $k = 1,08$, $n = 1,81$)

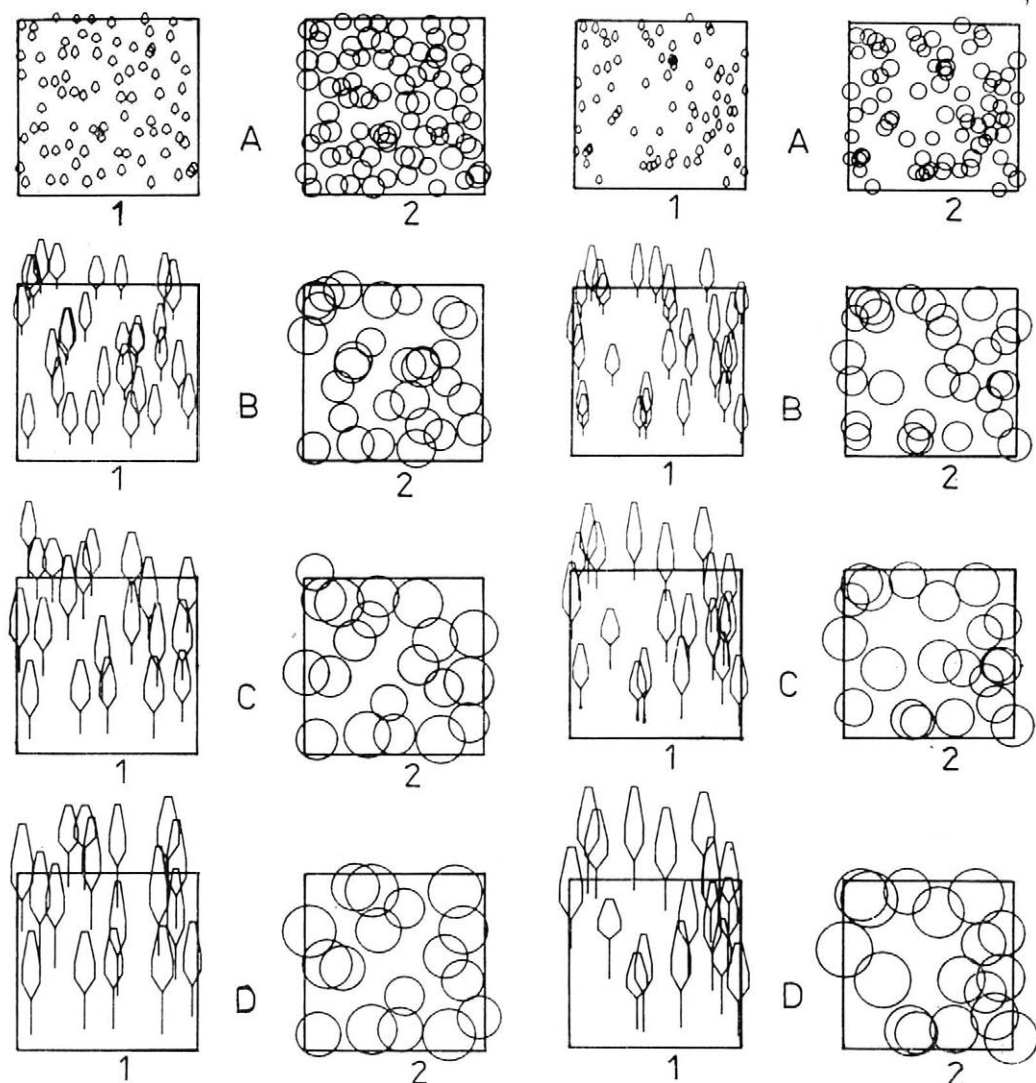


5. Růstová objemová křivka vyrovnaná podle Korfa a k ní příslušející přírůstové křivky (parametry funkce $A = 579,15$, $k = 145,36$, $n = 2,35$). — A growth volume curve smoothed after Korf and the relevant increment curves (parameters of the function $A = 579,15$, $k = 145,36$, $n = 2,35$)



místění populace mění směrem k pravidelnému v případě iniciálního náhodného a k náhodnému až pravidelnému v případě iniciálního shlukovitěho rozmístění. Vývoj horizontální struktury směrem k pravidelnému rozmístění závisí na intenzitě konkurence. Dojde k němu většinou tím dříve, čím větší byla iniciální hustota populace. Konvergenci k pravidelnému rozmístění jedinců stromového patra březových porostů si ve většině případů vysvětlujeme tím, že v průběhu vývoje slabší jedinci hynou v důsledku konkurence, takže na konci II. věkové třídy jsou již stromy přibližně stejně daleko od sebe, pokud nejsou postiženy kalamitními vlivy (negativními abiotickými, popř. biotickými činiteli).

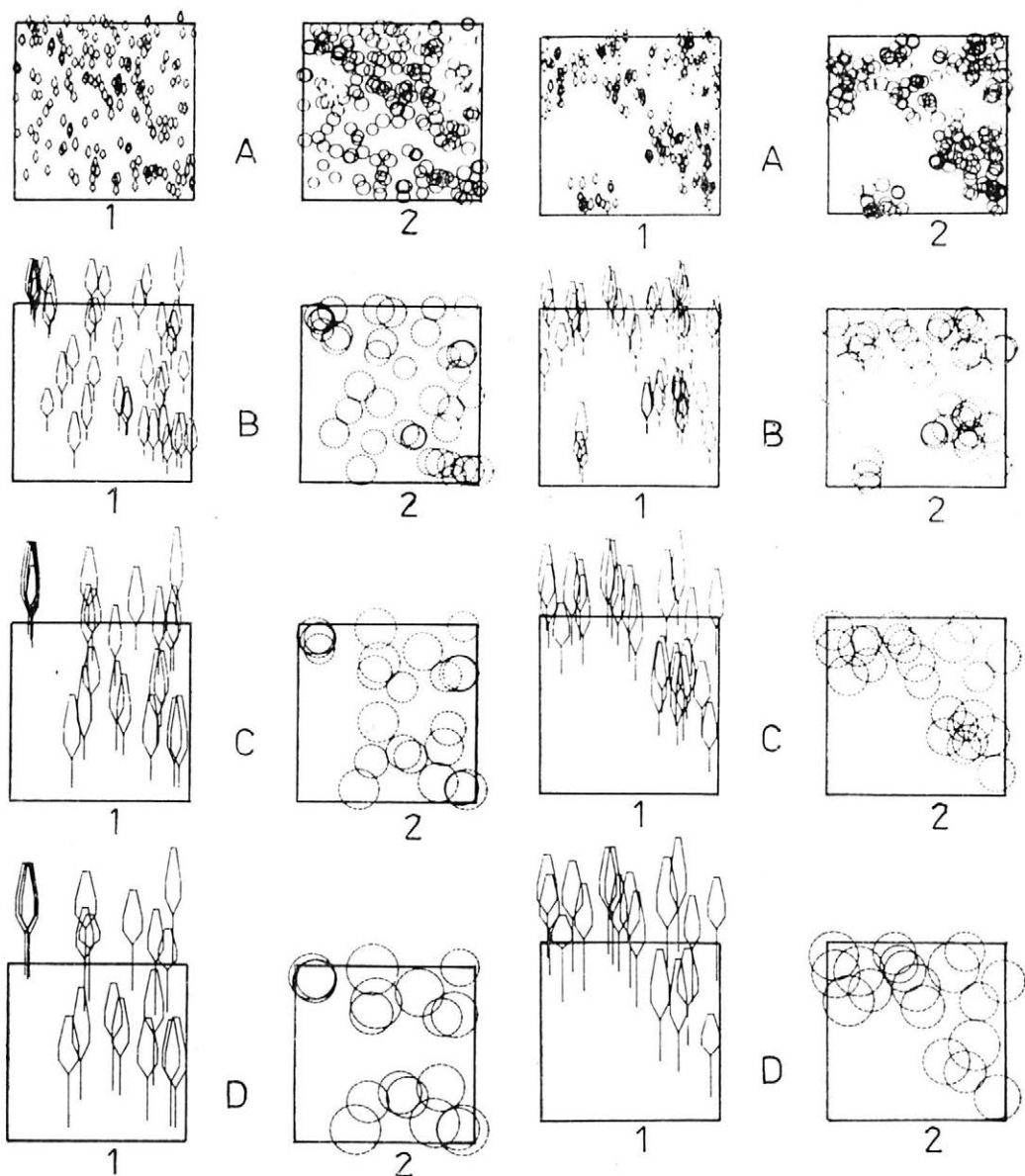
Výsledky generování horizontální struktury pro čtyři typy rozmístění (mírně pravidelné, náhodné, mírně shlukovité a výrazně shlukovité) jsou vždy po 10 letech (tj. v 5, 15, 25 a 35 letech) na jednoarových



6. Skladba porostů mírně pravidelného typu rozmístění (1 — prostorová struktura, 2 — horizontální struktura; věk porostu: A — 5 let, B — 15 let, C — 25 let, D — 35 let). — Structure of birch stands with slightly regular distribution of trees (1 — space structure, 2 — horizontal structure; stand age: A — 5 years, B — 15 years, C — 25 years, D — 35 years)

7. Skladba porostů náhodného typu rozmístění (1 — prostorová struktura, 2 — horizontální struktura; věk porostu: A — 5 let, B — 15 let, C — 25 let, D — 35 let). — Structure of birch stands with random distribution of trees (1 — space structure, 2 — horizontal structure; stand age: A — 5 years, B — 15 years, C — 25 years, D — 35 years)

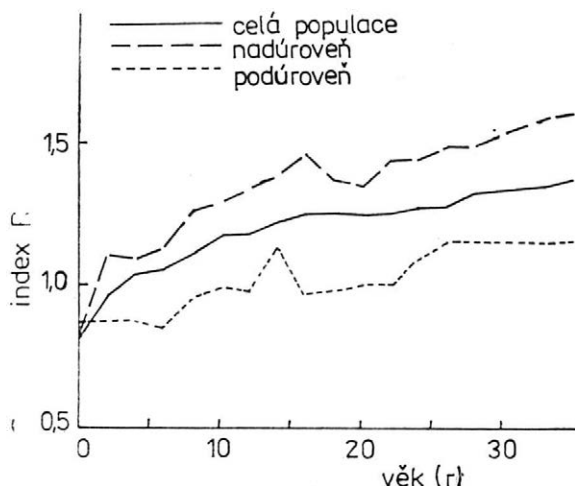
plochách graficky znázorněny na obr. 6—9. V levé části těchto obrázků je uvedena celková prostorová struktura porostů a v pravé části struktura horizontální. Velikost individuů v levé části je pro přehlednost 2,5krát zmenšena oproti jejich pravé části.



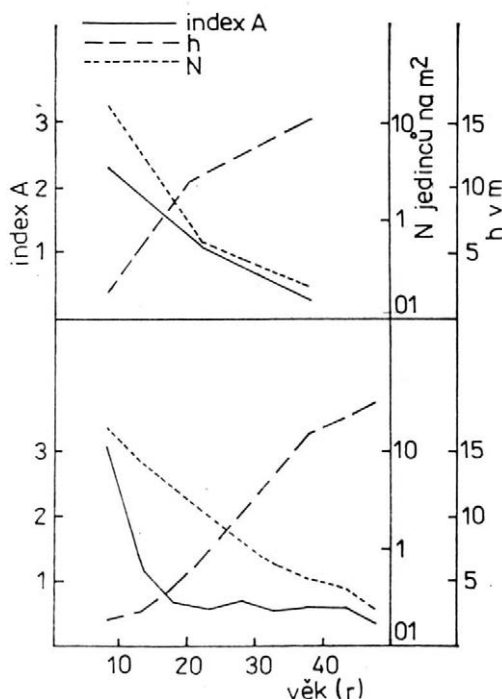
8. Skladba porostů mírně shlukovitého typu rozmístění (1 — prostorová struktura, 2 — horizontální struktura; věk porostu: A — 5 let, B — 15 let, C — 25 let, D — 35 let). — Structure of birch stands with tree distribution in form of small clusters (1 — space structure, 2 — horizontal structure; stand age: A — 5 years, B — 15 years, C — 25 years, D — 35 years)

9. Skladba porostů výrazně shlukovitého typu rozmístění (1 — prostorová struktura, 2 — horizontální struktura; věk porostu: A — 5 let, B — 15 let, C — 25 let, D — 35 let). — Structure of birch stands with tree distribution in form of large clusters (1 — space structure, 2 — horizontal structure; stand age: A — 5 years, B — 15 years, C — 25 years, D — 35 years)

10. Změny horizontální struktury charakterizované indexem R (Clarkův a Evansův index) v závislosti na věku v průběhu vývoje simulované populace. — Changes in the horizontal structure characterized by index R (Clark's and Evans' indexes) in relation to age in the course of the development of simulated population



11. Srovnání charakteristik vývoje stejnověkých březových populací zjištěných v terénu (nahore) s charakteristikami získanými simulací (dole). Index A (Hopkinsův a Skellamův index), h (průměrná střední výška porostu), N (počet jedinců na 1 m²). — Comparison of the developmental characteristics of coeval birch populations recorded in the field (upper part of the figure) with the characteristics obtained by simulation (lower part of the figure). Index A (Hopkins' and Skellam's indexes), h (mean height of the stand), N (tree number per 1 m²)



Došlo-li ojediněle během vývoje populace k většímu rozrůznění výšek, byli nadúrovňoví jedinci rozmístěni pravidelněji než podúrovňoví (obr. 10). Srovnání výsledků terénních měření strukturních charakteristik populace s výsledky simulací je patrné z obr. 11.

KVALITA POROSTŮ

Kvalita, kterou se rozumí především souhrn jakostních znaků kmene a koruny, závisí především na věku; se stoupajícím věkem jednoznačně klesá (tabulky II a III).

III. Zastoupení stupňů kvality mladých březových porostů. — Representation of quality grades in young birch stands

Stupeň kvality porostu	Počet ploch	Věkové rozpětí porostů	Zastoupení ploch	
			ve věkovém rozpětí	celkem
		roky	%	%
1	4	5–15	33	14
2	11	5–25	55	39
3	12	15–35	60	43
4	1	35	25	4

Průměrný kvalitativní stupeň sledovaných porostů činí 2,4; v porostech se nachází celkově 60 % kvalitních jedinců. Na zápoji porostů a rozmístění jedinců závisí kvalita březových porostů málo, a proto analýzu tohoto vztahu neuvádíme. Stav porostů může do budoucnosti narušit žír bázlivce vrbového (*Lochmaea capreae* L.), kterým byly v letech 1985 a 1986 postiženy nejvíce porosty do 15 let.

DISKUSE A ZÁVĚR

Reprezentativní výběr 28 mladých březových porostů není příliš obsáhlý soubor, přesto však získané výsledky umožňují učinit obecnější závěry o schopnosti břízy vytvářet uzavřené porosty a vyslovit konkrétnější návrhy na využití porostů a na pěstební péči o ně. Růstové podmínky trutnovského imisního území jsou natolik příznivé, že ani vysoké imisní zatížení neovlivní růst k imisím poměrně tolerantní břízy tak, aby její porosty nemohly být plně ekologicky fungující a navíc poskytlující i dřevo.

Existence březových porostů zde byla až dosud chápána jako ústupěk směrem k hospodářské extenzitě pod okamžitými provozními tlaky. Optimálním náhradním řešením za smrkové hospodářství by bylo bukové hospodářství (Tesař 1972, 1980). Buk nachází v této oblasti existenční optimum a je k imisím dostatečně tolerantní. Březové porosty zde mají dvojitý významný účel, který jejich existenci opodstatňuje. Předně jako víceméně trvalé porosty jsou součástí zpevňovací soustavy ohrožených lesních komplexů a přispívají k posílení stability porostů citlivějších dřevin, do kterých je bříza vložena v prostorově uspořádaných skupinách nebo pásech (Tesař 1981). Ve druhém případě vytvářejí přechodné pomocné porosty pro postupnou tvorbu porostů relativně tolerantních dřevin s vyšším potenciálním fyzickým věkem. Tento účel lépe splní porosty s již popsaným výrazně, popř. i mírně shlukovitým rozmístěním stromů, protože vytvářejí širokou škálu ekologického krytí cílovým dřevinám.

Tvorba plošných březových porostů by byla z biologického hlediska relativně snadná a nákladově podstatně méně náročná než bukové hospodářství nebo většina jiných náhradních řešení za smrkové hospodář-

ství (Tesař 1980). V těchto poměrně příznivých stanovištních poměrech by však takové řešení mělo být připouštěno jen jako cílovědomě provozované březové hospodářství. Existují pro to základní výchozí předpoklady. Porosty jsou poměrně vzrůstné, podle taxačních parametrů dosahují zhruba 2. bonitního stupně podle Schwappachových tabulek z roku 1903. Deduktivně lze předpokládat, že i u břízy se vlivem imisí vytváří menší objem dendromasy. Tento trend zde byl skutečně v pokusných výsadbách zaznamenán, nebyl však matematicko-statisticky prokázán (Balcar 1983). Druhým předpokladem je zjištěné poměrně vysoké zastoupení kvalitních jedinců na rozdíl od Krušných hor (Jirgle, Tichý 1981), což je především dáno nadmořskou výškou a proveniencí porostů. Pěstební zásahy budou sledovat zejména udržení, popř. vytvoření pravidelného rozmístění stromů a vyššího zápoje. V této práci analyzované a popsání mírně pravidelné nebo náhodné rozmístění jedinců je v tomto ohledu podstatně výhodnější než ostatní typy rozmístění. Přesto se však nezabrání deformaci kmenů pod závěsem mokrého sněhu.

Ani při téměř plném zápoji březových porostů není půda dostatečně kryta. Předržování nestejně zapojených nebo prořídilých březových porostů do vyššího věku může přivodit nepříznivé půdní změny, jak se ukázalo v podobných růstových a imisních poměrech Saska (Lampadius 1969). Proto byly v trutnovském imisním území navrženy plošné kultury osiky na bohatších lesních typech SLT 5K a SLT 5S (Tesař 1981). Osika umožňuje souběžné pěstění s bukem, což není s břízou možné, a osikový opad vytváří příznivější humusové poměry než bříza.

Závěrem lze jednoznačně konstatovat, že analyzované březové porosty již samotnou existencí plní všechny požadované ekologické funkce a přitom je možno je hospodářsky využívat jako náhradního březového hospodářství k produkci dřeva.

Literatura

- ANTIPOV, V. G.: Uстойчивость древесных растений к промышленным газам. Минск, Наука i техника, 1979, 215 s.
- BALCAR, V.: Dřeviny pro imisní území jedlobukového stupně. Závěrečná zpráva, Jíloviště-Strnady, VÚLHM VS Opočno, 1983, 39 s.
- CLARK, P. J. — EVANS, F. C.: Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35, 1954, s. 445-453
- DÄSSLER, H. G. a kol.: Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Jena, Gustav Fischer Verl., 1981, 210 s.
- FERDA, J.: Odolnost lesních dřevin proti kouřovým plynům. *Lesnická práce*, 32, 1953, č. 10, s. 458-464
- HOPKINS, B. — SKELLAM, J. G.: A new method for determining the type of distribution of plant individuals. *Ann. Bot.*, 18, 1954, s. 213-227
- JIRGLE, J. a kol.: Zhodnocení vývoje kultur náhradních dřevin na poloprovozních plochách v Krušných horách. Dílčí závěrečná zpráva, Jíloviště-Strnady, VÚLHM, 1977, 48 s.
- JIRGLE, J. a kol.: Zhodnocení produkce biomasy v březových a jeřábových porostech v Krušných horách a jejich vlivu na prostředí. Závěrečná zpráva, Jíloviště-Strnady, VÚLHM, 1979, 50 s.
- JIRGLE, J. a kol.: Použití náhradních dřevin pro obnovu lesa v Krušných horách. Závěrečná zpráva, Jíloviště-Strnady, VÚLHM, 1980, 39 s.
- JIRGLE, J. — TICHÝ, J.: Zhodnocení produkce břízy a jeřábu jako náhradních dřevin v Krušných horách. *Práce VÚLHM*, 58, 1981, s. 123-137

- KORF, V.: Vzrůstový proces lesních porostů a obecná přírůstová rovnice. *Lesnictví*, 7, 1961, č. 3, s. 231-256
- KOŠÚT, M.: Breza a jej význam v národnom hospodárstve. *Lesnícke informácie*, 1982, č. 1, 126 s.
- KOŠÚT, M. — KUNDRÍK, F. — PÁNKOVÁ, D.: Stromové a porastové sortimentné tabuľky pre brezu. Závěrečná zpráva, Zvolen, VÚLH VS Košice, 1980, 112 s.
- KOŠÚT, M. — SELIGA, J.: Hrubková štruktúra brezových porastov. *Lesnícky časopis*, 28, 1982, č. 1, s. 3-18
- KÖNIG, E.: Über Forstkulturen im Rauchschadengebiet. *Thar. forstl. Jhb.*, 75, 1924, s. 113-123
- KUČERA, J.: Výchova náhradních porostů v Krušných horách. Závěrečná zpráva, Jiloviště-Strnady, VÚLHM, 1984, 18 s.
- LAMPADIUS, F.: Der Burkhardtswald bei Aue als klassisches Beispiel waldbaulicher Rauchschadenabwehr. *Adh. d. Sächs. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturwiss. Klasse* 50, 3, 1969, 24 s.
- LEPŠ, J. — KINDLMANN, P.: Models of the development of spatial pattern of an even-aged plant population over time. *ISEM Journal*, 1987 (v tisku)
- SAMEK, V. — MATERNA, J. — VÍNS, B.: Zásady hospodaření v lesních porostech poškozovaných kouřem. *Práce VÚL ČSSR*, 26, 1963, s. 187-205
- TESAŘ, V.: Immissionssituation, forstliche Lage und Auswirkung von Gegenmassnahmen im Rauchschadengebiet Trutnov/Riesengebirge. *Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien* 97/II, 1972, s. 481-492
- TESAŘ, V.: Možnosti pěstování smrku a potřeba náhradních obnovních cílů v jedlobukovém stupni. Příklad imisního území Trutnov. In: Soubor opatření ke snížení vlivu imisí na lesní hospodářství, Sb. symposia, Dům techniky ČSVTS, Ústí n. L., 1980, s. 84-90
- TESAŘ, V.: Růst dřevin v obnovním cíli při silném ohrožení imisemi na Trutnovsku. *Zprávy lesnického výzkumu*, 26, 1981, č. 2, s. 16-20
- ZAKOPAL, V.: Stav křivoklátských holin a význam březin pro jejich mikroklima. *Lesnictví*, 4, 1958a, č. 6, s. 471-490
- ZAKOPAL, V.: Vliv březových porostů na půdní stav holin v oblasti křivoklátské. *Lesnictví*, 4, 1958, č. 10, s. 877-896

Došlo dne 3. 10. 1986

БАЦЕК, С. — ЛЕПШ, Я. — ТЕЦАРЖ, В. (Вýzkumná stanice VÚLHM, Опочно; Биоматематическое středisko ČSAV, České Budějovice; lesnická fakulta VŠZ, Brno). Структура березовых молодняков в Трутновском районе. *Lesnictví*, 33, 1987 (4): 343-360.

В березовых молодняках в пихтово-буковой вегетационной полосе изучали состав лесонасаждений. Изучаемые лесонасаждения находятся в зоне очень сильной опасности промышленных выбросов из тепловой электростанции в Трутнове-Поржици (предгорье Крконош). Среднегодовые концентрации SO_2 здесь колеблются в пределах между 60 и 90 $мг/м^3$. Березняки возникли в результате естественного самосева, причем они в основном разновозрастные — возраст между 5 и 35 годами. На 28 одноарных делянках анализировались пространственная структура (горизонтальная и вертикальная), возрастная структура, численность деревьев, параметры насаждений, что касается высоты, толщины и объема стволов, сомкнутость и качество березняков, причем не только у чаще всего встречающегося случайного и несколько скопленного размещения, но и у менее частого несколько более равномерного и явно сгруппированного размещения. Для сравнения покрытия площади при различных типах размещения индивидов применили классификацию типа размещения. Результаты анализированных площадей были сопоставлены с результатом имитирующей модели. При изучении горизонтальной структуры березовых древостоев (в местности и при математических имитациях) установили, что с развитием березняков размещение популяции меняется в направлении равномерного в случае начального случайного размещения и в направлении случайного и вплоть до равномерного в случае начального сгруппированного размещения. Умеренно равномерное или случайное размещение индивидов в аспекте выполнения просторообразовательных функций значительно выгоднее, чем умеренно сгруппированное или даже отчётливо сгруппированное размещение. Если в ходе развития популяции в отдельных случаях и наблюдалась большая вариабельность высоты индивидов, то господствующие деревья были размещены более равномерно, чем деревья под пологом. Таксационная сомкнутость обследуемых березняков в среднем составляет 0,64, а биологическая

сомкнутость колеблется около 0,79. Древостои сравнительно рослые, по таксационным параметрам они достигают приблизительно 2 класса бонитета в соответствии с таблицами Шваппаха. Общий среднегодовой прирост достигает 6,3 м³ на га. Однако выявленное число особей, необходимых для прикрытия почвы, в этих древостоях значительно выше, чем приводят таблицы Шваппаха. В древостоях имеется в среднем около 60 % качественных деревьев. С возрастом древостоев их качество снижается. Молодые березняки в этих высокорасположенных местностях даже при высокой нагрузке промышленными выбросами обладают достаточной жизнеспособностью для того, чтобы они не только могли выполнять экологические функции, но до известной степени также и производить сравнительно качественную древесину.

лесоводство; береза; промышленные выбросы

VACEK, S. — LEPŠ, J. — TESAŘ, V. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno; Biomatematické středisko ČSAV, České Budějovice; lesnická fakulta VŠZ, Brno). *The Structure of Young Birch Stands in the Trutnov District*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 343-360.

Forest stand structure was studied in young European birch stands in the *Abieto-Fagetum* zone of vegetation. These stands are situated in the region exposed to heavy emission fallout from the thermal power station in Trutnov-Poříčí (in the foothills of the Krkonoše Mts.). The average annual concentrations range in this area from 60 to 90 µg per m³. The forest stands originated from natural seeding, they are mostly coeval stands of the age from 5 to 35 years. On twenty-eight one-acre plots, the following characteristics were analyzed: space (horizontal and vertical) structure, age structure, tree frequency, tree height, diameter and volume parameters, canopy and quality of the stands; these characteristics were investigated on the one hand in the most frequent type of tree distribution — random distribution in form of small clusters of trees, but also in the less frequent type of tree distribution — slightly regular distribution and large clusters of trees. To compare the coverage of the area for different types of tree distribution, we used the generating of distribution type. The results of the analyses of the given plots were compared with the result of model simulation. The study of the horizontal structure of birch stands (in the field and by mathematical simulations) reveals that in the course of stand development, the population distribution becomes regular in the case of the initial random distribution, and random and mostly regular in the case of the initial cluster distribution. The slightly regular or random distribution of trees is much more advantageous, with respect to the stand-forming functions, than that in form of small clusters, or even large clusters. If tree heights in single cases were rather differentiated during the population development, the distribution of dominant trees was more regular than that of overtopped trees. The average value of taxation canopy in the investigated stands makes 0.64 and about 0.79 for the biological canopy. The stands have relatively vigorous growth, according to the taxation parameters they roughly belong to the 2nd grade of locality class after Schwappach's tables. The total average annual increment makes even 6.3 m³ per ha. The numbers of trees required for the coverage of soil are substantially higher in these stands than those given by Schwappach's tables. The stands comprise on the average about 60 % of good-quality trees. Stand quality is decreasing with the higher age of the stands. The young birch stands at these foothills localities have good vitality although the emission deposition is high there; they can fulfil not only the ecological functions but also they can produce certain volumes of relatively good-quality wood.

forest treatment; European birch; air pollution

VACEK, S. — LEPŠ, J. — TESAŘ, V. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno; Biomatematické středisko ČSAV, České Budějovice; lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Zusammensetzung junger Birkenbestände in der Umgebung von Trutnov*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 343-360.

In jungen Birkenbeständen in der Tannen-Buchenvegetationsstufe wurde die Zusammensetzung der Bestände untersucht. Die untersuchten Bestände befinden sich in der Zone sehr starker Bedrohung durch Immissionen aus dem Wärmekraft-

werk in Trutnov-Poříčí (Vorgebirge des Riesengebirges). Durchschnittliche jährliche SO_2 -Konzentrationen bewegen sich hier zwischen 60 und 90 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Die Bestände sind durch natürliche Ansammlung entstanden und sind durchweg gleichartig, Alter zwischen 5 und 35 Jahren. Auf 28 ein Ar großen Flächen wurden die räumliche Struktur (horizontal und vertikal), Altersstruktur, Baumzahl, Höhen-, Dicken- und Volumenparameter der Bestände, Bestandesschluß und Qualität der Bestände analysiert, und zwar sowohl bei der am häufigsten vorkommenden zufälligen und mäßig horstweisen Dislokation, als auch bei der bereits weniger häufigen mäßig regelmäßigen und ausgeprägt horstweisen räumlichen Verteilung. Zum Vergleich der Bedeckung der Fläche bei verschiedenen Typen der Dislokation von Individuen wurde die Generierung des Typs der Dislokation angewandt. Die Ergebnisse der Analysen ausgewählter Flächen wurden mit dem Ergebnis des Simulationsmodells verglichen. Beim Studium der Horizontalstruktur der Birkenbestände (sowohl im Gelände als auch bei den mathematischen Simulationen) wurde festgestellt, daß sich mit der Entwicklung des Bestandes die Dislokation der Population in Richtung auf die regelmäßige im Falle der initialen zufälligen Verteilung verändert, und auf die zufällige bis regelmäßige im Falle der initialen horstweisen Verteilung. Die mäßig regelmäßige oder zufällige Verteilung der Individuen ist vom Standpunkt der Erfüllung der Raumbildenden Funktionen wesentlich vorteilhafter als die mäßig horstweise, oder sogar ausgeprägt horstweise Dislokation. Falls es im Laufe der Entwicklung der Population in Einzelfällen zu einer stärkeren Differenzierung der Individuenhöhen gekommen war, waren die vorwüchsigen Individuen regelmäßiger verteilt als die unterständigen. Der Taxationsschluß der untersuchten Bestände beträgt im Durchschnitt 0,64 und der biologische Schluß bewegt sich um 0,79. Die Bestände sind mäßig wüchsig, nach den Taxationsparametern erreichen sie ungefähr den 2. Bonitätsgrad nach den Tafeln von Schwappach. Der durchschnittliche jährliche Gesamtwuchs beträgt bis 6,3 m^3 auf 1 ha. Die festgestellten Individuenzahlen, die zur Bedeckung des Bodens notwendig sind, sind jedoch in diesen Beständen wesentlich höher als die Tafeln von Schwappach angeben. In den Beständen kommen im Durchschnitt rund 60 % Individuen von guter Qualität vor. Mit steigendem Alter sinkt die Qualität der Bestände. Die jungen Birkenbestände weisen in diesen Höhenlagen auch bei hoher Immissionsbelastung ausreichende Vitalität auf, um nicht nur ökologische Funktionen erfüllen zu können, aber auch bis zu einem gewissen Grade Holz von relativ guter Qualität produzieren zu können.

Waldbau; Birke; Immissionen

Adresy autorů:

RNDr. Stanislav Vacek, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM Opočno, 517 73 Opočno pod Orlickými horami

RNDr. Jan Lepš, CSc., Jihočeské biologické centrum ČSAV, Biomatematické středisko, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice

Ing. Vladimír Tesař, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

PROBLEMATIKA ZDRAVOTNÉHO STAVU DUBA A MOŽNOSTI JEHO ZLEPŠENIA SPRÁVNÝMI PESTOVATELSKÝMI POSTUPMI

J. Ančák

ANČÁK, J. (Ústav experimentálnej fytopatológie a entomológie CBEV SAV Bratislava, Ivanka pri Dunaji). *Problematika zdravotného stavu duba a možnosti jeho zlepšenia správnymi pestovateľskými postupmi*. Lesníctví, 33, 1987 (4) : 361-370.

Predkladané údaje o dube a o postupoch na udržovanie jeho zdravotného stavu, stability, a tým aj jeho genofondu vyplývajú z výsledkov nášho výskumu genofondu lesov Malých Karpát, výskumu dubín Podunajskej nížiny a Záhoria, výskumu reprodukčných orgánov duba i z výskumu chýb v pestovateľsko-ťažobných postupoch a ich vplyvu na zdravotný stav dubín. Príspevok je zameraný na metodické postupy a výsledky selekčno-genetických prác v dubinách, na objasnenie príčin fyziologického oslabenia dreveniny a s tým súvisiace otázky, t. j. chyby v pestovateľsko-ťažobnej činnosti a ich vplyv (popri exhalátoch a klimatických extrémoch) na zhoršovanie pôdneho a vzdušného prostredia a zdravotného stavu lesa, a na biologické opatrenia a postupy na ochranu a reprodukciu genofondu dreveniny.

pestovanie lesov; dub; zdravotný stav; fyziologické oslabenie; exhaláty; klimatické extrémny

Pri stanovení správnych postupov či opatrení na zlepšenie zdravotného stavu duba bolo treba vychádzať z primárnych príčin fyziologického oslabenia a hynutia duba. Objasnenie príčin a rozpracovanie biologických postupov na zníženie účinku škodlivých činiteľov (exhalátov, klimatických extrémov) na lesné prostredie, t. j. na pôdu a ovzdušie, je cieľom tejto práce.

METODICKÉ POSTUPY PRI NIEKTORÝCH SELEKČNO-GENETICKÝCH PRÁČACH

Pre výskum genofondu duba (tiež i buka) v lesoch Malých Karpát, ktorý sme vykonali v rokoch 1976—1980, prispela i nami vypracovaná a použitá metóda (systém) s klasifikačnou schémou kritérií pre štvorstupňové kvalitové hodnotenie 16 morfológických znakov stromov a postupy na jej využitie v praxi (t. j. pri fenotypovej klasifikácii porastov i celej šľachtiteľsko-pestovateľskej činnosti). Uplatnením tejto metódy sme fenotypovo zhodnotili porasty duba a buka, ktoré mali viac ako 60 rokov. Stanovili sme pritom podiel kvalitových stupňov stromov (aj ich morfológických znakov) z aspektu rastu, kvality kmeňov a kvality korún.

Kvalitové stupne (kvalita) stromov	Podiel jednotlivých kvalitatívnych stupňov stromov v %	Na jednotlivých kvalitatívnych stupňoch stromov sa podieľali v %		
		rast	kvalita kmeňov	kvalita korún
1.	4	75,0	5,9	19,1
2.	68	25,3	55,7	19,0
3.	20	22,8	24,4	52,8
4.	8	20,0	51,6	28,4

Zistené údaje sú hodnoty charakterizujúce ekotyp malokarpatského duba (u buka ekotyp malokarpatského buka). Dokazujú zároveň, že dub je tu po stránke rastovej pomerne dobrý a má i dobrú formu koruny. Naproti tomu buk, ktorý tu má tiež pomerne dobré rastové vlastnosti, má formu koruny nevyhovujúcu — zväčša vidličnatú.

Popri stanovení podielu kvalitatívnych stupňov stromov sme tu ďalej vykonali (na základe podkladov z LHP) aj analýzu a zhodnotenie údajov fenotypovej klasifikácie podľa jednotlivých porastov a lesných správ. V zásade išlo o posúdenie správnosti členenia (zatriedenia) porastov do štyroch kvalitatívnych kategórií (ktg. II A, II B, II C, II D), o fixovanie, hodnotenie a rozšírenie základne genofondu porastov ktg. II A vrátane ich roztriedenia na ktg. II A₁ (chránené) a ktg. II A₂ (obnovované), ako aj o prehodnotenie porastov ktg. II B i nevhodných (likvidných) porastov ktg. II D. V súvislosti s tým sme vypracovali aj selekčno-genetické postupy, vrátane postupov na vylepšenie hodnotenia, schvaľovania a vedenia evidencie pri uznávaní porastov na zber semena. Vyselektovali sme tu tiež potrebný počet najkvalitnejších, t. j. „výberových stromov“ (vypracovali sme k nim aj taxačnú a fotografickú dokumentáciu) pre účely ich vegetatívneho rozmnoženia a zabezpečenia potomstva na lesných semenných plantážach.

V Podunajskej nížine a na Záhorí sme po kvalitatívnom zhodnotení dubín vykonali výber 19 najkvalitnejších porastov pre účely rekonštrukcie podunajských lesov na týchto lokalitách v súvislosti s výstavbou vodných diel na Dunaji: Gajc (3 porasty), Vlčie Hrdlo (3 porasty), Jegeneš (1 porast), Kačín (5 porastov), Karlova Ves (4 porasty), Cajla (2 porasty), Ivanka pri Dunaji (1 porast), Píla (1 porast). V rámci tohto výskumu sme vypracovali aj projekt provenienčnej pokusnej plochy duba, resp. banky najkvalitnejších porastov (súborov genotypov) na jej založenie v obvode Lesnej správy Rusovce (LZ Bratislava). Za tým účelom sme tam v spolupráci s VÚLH VS Gabčíkovo vybrali a pripravili vhodnú plochu a začali so zabezpečovaním semenného a sadbového materiálu jednotlivých vybraných proveniencií. Na prácach s ich výsadbou na vybranú plochu, ako aj s celkovým dokončením provenienčnej pokusnej plochy bude treba podľa nami vypracovaného projektu v rámci rezortu lesov ešte pokračovať.

VÝSLEDKY

Výsledky našich biologických výskumov prinášajú poznatky a objasnenie aj z aspektu fyziológie a rastu dreviny, najmä však z aspektu vplyvu pestovateľsko-ťažobných postupov na výživu a prirastavosť, a tým aj na fyziologický a zdravotný stav i stabilitu porastov.

OBJASNENIE PRÍČIN FYZIOLOGICKÉHO OSLABENIA DREVINY A JEJ NÁSLEDNÉHO HYNUTIA

Z výsledkov výskumov vyplýva, že primárne príčiny fyziologického oslabenia a hynutia dreviny majú ekologický pôvod, vyplývajúci zo vzťahu medzi lesom a prostredím, v ktorom les žije a ktorého základom je pôda a ovzdušie. Vplyv týchto zložiek prostredia na strom sa začína a je najviac sústredený na orgány zabezpečujúce jeho výživu, t. j. na listy (orgány fotosyntézy) a na korene (orgány absorpcie vody a živín). V súvislosti s pôsobením škodlivín prenikajúcich do rastlinných organizmov z týchto dvoch zložiek prostredia vychádzame zo základných poznatkov, že na listy (teda z ovzdušia) škodlivo pôsobia priemyselné imisie (exhaláty) a pod., a podľa najnovších zistení aj elektromagnetické vlny rádiových, televíznych a radarových vysieláčov. Tieto, najmä pri nízkych teplotách, spolupôsobia s exhalátmi na membrány buniek listov (ihličiek) ako imisnoelektromagnetický smog a výrazne narušujú látkovú výmenu stromu. Na vláskové koreničky škodlivo pôsobí zhoršený stav pôdy (najmä jej zhoršené chemické zloženie). Vzniká prevažne nepriamym pôsobením exhalátov, ktoré sa dostávajú do pôdy cestou kyslých dažďov a iným znečistením podzemných vôd a spôsobujú aciditu až toxicitu pôdy, po klimatických extrémoch (súvisiacich najmä so zmenami slnečnej činnosti, magnetického poľa i so zmenami geofyzikálnymi) a po chybách v lesopestovateľskej a ťažobnej činnosti spôsobujúcich zvýšenie kyslosti lesnej pôdy.

Pri úvahách o pôde ako jednej z hlavných zložiek prostredia vychádzame zo stanoviska, že les má s pôdou úzky vzťah (jednotu) a zachovanie pôdneho prostredia v potrebnej kvalite je závislé nielen od zmenšenia rozsahu a účinku kyslých dažďov (exhalátov) a klimatických extrémov, ale aj od tlmenia ich účinku správnymi lesopestovateľskými a ťažobnými postupmi. A keďže jedine ony sú v rukách lesného hospodára ako účinný prostriedok na zmenšovanie vplyvu škodlivín na lesnú pôdu, možno ich z praktického lesníckeho hľadiska považovať za faktor najdôležitejší. Vychádzame tu teda z toho, že od pôdnych pomerov závisí celá koreňová výživa stromu, t. j. prijímanie vody, vrátane živín z pôdy i pohyb a hospodárenie s vodou v strome i v poraste; okrem primárnych príčin, ktoré zhoršujú základné zložky prostredia (pôdu a ovzdušie), sú to popri klimatických extrémoch a exhalátoch (vrátane kyslých dažďov a iných škodlivín prenikajúcich do pôdy) aj chyby v lesopestovateľskej a ťažobnej činnosti; integrovaným pôsobením všetkých týchto škodlivých činiteľov na pôdu sa zhoršuje predovšetkým stav a tvorba potrebných pôdnych mikroorganizmov a s tým súvisí aj rozklad listovej hrabanky (dekompozícia), mineralizácia pôdy, a tým aj podmienky pre klíčenie semien a tvorbu potrebného pôdneho krytu. Vytvára sa kyslý humus, acidita alebo aj toxicita pôdy. Nastáva zhoršenie

rhizosféry a absorpčnej schopnosti vláskových korienkov i mykorrhizy a neskoršie aj ich redukcia. V strome sa tým porušuje rovnováha medzi vodou prijímanou a vydávanou i transpiračný prúd. Vzniká deficit vo vodnej bilancii stromu a jeho fyziologické oslabenie. Na takto oslabené stromy potom ľahko pôsobia aj ďalšie škodlivé činitele — abiotické aj biotické (ako napr. pri dube tracheomykóza a podkôrny hmyz), až nastáva ich usychanie a hynutie.

Teda podstata procesu vytvárania vodného a živinového deficitu a s tým súvisiace oslabenie a hynutie dreviny je okrem iného v poškodení koreňov stromu, t. j. v zmenšovaní ich absorpčnej schopnosti, ktoré môže (aj podľa K. Kavinu 1947) vznikáť v dôsledku nepriaznivej pôdnej reakcie (prílišnej kyslosti pôdy); v dôsledku prítomnosti rozmanitých jedovatých a škodlivých látok v pôde (kyselín, kyslých solí, kyslých dažďov a pod.); pri nedostatku kyslíka v pôde (napr. pri dlhotrvajúcom zatopení porastu a pod.).

Keďže procesy acidifikácie lesných pôd i prejavy vplyvov toxicity úzko súvisia aj s kvalitou lesopestovateľských postupov, členíme primárne príčiny zhoršovania pôdneho prostredia, a tým aj fyziologického oslabenia dreviny a celkového zhoršenia jej genofondu (podľa pôvodu a charakteru) na tri skupiny. Sú to: a) príčiny vyplývajúce z chýb v lesopestovateľskej činnosti; b) príčiny vyplývajúce z priameho i nepriameho pôsobenia exhalátov (kyslé dažde, znečistené podzemné i povrchové vody a pod.) a z priameho pôsobenia elektromagnetických vln na listovú plochu, c) príčiny vyplývajúce z klimatických extrémov (súvisiace najmä so zmenami slnečnej činnosti, magnetického poľa i zmenami geofyzikálnymi).

a) Chyby v pestovateľsko-ťažobnej činnosti a ich vplyv na zhoršovanie pôdneho prostredia a zdravotného stavu lesa

Z uvedených troch skupín príčin zhoršovania pôdneho prostredia i zdravotného stavu a genofondu dreviny sme tu podrobnejšie rozpracovali príčiny vyplývajúce z chýb v lesopestovateľskej a ťažobnej činnosti. To preto, že jedine ony sú v rukách, v moci lesného hospodára, ktorý má možnosť odstránením týchto chýb (tj. uplatnením správnych pestovateľsko-ťažobných postupov) zmenšiť škodlivý vplyv kyslých dažďov a klimatických extrémov na lesnú pôdu.

Pri analýze chýb v pestovateľsko-ťažobnej činnosti sme vychádzali jednak z pestovateľských zvláštností duba, jednak zo súčasnej nedobrej úrovne lesopestovateľských a ťažobných prác, nezohľadňujúcich biologické vlastnosti dreviny. Pre objasnenie pestovateľských zvláštností duba uvedieme z nich aspoň niektoré.

Dub má veľmi široké rozpätie ekologických nárokov a patrí medzi naše najpremenlivejšie dreviny (napr. v dobe rašenia a pod.). Jeho výškový prírastok sa končí v 120—200 rokoch a hrúbkový prírastok pretrváva prakticky až do veľmi vysokého veku. Porasty duba majú veľmi dobrú zachytnú schopnosť pri zrážkach, zlepšujú úroveň podzemnej vody a zvyšujú úrodnosť pôdy. Dub pre svoju silnú koreňovú sústavu je odolný proti vetru a pôdu vie využívať do veľkej hĺbky. Najlepšie rastie na vlhkých a hlbokých pôdach, vystupuje však i na vyvýšené, suché a kyslé miesta. Je podstatnou súčasťou prirodzeného spoločenstva pahorkatín a rovín. Z ekotypov duba je u nás význačný dub kokošovský, žarnovic-

ký, krupinský, sitnianský, čičovský a v českých krajoch loučenský, hlubocký a juhomoravský. Z pestovateľského hľadiska je v našich podmienkach najvýznamnejší dub zimný. Tým, že raší a kvitne skôr ako dub letný, je prispôsobivý a odolný proti neskorým mrazom. Lepšie znáša zatienenie a je menej náročný na svetlo než dub letný, ktorý zatienenie, najmä zhora, neznáša. Preto sa dub zimný dá pomerne dobre prirodzene zmladzovať i pod materským porastom.

Aj keď tieto údaje ukazujú na veľa pozitívnych pestovateľských zvláštností duba, predsa len — v porovnaní s jeho sprievodnými drevinami (bukom, hrabom, lipou a pod.) — má aj veľkú biologickú nevýhodu, najmä vo fáze obnovy, čo je príčinou aj jeho ústupu. Dub je pomerne slnnou drevinou a po vysadení „sedí“, t. j. rastie pomalšie než jeho sprievodné dreviny. S tým pravdepodobne súvisí aj to, že výsadby a prirodzený nálet majú do 2—3 rokov menšie nároky na svetlo. Viac svetla vyžadujú až neskôr, pri ďalšom vývoji mladiny, najmä pod porastom. Dub neznáša zatienenie zhora. Bočné krytie mu osoží (hovoríme o pestovaní duba „v kožuchu“). Preto na udržanie a podporu kvality duba okrem dobrého stanovišťa je potrebný aj vedľajší ochranný porast zo sprievodných drevín (najmä hraba, lipy, na pôdach chudobných na vápno i buka); to jednak pre ochranu pôdy a kmeňov proti oslneniu, teplu, vetru i zaburineniu a jednak na podporu rozkladu listovej hrabanky a vytvorenia vertikálneho zápoja s dubom pre zlepšenie porastovej klímy, využitia rastového priestoru, a tým i hmotového prírastku. V prípade, že na bohatých vápenatých pôdach vedľajším porastom je buk, treba dbať na to, aby nepreдрástol dub a nezatlačil ho.

Problémy pri zmladzovaní a obnove duba vyplývajú aj zo zhoršenej fruktifikácie, najmä fyziologicky oslabených, pritom tvarovo kvalitných dubín. Ďalej je to malé uprednostňovanie [malý podiel] sejby, ktorá by sa mala popri prirodzenej obnove zvýšiť na úkor sadby, spojenej s drahou škôlkárskou výrobou sadeníc a s ich biologicky nevhodným vyzdvihovaním (vrátane podrezávania), poškodzujúcim a deformujúcim ich korene. Poškodzovanie a deformovanie koreňov i terminálnych výhonkov spôsobujú navyše aj diviaky, hlodavce, zver, pasúci sa dobytok i neskoré mrazy. Dôsledkom týchto škod a nedostatkov sú na mnohých miestach riedke a veľmi zatrávnené dubiny. Na zlepšenie takýchto porastov je nevyhnutné skyprovanie pôd, príp. výsadba neskoro rašiacich odrôd v hustejšom spone i ochrana proti škodcom.

Vážny problém spôsobili aj nesprávne vykonávané premeny dubových monokultúr, pri ktorých sa do úvahy nebrali biologické vlastnosti dreviny (slnnosť, pomalý rast po výsadbe), takže z dubín príp. i zo zmiešaných dubín po takýchto nesprávnych premenách často vznikli čisté bučiny alebo hrabiny. Na zamedzenie ústupu duba bude preto treba vo fáze obnovy vytvoriť vhodné ekologické podmienky vyplývajúce z jeho biologickej nevýhody v porovnaní so sprievodnými drevinami.

Čo sa týka podrastného hospodárstva v dubinách: táto forma lesa sa líši od jeho všeobecného modelu, keďže ho ovplyvňujú biologické vlastnosti duba a jeho možnosť produkovať hrubé kvalitné sortimenty. Charakteristickou črtou podrastného hospodárstva v dubinách je zvláštna porastová štruktúra, krátka obnovná doba a dlhý rubný vek. Vhodná štruktúra je taká, pri ktorej sa výchova sústreďuje na optimálny počet stromov. Jeden jej variant je dočasné úrovňové zmiešanie duba s list-

natými drevinami (do rubného veku sprievodnej dreviny) a druhý variant je zmiešanie vo vrstvách (obmeny tejto štruktúry sú však rôzne). Nevyhovujúcou porastovou štruktúrou sú nepestované dubiny s veľkým počtom tenkých a s malým počtom hrubých stromov. Pri uvedenej krátkej obnovnej dobe ide o zmladzováciu, príp. čistkovú obnovnú dobu nepresahujúcu 10 rokov. A pri uvedenom vysokom rubnom veku ide o vek približne 180—200 rokov. Jeho zavedenie si vynucuje potreba produkcie dyhového dreva (B a k s a L. 1968).

Keďže na Slovensku máme v prechodnom dubovo-bukovom pásme i vzácne výskyty jedľovo-dubových porastov, v súvislosti s ich dobrým stavom možno konštatovať, že na kvalitu a formovanie kmeňov duba veľmi priaznivo pôsobí i jedľa; zvyšuje hmotovú produkciu, nespôsobuje ťažkosti pri obnove (ako napr. hrab a buk), priaznivo vyrovnáva porastovú klímu a zlepšuje pôdne pomery (K o r p e ľ Š. 1968).

Naznačené chyby a nedostatky vyplývajúce z nezohľadňovania biologických zvláštností duba pri pestovateľskej a ťažobnej činnosti sme rozčlenili na:

1. Chyby, ktoré majú priamy vplyv na zhoršovanie genofondu. K nim patrí: nesprávny výrub najkvalitnejších genotypov pri nešetrných intenzívnych ťažbách; nedostatočné uplatňovanie metód reprodukcie dreviny vzhľadom na využitie kvalitných provenienčne vhodných, príp. i odolných genotypov, resp. populácií; zhoršovanie kvitnutia a fruktifikácie v kvalitných, ale fyziologicky oslabených populáciách (u duba až desať i viacročné intervaly) spôsobujúce obmedzenie možností reprodukcie týchto populácií; problémy zabezpečenia sejbového a sadbového materiálu, najmä pri kvalitných ekotypoch v postihnutých oblastiach.

2. Chyby majúce vplyv na zhoršovanie pôdneho prostredia. Sú to: nesprávne a nekvalitné výchovné a ťažobno-obnovné postupy spôsobujúce zhoršovanie najmä chemizmu lesných pôd (počnúc od dekompozície až po redukciu vláskových korienkov a zhoršovanie koreňovej absorpcie vody); monokultúry dreviny so zhoršenou dekompozíciou a mineralizáciou pôdy spôsobujúcou zväčšovanie acidity a obmedzenie koreňovej absorpcie; výmladkové lesy (s viac opotrebovanými koreňmi počas dvoch generácií) vytvárajúce zväčšovanie acidity pôdy, a tým i zhoršovanie koreňovej absorpcie vody; pestovne zanedbané porasty (bez kvalitných výchovných a obnovovacích zásahov) s nevhodnou štruktúrou, spôsobujúce zhoršovanie pôdnych podmienok; silno preriedené a zaburinené porasty (po nesprávnom vyťažení kvalitných jedincov) spôsobujúce zhoršovanie pôdnych pomerov a koreňovej absorpcie; nesprávne spôsoby približovania kmeňov (napr. tzv. stromovou metódou v celých dĺžkach a ťažkými mechanizmami) spôsobujúce odieranie kôry, a tým vznik zdroja nákazy na stojacich stromoch i poškodzovanie pôdy a pôdneho krytu.

b) E x h a l á t y a ich priamy aj nepriamy vplyv na zdravotný stav lesa

Exhaláty škodia jednak priamo na asimilačných orgánoch (listy alebo ihlice), jednak nepriamo prenikaním do pôdy a do podzemných i povrchových vôd ako destabilizačný účinok mokrých alebo suchých usadenín, najmä cestou tzv. kyslých dažďov (vrátane hmly, rosy a snehu). V dôsledku nepriameho pôsobenia exhalátov na lesnú pôdu prebieha stála akumulácia škodlivín (aj keď len slabej koncentrácie) spô-

sobujúcich sústavne zväčšovanie kyslosti lesných pôd. To súvisí aj s tým, že lesná pôda v porovnaní s poľnohospodárskou sa nikdy neorá a orba je tu (resp. má byť) nahradzovaná správnymi, biologicky účinnými pestovateľskými postupmi. Ako sme už uviedli, kyslé dažde poškodzujú pôdne mikroorganizmy, narušujú rozklad listovej hrabanky, vytvárajú surový humus, aciditu až toxicitu, zhoršujú mineralizáciu a rhizosféru. Toxickosť ničí vláskové koreňky i mykorhízy; tým sa znižuje koreňová absorpcia a transport vody a živín v strome, nastáva (tiež i podľa Jakúcsa P. 1984) vodný i živinový deficit a fyziologické oslabenia stromu.

Škodlivé pôsobenie kyslých dažďov a iných škodlivín na lesnú pôdu sa pri chybných, nesprávnych pestovateľských postupoch ešte zväčšuje a opačne, pri správnom pestovaní lesa sa môže zmierňovať.

Podľa najnovších zistení na zdravotný stav lesov s exhalátmi veľmi škodlivo spolupôsobia aj elektromagnetické vlny (rádiových, televíznych i radarových vysieláčov). Najmä pri nízkych teplotách tvoria imisno-elektromagnetický smog a jeho pôsobením na membrány buniek listov alebo ihličiek sa výrazne narušuje látková premena stromov.

c) Klimatické extrémny a ich vplyv na zdravotný stav lesa

Za klimatické extrémny škodlivo pôsobiace na les považujeme: extrémne suchá, horúčavy s poklesom hladiny podzemnej vody, mrazy, extrémne zimy i zatopenia pôdy na dlhší čas. Tieto klimatické extrémny spôsobujú najmä zmeny slnečnej činnosti, magnetického poľa, geofyzikálne zmeny a pod. Pri nekvalitných a neodborných lesopestovateľských prácach sa ich vplyv na zdravotný stav lesa zväčšuje a opačne, pri uplatňovaní správnych lesopestovateľských postupov môže byť tlmený, resp. zmiernený.

BIOLOGICKÉ OPATRENIA A POSTUPY NA ZÁCHRANU A REPRODUKCIU GENOFONDU DREVINY

Vychádzajúc z analýzy uvedených chýb v pestovateľskej a ťažobnej činnosti, rozpracovali sme aj postupy (opatrenia) na ich odstránenie a na zachovanie genofondu dreviny i na zabezpečenie stability jej porastov. Vychádzame zo zásady, že hlavné zameranie činnosti na jej záchranu sa musí orientovať nie na „chemické postupy“ a pod., ale na činné biologické opatrenia. Pre ich naliehavosť a dôležitosť mal by sa spracovať „Súbor opatrení na záchranu a reprodukciu genofondu dreviny“. Jeho podstatu by mohli tvoriť nami vypracované Pestovateľské a selekčno-genetické postupy či zásady, ktorých realizácia by sa mala (aj podľa obdobného návrhu J. Šindelařa 1983) stať významnou a účinnou akciou postupného a dlhotrvajúceho charakteru, aby prispela na zlepšenie metód obnovy a výchovy porastov a využitie ich reprodukčných a genetických vlastností, najmä vzhľadom na odolnosť voči hynutiu; na zlepšenie metód zvyšovania odolnostného potenciálu porastov a zabezpečenia rezistentných typov selekčno-genetickými postupmi a pod.

V podstate tu ide o postupy, ktorými by sa mala zlepšiť celá lesopestovateľská a ťažobno-obnovná činnosť tak, aby sa predovšetkým udržala kvalita pôdneho prostredia, príp. aby sa vylepšovala a zároveň aby sa eliminoval, resp. znižoval škodlivý vplyv kyslých dažďov i kli-

matických extrémov na pôdu. Má tu teda ísť o zavedenie takých kvalitných ťažobno-obnovných a výchovných postupov s uplatňovaním selekčno-genetických princípov, ktorými by sa zlepšoval rozvoj potrebných pôdnych mikroorganizmov (pôdny edafón), a tým aj rozklad listovej hrabanky (dekompozícia), zlepšovala mineralizácia, znižovala acidita i toxicita pôdy a zachovala sa vyhovujúca rhizosféra s dobrou absorpčnou schopnosťou korenkov a mykorrhízy, zlepšovali podmienky pre klíčenie semien a prirodzenú obnovu, čím by sa vytváral potrebný pôdny kryt, ponechaním kvalitných genotypov (do ich reprodukcie) by sa zlepšoval aj celkový genofond dreviny, a tým by sa zlepšovala aj celková prirodzená stabilita, zdravotný stav i kvalitná produktivnosť porastov.

Pestovateľské a selekčno-genetické postupy či zásady pre Súbor opatrení na záchranu a reprodukciu genofondu drevín sme rozčlenili na:

Postupy s priamym vplyvom na zlepšenie genofondu dreviny; v rámci ktorých treba dodržiavať selekčno-genetické princípy pri ťažobno-obnovných a výchovných prácach, zabezpečiť reprodukciu kvalitného a ekotypovo vhodného genofondu dreviny i vzhľadom na získavanie rezistentných typov, zamedziť ťažbu kvalitných jedincov i preriedovanie porastov a nesprávne ťažobno-obnovné postupy, v dôsledku zhoršenej fruktifikácie dreviny zlepšiť semenársko-šľachtiteľskú činnosť v lesnej prevádzke; pri obnove lesa popri prirodzenom zmladení uprednostňovať seibu pred sadbou, pre obnovu lesa zabezpečiť zalesňovací kvalitný a geneticky vhodný materiál, t. j. i s prihliadnutím na budúce ekotypy.

Postupy na zlepšenie pôdneho a vzdušného prostredia porastov. V ich rámci treba vytvárať podmienky na zlepšenie najmä pôdneho chemizmu uplatňovaním správnych lesopestovateľských postupov, zabezpečiť premenu monokultúr na porasty zmiešané a výškovo i hrúbkovo rozvrstvené, vykonať prevody výmladkových lesov na porasty vysokokmenné, zmiešané a hrúbkovo i výškovo rozvrstvené, zabezpečiť kvalitné výchovné a obnovné postupy v porastoch pestovne zanedbaných, odstrániť nesprávne postupy približovania kmeňov spôsobujúce odieranie kôry, vznikanie zdrojov nákazy na ostávajúcich stromoch i poškodzovanie pôdy a pôdneho krytu.

Literatúra

- ANČÁK, J.: Biológia a uskladňovanie semien lesných drevín. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1972
- ANČÁK, J.: Výskum genofondu lesov (dubín a bučín) Malých Karpát (fenotypové zhodnotenie porastov duba a buka). Záverečná správa, VÚLH Zvolen, 1980
- ANČÁK, J.: Fruktifikácia a reprodukčné orgány duba. Lesníctví, 25, 1979, č. 7, s. 605-617
- ANČÁK, J.: Zhodnotenie dubín v Podunajskej nížine i na Záhorí a selekcia ich najkvalitnejších porastov pre rekonštrukciu podunajských lesov po výstavbe dunajských vodných diel. Záverečná správa, VÚLH Zvolen, 1982
- ANČÁK, J.: Príčiny fyziologického oslabenia duba a jeho následného hynutia. Les, 1985, č. 7
- ANČÁK, J.: Opatrenia na záchranu a reprodukciu genofondu duba. Les, 1985, č. 8
- BAKSA, L.: Otázky podrastného lesa v dubinách. Lesnícký časopis, 1968, č. 7, s. 621-633
- JAKUCS, P.: Ekologické vysvetlenie odumierania duba zimného. Preklad. Az Erdő, 1984, č. 8

KAVINA, K.: Fysiologie rostlin. Ministerstvo zemědělství, Praha, 1947
KORPEL, Š.: Pestovateľská problematika jedľovo-dubových porastov na Slovensku. Zborník vedeckej konferencie, VÚLH Zvolen, 1968
ŠINDELÁŘ, J.: Uchování genofundu lesních dřevin z oblastí ohrožených průmyslovými imisemi. Lesnická práce, 1983, č. 10, s. 443-452

Došlo dne 9. 11. 1986

АНЧАК, Я. (Ústav experimentálnej fytopatológie a entomológie CBEV SAV Bratislava, Ivanka pri Dunaji). *Проблематика здоровья дуба и возможности его улучшения правильными фитотехническими методами*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 361-370.

Представляемые данные о дубе и о методах и способах сохранения его здоровья, устойчивости, а тем самым и его генотипа основываются на результатах нашего исследования генотипа лесов Малых Карпат, исследования дубняков Придунайской низменности и Загорья, исследования воспроизводительных органов дуба, а также на изучении ошибок в лесоводственных и лесозаготовительных мероприятиях и их воздействия на состояние здоровья дубняков. Статья ориентируется на методические приемы и на результаты селекционно-генетических работ в дубовых насаждениях, на объяснение причин физиологического ослабления породы и на связанные с этим вопросы, т. е. на ошибки, допущенные в лесоводческо-лесорубной деятельности и на их влияние (наряду с промышленными выбросами и климатическими экстремумами) на ухудшение почвенной и воздушной среды и на состояние здоровья леса, на биологические мероприятия и приемы для спасения и воспроизводства генотипа дуба.

лесоводство; дуб; состояние здоровья; физиологическое расслабление; промышленные выбросы; климатические экстремумы

ANČÁK, J. (Ústav experimentálnej fytopatológie a entomológie CBEV SAV Bratislava, Ivanka pri Dunaji). *The Health Condition of Oak and How to Improve it by Appropriate Cultural Treatments*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 361-370.

We present the information on oak and on cultural practices applied to maintain its health condition, stability, and in this way its genotype; the information was obtained from the results of our research on the genotype of the forests in the Low Carpathians, research on the *Querceta* in the Podunajská nížina and Záhorie areas, research on the reproductive organs of oak and on wrong cultural and logging practices and their influence on the health condition of oak stands. The procedures and results of selection and breeding work in oak stands are described, the causes of physiological weakness of this species are explained and the coherent problems are treated, i. e. wrong cultural and logging practices and their influence (besides the influence of air pollution and extreme climatic conditions) on the deterioration of soil and atmospheric conditions and health condition of the forest, biological measures and practices to conserve and reproduce this species genotype.

forest treatment; oak; health condition; physiological weakness; air pollution; extreme climatic conditions

ANČÁK, J. (Ústav experimentálnej fytopatológie a entomológie CBEV SAV, Ivanka pri Dunaji). *Problematik des Gesundheitszustandes der Eiche und Möglichkeiten seiner Verbesserung durch richtige Waldbauverfahren*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 361-370.

Die vorgelegten Angaben über die Eiche und über Verfahren zur Erhaltung ihres Gesundheitszustandes, der Stabilität, und dadurch auch des Genofonds gehen aus den Ergebnissen unserer Erforschung des Genofonds der Wälder der Kleinen Karpaten, aus der Erforschung der Eichenwälder der Donauniederung und des Záhorie, aus der Erforschung der Reproduktionsorgane der Eiche und aus der Erforschung von Fehlern in Waldbau- und Nutzungsverfahren und ihres Einflusses auf den Gesundheitszustand der Eichenwälder hervor. Der Beitrag ist auf methodische Verfahren und Ergebnisse von selektions-genetischen Arbeiten in Eichen-

wäldern orientiert, auf die Klärung der Ursachen der physiologischen Schwächung dieser Holzart und damit zusammenhängende Fragen, d. h. Fehler in der Waldbau- und Nutzungstätigkeit und auf ihren Einfluß (parallel mit Exhalaten und klimatischen Extremen) auf die Verschlechterung der Boden- und Luftumwelt und des Gesundheitszustandes der Wälder, auf biologische Maßnahmen und Verfahren zur Rettung und zur Reproduktion des Genofonds der Holzart.

Waldbau; Eiche; Gesundheitszustand; physiologische Schwächung; Exhalate; Klimaextreme

Adresa autora:

Ing. Ján Ančák, CSc., Ústav experimentálnej fytopatológie a entomológie CBEV SAV, 900 28 Ivanka pri Dunaji

STUDIUM VÝVOJE A OBNOVY JEDLO-SMRKOVÉHO POROSTU VE ŽDÁRSKÝCH HORÁCH

J. Švarc

ŠVARC, J. (Ústav experimentální fyto techniky ČSAV, Brno). *Studium vývoje a obnovy jedlo-smrkového porostu ve Ždárských horách*. Lesnictví, 33, 1987 (4) : 371-380.

V lesním hospodářství by měly být co nejdéle zachovány zdravé a produkční porosty uznané pro sběr lesního osiva. Za tím účelem byla v roce 1970 založena na LHC Ždár nad Sázavou dlouhodobá výzkumná plocha a k ní se přimykající plocha kontrolní, kde je v poměrech podrostního hospodářství sledován vývoj uznaného jedlo-smrkového porostu. Podrobná biometrická měření zde byla vykonána v roce 1971 a 1981. Z podrobné analýzy získaných výsledků vyplývá, že porost dosáhl v roce 1981 ve věku 127 let přiměřeného zvětšení výčetní tloušťky, porostní výšky, prodloužila se délka zelené koruny a zlepšila se kvalita průměrného stromu. Celková roční produkce za sledovaných 10 let činí na ploše podrostní 7,592 m³/ha, na ploše kontrolní 7,015 m³/ha. Porost se během sledovaného období také velmi dobře přirozeně zmlazoval smrkem a jedlí. Velmi významná je příměs jedle. Ta sice již dlouho trpí usycháním úrovnových i podúrovnových stromů, ale v porostu je stále dosti předrůstavých jedlí s velkými zdravými korunami, produkujícími občas semeno dobré jakosti. V zájmu udržení genofonu této produkčně významné a esteticky působivé dřeviny doporučujeme pokračovat zde v hospodaření vhodným podrostním způsobem a výzkum uzavřít dalším měřením a vyhodnocením v roce 1991. pěstění lesů; jedle; smrk; podrostní hospodářství

Významným úkolem lesního hospodářství je zachovat co nejdéle porosty uznané pro sběr lesního osiva, pokud jsou zdravé, vykazují přiměřenou produkci dřeva a pravidelně semení. Je potřeba stanovit pro uznaný porost objektivně věkovou hranici, po jejímž překročení již přestává plnit uvedené funkce a zařazujeme jej proto do skupiny porostů přestárých, určených k likvidaci. Protože jde o porosty kvalitní, je správné, snažíme-li se v období jejich dospělosti také o jejich přirozenou obnovu, abychom danou genetickou kvalitu zachovali i v následném porostu.

Za tím účelem byla v roce 1970 založena na LHC Ždár nad Sázavou, Lesní závod Příbyslav, polesí Hamry, dlouhodobá výzkumná plocha a k ní se přimykající plocha kontrolní, kde je v poměrech podrostního hospodářství sledován vývoj uznaného porostu, označeného tehdy v lesním hospodářském plánu jako porost 26a1, v nynějším LHP jako 72E1.

POPIS SLEDOVANÉHO OBJEKTU A METODIKA

Výzkumné plochy leží v k. ú. Sázava, okres Ždár nad Sázavou, kraj Jiho-moravský. Nacházejí se v růstové oblasti I — Českomoravská vrchovina, Ždárské hory, v nadmořské výšce 570—590 m; klimatické poměry: průměrné roční srážky 718 mm, průměrná roční teplota 6,2 °C. Geologický podklad tvoří ortorula, chudá na živiny a vápno. Půdní povrch tvoří převážně balvanitá suť s humózní výplní. Lesní typ: kyselá jedlová bučina sušší, s *Vaccinium myrtillus* a *Dryopteris spinulosa*; severní sklon 8—10 %.

Porost byl v době založení výzkumu slabě zahuštěn, s příznivými podmínkami pro přirozené zmlazování. Jeho věk byl 117 let a zastoupení dřevin podle LHP činilo: smrk 76, jedle 15, borovice 8, bříza 1. Zakmenění porostu bylo 10, bonitní

stupeň smrku a jedle 6, borovice a břízy 3. Pod mateřským porostem se nacházelo jednotlivé, hloučkovité a skupinové smrkové a jedlové zmlazení a na světlinách podsadba jedle a buku.

V roce 1970 zde byly založeny dvě výzkumné plochy, každá o výměře 0,75 ha. S ohledem na tvar a velikost porostu byly umístěny na svahu nad sebou. Spodní (jižní) plocha o rozměrech 125 X 60 m je určena pro podrostní hospodaření (P), horní (severní) plocha o rozměrech 100 X 75 m je kontrolní (K). Před založením výzkumu byla v porostu uskutečněna asanační těžba. Na plochách byly všechny stromy očíslovány; na ploše P celkem 323 stromů červenou barvou, na ploše K celkem 336 stromů modrou barvou.

V roce 1971 a 1981 byla na plochách vykonána podrobná biometrická měření hlavního porostu podle metodiky katedry pěstění lesů LF VŠZ v Brně (Vyskot 1971). Dále byly obě výzkumné plochy rozděleny na trvalé arové plošky a na nich sledován stav podrostů a bylinného pokryvu půdy. Založení ploch v roce 1970 a měření v roce 1971 vykonali Ing. Aleš Trojan, měření v roce 1981 a vyhodnocení vývoje za 10 let vykonali autor.

DOSAŽENÉ VÝSLEDKY A JEJICH ANALÝZA

Dosažené výsledky jsou podrobně rozvedeny v tabulkách I—VII. Obsahují vývoj počtu stromů, výčetní tloušťky, výšky, délky a šířky korun průměrného stromu, vývoj kvality stromů, vývoj porostní zásoby a běžného periodního přírůstu na ha, rozsah a vývoj podrostů v m² a zastoupení a vývoj bylinného patra v m².

MATEŘSKÝ POROST

V ý v o j p o č t u s t r o m ů

Při prvním biometrickém měření na výzkumných plochách v roce 1971 bylo zjištěno na ploše P 323 stromů, na ploše K 336 stromů. Při druhém měření v roce 1981 bylo nalezeno na ploše P 286 a na ploše K 283 stromů. V průběhu 10 let nastal úbytek počtu stromů nahodilou těžbou (souše, polomy, vývraty), a to na ploše P 37 a na ploše K 53 stromů. Na ploše K se projevil zejména zvýšený úhyn jedle (30 stromů).

V ý v o j v ý č e t n í t l o u š ť k y a v ý š k y

Průměrná výčetní tloušťka se na ploše P zvětšila z 26,70 cm zjištěných v roce 1971 na 30,14 cm v roce 1981. Podobně i na ploše K vzrostla průměrná výčetní tloušťka z 26,15 cm na 29,77 cm. V obou případech byl nejvýznamnějším nositelem tloušťkového přírůstu smrk, na ploše P o 3,26 cm, na ploše K o 4,15 cm.

I. Vývoj počtu stromů. — Development of tree number

Rok měření	Plocha podrostní						Plocha kontrolní					
	dřevina											
	SM	JD	BO	MD	BŘ	celkem	SM	JD	BO	MD	BŘ	celkem
1971	247	61	14	1	—	323	241	73	21	—	1	336
1981	226	48	11	1	—	286	222	43	18	—	—	283
Úbytek	21	13	3	—	—	37	19	30	3	—	1	53

II. Vývoj výčetní tloušťky a výšky. — Development of breast-height diameter and height

Rok měření	Dřevina	Plocha podrostití		Plocha kontrolní	
		výčetní tloušťka cm	výška cm	výčetní tloušťka cm	výška cm
1971	SM	26,24	23,82	25,48	22,06
1981		29,50	25,29	29,63	24,17
1971	JD	26,—	21,17	25,34	19,67
1981		28,83	23,96	26,57	21,99
1971	BO	37,10	26,59	36,68	25,—
1981		38,69	29,14	39,16	27,36
1971	MD	38,90	26,—	—	—
1981		41,80	28,50	—	—
1971	BŘ	—	—	22,90	20,20
1981		—	—	—	—
1971	průměrný strom	26,70	23,45	26,15	21,73
1981		30,14	25,22	29,77	24,04

Rovněž průměrná porostní výška za sledované období vzrostla. Na ploše P to bylo z 23,45 na 25,22 m, na ploše K z 21,72 m na 24,04 m. Největších výšek dosahovala borovice a modřín, nejmenších jedle.

Vývoj délky a šířky korun

Průměrná délka korun při prvním měření činila na podrostití ploše 11,39 m, při druhém měření 12,93 m. U všech zastoupených dřevin došlo během 10 let k prodloužení korun. Nápadné prodloužení průměrné délky korun jedle o 6,07 m lze vysvětlit nedůsledností v měření, kdy v roce 1971 byly měřeny koruny jedlí bez vlků po kmenech (bylo jich málo), v roce 1981 byly měřeny koruny i se zelenými vlky. Obdobný vývoj délky korun vykazuje i plocha kontrolní.

Průměrná šířka korun při prvním měření činila na podrostití ploše 5,06 m, při druhém měření 4,74 m. U všech zastoupených dřevin se šířka korun zmenšila. Obdobný vývoj šířky korun vykazuje i kontrolní plocha.

Klasifikace stromů a vývoj kvality

Kvalita stromů byla při každém měření posuzována podle čtyřstupňové klasifikace katedry pěstění lesů LF VŠZ v Brně. U každého stromu byla hodnocena výčetní tloušťka T , výška V , kmen P a koruna K . Ze zjištěných hodnot bylo vypočítáno hodnotní číslo podle vzorce:

$$H\check{C} = \frac{T^1 + V^2 + P^3 + K^1}{4}$$
 Z toho pak byla stanovena průměrná hodnota pro jednotlivé dřeviny a celkový průměr.

III. Vývoj délky a šířky korun. — Development of tree-crown height and width

Rok měření	Dřevina	Plocha podrostní				Plocha kontrolní			
		délka koruny m	± m	šířka koruny m	± m	délka koruny m	± m	šířka koruny m	± m
1971	SM	12,56		4,87		13,56		5,02	
1981		13,04	+0,48	4,69	-0,18	13,60	+0,04	4,76	-0,26
1971	JD	7,25		5,60		6,68		5,16	
1981		13,32	+6,07	4,92	-0,68	12,70	+6,02	4,61	-0,55
1971	BO	8,94		5,90		7,99		6,04	
1981		9,27	+0,33	4,70	-1,20	10,25	+2,26	5,07	-0,97
1971	MD	7,—		7,40		—		—	
1981		11,50	+4,50	7,35	-0,05	—	—	—	—
1971	BŘ	—		—		9,20		5,75	
1981		—	—	—	—	—	—	—	—
1971	průměrný strom	11,39		5,06		11,70		5,11	
1981		12,93	+1,54	4,74	-0,32	13,25	+1,55	4,76	-0,35

IV. Vývoj kvality stromů. — Development of tree quality

Rok měření	Dřevina	Plocha podrostní						Plocha kontrolní					
		T	V	P	K	hodnotní		T	V	P	K	hodnotní	
						číslo	třída					číslo	třída
1971	SM	2,86	1,94	2,22	2,04	5,77	II	2,89	2,22	2,15	2,11	5,65	II
1981		2,43	1,88	2,12	2,04	4,84	II	2,42	2,10	2,02	1,95	4,54	II
1971	JD	2,67	2,28	2,00	2,36	4,94	II	2,75	2,48	2,04	2,45	5,24	II
1981		2,37	2,04	1,98	2,31	4,43	II	2,70	2,79	2,00	2,43	5,12	II
1971	BO	2,71	1,50	2,79	1,86	8,10	II	2,52	1,67	2,62	1,43	5,23	II
1981		1,55	1,37	3,09	2,18	8,84	III	1,50	1,72	2,61	1,72	5,86	II
1971	MD	1,00	2,00	3,00	2,00	8,05	II	—	—	—	—	—	—
1981		1,00	1,00	3,00	2,00	7,07	II	—	—	—	—	—	—
1971	BŘ	—	—	—	—	—	—	4,00	2,00	3,00	2,00	9,02	III
1981		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	prům. strom	2,80	1,98	2,20	2,09	5,64	II	2,84	2,24	2,16	2,14	5,63	II
1981		2,38	1,88	2,14	2,09	4,86	II	2,40	2,18	2,06	2,00	4,67	II

V. Celková objemová produkce. — Total volume production

Ukazatel	SM	JD	BO	MD	BŘ	Celkem
	m ³ /ha					
Plocha podrovní						
Porostní zásoba v r. 1971	245,641	58,092	25,184	1,707	—	330,624
Porostní zásoba v r. 1981	300,422	62,533	23,784	2,304	—	389,043
Rozdíl ±	+54,781	+ 4,441	— 1,400	+0,597	—	+58,419
Těžba za 10 let	+ 8,331	+ 5,333	+ 3,837	—	—	+17,501
Produkce za 10 let	63,112	9,774	2,437	0,597	—	75,920
Roční produkce	6,311	0,977	0,244	0,060	—	7,592
Plocha kontrolní						
Porostní zásoba v r. 1971	221,749	63,135	34,988	—	0,351	320,223
Porostní zásoba v r. 1981	281,059	45,010	36,787	—	—	362,856
Rozdíl ±	+59,310	—18,125	+ 1,799	—	—0,351	42,633
Těžba za 10 let	+ 6,305	+18,317	+ 2,542	—	+0,351	27,515
Produkce za 10 let	65,615	0,192	4,341	—	—	70,148
Roční produkce	6,562	0,019	0,434	—	—	7,015

VI. Vývoj zastoupení podrostů celkem. — Underwood development in total

Rok měření	Plocha podrovní m ²			Plocha kontrolní m ²		
	podrost	bez podrostu	celkem	podrost	bez podrostu	celkem
1971	1 356	6 144	7 500	1 906	5 594	7 500
1981	6 066	1 434	7 500	4 215	3 285	7 500
Přibýlo	4 710			2 309		

Z tabulky IV vyplývá, že na obou výzkumných plochách došlo během deseti let k mírnému zlepšení kvality stromů jednotlivých dřevin i celkem. Celková průměrná kvalita stromů se pohybuje v obou případech na spodní hranici hodnotní třídy II (4,1 — 8,6). Podobně je tomu u hodnotní třídy jednotlivých dřevin s výjimkou borovice, kde na podrovní ploše kleslo hodnotní číslo z 8,10 na 8,84 a tím byla v roce 1981 vykazována hodnotní třída III (8,7 — 13,4).

Celková objemová produkce

Na podrovní ploše se za 10 let zvýšila porostní zásoba na ha

VII. Vývoj podrostů podle dřevin a výšky. — Underwood development according to tree species and height

Rok měření	Výška cm	SM	JD	BO	MD	BK	BŘ	JŘ	Celkem	%
		m ²								
Plocha podrostní										
1971		9	21			1	4		35	2,6
1981	do 20	580	25				+	+	605	10,-
1971		308	180			10	27	1	526	38,8
1981	21 — 50	968	174	3		327	+	+	1 472	24,3
1971		410	2		2				414	30,5
1981	51 — 100	1 280	532	1		33	+		1 846	30,4
1971		330							330	24,3
1981	101 — 200	592	75	3					670	11,-
1971		25	23		3				51	3,8
1981	201 +	1 463	5		5				1 473	24,3
1971		1 082	226		5	11	31	1	1 356	100,-
1981	celkem	4 883	811	7	5	360	+	+	6 066	100,-
1971	%	79,8	16,7		0,4	0,8	2,3		100,-	
1981	%	80,5	13,4	0,1	0,1	5,9			100,-	
Plocha kontrolní										
1971		245	43			8	3		299	15,7
1981	do 20	62				50			112	2,8
1971		252	231	1		186	11	2	683	35,8
1981	21 — 50	238	464	+		186	16	+	904	21,4
1971		442				1	1		444	23,3
1981	51 — 100	430	735			201	1	+	1 367	32,4
1971		344			4				348	18,3
1981	101 — 200	683	3			25	+	+	713	16,9
1971		111	20					1	132	6,9
1981	201 +	1 111	8					+	1 119	26,5
1971		1 394	294	1	4	195	15	3	1 906	100,-
1981	celkem	2 524	1 212	+		462	17	+	4 215	100,-
1971	%	73,1	15,4	0,1	0,2	10,2	0,8	0,2	100,-	
1981	%	59,9	28,8			11,-	0,3		100,-	

VIII. Vývoj bylinného patra a půdního pokryvu. — Development of the herb layer and soil cover

Druh	Plocha podrostní			Plocha kontrolní		
	1971	1981	±	1971	1981	±
	m ²					
Hrabanka úplná	3 150	1 558	— 1 592	2 301	1 465	— 836
Borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) na hrabance	247		— 247	273	73	— 200
Borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) s metlicí (<i>Deschampsia flexuosa</i> L. Trin.) a brusinkou (<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.)	42		— 42	58	114	+ 56
Mechy (<i>Bryales</i>) s borůvkou (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	2 230	626	— 1 604	432	367	— 65
Mechy (<i>Bryales</i>)	300	7	— 293	272	55	— 217
Bělomech sivý (<i>Leucobryum glaucum</i> L. Schpr.)	21	4	— 17			
Rašeliník člunkolistý (<i>Sphagnum cymbifolium</i> L.)	1		— 1	24	3	— 21
Černýš hajní (<i>Melampyrum nemorosum</i> L.)	22	70	+ 48	33	10	— 23
Maliník (<i>Rubus idaeus</i> L.)	9	311	+ 302	13	222	+ 209
Bika hajní (<i>Luzula nemorosa</i> Poll. S. Mey.) s trtinou chloupkatou (<i>Calamagrostis villosa</i> Chaix. Gmel.)	9	73	+ 64	37	75	+ 38
Ostružiník křovitý (<i>Rubus fruticosus</i> L.)	15	37	+ 22	4	30	+ 26
Vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i> L. Hull.)	7		— 7	9	1	— 8
Vrbovka úzkolistá (<i>Epilobium angustifolium</i> L.)	7	39	+ 32	4	31	+ 27
Kapraď samec (<i>Dryopteris filix mas</i> L. Schott.)		51	+ 51	14	26	+ 12
Metlice křivolaká (<i>Deschampsia flexuosa</i> L. Trin.) s ostricí chlupatou (<i>Carex pilosa</i> Scop.) a sitinou obec. (<i>Juncus communis</i> L.)	1 293	4 385	+ 3 092	3 835	4 851	+ 1 016
Štavel kyselý (<i>Oxalis acetosella</i> L.)	9	200	+ 191			
Starček hajní Fuchsův (<i>Senecio nemorensis</i> ssp. <i>fuchsii</i> Gmel. Dur.)		1	+ 1			
Krušina obecná (<i>Rhamnus frangula</i> L.)					2	+ 2
Pstroček dvoulistý (<i>Majanthemum bifolium</i> L.)				16		— 16
Balvany	38	38				
Smyky	100	100		175	175	
Celkem	7 500	7 500		7 500	7 500	

z 330,694 m³ v roce 1971 na 389,043 m³ v roce 1981. Zvýšení zásoby zde činilo 58,419 m³.

Na kontrolní ploše se za 10 let zvýšila porostní zásoba na ha z 320,223 m³ v roce 1971 na 362,856 m³ v roce 1981. Zvýšení zásoby zde činilo 42,633 m³.

Nahodilá těžba dřeva činila za 10 let na podroostní ploše 17,501 m³ na ha. Celková produkce dřeva za 10 let činila 75,920 m³.

Na kontrolní ploše bylo získáno nahodilou těžbou na 1 ha za 10 let 27,515 m³. Celková produkce dřeva za 10 let činila 70,148 m³.

Na produkci dřeva se z hlavních dřevin (smrk, jedle, borovice) podílí nejvíce smrk v množství 6,311 m³/ha na podroostní ploše a 6,562 m³/ha na kontrolní ploše. Minimální produkci vykazovala jedle, u níž se usýcháním, zejména na kontrolní ploše, značně snížila porostní zásoba.

SPODNÍ POROSTNÍ PATRO

Vývoj zastoupení podroostů celkem

V roce 1971 byly podroosty dřevin vzniklé přirozeným zmlazením smrku, jedle a břízy a jednorázovou podsadbou jedle a buku v roce 1968 zjištěny na podroostní ploše v rozsahu 1356 m². V roce 1981 činil jejich rozsah již 6066 m², jejich plocha se za 10 let zvětšila o 4710 m². Na ploše kontrolní vzrostl rozsah podroostů z 1906 m² v roce 1971 na 4215 m² v roce 1981.

Z toho bylo v roce 1972 zalesněno výsadbou buku na podroostní ploše 349 m² a na kontrolní ploše 267 m².

Vývoj podroostů podle dřevin a výšky

Na arových ploškách byly při měření v roce 1971 a 1981 sledovány nárosty plošně měřitelné (hloučkovité, skupinkovité, skupinovité). Nebyly sledovány nárosty jednotlivé. Na podroostní ploše se v průběhu 10 let nejvíce projevilo přirozené zmlazení smrku (3801 m²) a jedle (585 m²). Na kontrolní ploše se rovněž dobře zmlazoval smrk (1130 m²) a jedle (918 m²). V roce 1981 činilo na podroostní ploše zastoupení smrku 80,5 % a jedle 13,4 %. Na kontrolní ploše činilo zastoupení smrku v roce 1981 59,9 % a jedle 28,8 %.

Pokud se týká výškového vývoje podroostů, byl u hlavních dřevin (smrk, jedle) na obou výzkumných plochách poměrně rovnoměrný. Stromy v nejstarších skupinách smrku dosahovaly v roce 1981 až 16 m výšky. Zvláštní případ nastal u jedle ve skupině výšek do 20 cm. V prvních letech sledovaného desetiletí mateřské jedle silně semenily a zmlazení jedle do roku 1981 převážně překročilo výšku 20 cm. V roce 1981 činil rozsah podroostů ve skupině výšek 201+ cm na podroostní ploše 24,3 %, na kontrolní ploše 26,5 %.

BYLINNÉ PATRO

Vývoj bylinného pokryvu půdy zachycuje tabulka VIII. Tento vývoj je na obou výzkumných plochách značně podobný. Naznačuje, že pro další postup přirozené obnovy se za uplynulých 10 let podmínky zhoršily. Úbytek plochy vykazují ty druhy půdního pokryvu, které jsou vhodné pro přirozenou obnovu lesa. Jsou to hlavně plochy se souvislou hra-

bankou, borůvkou a mechy. To byla také v minulosti místa, na nichž se přirozené zmlazení dřevin velmi dobře uchycovalo a zdárně vyvíjelo. Převážná část těchto ploch byla již v průběhu sledovaného desetiletí podrostem osídlena. Naproti tomu se zvětšila plocha metlice, kde tím nejsou nadále pro přirozenou obnovu vhodné podmínky. Ale i zde byla již značná část této plochy přirozeným zmlazením osídlena v dřívějších letech, pokud nebyl půdní pokryv metlicí souvislý a hustý. Mírný vzestup vykazují plochy bylin, pod nimiž je půda živinami obohacována a na nichž se přirozený nálet dřevin, pokud nejsou příliš husté a souvislé, uchycuje (maliník, ostružiník, vrbovka, kapradina, šťavel).

ZHODNOCENÍ DOSAVADNÍHO VÝVOJE

Z uvedených výsledků a jejich analýzy vyplývá, že sledovaný porost se na obou výzkumných plochách v desetiletí 1971—1980 vyvíjel uspokojivě. V roce 1981 dosáhl 127 roků a přitom se u něj projevilo průměrné zvětšení výčetní tloušťky ($P = 3,44$ cm, $K = 3,62$ cm) a výšky ($P = 1,77$ m, $K = 2,32$ m) průměrného stromu, prodloužila se délka zelené koruny a zlepšila se kvalita průměrného stromu. Po stránce produkční se zvětšila porostní zásoba. Celková roční produkce dřeva činí na podrostní ploše $7,595$ m³/ha, na kontrolní ploše $7,015$ m³/ha.

Porost se během sledovaného období také velmi dobře přirozeně zmlazoval smrkem a jedlí. Pro další přirozenou obnovu porostu se sice zhoršily podmínky po stránce vývoje bylinného půdního krytu; to však souvisí také do značné míry se současným prodloužením období semených let. Ty bývaly ve Žďárských horách v minulosti u smrku průměrně šestileté, nyní jsou desetileté i delší; u jedle bývaly průměrně pětileté, nyní jsou sedmileté i delší. Tato okolnost také do značné míry způsobila, že se v letech, kdy porost nesemenil, zvětšila v nežádoucí míře plocha stále hustšího porostu metlice.

Velmi významnou je ve studovaném porostu příměs jedle. Porostů s příměsí jedle je ve Žďárských horách již málo a dále ubývají. Pomalé hynutí jedle je ve sledovaném porostu dlouhodobé. Autor je zde pozoruje již po dobu 45 let. Projevuje se hlavně usýcháním úrovnových a podúrovnových stromů, u nichž stagnoval výškový přírůst a koruny se prodlužovaly narůstáním vlků po kmeni. V porostu je však dosti předrůstavých jedlí s relativně velkými a zdravými korunami, produkujícími občas semeno dobré jakosti. Budoucnost jedle je sice v našich zhoršujících se podmínkách ohrožena; přesto je však naší lesnickou povinností zasazovat se všemi prostředky o udržení genofondu této produkčně velmi významné a esteticky krásné dřeviny v našich lesích.

S ohledem na dosažené příznivé výsledky doporučuji pokračovat ve výzkumu na uvedených plochách ještě dalších 10 let, realizovat na podrostní ploše mýtní úmyslnou těžbu, která byla vyznačena po ukončení biometrických měření v roce 1981 a výzkum uzavřít dalším měřením a vyhodnocením v roce 1991.

Literatura

- DÉRER, L. — KORPEL, Š.: Jedľa na Slovensku. SAV Bratislava, 1960, 233 s.
DOLEŽAL, B. — KORF, V. — PRIESOL, A.: Hospodářská úprava lesů. SZN Praha, 1969, 403 s.
VYSKOT, M. a kol.: Základy růstu a produkce lesů. SZN Praha, 1971, 440 s.

VYSKOT, M. a kol.: Pěstění lesů. SZN Praha, 1978, 448 s.

VYSKOT, M.: Vývoj a produkce smíšeného porostu při rozdílné fytotechnice. Lesnictví, 32, 1986, č. 6, s. 473-504

Lesní hospodářské plány pro LHC Ždár nad Sázavou na leta 1969—1978 a 1979—1988. Pobočka Lesprojektu Hradec Králové

Došlo dne 3. 9. 1986

ШВАРЦ, Я. (Ústav experimentální fytotechniky ČSAV, Brno). Изучение развития и возобновления пихто-елового насаждения в Ждярских горах. Лесnictví, 33, 1987 (4) : 371-380.

В лесном хозяйстве должны возможно дольше сохраниться здоровые и продуктивные насаждения, апробированные для сбора лесных семян. Для этой цели в 1970 году в лесхозе Ждár-на-Сазаве был заложен многолетний опытный участок с примыкающим к нему контрольным участком, где в условиях подростного хозяйства изучали развитие апробированного пихто-елового насаждения. Подробные биометрические измерения здесь производились в 1971 и 1981 годах. Из подробного анализа полученных результатов вытекает, что насаждение в 1981 году достигло в возрасте 127 лет умеренного увеличения диаметра на высоте груди, высоты насаждения, увеличилась длина зеленой кроны и улучшилось качество среднего ствола. Общая годовая продукция за изучаемый десятилетний период на семенно-лесосечной площади подлеска составляет 7,592 м³/га, на контрольной площади 7,015 м³/га. Насаждение за этот период также очень хорошо естественно омолаживалось елью и пихтой. Весьма важна здесь примесь пихты. Хотя она уже долгое время и страдает усыханием сососподствующих и подчиненных деревьев, но в насаждении все еще имеется достаток господствующих пихтовых деревьев с большими, здоровыми кронами, дающими время от времени семена хорошего качества. В интересах сохранения генофонда этой производственно важной и эстетически ценной древесной породы рекомендуем продолжать здесь и впредь вести хозяйство подходящим семенно-лесосечным методом и исследование завершить очередным измерением с окончательной оценкой в 1991 году.

лесоводство; пихта; ель; семенно-лесосечное хозяйство

ŠVARC, J. (Ústav experimentální fytotechniky ČSAV, Brno). Study of the Development and Regeneration of Fir-Spruce Stands in the Žďárské hory Area. Лесnictví, 33, 1987 (4) : 371-380.

Within the forest management, sound and productive forest stands, certified for seed collection, should be conserved for the longest time possible. In 1970, a long-term research area, and adjacent control area, were established in the Forest Estate Ždár nad Sázavou where we studied the development of certified fir-spruce stand, which is a part of the shelterwood system. Detailed biometrical measurements were made in 1971 and 1981. The results were subjected to a detailed analysis: it revealed that in 1981 the stand at the age of 127 years had reached an adequate increment of breast-height diameter and stand height, that the height of leafy crown had increased and the quality of an average tree had improved. The total annual production over the 10 years of observation made 7.592 m³ per ha on the area with shelterwood system, 7.015 m³ per ha on the control area. During the period of observation, successful natural regeneration by spruce and fir took place in this stand. Fir admixture is very important. Codominant and overtopped fir trees were found to be withering for a long time, but in the stand there is a high number of dominant fir trees which have large sound crowns and produce from time to time good-quality seed. In order to conserve the genofund of this aesthetically impressive species with high productive importance, we recommend to continue the suitable shelterwood system and to terminate the research by further measurements and evaluation in 1991.

forest treatment; fir; spruce; shelterwood system

Adresa autora:

Doc. Ing. Jaroslav Švarc, Ústav experimentální fytotechniky ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno

POLITIKA SPOLKOVÉ VLÁDY V OTÁZKÁCH ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, JEJÍ ZHODNOCENÍ A VÝHLEDY (UMWELT-POLITIK DER BUNDESREGIERUNG, BILANZ UND PERSPEKTIVEN). 1986, BONN

Začátkem roku 1986 vyšla v NSR brožura, sice ne velká formátem a rozsahem (123 stran), ale zato shrnující nejnovější údaje o problémech současného a budoucího životního prostředí v této západoevropské průmyslové zemi. Je určena všem jejím občanům, kteří nemají jinou možnost seznámit se se zprávou spolkové vlády o stavu životního prostředí, jež byla předložena spolkovému sněmu v prosinci 1985. Přehledné rozdělení kapitol s poznatkami o boji proti znečištění ovzduší, proti hluku, na ochranu vody a půdy, přírody a o péči o krajinu, o problematice odpadů a používání chemických prostředků v denním životě je uceleným zohledněním všech závislostí, majících vliv na ochranu a péči o životní prostředí v NSR. Po krátkém zhodnocení technických a zákonných podmínek a předpisů, kdy investice do zařízení pro zlepšení stavu ovzduší dosáhly v NSR v roce 1984 dosud nejvyšší částky 2,24 miliard DM, do ochrany vod 953 milióny DM, do zhodnocení odpadů 292 milióny DM a do zařízení proti hluku 101 milión DM, byly ještě v témže roce vytvořeny vhodné úvěry na tyto investice na dalších pět let ve výši 3,5 miliardy DM.

Od 1. 1. 1985 existuje v NSR tzv. Zkušební banka pro životní prostředí, která má základní vklad zhruba 4,5 miliónu DM. Lze z toho financovat měření dlouhodobých chemických, fyzikálních a biologických vývojových procesů, aby bylo možno vyslovovat určité prognózy. K tomu účelu slouží v roce 1984 založená informační služba s bankou informací UFORDAT a ULIDAT.

Dne 13. 12. 1985 vyšel v NSR novelizovaný spolkový zákon o ochraně ovzduší. Podle něho má být do roku 1988 opatřeno zhruba 80 % všech tepelných zařízení odlučovací oxidu siřičitého. Tím se mají snížit tyto emise ze 2 miliónů tun v roce 1982 na 0,8 mil. tun SO₂ v roce 1988, v roce 1993 na 0,5 mil. tun SO₂. Protože asi 50 % všech dalších oxidů a zhruba 40 % škodlivých uhlovodíků je v NSR emitováno z pro-

vozu motorových prostředků, také odpovídajících za hynutí lesů, je a bude podporováno větší používání aut s benzinem bez olova, kterých v roce 1985 jezdilo na silnicích NSR již asi půl miliónu. Pro dobrovolné uživatele takových aut jsou poskytovány nejrozsáhlejší výhody. V současné době je v NSR v provozu zhruba 3000 benzínových pump, které mají benzin bez olova.

V ochraně ovzduší je poukázáno na hlavní mezinárodní konvence o snížení koncentrace škodlivin v atmosféře, mezi nimiž na známou mnichovskou úmluvu z června 1984 o snížení emisí SO₂ do roku 1993 mezi zástupci jak kapitalistických, tak socialistických států; podle ní i náš stát má přispět snížením o 30 %.

Západoněmecký program Zachraňte les, vyhlášený spolkovou vládou v září 1983, pomohl snížit procento ohrožení zdravotního stavu lesů, které byly postiženy v NSR v roce 1983 z 34 %, v roce 1984 z 50 %, ale v roce 1985 již „jen“ z 52 %. Z toho dvě třetiny jsou zatím v prvním stupni poškození, relativně největší hynutí je však ve druhém až třetím stupni, kdy hyne kromě jedle a smrku i buk a dokonce dub.

Boj proti hluku se soustřeďuje na auta všech kategorií, na letadla a strojová zařízení. Ochrana vody se vztahuje především na vody podzemní, i když je konstatováno, že v NSR zatím nejsou problémy při zásobování pitnou vodou jak po stránce kvantity, tak kvality. V hospodaření s povrchovou vodou se připravuje v NSR novela zákona z 8. 7. 1985. Stavba zařízení pro udržování kvality povrchových vod byla v NSR podporována v roce 1984 ze spolkových a zemských prostředků částkou 2,8 miliardy DM. Pozornost se dále věnuje ochraně prostředí v pobřežním pásmu Severního moře. Jednala o tom první mezinárodní konference 31. 10.—1. 11. 1984 v Brémách, druhá má být v listopadu 1987 v Londýně, také na mezinárodní úrovni.

Pro ochranu půdy v NSR existuje obsáhlá koncepce, kterou vláda NSR

schválila v lednu 1985. Vychází ze dvou základních zásad, a to ze snížení množství škodlivých látek přecházejících do půdy z provozu průmyslu, živnosti, dopravy, zemědělství a domácností a z omezení chemických látek ve spotřebě. Neoddělitelnou součástí péče o životní prostředí v NSR je ochrana přírody a péče o krajinu. Podle Červené listiny je zde více než polovina živočišných a asi jedna třetina rostlinných druhů ohrožena ve svém dalším vývoji. Dne 15. 5. 1985 byl podán první návrh novelizace platného spolkového zákona o ochraně přírody. Jsou v něm respektovány zásady tzv. Washingtonské úmluvy z května 1985 o ochraně označených druhů zvířet a rostlin. Stále (i když jen lehce) stoupající tendenci má v NSR další ubývání živočišných i rostlinných druhů. Zejména ochrana přímořských biotopů je v popředí zájmu: 900 000 DM ze státních prostředků je k dispozici pro území ostrova Sylt o výměře 560 ha.

V NSR je asi 100 miliónů tun průmyslového odpadu ročně, 32 miliónů tun z domácností, asi 30 % je již energeticky využíváno. Sběr odpadového skla se z 20 000 tun v roce 1975 zvýšil na 700 000 tun v roce 1982, podobně i sběr starých pneumatik, kovů a použitého papíru. Také zhodnocování vraků aut a vyjetého oleje se zvýšilo za uvedené

období o 100 %, u odevzdaných autobaterií o 50 %. Je zpřísněna kontrola při manipulaci s nebezpečnými odpady podle nového zákona z 1. 6. 1985. Není zapomenuto ani na odpad, který odchází do moře. Ve světě je asi 100 000 chemických výrobků, NSR je jedním z největších producentů chemikálií ve světě. Proto začátkem roku 1986 byla spolkovému sněmu předložena zpráva o realizaci zákona z roku 1974 o chemické výrobě s přihlédnutím k asi 39 000 druhům chemických výrobků, které jsou v NSR v prodeji. Poukazuje se na polychlorované bifenyls, asbest, rozpustné látky v ladicích, na dioxin (2,3,7,8-tetrachlor-dibenzo-p-dioxin), zejména nejedovatější tzv. Seveso dioxin TCDD, na prostředky pro ochranu rostlin, umělá hnojiva a komponenty v potravinách. NSR jako jeden z největších vývozců chemikálií ve světě má vypracovaný mezinárodní kodex jejich výroby a vývozu.

Zpráva o současném stavu životního prostředí v NSR, kterou brožura přináší, je souborem reálných informací. Přispívá se jimi podstatně k informování široké veřejnosti o problematice, která se stává stále více životní potřebou nejen pro obyvatele v NSR, ale i v ostatních zemích Evropy a světa.

Ing. Miroslav Landa, CSc., Ústav krajinné ekologie ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

BONDOR A. A KOL.: HRAB (A GYERTYÁN). 1986, BUDAPEST

Publikáciu vydalo Akadémiai Kiadó v Budapešti v roku 1986 ako ďalší zväzok malej lesníckej monografie. Publikáciu spracoval štvorčlenný kolektív autorov (Albert Béky, Elemér Csész-nák, Géza Temesi a László Márkus), zredigoval ju Antal Bondor.

Publikáciu tvorí úvod a sedem základných kapitol. V úvode sa zdôrazňuje, že celková výmera hrabových porastov dosahuje v súčasnosti v Maďarsku 101 400 ha, t. j. 6,9 % lesnej plochy, a takto je tam piatou najrozšírenejšou drevinou. So zreteľom na priaznivé pestovateľské vlastnosti, ako aj na možnosti mechanického a chemického spracovania dreva, dá sa predpokladať, že sa význam hraba v prírodno-hospodárskych pod-

mienkach MLR nezmenší ani v budúcnosti.

Prvá kapitola je venovaná dendrologickej charakteristike, prirodzenému rozšíreniu, ako aj stanovištným nárokom hraba. Opisujú sa tu niektoré zvláštne, dekoratívne formy (napr. pyramídálna, guľovitá, smútočná), ktoré majú iba záhradnícky význam. Ako samostatný druh sa opisuje hrab východný (*Carpinus orientalis* Mils.), rozšírený najmä na Apeninskom poloostrove, na Balkáne a v horských oblastiach Malej Ázie. Zdôrazňuje sa, že areál jeho prirodzeného rozšírenia v Európe je takmer totožný s areálom rozšírenia buka s tým rozdielom, že hrab lepšie znáša kontinentálne podnebie. Vo Východných Kar-

patoch sa vyskytuje až do výšky 1106 m n. m. K úspešnému rastu hrab vyžaduje, aby priemerný úhrn ročných zrážok dosiahol 550—700 mm. Je však menej náročný na pôdu a na podzemnú vodu.

Typologickým otázkam je venovaná druhá kapitola, v ktorej sa podrobne opisujú jednotlivé asociácie hraba na území Maďarska. V tejto súvislosti sa zdôrazňuje jeho mimoriadna vitalita v porovnaní s inými hlavnými drevinami jednotlivých asociácií, ktoré najmä v mladom veku vyžadujú značnú pestovnú starostlivosť. Pri súčasnom nedostatku pracovných síl je to veľmi zložitá a náročná úloha, ktorá vyžaduje, aby pestovatelia uplatnili také obnovné postupy, ktoré lepšie vyhovujú hlavným drevinám týchto asociácií, najmä dubu a buku, než hrabu.

V tretej kapitole sa hovorí o raste, o drevnej produkcii, ako aj o štruktúre hrabových porastov. Z tejto kapitoly sa dozvieme, že výškový rast hrabových porastov kulminuje vo veku od 10 do 25 rokov. Kruhovú základňu intenzívne rastie najmä vo veku od 10 do 25 rokov, do 40—50 rokov je v podstate ustálená, potom postupne klesá. Bežný ročný objemový prírastok je najväčší vo veku od 35 do 40 rokov. Naproti tomu najväčší celkový priemerný ročný objemový prírastok sa dosahuje okolo 50—60 rokov. Súčasne sa zistilo, že vo vytváraní prírastku najväčší podiel majú predrastavé a úrovňové stromy, kým jedince podúrovňové a potlačené poskytujú podstatne nižšie prírastky. V tejto kapitole nájdeme aj rastové a objemové tabuľky pre hrab. Okrem toho sa v tabuľkových prehľadoch uvádza aj rozdelenie počtu stromov a zásoby v jednotlivých hrúbkových stupňoch.

Podrobne je spracovaná štvrtá kapitola, v ktorej sa detailne rozoberajú otázky pestovania hrabových porastov. V tejto kapitole sa zdôrazňuje, že veľký pestovný význam hraba spočíva v tom, že ako sprievodná drevina vytvára podmienky na zlepšenie kvality hlavných drevín, predovšetkým duba a buka. V miešaných porastoch vytvára priaznivé mikroklimatické pomery, zatienuje pôdu, podporuje priamy rast hlavných drevín a znemožňuje, aby sa vytvárali na ich kmeňoch vlčie výhony. So zreteľom na to, že sa hrab veľmi dobre obnovuje prirodzeným spôsobom, výroba hrabových sadeníc je potrebná iba vo výnimočných prípadoch. Hrabové sadenice sa spravidla získavajú z náletu. Úspešne sa môže aplikovať aj podsejba. Inak pestovanie hrabových sadeníc

v škôlkach je dosť obťažné a vyžaduje stratifikáciu. Pri obnove miešaných porastov (napr. hrabových dubín alebo hrabových bučín) je dôležité vytvárať také ekologické podmienky, ktoré sú priaznivejšie pre hlavnú drevinu než pre hrab. Čisté hrabiny nie sú prirodzené, ale väčšinou tzv. sekundárne porastové typy, ktoré sú spravidla následkom ľudskej činnosti. Keďže čisté hrabiny nevedia dostatočne využívať potenciálnu produkčnú schopnosť stanovišťa, považujú sa za máloproduktívne lesy. Ich obnova sa spravidla uskutočňuje premenou, pričom najväčší význam má správna voľba drevín a určenie vhodných obnovných postupov. Hlavným cieľom výchovy v miešaných hrabových porastoch je pestovanie najcenejších sortimentov duba a buka. Tento cieľ sa dosiahne predovšetkým vytváraním priaznivej porastovej štruktúry a správnym zastúpením jednotlivých drevín. Na vykonanie prebiehok v hrabových dubinách sa vypracovali pre jednotlivé bonity výchovné modely, ktoré sa uvádzajú v tabuľkových prehľadoch. V tejto kapitole sa stručne pojednáva aj o ochrane hraba. Konštatuje sa, že je odolný voči škodcom a chorobám, čo je podmienené najmä jeho dobrou regeneračnou schopnosťou.

Otázkam ťažby a spracovania dreva je venovaná piata kapitola. Zdôrazňuje sa tu, že hrab v zmiešaných porastoch sa odstraňuje väčšinou v rámci predrubných ťažieb. So zreteľom na možnosť zaparenia je dôležité, aby sa ťažba hraba vykonávala počas vegetačného kludu a vyťažené drevo sa do 15. mája spracovalo. Podrobne sa tu hovorí o mechanizácii ťažbových prác a približovania. Možnosti spracovania hrabového dreva určujú jeho mechanické a chemické vlastnosti. Celkove možno konštatovať, že sa pre budúcnosť rysujú nové možnosti jeho spracovania. Pri výrobe drevovláknitých a drevotrieskových dosák sa môže používať iba v primiešaní s inými drevinami. Podobne aj pri výrobe celulózy sa dobre osvedčil ako prímies k ihličnatému alebo k topoľovému drevu. Keďže obsahuje 27 % pentozánu, je vhodnou surovinou aj pre výrobu furfurolu.

Pomerne stručne, ale veľmi výstižne je spracovaná šiesta kapitola, ktorá sa zaoberá otázkou rentability pestovania hrabu. Výsledky ekonomického hodnotenia ukázali, že pestovanie čistých hrabín je podstatne menej výnosné než pestovanie hrabových dubín. Pri posúdení produkčného cieľa treba však brať do úvahy aj také činitele, ako ochra-

na pôdy, vytváranie čistých kmeňov a pod., ktoré sa nedajú vyjadriť vo finančných jednotkách.

Posledná, siedma kapitola rozoberá význam hraba pri tvorbe a ochrane prírodného a životného prostredia. Hrab je aj esteticky významnou drevinu a takto môže byť vhodným komponentom parkov, stromoradií, ako aj živých plotov.

Ako solitér aj esteticky veľmi dobre pôsobí. Prácu dopĺňa zoznam literatúry, ako aj vecný register.

Záverom môžeme konštatovať, že publikácia prináša mnoho cenných a zaujímavých poznatkov a je prínosom pre problematiku pestovania hraba. Niektoré z týchto poznatkov bude možné využívať aj v našej práci.

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

Podpísáno k tisku 11. 3. 1987.