

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

5

ROČNÍK 36 (LXIII)
CENA 17 Kčs
PRAHA
KVĚTEN 1990

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis LESNICTVÍ

Redakční rada: akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), prof. Ing. Mirjam Čech, CSc., prof. Ing. Jaroslav Bergl, CSc., Ing. Zdeněk Bludovský, DrSc., doc. Ing. Igor Chudík, CSc., Ing. Ján Ilavský, CSc., doc. Ing. Jan Kouba, CSc., Ing. Jan Materna, CSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc. Za vedení časopisu odpovídá akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1990

CS ISSN 0024-1105

OBSAH č. 5/1990

Benčat T.: Porovnanie nadzemnej biomasy borovice sosny (<i>Pinus silvestris</i> L.) a agátu bieleho (<i>Robinia pseudacacia</i> L.) na Záhorí	355
Šika A., Páv B.: Výškový růst douglasky na provenienčních plochách ČR v různých fázích vývoje	367
Požgaj J.: Výšky semenáčikov pôvodných dubov Slovenska na experimentálnom „quercetáriu“ Čifare a ich tieňomilnosť	381
Simon J.: Posuzování zdravotního stavu porostů pod vlivem imisí na základě koeficientů vitality	395
Nováček F.: Využití anorganogenů k ekofyziologické diagnostice smrku ztepilého (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	405
Referát	
Lysikov A. B., Abaturon J. D.: Ekologické aspekty havárie v Černobylské atomové elektrárně	421
Aktuality	
Landa M.: Interpraevent 1988 v Grazu v Rakousku	404
Landa M.: Celostátní konference o Jizerských horách	429
Příhoda A.: Mezinárodní konference o chorobě jehličnatých dřevin	430
Recenze	
Vyskot M.: Mráček Z.: Pěstování buku	420
Vyskot M.: Švec J., Hrabák P., Hrabáková O.: Malí lovečtí psi	432
Matematická příloha	
Páv B., Machek J.: Metody zakládání a vyhodnocování pokusů v lesnictví III.	33

СОДЕРЖАНИЕ

Бенчатъ Т.: Сравнение надземной биомассы сосны обыкновенной (<i>Pinus silvestris</i> L.) и акации белой (<i>Robinia pseudacacia</i> L.) на Загоржи	365
Шика А., Пав Б.: Рост в высоту дугласии в разных фазах развития на площадях происхождения из ЧР	379
Пожгай Й.: Высоты сеянцев подлинных дубов Словакии на экспериментальном «кверцетарии» Чифаре и их тенелюбивость	394
Симон Й.: Оценка состояния выбросов на основе коэффициента vitality	402
Новачек Ф.: Использование анорганогенов для экофизиологической диагностики ели европейской [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.]	417
Реферат	
Лисиков А. Б., Абатуров Ю. Д.: Экологические аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции	421

POROVNANIE NADZEMNEJ BIOMASY BOROVICE SOSNY (*PINUS SILVESTRIS* L.) A AGÁTU BIELEHO (*ROBINIA PSEUDACACIA* L.) NA ZÁHORÍ

T. Benčať

BENČAŤ, T. (Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany): *Porovnanie nadzemnej biomasy borovice sosny (Pinus silvestris L.) a agátu bieleho (Robinia pseudacacia L.) na Záhorí*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 355-366.

K porovnaniu nadzemnej biomasy, ktorú sme stanovili deštrukčnou metódou, sme vybrali dve trvalé výskumné plochy (TVP) agátu a jednu TVP borovice sosny na LS Kostolište, LZ Malacky. Zistili sme, že agát (*Robinia pseudacacia* L.) vo veku 49 rokov a počte stromov 472 ks.ha⁻¹, mal objem nadzemnej biomasy 538,047 m³.ha⁻¹, hmotnosť v čerstvom stave 420,579 t.ha⁻¹, v sušine (105 °C) 306,423 t.ha⁻¹, resp. vo veku 29 rokov a počte stromov 728 ks.ha⁻¹ objem 304,768 m³.ha⁻¹, hmotnosť 253,467 t.ha⁻¹ a sušinu 175,061 t.ha⁻¹. Borovica sosna (*Pinus silvestris* L.) z tej istej lokality vo veku 44 rokov a počte 928 ks.ha⁻¹ mala objem nadzemnej biomasy 480,769 m³.ha⁻¹, hmotnosť v čerstvom stave 422,862 t.ha⁻¹ a v sušine 215,169 t.ha⁻¹. Ročný prírastok biomasy v objeme na všetkých troch plochách je temer rovnaký (10,5—11 m³.ha⁻¹), ale v sušine agát má 6,0—6,3 t.ha⁻¹ a borovica len 4,9 t.ha⁻¹.

borovica sosna; agát biely; biomasa; LAI

Oblasť Záhorskej nížiny je oddávna pre lesnícku prax niečím výnimočným, jednak svojou osobitosťou a nádherou (ktorá sa odrazila aj vo vyhlásení CHKO Záhorie) a jednak spôsobom, ako túto oblasť obhospodarováť. Nesporne osobitnú úlohu tu zohrávajú lesy a žiaľ, zatiaľ je toto asi jediné územie, kde aj široká verejnosť je presvedčená o nevyhnutnosti lesov, ako významného a základného prvku proti veternej erózii. Prax a doterajšie výsledky nám hovoria jasne v prospech domácej borovici sosne, ktorej pestovanie a otázka skvalitňovania porastov stojí v centre pozornosti lesníckych výskumov. (Krippel a Růžička, 1959; Kolektív, 1959; Laffers, 1970, 1975, 1980; Remiš, 1981; Oszlányi, 1986).

Predsa však pri súčasných spôsoboch hospodárenia ostatné druhy drevín stoja na okraji záujmu a sami lesníci pred nami neraz vyslovili pochybnosti, že také krásne duby, aké tu miestami fašíme, my už nie sme schopní vysadiť, resp. dopestovať. Pritom si všetci dobre uvedomujú potrebu listnatých drevín v týchto rozsiahlych borinách.

Pri stále zhoršujúcich sa ekologických podmienkach (z hľadiska celoeurópskeho) jedným z možných riešení je aj vysádzanie niektorých cudzokrajných drevín, medzi nimi aj agáta bieleho.

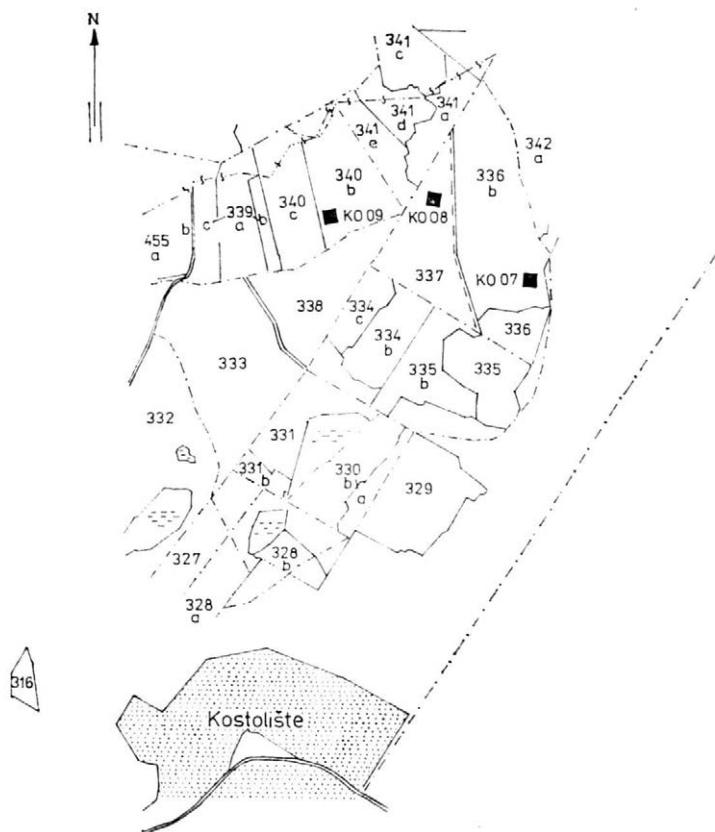
Pre porovnanie objemovej a hmotnostnej produkcie nadzemnej biomasy ako aj niektorých ďalších fytometrických charakteristík sme si vybrali 3 TVP na LS Kostolište, LZ Malacky (obr. 1).

Celé LHC Kostolište, ktoré sa prakticky od Malaciek veľmi mierne zvažuje až po rieku Moravu, leží v nadmorskej výške 150 až 200 m n. m. Lesnatosť tejto časti Záhorskej nížiny je cca 25 %, TVP sa nachádzajú na viatych pieskoch. Klimaticky patrí do teplej oblasti s priemernou ročnou teplotou vo vegetačnom období 16 °C. Ročný úhrn zrážok sa pohybuje medzi 600 až 700 mm, z toho priemerný úhrn vo vegetačnom období činí 400 mm. Podrobné hodnoty (podľa LHP Kostolište) dáva nasledovný prehľad:

Priemerná mesačná	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
teplota °C	—2	0	4	6	14	18	19	18	14	9	4	0
Úhrn zrážok [mm]	35	30	35	40	65	65	80	70	55	50	47,5	42,5

Podľa dlhodobých fenologických pozorovaní agát začína rozkviatať do 20. mája. Fytocenologicky (podľa Zlatníka) v porastoch kde sú TVP založené, sa prelínajú dve skupiny lesných typov: slt. *Quercetum* (Q), resp. jej typ 1115 — Kostravo-lipnicová produkčná dúbava na pieskoch a slt. *Carpineto-Quercetum* (CQ) s typom 1302 — Ostricová hrabová dúbava na viatych pieskoch.

TVP KO 07 — porast 336b. Podľa platného LHP ide o 60ročný zmiešaný porast so zakmenením 0,9. Borovica tvorí 90 % z 16,38 ha porastu s výškou 21 m a $d_{1,3}$ 26 cm, je 4. bonity. Celková zásoba borovice je 4570 m³ a agátu 278 m³. Zmiešanie agátu nie je rovnomerné, naopak s borovicou sa vylučuje a tak nami



1. Trvalé výzkumné plochy na LS Kostolište a LZ Malacky — Permanent research areas LS Kostolište and LZ Malacky

		<i>Robinia pseudacacia</i> L.		<i>Pinus silvestris</i> L.
TVP		KO 07	KO 08	KO 09
Dátum zberu		11.—18. 8. 1988	23.—30. 8. 1988	4.—13. 10. 1988
Ø $d_{1,3}$	[cm]	33,31	21,27	23,6
Ø výška	[m]	29,08	29,04	21,05
Ø vek	[roky]	49	29	44
Počet	[ks.ha ⁻¹]	472	728	928
Ročný prírastok biomasy v objeme	[m ³ .ha ⁻¹]	10,98	10,51	10,93
Absolútny obsah vody	[t.ha ⁻¹]	114,156	78,406	207,693
LAI	[ha.ha ⁻¹]	6,12	5,43	7,42

II. Nadzemná biomasa — objem — Aboveground biomass — volume

Komponenty	<i>Robinia pseudacacia</i> L.				<i>Pinus silvestris</i> L.	
	KO 07		KO 08		KO 09	
	m ³ .ha ⁻¹	[%]	m ³ .ha ⁻¹	[%]	m ³ .ha ⁻¹	[%]
Listy	10,990	2,04	12,332	4,05	—	—
Ihlice 1 R	—	—	—	—	8,262	1,72
Ihlice 2 R	—	—	—	—	4,554	0,95
Ihlice 3 R	—	—	—	—	1,344	0,28
Ihlice spolu	—	—	—	—	14,160	2,95
Letorasty	0,601	0,11	0,826	0,27	1,511	0,31
Plody	3,377	0,63	0,926	0,30	0,434	0,09
Konáre suché	7,087	1,32	5,246	1,72	19,433	4,04
Konáre čerstvé čisté	45,599	8,47	17,461	5,73	30,197	6,28
Kôra z konárov	10,892	2,02	5,627	1,85	5,505	1,15
Kmeň bez kôry	365,468	67,93	208,171	68,30	349,640	72,72
Kôra z kmeňa	94,033	17,48	54,179	17,78	59,889	12,46
Nadzemná biomasa	538,047	100,00	304,768	100,00	480,769	100,00

založená plocha aj v časti porastu so 100% zastúpením agátu s charakteristikami v tab. I. Naše údaje, ktoré sú o niečo rozdielne od LHP, sa vzťahujú len na vybranú plochu (50 × 50 m) a nie na celý porast.

TVP KO 08 — porast 337. Podľa LHP je to zmiešaný 60ročný porast so zakmenením 0,9. Zastúpenie borovice je 80% z 9,59 ha rozlohy celého porastu, priemerná výška 12 m a $d_{1,3}$ 26 cm, 1. bonita. Agát má 20% zastúpenie s výškou 25 m a $d_{1,3}$ 28 cm, 3. bonita. Celková zásoba borovice je 2378 m³ a agátu 326 m³. Rozmiestnenie agátu, tak ako v predošlom prípade vo väčších skupinách, vekove diferencované. Naše charakteristiky uvádzame v tab. I.

TVP KO 09 — porast 340 b. LHP uvádza 45ročný nezmiešaný porast borovice so zakmenením 0,9 a celkovou rozlohou 7,94 ha. Borovica dosahuje výšky 20 m a $d_{1,3}$ 21 cm, je 1. bonity, celková zásoba je 1842 m³. LHP v popise porastu uvádza, že na východnom okraji je porast vyspelejší a práve tu bola založená plocha, čím aj nami udávané charakteristiky v tab. I sú o niečo vyššie.

Na stanovenie nadzemnej biomasy sme použili deštrukčnú metódu odberu vzorníkov podľa metodiky akademika Vyskotsa upravenú o výber vzorníkov (Benčať, 1989). Zároveň na všetkých TVP sme urobili klasifikáciu stromov podľa štvorstupňovej pestovnej klasifikácie stromov v lesných porastoch Katedry pestovanie lesov LF VŠZ Brno. Odber sme robili vo vegetačnej dobe — agát 11. až 30. augusta 1988 a borovicu 4. až 13. októbra 1988. Materiál získaný zo vzorníkov stromov sme zároveň použili na stanovenie listovej plochy (LAI), a to u agátu fotoplanimetrom Eijkelpamp (Benčať v tlači) a pre borovicu sme použili Burgerov prepočet, podľa ktorého 1 g čerstvej hmotnosti ihlic má plochu 55 cm² (Steinhübel, 1973).

VÝSLEDKY

TVP KO 07 — priemerný vek zistený meraním z kmeňových analýz agátu je 49 rokov pri počte 472 ks .ha⁻¹. Priemerná hrúbka $d_{1,3}$ je 33,31 cm (min. 20 max. 49 cm), so smerodajnou odchýlkou s_x 5,991 a variačným koeficientom v_k 17,99 %. Priemerná výška je 29,08 m, (min. 19, max. 32,5 m) s_x je 2,180 a v_k 7,50 %. Ročný prírastok biomasy v objeme je 10,98 m³.ha⁻¹, index listovej plochy (LAI) 6,12 ha .ha⁻¹, pričom absolútny obsah vody je 114,156 t .ha⁻¹, t. j. 27 % z čerstvej hmotnosti nadzemnej biomasy je voda.

Sociologické postavenie jednotlivých stromov je takéto: *hrúbka* — prevládajú stromy hrubé (42 %) a najhrubšie (38 %), stromov prostredne hrubých je 16 % a slabých len 5 %; *výška* — prevládajú stromy predrastové (47 %) a úrovňové (40 %), stromov zatienených je 11 % a celkom zatienených až hynúcich len 2 %; *tvárová akosť kmeňa* — úplná prevaha je stromov dosť rovných, ale s hrčami (69 %), pomerne rovnako sú zastúpené stromy s priamym, valcovitým kmeňom bez hrčíc (16 %) a stromov s kmeňom zakriveným, značne hrčatým (15 %); *tvárová akosť koruny* — najviac sú zastúpené stromy s korunou čiastočne zdeformovanou (41 %) a zreteľne podpriemernou (30 %). Úplne zodpovedajúcu korunu má 19 % stromov a 10 % ich má úplne nezodpovedajúcu. Z priemerov hodnôt plochu môžeme klasifikovať 2222.

Objem nadzemnej biomasy je 538,047 m³.ha⁻¹, pričom na kmeň bez kôry pripadá 365,468 m³.ha⁻¹ (67,93 %) a vysoký je aj podiel kôry z kmeňa 93,033 m³.ha⁻¹ (17,48 %) (tab. II). Percentuálne rozloženie objemov nadzemnej biomasy podľa svetových strán ukazuje, že najväčšie zastúpenie podľa jednotlivých komponentov je na južnej strane a najmenšie na západnej. Biomasa listov a letorastov je skoro rovnako zastúpená v dolnej (A) a strednej (B) tretine koruny, plody najviac v hornej tretine (C), ale konáre suché, konáre čerstvé a kôra z konárov, prevládajú v dolnej tretine (tab. V).

Hmotnosť v čerstvom stave je 420,579 t .ha⁻¹, opäť najviac pripadá na kmeň bez kôry 318,484 t .ha⁻¹ (75,73 %) a kôru z kmeňa 47,537 t .ha⁻¹ (11,3 %) (tab. III).

Hmotnosť v sušine je 306,423 t .ha⁻¹, takmer rovnaké je percentuálne zastúpenie kmeňa bez kôry 230,418 t .ha⁻¹ (75,20 %) a kôry z kmeňa 33,462 t .ha⁻¹ (10,92 %) (tab. IV). Percentuálne rozloženie podľa svetových strán aj tretín koruny v čerstvom stave i v sušine je veľmi

III. Nadzemná biomasa — čerstvá hmotnosť — Aboveground biomass — fresh weight

Komponenty	<i>Robinia pseudacacia</i> L.				<i>Pinus silvestris</i> L.	
	KO 07		KO 08		KO 09	
	t. ha ⁻¹	[%]	t. ha ⁻¹	[%]	t. ha ⁻¹	[%]
Listy	7,135	1,70	8,178	3,23	—	—
Ihlice 1 R	—	—	—	—	7,680	1,82
Ihlice 2 R	—	—	—	—	4,339	1,02
Ihlice 3 R	—	—	—	—	1,465	0,35
Ihlice spolu	—	—	—	—	13,484	3,19
Letorasty	0,740	0,18	1,216	0,48	1,197	0,28
Plody	3,336	0,79	0,854	0,34	0,400	0,09
Konáre suché	4,421	1,05	3,709	1,46	11,502	2,72
Konáre čerstvé	31,382	7,46	16,442	6,49	29,418	6,96
Kôra z konárov	7,544	1,79	4,947	1,95	5,420	1,28
Kmeň bez kôry	318,484	75,73	186,426	73,55	327,618	77,48
Kôra z kmeňa	47,537	11,30	31,695	12,50	33,823	8,00
Nadzemná biomasa	420,579	100,00	253,467	100,00	422,862	100,00

IV. Nadzemná biomasa — hmotnosť v sušine — Aboveground biomass — dry weight

Komponenty	<i>Robinia pseudacacia</i> L.				<i>Pinus silvestris</i> L.	
	KO 07		KO 08		KO 09	
	t. ha ⁻¹	[%]	t. ha ⁻¹	[%]	t. ha ⁻¹	[%]
Listy	2,659	0,87	2,696	1,54	—	—
Ihlice 1 R	—	—	—	—	3,055	1,42
Ihlice 2 R	—	—	—	—	1,890	0,88
Ihlice 3 R	—	—	—	—	0,675	0,31
Ihlice spolu	—	—	—	—	5,620	2,61
Letorasty	0,317	0,10	0,460	0,26	0,621	0,29
Plody	1,077	0,35	0,350	0,20	0,328	0,15
Konáre suché	3,768	1,23	2,734	1,56	8,464	3,93
Konáre čerstvé	29,242	9,54	11,425	6,53	14,713	6,84
Kôra z konárov	5,480	1,79	2,811	1,61	2,425	1,14
Kmeň bez kôry	230,418	75,20	134,255	76,69	161,105	74,88
Kôra z kmeňa	33,462	10,92	20,330	11,61	21,866	10,16
Nadzemná biomasa	306,423	100,00	175,061	100,00	215,169	100,00

V. Percentuálne rozloženie objemu biomasy v korunovom priestore TVP podľa svetových strán a vrstiev A, B, C — Percent distribution of biomass volume in the crown space of permanent research areas according to the cardinal points and layers A, B, C

TVP		Komponenty	Svetové strany				Tretiny koruny		
			S	V	J	Z	A	B	C
Robinia pseudacacia L.	KO 07	Listy	20,84	21,03	40,50	17,63	33,54	34,54	31,92
		Letorasty	20,10	19,40	44,74	15,76	37,29	35,10	27,61
		Plody	19,12	20,29	47,32	13,27	18,77	39,79	41,44
		Konáre suché	28,52	25,06	16,86	29,59	44,34	33,25	22,41
		Konáre čerstvé čisté	9,40	6,99	79,95	3,66	55,80	38,19	6,01
		Kôra z konárov	17,67	11,10	62,90	8,33	73,50	15,75	10,75
	KO 08	Listy	26,28	28,22	28,17	17,33	25,97	41,30	32,73
		Letorasty	22,84	23,06	37,11	16,99	34,21	35,09	30,70
		Plody	23,16	30,61	28,02	18,21	10,04	38,65	51,31
		Konáre suché	13,60	8,46	67,77	10,17	72,96	16,81	10,23
		Konáre čerstvé čisté	20,65	26,32	44,73	8,30	52,34	36,42	11,24
		Kôra z konárov	22,48	17,81	50,50	9,21	61,37	27,92	10,71
Pinus silvestris L.	KO 09	Ihlice 1 R	26,13	19,13	28,65	26,09	17,34	55,00	27,66
		Ihlice 2 R	26,39	20,00	29,63	23,98	23,81	52,68	23,51
		Ihlice 3 R	27,37	21,01	30,57	21,05	40,64	49,51	9,85
		Letorasty	26,65	19,82	28,20	25,33	19,00	52,48	28,52
		Plody	26,30	21,59	28,39	23,72	0,00	70,36	29,64
		Konáre suché	24,73	24,23	25,49	25,55	36,37	32,83	30,80
		Konáre čerstvé čisté	25,83	18,77	30,54	24,85	47,08	46,16	6,76
		Kôra z konárov	25,98	18,59	30,58	24,85	47,10	46,09	6,81

podobné, v podstate rozloženie jednotlivých komponentov oproti objemu zostáva nezmenené (tab. VI, VII).

TVP KO 08 — zistený priemerný vek agátu na ploche je 29 rokov, počet stromov na 1 ha je 728 ks. Za týchto podmienok stromy na TVP dosiahli priemernú hrúbku $d_{1,3}$ 21,27 cm (min. 9, max. 30 cm), s_x je 3,695 v_k 17,37 %. Priemerná výška je 24,04 m (min. 13, max. 26 m), s_x je 2,336, v_k 9,72 %. Ročný prírastok biomasy v objeme je 10,51 $m^3 \cdot ha^{-1}$, LAI 5,43 $ha \cdot ha^{-1}$. Absolútny obsah vody činí 78,406 t $\cdot ha^{-1}$, t. j. 31 % čerstvej hmotnosti nadzemnej biomasy.

Sociologické postavenie jednotlivých stromov možno charakterizovať nasledovne: *hrúbka* — najviac zastúpené sú stromy hrubé (48 %) a stromy prostredne hrubé (30 %). Najhrubších je 18 % a najmenej (4 %) je stromov slabých; *výška* — úplná prevaha je stromov predrastaných (52 %) a úrovňových (38 %), ostatných spolu je len 10 %; *tvárová akosť kmeňa* — ťažisko je jednoznačne v stromoch dosť rovných s hrčami (71 %), skoro rovnako sú zastúpené stromy zakrivené a značne hrč-

VI. Percentuálne rozloženie biomasy v čerstvom stave v korunovom priestore TVP podľa svetových strán a vrstiev A, B, C — Percent distribution of fresh biomass in the crown space of permanent research areas according to the cardinal points and layers A, B, C

TVP		Komponenty	Svetové strany				Tretiny koruny		
			S	V	J	Z	A	B	C
Robinia pseudacacia L.	KO 07	Listy	20,89	20,37	42,98	15,76	33,30	34,26	32,44
		Letorasty	20,09	20,88	42,13	16,90	37,03	33,05	29,92
		Plody	19,40	19,83	47,23	13,54	22,22	37,14	40,64
		Konáre suché	28,81	26,41	18,49	26,29	42,73	33,80	23,47
		Konáre čerstvé čisté	12,93	9,90	71,92	5,25	64,17	28,48	7,35
		Kôra z konárov	19,22	12,07	60,21	8,50	71,36	16,71	11,93
	KO 08	Listy	25,50	27,08	29,52	17,90	25,72	40,57	33,70
		Letorasty	25,01	22,37	33,34	19,28	31,39	36,51	32,10
		Plody	27,59	28,11	22,40	21,90	8,99	45,52	45,49
		Konáre suché	13,15	8,55	68,25	10,05	73,87	16,04	10,09
		Konáre čerstvé čisté	20,95	26,41	44,08	8,56	51,21	37,35	11,44
		Kôra z konárov	21,92	26,59	42,29	9,20	50,72	37,94	11,34
Pinus silvestris L.	KO 09	Ihlice 1 R	26,16	19,21	28,67	25,96	17,60	54,97	27,43
		Ihlice 2 R	26,52	19,99	29,68	23,81	24,49	52,29	23,22
		Ihlice 3 R	27,03	21,10	30,86	21,01	40,21	49,40	10,39
		Letorasty	27,12	19,83	28,22	24,83	20,22	52,51	27,27
		Plody	26,28	21,55	28,38	23,79	0,00	71,02	28,98
		Konáre suché	24,72	24,25	25,52	25,51	36,54	32,76	30,70
		Konáre čerstvé čisté	26,03	18,76	30,43	24,78	47,15	46,14	6,71
		Kôra z konárov	25,90	18,40	30,37	25,33	46,60	46,48	6,92

vé (15 %) a priame s valcovitým kmeňom (12 %), veľmi netvárných sú len 2 %; tvarová akosť koruny — tiež najviac sú zastúpené stromy s čiastočne deformovanou korunou (47 %), zreteľne podpriemernú veľkosť má 23 % stromov a úplne odpovedajúcu má 21 % stromov, úplne neodpovedajúcu korunu má 9 % stromov. Z priemerov hodnôt plochu môžeme klasifikovať tiež 2222.

Objem biomasy je 304,768 m³.ha⁻¹, najviac sú zastúpené komponenty kmeň bez kôry 208,171 m³.ha⁻¹ (68,30 %) a kôra z kmeňa 54,179 m³.ha⁻¹ (17,78 %). Majú takmer rovnaké zastúpenie percentuálne ako na predchádzajúcich TVP. Oproti predošlej TVP sa znížilo zastúpenie konárov čerstvých čistých 5,73 % a zvýšilo sa zastúpenie listov na 4,05 % (tab. II).

Hmotnosť v čerstvom stave je 253,467 t.ha⁻¹, z toho kmeň bez kôry je 186,426 t.ha⁻¹ (73,55 %) a kôra z kmeňa 31,695 t.ha⁻¹ (12,50 %) (tab. III).

V sušine je hmotnosť nadzemnej biomasy 175,061 t.ha⁻¹, z čoho

VII. Percentuálne rozloženie biomasy v sušine v korunovom priestore TVP podľa svetových strán a vrstiev A, B, C — Percent distribution of dry weight in the crown space of permanent research areas according to the cardinal points and layers A, B, C

TVP		Komponenty	Svetové strany				Tretiny koruny		
			S	V	J	Z	A	B	C
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	KO 07	Listy	20,58	20,35	43,39	15,68	35,36	33,35	31,11
		Letorasty	19,85	20,26	42,99	16,90	38,01	31,03	30,96
		Plody	19,27	19,42	47,43	13,88	21,79	38,24	39,97
		Konáre suché	29,01	25,93	18,00	27,06	43,04	33,88	23,08
		Konáre čerstvé čisté	10,20	7,61	78,19	4,00	51,54	42,38	6,08
		Kôra z konárov	18,02	12,09	61,01	8,88	72,28	16,00	11,72
	KO 08	Listy	24,75	28,31	29,19	17,75	24,66	41,15	34,19
		Letorasty	24,66	21,01	37,39	16,94	35,91	36,57	27,52
		Plody	21,43	45,62	16,04	16,91	7,27	52,99	39,74
		Konáre suché	11,22	8,00	71,78	9,00	76,44	14,11	9,45
		Konáre čerstvé čisté	20,92	26,72	44,09	8,27	51,42	37,34	11,24
		Kôra z konárov	19,92	21,76	49,68	8,64	57,49	31,69	10,82
<i>Pinus silvestris</i> L.	KO 09	Ihlice 1 R	26,28	19,26	28,65	25,81	17,79	55,02	27,19
		Ihlice 2 R	26,37	20,07	29,73	23,83	24,13	52,78	23,09
		Ihlice 3 R	27,32	21,13	30,63	20,92	40,21	49,91	9,88
		Letorasty	26,64	19,83	28,18	25,35	19,12	52,03	28,85
		Plody	26,32	21,62	28,40	23,66	0,00	70,60	29,40
		Konáre suché	25,25	24,08	25,32	25,35	36,78	32,62	30,60
		Konáre čerstvé čisté	26,06	18,86	30,44	24,64	47,42	45,96	6,62
		Kôra z konárov	26,10	18,61	30,34	24,95	46,47	46,71	6,82

134,255 t. ha⁻¹ (76,69 %) pripadá na kmeň bez kôry a 20,330 t. ha⁻¹ (11,61 %) na kôru z kmeňa. Percentuálne rozdelenie komponentov oproti TVP KO 07 je vyrovnanejšie. Zastúpenie jednotlivých komponentov (okrem plodov) je najväčšie na južnej strane a najmenšie na západnej strane. Listov, letorastov a plodov je najviac v strednej tretine (B), konárov suchých, konárov čerstvých a kôry z konárov v dolnej tretine koruny (A) (tab. VI, VII).

TVP KO 09 — priemerný vek borovicovej kultúry zistený analýzou letokruhov je 44 rokov, počet stromov na 1 ha 928 kusov. Priemerná hrúbka v $d_{1,3}$ je 23,6 cm (min. 13,9, max. 37 cm), s_x je 4,922 a v_k 20,84 %. Priemerná výška je 21,05 m (min. 15,0, max. 26,0), s_x je 1,590 a v_k 7,56 %. Ročný prírastok biomasy v objeme je 10, 93 m³. ha⁻¹, LAI 7,42 ha. ha⁻¹. Veľmi zaujímavým ukazovateľom je absolútny obsah vody, ktorý je až 207,693 t. ha⁻¹, čo je až 49 % z čerstvej hmotnosti nadzemnej biomasy.

Z hľadiska sociologického postavenia jednotlivých stromov je štruk-

túra nasledovná: hrúbka — prevládajú stromy prostredne hrubé (44 %) a hrubé (34 %), najhrubších je 12 % a slabých 10 %; výška — najviac sú zastúpené úrovňové (54 %) a predrastové (40 %) stromy, nasledujú stromy zatienené (6 %) a celkom zatienené (2 %); tvarová akosť kmeňa — prevládajú stromy rovné s hrčami (54 %) a zakrivené značne hrčavé (30 %) a s priamym valcovitým kmeňom (14 %). Najmenej je stromov s kmeňom veľmi netvárnym (2 %); tvarová akosť koruny — prevládajú koruny čiastočne deformované (52 %) a úplne odpovedajúce (34 %), menej je stromov s korunou podpriemernou (13 %) a úplne neodpovedajúcou (1 %). Z priemerov hodnôt možno plochu klasifikovať 3222.

Celkový objem nadzemnej biomasy je $480,769 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, z čoho na kmeň bez kôry pripadá $349,640 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (72,72 %) a kôru z kmeňa 12,46 %, teda ostatné komponenty tvoria spolu 14,82 % (tab. II). V percentuálnom rozložení objemu biomasy je podobne ako u predošlých TVP biomasa mierne sústredená na juhu, ale zmenilo sa najmenšie zastúpenie a to je na východe. Z hľadiska delenia na tretiny koruny výrazne sa v strednej (B) tretine koncentrujú ihlice, letorasty a plody, ale konáre suché, konáre čerstvé čisté a kôra z konárov sú najviac zastúpené v dolnej (A) tretine, pričom skoro rovnakého zastúpenia dosahujú aj v strednej (B) tretine (tab. V).

Hmotnosť v čerstvom stave bola $422,862 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, z čoho na kmeň bez kôry pripadá $327,618 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (77,48 %) a kôru z kmeňa $33,823 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (8 %). Ihlice ktoré tvoria 3,19 % z celkovej biomasy sú zastúpené takto: 1ročných ihlíc je 57 %, 2ročných ihlíc je 32 % a 3ročných ihlíc je 11 % (tab. III).

Hmotnosť v sušine bola $215,169 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, z čoho na kmeň bez kôry pripadá $161,105 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (74,88 %) a kôru z kmeňa $21,866 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (10,16 %) (tab. IV). Z hľadiska rozloženia biomasy v čerstvom stave aj v sušine v korunovom priestore podľa svetových strán a aj tretín koruny, je toto podobné rozloženiu ako pri objeme (tab. VI, VII).

DISKUSIA

Borovica, ako sme sa aj počas terénnych prác mali možnosť presvedčiť, trpí niekedy poškodením od ťažkého snehu, agát zasa vnútornou hnilobou. Preto u oboch sledovaných druhov je prioritnou otázkou skvalitňovania súčasného ich genofondu, príp. u agátu používať aj niektoré nové vyšľachtené klony, hlavne z Maďarska.

K porovnaniu našich údajov, najmä percentuálneho rozloženia biomasy v korunovom priestore nemáme dostatok údajov. Skôr možno porovnávať v absolútnych hodnotách, keď Vyskot [1983] pre 26ročnú borovicu sosnu udáva objem nadzemnej biomasy $193,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, resp. $84 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v sušine s ročným prírastkom $7,42 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, resp. $3,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v sušine. Oszlányi [1986] pre 53ročný porast borovice sosny udáva hmotnosť nadzemnej biomasy v čerstvom stave $307,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a v sušine $148,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podľa našich údajov [Benčať, 1987b, 1989] 27ročný agát mal objem nadzemnej biomasy $287,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, resp. $166,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v sušine s ročným prírastkom $10,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, resp. $6,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v sušine. LAI svojou veľkosťou 5 až 6 [7] $\text{ha} \cdot \text{ha}^{-1}$ zodpovedá lesom mierneho pásma a našim doterajším poznatkom [Vyskot a kol., 1971; Benčať, v tlači].

Jednou z netradičných možností, nazdávame sa, perspektívnych a ekonomicky výhodných z hľadiska využívania agátového dreva, a to práve v oblasti Záhoria, je dodávanie drevených agátových stĺpov pre potreby vinohradníkov do vinohradov Malých Karpát a južnej Moravy. Pri (predpokladom) mechanizovanom zbere hrozna, je totiž jednou zo základných podmienok, pestovanie vinohradov na drevených stĺpoch. V najbližších 10 rokoch (Benčať, 1987a) v ČSFR pri plánovanej rekonštrukcii vinohradov ročne až 1200 až 1400 ha, z čoho 1/3 je v ČR a 2/3 v SR, vzniká potenciálna potreba ročnej dodávky cca 730 až 850 tis. ks stĺpcov o hrúbke cca 12 cm, čo je cca 21 až 25 tis. m³.

Ďalšou, v lesníckej praxi nedocenenou a doteraz vôbec nedoceňovanou vlastnosťou agátu je jeho včelársky význam, čo zvyšuje reálnu hodnotu agátových porastov (Benčať, 1986) pri rubnej dobe 40 rokov asi o 200 tis. Kčs. ha⁻¹ žiaľ, pravda z pohľadu lesného hospodárstva táto suma je fiktívna, hoci správne by mala byť súčasťou hodnoty porastu (ako aj v iných štátoch, napr. Maďarska zakotvenej v LHP).

Zmyslom tejto diskusie nie je presadzovať a obhajovať agát, ani potláčať pestovanie iných drevín, snažíme sa len podať niekoľko objektívnych informácií, ktoré by pre citlivých a predvídaných pestovateľov lesov mohli byť určitou zárukou a návodom v ďalšej práci. Za súčasných podmienok, avšak v každom prípade, doporučujeme zavádzať nové, overené šlachtené klony agátu. Nemožno očakávať, že bez akejkoľvek výchovy, bez šlachtenia sa kvalita agátových lesov zmení. Niektoré možnosti naznačil Cifra a kol. (1988).

ZÁVER

Práca prináša niektoré nové poznatky o biomase jednak hospodársky najvýznamnejšej dreviny v oblasti viatych pieskov Záhoria — borovici sosne (*Pinus silvestris* L.) a jednak o agáte bielom (*Robinia pseudacacia* L.), ako jedného z perspektívnych druhov drevín, ktoré by tu bolo možné pestovať.

Porovnaním biomasy oboch druhov drevín, približne o rovnakom veku, sme nezistili medzi nimi výrazné rozdiely. Agát vo veku 49 rokov mal objem nadzemnej biomasy 538,047 m³. ha⁻¹ (v sušine 306,423 t. ha⁻¹), resp. vo veku 29 rokov objem 304,768 m³. ha⁻¹ (v sušine 175,061 t. ha⁻¹).

Borovica sosna vo veku 44 rokov mala objem nadzemnej biomasy 480,769 m³. ha⁻¹ a v sušine 215,169 t. ha⁻¹. Významne sa oba druhy odlišujú obsahom vody, ktorá pre agát je cca 30 % z čerstvej hmotnosti, ale u borovice je až 50 %.

Z hľadiska rozdelenia biomasy v korunovom priestore, v závislosti od svetových strán sme zistili, že najviac biomasy sa nachádza na južnej strane a v závislosti od jednotlivých tretín koruny je najviac biomasy sústredenej do strednej (B) a dolnej (A) tretiny.

Hoci TVP KO 07 a KO 08 boli vybrané v najkvalitnejších agátiách tejto oblasti a KO 09 predstavuje normálny priemerný borovicový porast, možno konštatovať, že neexistujú výrazné rozdiely v produkcii a rozložení biomasy medzi agátom a borovicou na tejto lokalite. Obom drevinám sa pomerne darí a z hľadiska potrieb ekologických i ekonomických môžeme získať potrebné sortimenty.

- BENČAŤ, T.: Biomasa a variabilita kvetu agátu bieleho (*Robinia pseudacacia* L.) na južnom Slovensku. *Biológia A*, 41, 1986, č. 1, s. 33-46.
- BENČAŤ, T.: Agát, jeho súčasná produkcia a možnosti využívania vo vinohradníctve. In: Zborník ref. zo sympózia k 40. výr. Vysokého záhradníckeho učení, Lednice na Morave, 1987a, s. 181-186.
- BENČAŤ, T.: Agát z hľadiska produkcie nadzemnej biomasy. *Les. Čas.*, 33, 1987b, č. 4, s. 249-259.
- BENČAŤ, T.: Black locust biomass production in south Slovakia *Acta dendrobiol.*, 1989, 196 s.
- BENČAŤ, T.: Leaf biomass and leaf area index (LAI) of black locust (*Robinia pseudacacia* L.) in SW Slovakia. *Ekológia ČSFR*, v tisku.
- CIFRA a kol.: Možnosti pestovania a využitia agátu na Slovensku. Vydal: Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SSR vo Zvolene, 1988, 66 s.
- KOLEKTÍV: Lesný hospodársky plán Kostolište, 1987.
- KOLEKTÍV: Hospodárenie v borových porastoch na viatych pieskoch Záhoria so zvláštnym zreteľom na obnovu. Bratislava, 1959.
- KRIPPEL, E. — RŮŽIČKA, M.: Pôvodnosť lesných stanovišť a spoločenstiev v oblasti pieskov na Záhorskej nížine. *Biol. Práca*, 5, 1959, s. 9-33.
- LAFFERS, A.: Výsledky reakcie výberových stromov borovice sosny na Slovensku. *Ved. práce VÚLH Zvolen, Vyd. Príroda, Bratislava*, 1970, s. 95-123.
- LAFFERS, A.: Charakteristika borovice sosny zo Záhorskej nížiny na základe premenlivosti ihlíc. *Les. Čas.*, 21, 1975, č. 4, s. 363-384.
- LAFFERS, A.: Rast domácich a cudzích proveniencií borovice sosny na viatych pieskoch Záhorskej nížiny. *Les. Čas.*, 26, 1980, č. 3, s. 227-248.
- OSZLÁNYI, J.: Analýza produkcie biomasy a jej energetického ekvivalentu stromovej vrstvy v piatich lesných ekosystémoch. *Biolog. Práce*, 32, 1986, 160 s.
- REMIS, J.: Odraz racionálnych prečistiek na štruktúru a prírastok borovicovej húštiny. *Les. Čas.*, 27, č. 1, 1981, s. 3-18.
- STEINHÜBEL, G.: Pokus o výpočet zeleného povrchu juvenilných a mladých jedincov niektorých konifer. *Čas. Slez. Muz., Dendrol.*, 2, 1973, s. 89-116.
- VYSKOT, M. a kol.: Základy rústu a produkcie lesov, Praha, Stát. zem. nakl., 1971, 440 s.
- VYSKOT, M.: Young Scotch pine in biomass. *Rozpr. Českoslov. akad. věd., přír. Vědy*, 93, 1983, č. 4, 148 s.

Došlo dňa 15. 5. 1989

БЕНЧАТЬ, Т. (Институт дендробиологии ЦБЭН САН, Дендрарий Млыняны): Сравнение надземной биомассы сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и акации белой (*Robinia pseudacacia* L.) на Загоржи. *Lesnictví*, 36, 1990 (5): 355-366.

Для сравнения надземной биомассы, которую определили методом деструкции, выбрали две постоянные исследовательские площади (ПИП) акации и одну ПИП сосны обыкновенной лесного управления Костолиште и лесного завода Малацки. Установили, что акация (*Robinia pseudoacacia* L.) в возрасте 49 лет и количестве деревьев 472 штук на 1 га обладала объемом надземной биомассы 538,047 м³.га⁻¹, массой в сыром состоянии 420,579 т.га⁻¹, в сухом веществе (105 °C) 306,423 т.га⁻¹, т.е. в возрасте 29 лет и количестве деревьев 728 штук на 1 га объемом 304,763 м³.га⁻¹, массой 253,467 т.га⁻¹ и сухим веществом 175,061 т.га⁻¹. Сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) из того же местонахождения в возрасте 44 года и в количестве 928 штук на 1 га обладала объемом надземной биомассы 480,769 м³.га⁻¹, массой в сыром состоянии 422,862 т.га⁻¹ и в сухом веществе 215,169 т.га⁻¹. Годовой прирост биомассы в объеме на всех трех площадях почти одинаковый (10,5—11 м³.га⁻¹, но в сухом веществе акация обладает массой 6,0—6,3 т.га⁻¹ и сосна только 4,9 т.га⁻¹.

сосна обыкновенная; акация белая; биомасса; ИЛП — индекс листовой поверхности

BENČAŤ, T. (Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany): *Comparison of aboveground biomass of Scotch pine (Pinus silvestris L.) and false acacia (Robinia pseudoacacia L.) at the Záhori locality*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 355-366.

Two permanent research plots with false acacia stand and one permanent research plot with Scotch pine stand, situated in the area of the Kostoliště Forest Administration, Malacky Forest Establishment, were chosen to compare aboveground biomass of stands determined by a destruction method. The stand of false acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) at the age of 49 years and with the tree number of 472 items per ha was found to represent the volume of aboveground biomass 538.047 m³ per ha, fresh weight 420.579 t per ha, dry weight (105 °C) 306.423 t per ha, at the age of 29 years and with the tree number of 728 individuals per ha the respective values were 304.768 m³ per ha, 253.467 t per ha and 175.061 t per ha. The stand of Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) situated at the same locality, at the age of 44 years and with the tree number of 928 items per ha represented the volume of aboveground biomass 480.769 m³ per ha, fresh weight 422.862 t per ha and dry weight 215.169 t per ha. Yearly increments of biomass expressed in terms of volume were nearly identical at all three localities (10.5–11 m³ per ha), but the increments of dry weight made only 6.0–6.3 t per ha in false acacia and 4.9 t per ha in Scotch pine.

Scotch pine; false acacia; biomass; LAI

BENČAŤ, T. (Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany): *Vergleich der oberirdischen Biomasse der Gemeinen Kiefer (Pinus silvestris L.) und der Robinie (Robinia pseudoacacia L.) im Gebiet von Záhorie*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 355-366.

Zum Vergleich der oberirdischen Biomasse, die wir mit Hilfe der destruktiven Methode ermittelt haben, haben wir zwei Dauerversuchsflächen der Robinie und eine Dauerversuchsfläche der Gemeinen Kiefer auf der Forstverwaltung Kostoliště, Forstbetrieb Malacky ausgewählt. Wir haben festgestellt, daß die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) im Alter von 49 Jahren und mit einer Stammzahl von 472 Stück .ha⁻¹, ein Volumen der oberirdischen Biomasse von 538,047 m³.ha⁻¹ hat, ein Frischgewicht von 420,579 t.ha⁻¹, in der Trockensubstanz (105 °C) 306,423 t.ha⁻¹, bzw. im Alter von 29 Jahren und mit der Stammzahl von 728 Stück.ha⁻¹ ein Volumen von 304,768 m³.ha⁻¹, ein Gewicht von 253,467 t.ha⁻¹ und eine Trockensubstanz von 175 061 t.ha⁻¹. Die Gemeine Kiefer (*Pinus silvestris* L.) von der gleichen Lokalität im Alter von 44 Jahren und mit 928 Stämmen.ha⁻¹ besaß ein Volumen der oberirdischen Biomasse von 480,769 m³.ha⁻¹, ein Frischgewicht von 422,862 t.ha⁻¹ und in der Trockensubstanz 215,169 t.ha⁻¹. Der jährliche Zuwachs an Biomasse im Volumen ist auf allen drei Flächen fast gleich groß (10,5–11 m³.ha⁻¹), aber in der Trockensubstanz erreicht die Robinie 6,0–6,3 t.ha⁻¹ und die Kiefer nur 4,9 t.ha⁻¹.

Gemeine Kiefer; Robinie; Biomasse;

Adresa autora:

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

VÝŠKOVÝ RŮST DOUGLASKY NA PROVENIENČNÍCH PLOCHÁCH ČR V RŮZNÝCH FÁZÍCH VÝVOJE

A. Šika, B. Páv

ŠIKA, A. — PÁV, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Výškový růst douglasky na provenienčních plochách ČR v různých fázích vývoje*. Lesnictví, 36, 1990 (5): 367–380.

Na čtyřech pokusných provenienčních plochách s douglaskou tisolistou v ČR starých 20 (série IUFRO) a 30 let jsme hodnotili průběh výškového růstu proveniencí douglasky a zjišťovali vztah mezi jejich výškovým růstem v raném mládí a pozdějším věku. Bylo zjištěno, že na plochách, kde se provenience douglasky normálně vyvíjely je vysoká korelace mezi pořadím proveniencí podle výškového růstu v 5 a 20, příp. 30 letech. Na plochách, kde vývoj proveniencí douglasky byl narušen vysokými ztrátami nebo jinými nepříznivými okolnostmi byla vysoká korelace teprve od 10, příp. 20 let. Z hodnocení výškového růstu proveniencí douglasky na provenienčních plochách v ČR ve věku 20 a 30 let vyplývá, že velmi dobře rostou provenience z nižších poloh západních Kaskád v severním Washingtonu, z jižního pobřeží Britské Kolumbie a některé provenience z vnitrozemí Britské Kolumbie. Rychle rostoucí provenience z pobřeží Washingtonu a Oregonu jsou v ČR citlivé na klimatické extrémy, především na zimní vysychání. Proto na plochách charakteru velkých holin nebo v drsnějších klimatických podmínkách, předstihují pomaleji rostoucí provenience odolnější ke klimatickým extrémům, rychle rostoucí citlivější provenience ve výškovém růstu do 20 (30 let). Na provenienčních plochách douglasky v ČR se potvrdila mimořádně velká proměnlivost ve výškovém růstu douglasky i v rámci téže provenience.

Pseudotsuga menziesii; provenience; korelace výšek

Při šlechtění lesních dřevin je specifickým problémem jejich dlouhověkost. Některé vlastnosti dřevin lze posoudit již v raném mládí, jako je rytmus růstu během vegetační doby, fenologické fáze, odolnost ke klimatickým extrémům, citlivost k některým chorobám apod. Jiné důležité vlastnosti, jako jsou růstové vlastnosti, objemová produkce, odolnost ke sněhovým polomům apod., lze posoudit až na základě dlouhodobého šetření.

Při řešení problému času mají ve šlechtění lesních dřevin velký význam časné testy, které nám umožňují posoudit na základě některých znaků v mládí jejich hodnotu v pozdějším věku. U provenienčního výzkumu je důležitá včasná diagnostika produkce proveniencí na základě korelačních vztahů mezi růstem v raném mládí a v dalších etapách vývoje dřeviny. V podstatě jde o vyřešení problému, v kterém věku jsme nejdříve schopni spolehlivě určit budoucí produkci porostu. Zvláště důležité je vyřešit tuto otázku u introdukovaných dřevin, aby se ještě více nezvýšilo jejich pěstební riziko.

Mezi nejdůležitější introdukované dřeviny pro lesní hospodářství ČR patří douglaska tisolistá [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco], především pro vynikající růstové vlastnosti a všestranně upotřebitelné dřevo. V objemové produkci ve sto letech předstihuje v průměru smrk ztepilý o 30 %, borovici lesní a buk lesní až o 100 % (Kleinschmit, 1984). Ve svém obrovském přirozeném areálu, s různými klimatickými a půdními podmínkami, se douglaska vyznačuje velkou proměnlivostí. Proto základním předpokladem úspěšné introdukce douglasky v lesích střední Evropy je volba vhodné provenience pro dané stanoviště. Tento poznatek potvrzují i dosavadní zkušenosti s pěstováním douglasky tisolisté v Evropě.

Cílem předložené práce je využít dlouhodobého sledování výškového růstu proveniencí douglasky (20 a 30 let) na některých provenienčních plochách, zhodnotit jeho

Název	Hůrka	Jizbice	Horní Lhota	Studená Loučka
Lesní oblast	15	16	38	31
Lesní závod	SLTŠ Písek	Vlašim	Luhačovice	Litovel
Rok založení	1971	1971	1959	1959
Plocha [ha]	1,40	1,00	1,20	1,03
Počet proveniencí	25	16	11	9
Nadmořská výška	450	600	460	580
Expozice	sev.	rov.	sev.	jihozáp.
Teplota [°C]				
roční	7,2	6,8	8,0	6,7
IV – IX	13,3	13,1	14,2	13,0
Srážky [mm]				
roční	588	657	795	763
IV – IX	383	413	479	415
Půda	hnědozem	oligotrofní hnědozem	hnědozem	hnědozem
Lesní typ	3K ₃	5K ₄	4B ₁	5S ₁
	kys. dubová bučina biková	kys. jedlová bučina biková	bohatá bučina mařinková	svěží jedlová bučina šťavelová

vztah k věku a současně i stručně zhodnotit výškový růst proveniencí douglasky na těchto plochách. K tomuto účelu jsme vybrali dvě plochy 1. série (Horní Lhota, Studená Loučka), které založil v roce 1959 G. Vincent a dvě plochy série IUFRO (Hůrka, Jizbice), založené v roce 1971 A. Šikou.

MATERIÁL A METODA

Stručná charakteristika ploch je uvedena v tab. I. Na ploše Horní Lhota je hodnoceno 11 proveniencí douglasky tisolisté (2 z Britské Kolumbie, 5 z Washingtonu, 4 z Oregonu), semeno zaslala americká firma Manning Seed Company. Na ploše Studená Loučka je hodnoceno z této zásilky 8 proveniencí. Obě plochy byly založeny na jaře 1959 dvouletými neškolovanými sazenicemi douglasky. Plocha Horní Lhota (1,20 ha) se skládá z 11 dílců o velikosti 0,09 ha. Na každý dílec bylo vysázeno 100 sazenic douglasky ve sponu 3 m × 3 m. Plocha se nachází na mírném severním svahu a představuje optimální stanoviště pro douglasku. Plocha Studená Loučka se původně skládala z 9 dílců o různé velikosti 0,02 až 0,23 ha, počet vysázených sazenic na jednotlivých dílcích kolísal od 45 do 550 ks ve sponu 2 m × 2 m. Plocha je umístěna na mírném jihozápadním svahu na hřebenu kopce, v exponované poloze k větru, sněhu a námraze. Metodickým nedostatkem obou ploch je, že byly založeny bez opakování a na ploše Studená Loučka je navíc různá velikost dílců a různý počet sazenic pro vysázené provenience douglasky.

Plochy Hůrka a Jizbice jsou součástí mezinárodního provenienčního pokusu s douglaskou tisolistou, který v roce 1966 zorganizovala 22. sekce IUFRO. Pro ČSSR bylo objednáno osivo 25 proveniencí douglasky (11 Britská Kolumbie, 10 Washington, 4 Oregon). Z nich 5 proveniencí došlo o rok později a proto nejsou do tohoto hodnocení zahrnuty. Obě plochy byly založeny na jaře 1971 tříletými školovanými sazenicemi. Na ploše Hůrka (1,40 ha) je umístěno všech 25 proveniencí (11 z Britské Kolumbie, 10 z Washingtonu, 4 z Oregonu), na ploše Jizbice (1,00 ha) pouze 16 proveniencí. Základní velikost parcel je 100 m², na každou parcelu bylo vysázeno 37 sazenic

(z toho 12 rezervních), čili 148 ks pro jednu provenienci. Základní spon výsadby 2 m × 2 m. Plocha Jizbice má charakter velké holiny, s lesem sousedí pouze na jižní straně.

Pro srovnání výškového růstu proveniencí douglasky v různých vývojových fázích jsme použili vypočítané střední výšky hodnocených proveniencí a to na plochách IUFRO ve věku 5, 10 a 20 let a na plochách 1. série ve stáří 4, 8, 20 a 30 let. Na plochách série IUFRO (Hůrka, Jizbice) se jedná o střední výšky jedinců, kteří přežili do věku 20 let, tedy o výšky stejných stromků v různém věku. U ploch 1. série střední výšky odpovídají průměru všech stromků nacházejících se v daném věku na dílcích. Jejich počet proto s věkem klesá. Na plochách 1. série jsme též srovnávali tzv. dominantní výšky, tj. průměr z 10 nejvyšších jedinců na dílci v hodnoceném stádiu.

K matematicko-statistickému vyhodnocení — nakolik se s věkem mění pořadí proveniencí douglasky podle jejich středních výšek bylo použito především metod korelace při zjišťování síly vztahu. Aplikoval se korelační poměr Q^2_{yx} , jakožto obecná míra korelace, který je definován jako

$$Q^2_{yx} = 1 - \frac{S_y^2}{\sigma_y^2},$$

kde: S_y^2 je tzv. rozptyl kolem sloupcových průměrů a σ_y^2 celkový rozptyl.

Dále bylo použito korelačního koeficientu r , jakožto míry lineární korelace, který je definován jako podíl kovariance σ_{yx} a součinu směrodatných odchylek σ_y a σ_x , tedy

$$r = \frac{\sigma_{yx}}{\sigma_y \sigma_x}.$$

Aplikován byl test linearit korelace pomocí testovacího kritéria F , které je definováno jako

$$F = \frac{n - p}{p - 2} \frac{Q^2_{yx} - r^2}{1 - Q^2_{yx}},$$

kde: z neznámých symbolů n = celkový počet pozorování a p = počet tříd.

Vličina F má tzv. Fisher-Snedecorovo F — rozložení o $p - 2$ a $n - p$ stupních volnosti.

Testovala se hypotéza H o rovnosti koeficientů korelace r_1 a r_2 , tedy $H: r_1 = r_2$,

pomocí kritéria

$$u = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{\frac{2}{n - 3}}},$$

které má normální rozložení $N(0,1)$ a kde

$$z_i = \frac{1}{2} n \frac{1 + r_i}{1 - r_i}$$

je tzv. Fisherova transformace.

Pomocí metod regrese jsme provedli specifikaci příslušných regresních přímek.

VÝSLEDKY

VÝŠKOVÝ RŮST PROVENIENCÍ DOUGLASKY

Třebaže předmětem této práce není podrobné hodnocení výškového růstu proveniencí douglasky na plochách v ČR, je alespoň třeba stručně uvést jeho charakteristiku na srovnávaných plochách (tab. II a III). Z analýzy variance vyplynulo, že rozdíly mezi středními výškami proveniencí byly vysoce významné na ploše Hůrka, významné na ploše Jizbice, na plochách 1. série byly významné do 20 let, ve 30 letech byly již nevýznamné. U ploch Hůrka a Jizbice jsme mohli hodnotit i odhad průměrných efektů jednotlivých příčin proměnlivosti. Na ploše Hůrka byl efekt provenience 40 %, na ploše Jizbice pouze 26 %, efekt opakování na ploše Hůrka 9 %, na ploše Jizbice 3 %, podíl nekontrolovatelných faktorů činil na ploše Jizbice 71 %, na ploše Hůrka 51 %.

II. Střední výšky proveniencí douglasky na plochách série IUFRO [dm] — The mean heights of Douglas fir provenances on areas of the IUFRO series [in dm]

Hůrka						Jizbice					
pořadí	číslo prove- nience	počet <i>n</i>	výška [dm]			pořadí	číslo prove- nience	počet <i>n</i>	výška [dm]		
			5	10	20				5	10	20
1	1013	71	7,2	29,9	115	1	1010	104	5,1	26,8	104
2	1069	58	7,1	32,2	114	2	1030	54	6,9	21,1	97
3	1075	57	6,0	27,5	112	3	1049	48	5,5	24,7	97
4	1030	64	5,7	28,8	109	4	1033	49	5,7	22,2	93
5	1089	52	6,5	29,2	109	5	1075	26	6,1	11,7	92
6	1103	29	6,7	27,8	109	6	1012	46	6,3	21,1	91
7	1033	70	5,8	27,3	108	7	1061	41	5,8	21,8	86
8	1036	69	6,3	26,8	107	8	1089	32	6,5	18,7	83
9	1058	55	5,1	23,4	105	9	1021	72	4,6	18,7	80
10	1050	60	4,9	26,5	105	10	1004	57	4,9	12,6	90
11	1100	52	6,5	27,0	104	11	1025	19	5,2	16,7	69
12	1012	55	5,2	23,6	103			548	5,7	19,6	88,4
13	1010	84	4,5	23,9	102						
14	1049	62	5,1	25,5	102						
15	1061	41	5,7	23,6	101						
16	1043	65	5,5	24,7	100						
17	1004	61	5,3	23,4	100						
18	1067	98	4,5	23,6	99						
19	1025	58	5,1	23,1	98						
20	1021	40	4,0	19,1	94						
		1201	5,6	25,8	104,8						

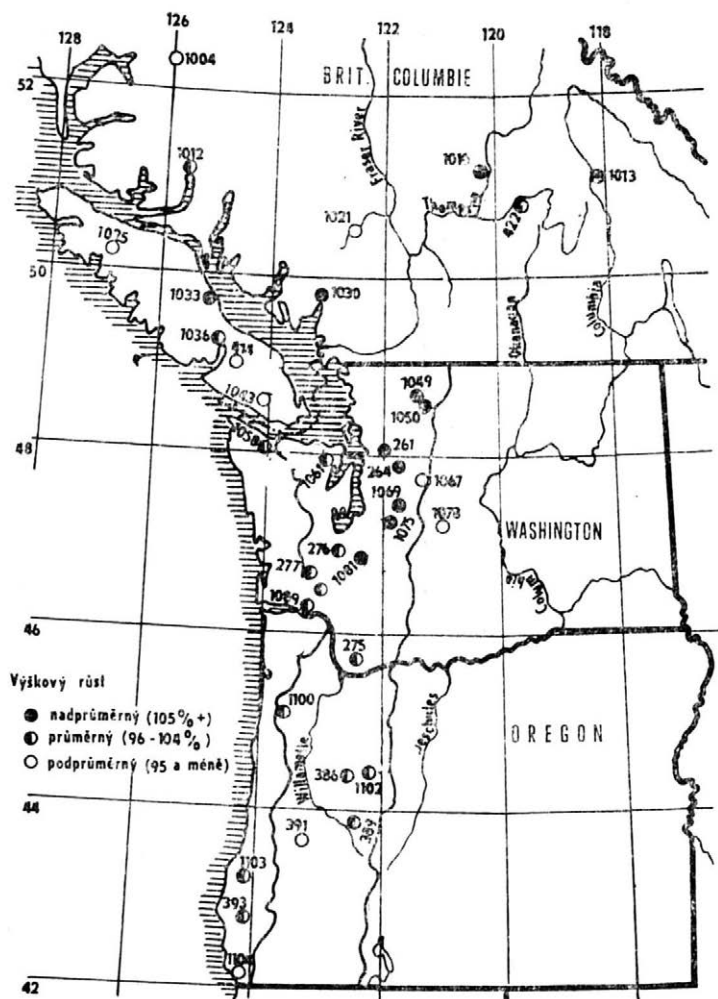
Ze souhrnného posouzení výškového růstu proveniencí douglasky na srovnávaných pokusných plochách vyplývá, že z praktického hlediska můžeme rozdělit testované provenience douglasky v podstatě do 3 skupin (obr. 1). Na nadprůměrně rostoucí, jejichž výšky vyjádřené v procentech k průměru plochy mají hodnoty 105 % a vyšší, na průměrně rostoucí (104 až 96 %) a podprůměrně rostoucí (95 % a méně).

Na ploše Hůrka nadprůměrně rostou dvě provenience z Britské Kolumbie — 1013 a 1030, tři provenience z Washingtonu — 1069, 1075 a 1089. Podprůměrný růst mají provenience 1021, 1067 a částečně i provenience 1010. Všechny ostatní provenience možno řadit mezi průměrně rostoucí.

Na ploše Jizbice, která má charakter velké holiny a drsnější klimatické podmínky, se pořadí proveniencí podle výškového růstu změnilo. Nadprůměrně zde rostou provenience 1010, 1030 a 1049, podprůměrně 1025 a 1021.

Na ploše Horní Lhota, která představuje velmi dobré stanovištní podmínky pro pěstování douglasky v ČR, má všech 5 proveniencí z Washingtonu nadprůměrný růst. Podprůměrně zde roste oregonská provenience 391 a provenience z ostrova Vancouver č. 414.

1. Výškový růst hodnocených proveniencí douglasky — Height growth of evaluated provenances of Douglas fir



Plocha Studená Loučka se nachází v exponované poloze na temeni kopce a je ohrožována námrazou a větrem. Severovýchodní okraj plochy po vykácení starého smrkového porostu trpí vývraty. Nadprůměrný růst zde mají dvě provenience z Washingtonu (264 a 275), podprůměrně roste provenience z Oregonu č. 393.

Na všech uvedených plochách se potvrdila mimořádně velká proměnlivost ve výškovém růstu douglasky v rámci téže provenience, přičemž byla tato proměnlivost u různých proveniencí rozdílná. Největší rozdíl mezi výškou nejvyššího stromu a průměrnou výškou provenience jsme zaznamenali na ploše Hůrka u provenience 1036 a to 159 % (průměr délce se rovnal 100 %). Na ploše Jizbice měla největší proměnlivost ve výškovém růstu provenience 1030 a to 155 %.

Z našeho dlouhodobého každoročního měření výškového růstu vyplynulo, že roční výškový přírůst jednotlivých stromů se každým rokem značně mění v závislosti na klimatu současného a minulého roku, podmínkách prostředí a individuálních vlastností stromů. U většiny stromů se projevuje zřetelná tendence slabší roční výškový přírůst, způsobený nepříznivými podmínkami prostředí nebo poškozením stromu, dohnat v následujících letech vyšším přírůstem. Proto také nejvyšší stromy na jednotlivých parcelách neměly každým rokem nejvyšší přírůsteky.

Z hodnocení výškového růstu proveniencí douglasky na čtyřech srovnávaných pokusných provenienčních plochách vyplývá, že v našich podmínkách velmi dobře

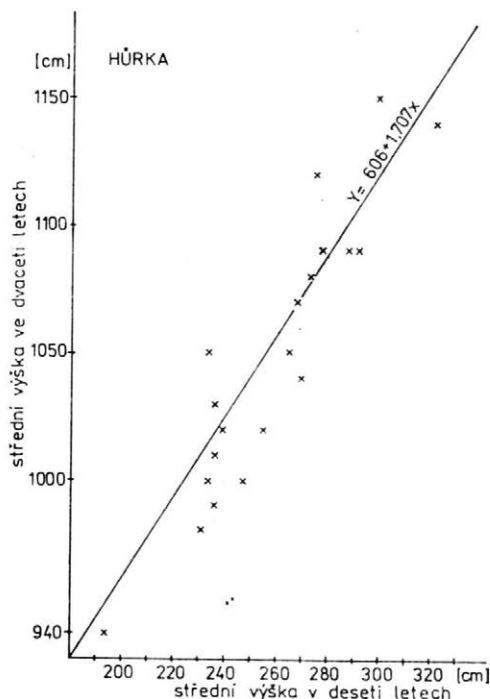
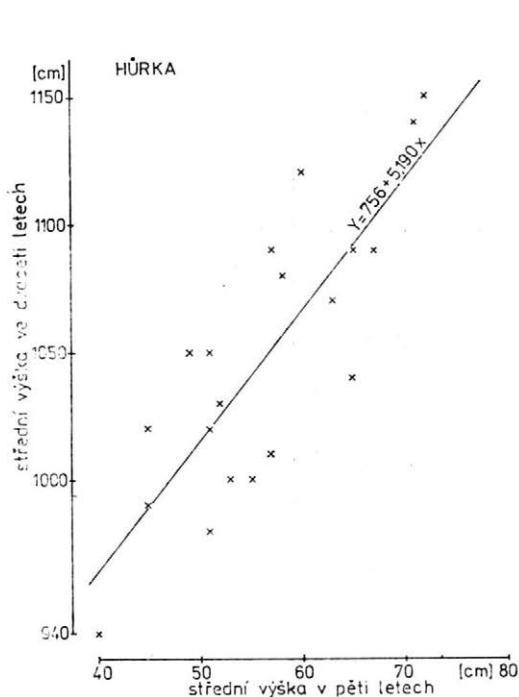
III. Střední a dominantní výšky proveniencí douglasky [dm] na plochách 1. série (Horní Lhota a Studená Loučka) — The mean and dominant heights of Douglas fir provenances [in dm] on areas of the first series (Horní Lhota and Studená Loučka)

Plocha: Horní Lhota

Pořadí	Prove- nience	Střední výšky [dm]								Dominantní výšky [dm] (n = 10)				
		4 roky		8 let		20 let		30 let		prove- nience	4	8	20	30
		n	v	n	v	n	v	n	v		v	v	v	v
1	264	100	7,0	100	19,4	59	103	48	196	264	10,7	34,4	129	226
2	275	100	6,3	97	17,6	63	102	51	193	277	9,8	32,6	128	217
3	261	100	7,7	95	17,2	47	108	40	192	261	12,1	35,9	130	214
4	277	98	6,4	94	18,0	47	101	42	190	275	10,0	31,7	126	214
5	276	100	7,1	93	17,2	47	104	42	189	393	7,9	25,9	119	213
6	393	87	5,5	83	15,4	35	95	29	189	276	11,1	33,2	129	212
7	389	100	5,2	97	17,2	50	98	46	187	386	8,3	27,1	120	212
8	386	99	5,1	94	15,9	45	94	38	183	389	8,7	27,7	108	202
9	422	96	4,6	93	15,1	53	95	50	179	422	7,4	27,9	119	202
10	391	99	4,9	96	15,2	41	89	27	174	391	7,3	23,9	110	191
11	414	95	4,7	94	14,4	44	83	23	171	414	7,5	23,2	97	183
		1074	5,9	1036	16,6	531	97,5	436	185,7		9,2	29,4	119,5	207,8

Plocha: Studená Loučka

Pořadí	Prove- nience	Střední výšky [dm]								Dominantní výšky [dm] ($n = 10$)				
		4 roky		8 let		20 let		30 let		prove- nience	4	8	20	30
		n	v	n	v	n	v	n	v		v	v	v	v
1	264	186	3,8	179	14,2	63	106	42	188	264	11,7	23,4	125	209
2	275	196	4,1	180	15,1	73	102	49	181	275	13,5	15,2	120	205
3	277	86	3,9	82	13,5	31	97	19	177	389	11,1	21,2	118	197
4	276	369	5,1	360	17,0	97	97	70	175	277	11,4	19,8	111	194
5	261	368	5,2	289	16,8	74	99	50	173	276	17,2	33,3	118	193
6	422	205	3,0	197	12,9	82	97	67	173	261	15,3	29,6	115	186
7	389	177	3,4	173	12,1	67	94	52	173	422	10,6	22,2	104	183
8	393	206	3,8	200	12,2	29	93	24	172	393	11,6	21,8	105	177
		1793	4,0	1660	14,2	516	98,1	373	176,5		12,8	23,3	114,5	193,0



2. Regrese střední výšky proveniencí douglasky ve dvaceti letech na střední výšce v pěti letech na ploše Hůrka — Regression of the mean height of Douglas fir provenances at the age of twenty years for the mean height at the age of twenty years for the mean height at the age of five years in the Hůrka area

3. Regrese střední výšky proveniencí douglasky ve dvaceti letech (y) na střední výšce (x) v deseti letech na ploše Hůrka — Regression of the mean height of Douglas fir provenances at the age of twenty years (y) for the mean height (x) at the age of Douglas fir provenances in the Hůrka area

rostou provenience z nižších poloh západních Kaskád v severním Washingtonu, z jižního pobřeží Britské Kolumbie a některé provenience z vnitrozemí Britské Kolumbie. Rychle rostoucí provenience douglasky z pobřeží Washingtonu a Oregonu jsou u nás většinou citlivé na klimatické extrémy, především zimní vysychání. Proto na plochách charakteru velkých holin nebo v drsnějších klimatických podmínkách, předstihují pomaleji rostoucí provenience, ale odolnější ke klimatickým extrémům, ve výškovém růstu do 20 (30 let) rychle rostoucí ale citlivé provenience.

VÝŠKOVÝ RŮST PROVENIENCÍ DOUGLASKY V RŮZNÝCH ETAPÁCH VÝVOJE

Na základě informací, které nám poskytl empirický materiál o výškovém vývoji na výzkumné ploše Hůrka, můžeme říci, že existuje vysoký stupeň korelace mezi výškovým měřením (reprezentovaným středními výškami proveniencí) v deseti a dvaceti letech, avšak stejně tak i mezi měřením v pěti a dvaceti letech. O tom svědčí vysoké hodnoty korelačního poměru (jakožto obecné míry korelace), která je v případě korelace mezi měřeními v pěti a dvaceti letech 0,74 a v případě korelace mezi měřeními v deseti a dvaceti letech 0,80. Vysoký stupeň korelace potvrzuje svými hodnotami i korelační koeficient (jakožto míra lineární korelace), hodnota korelačního koeficientu při měření korelace mezi středními výškami při výškovém měření v pěti a dvaceti letech je 0,80 a při měření v deseti a dvaceti letech je 0,87. Z prezentovaných výsledků plyne, že bude

v daném případě možno posuzovat výškový vývoj jednotlivých proveniencí již v deseti či dokonce v pěti letech. Touto otázkou se budeme ještě zabývat později.

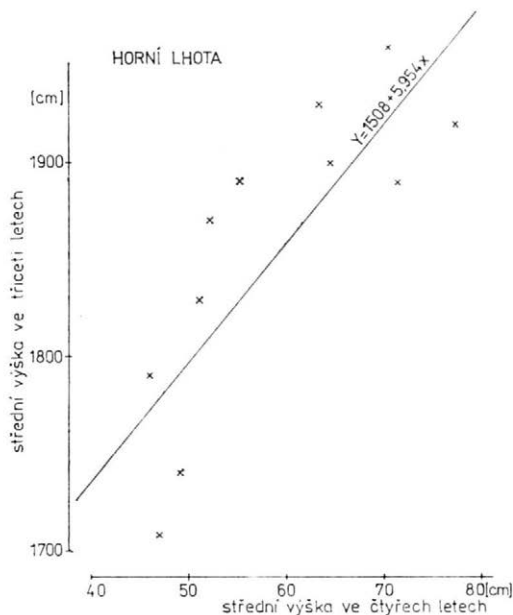
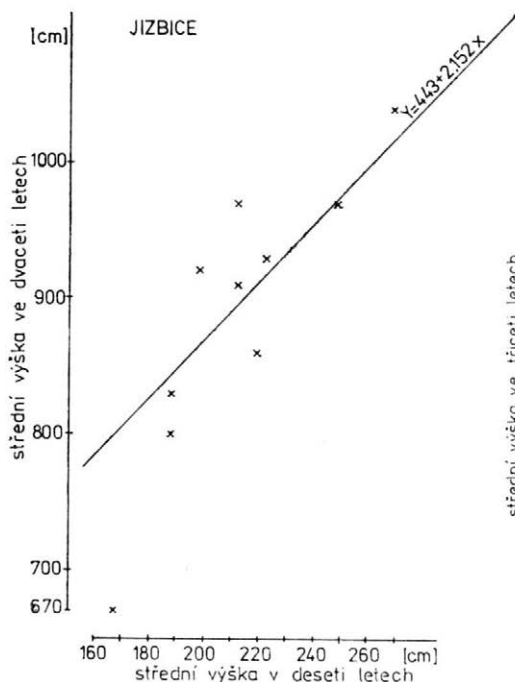
Vzhledem k možnosti prognózy všimneme si regresního vztahu mezi výškovými měřeními v různém věku. Blízkost hodnot korelačního poměru a koeficientu determinace (čtverce koeficientu korelace) signalizuje možnost vyjádření regrese přímkou. Hypotézu o linearitě korelace jsme si verifikovali testem (Páv, 1979). Na základě tohoto testu (pro 5 a 20 let je $F = 0,794$ a pro 10 a 20 let je $F = 1,252$) hypotéza nemůže být vyvrácena ani na tak benevolentní hladině významnosti, jakou je $\alpha = 0,25$. Vzhledem k dalším informacím, které nám vyhodnocovaný materiál na ploše Hůrka poskytl, můžeme tedy považovat korelaci mezi výškovým měřením v pěti a dvaceti letech a mezi výškovým měřením v deseti a dvaceti letech za lineární (obr. 2 a 3). Pro vysokou korelaci mezi pětiletým a dvacetiletým měřením eventuálně mezi desetiletým a dvacetiletým měřením lze provést poměrně přesnou prognózu extrapolací regresní přímky.

Dalším důležitým problémem je stanovení věku, v němž jsme schopni již reálně usuzovat o vlastnostech porostu v pozdějším věku. Jak jsme se již zmínili, na ploše Hůrka jsme zjistili vysoký stupeň korelace, a to lineární, jak mezi výškovými měřeními v deseti a dvaceti letech (korelační koeficient 0,87), tak i mezi výškovými měřeními v pěti a dvaceti letech (korelační koeficient 0,80). Diferenci mezi korelačními koeficienty, byť malou 0,07, jsme pro jistotu podrobili testu (tab. IV). Podle Hátle a Likeše (1974) jsme verifikovali hypotézu o rovnosti koeficientů korelace. Na základě testu jsme zjistili, že hypotéza o rovnosti korelace mezi měřeními v pěti a dvaceti letech a měřeními v deseti a dvaceti letech nemůže být zamítnuta ani na tak vysoké hladině významnosti, jakou je $\alpha = 0,46$.

Naproti tomu výzkumná plocha Jizbice vykázala mezi střední výškou v pěti letech a střední výškou ve dvaceti letech jen nízký stupeň korelace (hodnota korelačního koeficientu byla 0,23) a ani korelace mezi výškovým měřením v pěti a deseti letech nebyla o mnoho silnější (hodnota korelačního koeficientu byla 0,33). Teprve korelace mezi střední výškou v deseti letech a střední výškou ve dvaceti letech vykázala již vysoký stupeň (hodnota korelačního koeficientu byla 0,80, obr. 4).

IV. Statistické charakteristiky — Statistical characteristics

Hůrka				Jizbice	
Měření v letech	Korelační poměr	Korelační koeficient	Testovací statistika F	Měření v letech	Korelační koeficient
5 a 20	0,74	0,80	0,794	5 a 20	0,23
10 a 20	0,81	0,87	1,252	5 a 20	0,33
				10 a 20	0,80
Horní Lhota			Studená Loučka		
Měření v letech	Korelační koeficient	Korelační koeficient (horní výška)	Měření v letech	Korelační koeficient	Korelační koeficient (horní výška)
4 a 30	0,80	0,68	4 a 30	0,04	0,04
8 a 30	0,87	0,80	8 a 30	0,15	0,10
			10 a 30	0,91	0,89



4. Regrese střední výšky proveniencí douglasky ve dvaceti letech (y) na střední výšce v deseti letech (x) — Regression of the mean height of Douglas fir provenances at the age of 20 years (y) for the mean height at the age of ten years (x)

5. Regrese střední výšky proveniencí douglasky ve třiceti letech (y) na střední výšce ve čtyřech letech (x) — Regression of the mean height of Douglas fir provenances at the age of 30 years (y) for the mean height at the age of four years (x)

U plochy Jizbice nelze tedy udělat konečné závěry o výškovém vývoji v pěti letech jako u plochy Hůrka. Výškový vývoj jednotlivých proveniencí lze u této plochy seriózně posuzovat až v deseti letech.

Výzkumná plocha Horní Lhota vykazuje analogický obraz jako plocha Hůrka. Existuje opět vysoký stupeň korelace mezi středními výškami ve čtyřech a třiceti letech (poslední měření je o 10 let pozdější než měření na výzkumné ploše Hůrka), tím spíše ve čtyřech a dvaceti letech a stejně tak mezi středními výškami v osmi a třiceti letech. O tom svědčí vysoké hodnoty korelačních koeficientů, které jsou vesměs větší než 0,8. Pomocí testu o rovnosti koeficientů korelace jsme zjistili, že hypotéza o rovnosti korelace mezi středními výškami ve čtyřech a třiceti letech a středními výškami v osmi a třiceti letech nemůže být zamítnuta ani na tak vysoké hladině významnosti, jakou je $\alpha = 0,66$.

Pro vysokou korelaci mezi střední výškou ve čtyřech a střední výškou ve třiceti letech lze provést v tomto případě poměrně solidní prognózu pomocí přímky (obr. 5).

Na výzkumné ploše Horní Lhota bylo možno studovat i vývoj dominantní výšky, která byla během třiceti let sledována a stanovena z deseti nejvyšších stromů. Korelace mezi dominantní výškou ve čtyřech a třiceti letech a mezi horní výškou v osmi a třiceti letech, i když vykazovala význačný a vysoký stupeň korelace, nebyla tak těsná jako u středních výšek, hodnoty korelačních koeficientů byly 0,68 a 0,80.

Výzkumná plocha Studená Loučka projevila určitou irregularitu jak u střední, tak i u dominantní výšky. Korelace mezi čtyřmi a třiceti lety a osmi a třiceti lety u obou výšek byly nízkého stupně — hodnoty korelačních koeficientů byly 0,04 a 0,15 — kore-

lace tedy nebyla prakticky zjištěna. Tuto skutečnost vedle jiných důležitých okolností je možno přičítat vysokému úhynu, při němž počet stromů poklesl v průměru na 20 % oproti výzkumné ploše Horní Lhota, kde průměrný počet zbylých stromů je dvojnásobný, tj. 40 %.

Teprve po dvaceti letech, kdy byl porost zřejmě již stabilizován, se projevuje očekávaná regularita. Střední výška ve dvaceti a třiceti letech vykazuje velmi vysoký stupeň korelace (0,91) a vysoký stupeň korelace (0,89) vykazuje i dominantní výška v těchto letech.

Na základě korelační a regresní analýzy čtyř výzkumných ploch můžeme říci, že u výzkumných douglaskových provenienčních ploch, které vykazují stochastickou regularitu v důsledku malé mortality a jiných okolností lze činit definitivní závěry již v poměrně nízkém věku, tj. okolo pěti let. U ploch s vyšší mortalitou, atd. je třeba posunout věk porostu, při němž je možno dělat závěry, na 10 let, v nejhorším případě na 20 let.

DISKUSE

V naší odborné literatuře je velmi málo prací, které hodnotí u proveniencí lesních dřevin vztahy mezi růstem v raném mládí a v pozdějším věku. U smrku ztepilého se touto problematikou zabýval Vinš (1968). Na provenienční ploše smrku série IUFRO 1938 v Beskydách zjistil, že trend středních výšek jednotlivých proveniencí smrku ve věku 7, 11, 20 a 26 let zůstává zhruba zachován. Korelační koeficienty podle pořadí proveniencí podle střední výšky v jednotlivých etapách vývoje jsou většinou statisticky průkazné a svědčí o tom, že v celkovém pořadí proveniencí smrku nedocházelo k výraznějším změnám. Toto zjištění naznačuje, že ze stavu v nejmladších stádiích růstového vývoje pokusných ploch je možné usuzovat na vzájemný poměr proveniencí smrku i ve věku 26 let. Na ploše Dobrá však nižší korelační koeficienty ukazovaly na méně těsný vztah pořadí proveniencí smrku v jednotlivých etapách vývoje. Autor to vysvětluje stanovištními podmínkami této plochy, které méně výrazně diferencují růstový vývoj jednotlivých proveniencí smrku než je tomu u horské plochy.

U modřínu opadavého zjišťoval Šindelář (1982) vztahy mezi středními výškami proveniencí modřínu na plochách série IUFRO v různých vývojových stádiích a to ve věku 2 let (školka), 11 a 20 let (pokusné plochy). Signifikantní hodnoty korelačních vztahů pro výšky ve věku 2, 11 a 20 let zjistil pouze na ploše Třebotov. Vysoce významné vztahy mezi středními výškami ve věku 11 a 20 let byly již na dvou plochách (Třebotov, Krnov). Autor z toho vyvozuje, že směrodatné hodnocení proveniencí modřínu na základě výškového růstu na provenienčních plochách je možné až v období mezi 10. až 15. rokem věku, neboť v této době dochází na dobrých stanovištích ke kulminaci běžného výškového přírůstu. Zkušenosti z dlouhodobého sledování výškového přírůstu lesních dřevin ukazují, že trend budoucího vývoje výškového růstu dřeviny poměrně spolehlivě naznačuje stav porostu v období kulminace běžného přírůstu.

U douglasky tisolisté se domácí literatura touto problematikou dosud nezabývala. V SNR autoři Schober et al. (1984) při hodnocení provenienčního pokusu s douglaskou z roku 1958 v severozápadním Německu zjišťovali korelaci mezi středními výškami proveniencí douglasky ve 4 školkách ve věku 1, 2 a 3 let a na plochách ve věku 21 let. Korelace byla různá podle školek. Tak např. mezi středními výškami proveniencí ve věku 3 a 21 let se pohybovala korelace od 0,71 do 0,29. Nejslabší byla ve školce, kde sazenice utrpěly zimními a pozdními mrazy.

Dlouhodobé pozorování vývoje růstu proveniencí douglasky existují pouze v Americe. Podle některých autorů (Namkoong et al., 1972) je mezi výškovým růstem proveniencí douglasky ve věku 5 a 53 let jen slabá korelace ($r = 0,29$). Mezi výškou ve věku 10 a 53 let byla již korelace vyšší ($r = 0,50$) a od 15 let se korelace blíží hodnotě $r = 1$.

Na druhé straně výsledky provenienčního pokusu z roku 1912 s 13 proveniencemi douglasky na 5 různých místech ve Washingtonu a Oregonu ukázaly, že předstih dvou proveniencí ve výškovém růstu ve věku 17 let v 50 letech již zmizel (Silen, 1965/66).

Na základě korelační a regresní analýzy výškového růstu proveniencí douglasky na 4 pokusných provenienčních plochách v ČR můžeme konstatovat, že na plochách, kde vývoj proveniencí douglasky nebyl narušen vysokými ztrátami nebo jinými nepříznivými okolnostmi (plocha Hůrka, Horní Lhota) je vysoká korelace mezi pořadím proveniencí podle výškového růstu v 5 a 20, příp. 30 letech. Na plochách Jizbice, Studená Loučka, kde provenience měly vysoké ztráty, nebo byly poškozeny zimním vysycháním, byl nízký stupeň korelace mezi střední výškou v 5 a 20 až 30 lety. U plochy Jizbice byla korelace 0,80 teprve mezi středními výškami v 10 a 20 letech, u plochy Studená Loučka byla vysoká korelace mezi střední a dominantní výškou proveniencí až ve dvaceti a třiceti letech.

Běžný roční výškový přírůstek douglasky kulminuje na plochách v ČR podle bonity stanoviště mezi 15. až 25. rokem. Proto na základě výškového růstu proveniencí douglasky ve věku 20 a 30 let můžeme již usuzovat na vhodnost proveniencí douglasky pro naše podmínky z hlediska jejich výškového růstu. V podmínkách ČR velmi dobře rostou provenience z nižších poloh západních Kaskád v severním Washingtonu, z jižního pobřeží Britské Kolumbie a některé provenience z vnitrozemí Britské Kolumbie. Vzhledem k omezenému počtu zkoušených proveniencí douglasky na provenienčních plochách v ČR je pro nás důležité, nakolik můžeme využít výsledků provenienčních pokusů s douglaskou série IUFRO ze sousedních zemí, kde zkoušeli podstatně větší počet proveniencí. Ke srovnání se nejlépe hodí šetření z SNR, kde šlechtitelské instituce z Bavorska, Badensko-Württemberska, Hessenska a Dolního Saska založili společný pokus se 111 proveniencemi IUFRO. Výsledky tohoto pokusu na 6 plochách, rozmístěných po SNR, z nichž dvě jsou v Hessensku ve věku 14 let uvádí Kleinschmit a spol., 1985. Závěry z hodnocení pokusu série IUFRO v SNR se shodují s výsledky našich pokusů jen u proveniencí z některých oblastí. Je to především oblast západních svahů Kaskád v severním Washingtonu. Provenience z této oblasti se vyznačují v našich i německých pokusech rychlým růstem a střední odolností, i když ztráty jsou u nás vyšší vlivem kontinentálnějšího podnebí. Největší rozdíly v růstu mezi našimi a západoněmeckými pokusy se vyskytují u vnitrozemských proveniencí z Britské Kolumbie a u některých pobřežních proveniencí z Washingtonu a Oregonu. Provenience z vnitrozemí Britské Kolumbie pro pěstování v SNR se nedoporučují. Mají sice vysokou odolnost ke klimatickým extrémům, ale rostou většinou podprůměrně a jsou citlivé k sypávkám.

ZÁVĚR

1. Na základě korelační a regresní analýzy výškového růstu proveniencí douglasky na 4 pokusných provenienčních plochách v ČR můžeme konstatovat, že na plochách, kde se provenience douglasky normálně vyvíjely, je vysoká korelace mezi pořadím proveniencí podle výškového růstu v 5 a 20, příp. 30 letech. Na plochách, kde vývoj proveniencí douglasky byl narušen vysokými ztrátami nebo jinými nepříznivými okolnostmi byla vysoká korelace teprve od 10, příp. 20 let.

2. Z hodnocení výškového růstu proveniencí douglasky na provenienčních plochách v ČR ve věku 20 a 30 let vyplývá, že v našich podmínkách velmi dobře rostou provenience z nižších poloh západních Kaskád v severním Washingtonu, z jižního pobřeží Britské Kolumbie a některé provenience z vnitrozemí Britské Kolumbie.

3. Rychle rostoucí provenience z pobřeží Washingtonu a Oregonu jsou u nás citlivé na klimatické extrémy, především na zimní vysychání. Proto na plochách charakteru

velkých holin nebo v drsnějších klimatických podmínkách předstihují pomaleji rostoucí provenience, odolnější proti klimatickým extrémům, ve výškovém růstu rychle rostoucí citlivé provenience.

4. Na provenienčních plochách douglasky v ČR se potvrdila mimořádně velká proměnlivost ve výškovém růstu douglasky i v rámci téže provenience.

Literatura

HATLE, J. — LIKEŠ, J.: Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky. Praha SNTI a Bratislava Alfa, 1974.

PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví (Příloha, II. část). Lesnictví, 24, 1978, č. 7, s. 21-38.

KLEINSCHMIT, J.: Neuere Ergebnisse der Douglasien-Provenienzforschung und Züchtung in der Bundesrepublik Deutschland. Schweiz. Z. Forstwes., 135, 1984, č. 8, s. 655-679.

KLEINSCHMIT, J. et al.: Results of the IUFRO Douglas-fir provenance experiment in the Federal Republic of Germany at age 14. FBVA Berichte, Wien, 21, 1987, s. 67-84.

NAMKOONG, R. G. — USANIS, A. — SILEN, R. R.: Age related variation in genetic control of height growth in Douglas fir. Teoret. Appl. Genetics, 42, 1972, s. 151-159.

SILEN, R. R.: A 50-year racial study of Douglas-fir in western Oregon and Washington. For. Serv., Western For. Gen. Ass. Proc. 1965, s. 6-7.

SINDELÁŘ, J.: Zhodnocení výzkumné provenienční serie modřínu IUFRO 1962 ve věku 20 let. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1982, 58 s.

VINŠ, B.: Mezinárodní provenienční pokus se smrkem IUFRO-serie 1938 1. sdělení: Taxační vyhodnocení pokusných ploch v Beskydech v roce 1964. Acta Mus. sil., Ser. C, 1968, s. 11-42.

Došlo dne 31. 3. 1989

ШИКА, А. — ПАВ, Б. (Научно-исследовательский институт лесного и охотничьего хозяйства, Йиловиште-Стрнады): Рост в высоту дугласии в разных фазах развития на площадях происхождения из ЧР. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 367-380.

На четырех опытных площадях с дугласией в ЧР, возрастом 20 (серия ИУФРО) и 30 лет, проводили оценку хода роста в высоту территорий с дугласией и определяли отношение между их ростом в высоту в ранней молодости и в более поздних возрастах. Установили, что на площадях, на которых дугласия нормально развивалась имеется высокая корреляция между очередностью происхождений по росту в высоту в 5 и 20, по случаю в 30 годах. На площадях, на которых развитие дугласии было нарушено высокими потерями или другими обстоятельствами имела место высокая корреляция только с 10, по случаю 20 года. Из оценки роста в высоту дугласии на территориях в ЧР, в возрасте 20 и 30 лет вытекает, что очень хорошо растет дугласия на территориях, расположенных более низко. А именно в положениях западных Каскад в северном Вашингтоне, на южном побережье Британской Колумбии и на некоторых происхождениях из континентальной Британской Колумбии. Быстрорастущие происхождения из побережья Вашингтона и Орегона в ЧР чувствительны к климатическим экстремумам, прежде всего к зимнему высушиванию. В связи с этим на площадях характера крупной проголины, или в более суровых климатических условиях, обгоняют более медленно растущие происхождения, устойчивые к климатическим экстремумам, более быстрорастущие чувствительные происхождения по высоте в рост до 20—30 лет. На территориях происхождения дугласии в ЧР подтвердилась исключительно большая изменчивость в высоте в рост и в рамках того же происхождения.

Pseudotsuga menziesii; происхождение; корреляция высот

ŠIKA, A. — PÁV, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Height growth of Douglas fir provenances in different developmental phases on provenance areas in the CR*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 367-380.

On four experimental provenance plots with Douglas fir situated in the Czech Republic (IUFRO series) at the age of 20 and 30 years the pattern of the height growth of Douglas fir provenances was evaluated and relations were investigated between height growth at young and older age. High correlations for the rank of provenances according to the height growth at the age of 5 and 20, or 30 years were found on areas with the normal development of Douglas fir provenances. On areas where the development of Douglas fir provenances was impaired by high losses or other unfavourable circumstances high correlations were recorded only from the age of 10, or 20 years. An evaluation of the height growth of Douglas fir provenances on provenance areas in the CR performed at the age of 20 and 30 years has indicated that the provenances coming from lower heights of the Western Cascade Range in North Washington, from the southern coast of British Columbia and some provenances from the British Columbia inland have vigorous growth. Fast growing provenances from the coasts of Washington and Oregon are sensitive to climatic extremes in the CR, in winter (especially to drying). Therefore on large areas of bare land or in rather tough climatic conditions, more slowly growing provenances resistant to climatic extremes catch up with the fast growing sensitive provenances in their height growth to the age of 20 (30) years. Extraordinarily great variability of the height growth of Douglas fir also inside the same provenance has been demonstrated on the provenance areas of Douglas fir in the CR.

Pseudotsuga menziesii; provenances; height correlations

ŠIKA, A. — PÁV, B. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Höhenwachstum von Douglasienprovenienzen in verschiedenen Entwicklungsphasen auf Provenienzflächen in der ČR*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 367-380.

Auf vier Versuchs-Provenienzflächen mit der Küsten-Douglasie in der ČR im Alter von 20 Jahren (IUFRO-Serie) und von 30 Jahren schätzten wir den Verlauf des Höhenwachstums der Douglasienprovenienzen ein und wir ermittelten die Beziehung zwischen ihrem Höhenwachstum in früher Jugend und im späteren Alter. Es wurde festgestellt, daß auf denjenigen Flächen, wo sich die Douglasienprovenienzen normal entwickelten eine hohe Korrelation zwischen der Reihenfolge der Provenienzen nach ihrem Wachstum in 5 und in 20, bzw. in 30 Jahren besteht. Auf Flächen, wo die Entwicklung der Douglasienprovenienzen durch hohe Verluste oder durch andere ungünstige Umstände gestört wurde, ergab sich eine hohe Korrelation erst ab 10, bzw. 20 Jahren. Aus der Einschätzung des Höhenwachstums der Douglasienprovenienzen auf den Provenienzflächen in der ČR im Alter von 20 und 30 Jahren geht hervor, daß Provenienzen aus tieferen Lagen westlicher Kaskaden in Nordwashington, vom südlichen Küstengebiet von British Columbia und einige Provenienzen aus dem Inland von British Columbia sehr gut wachsen. Schnellwüchsige Provenienzen von der Küste von Washington und Oregon sind in der ČR gegenüber klimatischen Extremen empfindlich, vor allem gegenüber winterlicher Austrocknung. Deswegen überholen auf Flächen vom Charakter großer Kahlfächen oder unter rauheren klimatischen Bedingungen die langsamer wachsenden, gegenüber klimatischen Extremen resistenter Provenienzen die schnellwüchsigen empfindlicheren Provenienzen im Höhenwachstum bis 20 (30) Jahre. Auf Provenienzflächen der Douglasie in der ČR bestätigte sich die außerordentlich hohe Variabilität im Höhenwachstum der Douglasie auch im Rahmen einer Provenienz.

Pseudotsuga menziesii; Provenienz; Höhenkorrelation

Adresa autorů:

Ing. Antonín Šika, CSc., ing. et ing. Bohdan Páv, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 156 04 Praha 5 — Zbraslav

VÝŠKY SEMENÁČIKOV PÔVODNÝCH DUBOV SLOVENSKA NA EXPERIMENTÁLNOH „QUERCETÁRIU“ ČIFÁRE A ICH TIEŇOMILNOSŤ

J. Požgaj

POŽGAJ, J. (Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Vieska nad Žitavou): Výšky semenáčikov pôvodných dubov Slovenska na experimentálnom „quercetáriu“ Čifáre a ich tieňomilnosť. Lesníctví, 36, 1990 (5) : 381-394. Na experimentálnom „quercetáriu“ Čifáre bol založený pokus na sledovanie potomstva z voľne opeleného materského stromu. Pokus bol zameraný na všetky pôvodné druhy dubov Slovenska. Po prvom roku najväčší výškový prírastok dosiahol *Quercus pedunculiflora* C. Koch, za ním v klesajúcej postupnosti nasledovali: *Q. robur* L., *Q. cerris* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. virgiliana* Ten., *Q. polycarpa* Schur, *Q. frainetto* Ten., *Q. dalachampii* Ten. a *Q. pubescens* Willd. Z dosiahnutých výsledkov sa poukázalo aj na tieňmilnosť sledovaných semenáčikov po prvom roku svojho života.

pôvodné duby Slovenska; semenáčky; výškový prírastok, tieňomilnosť

Viacerí autori poukazujú na veľkú variabilnosť (Malejev, 1935; Schwarz, 1936; Camus, 1934—54 atď.), ale aj krížiteľnosť (Stebbins, 1950; Pjatnickij, 1953, 1954; Mihina, 1954; Vyskot, 1958; Magic, 1974, 1975; Požgaj, 1980 a pod.) dubov. Z tohto popudu bola časť pokusu v experimentálnom „quercetáriu“ Čifáre, orientovaná na sledovanie potomstva z voľne opeleného materského stromu, na rozdiel od provenienčných pokusov, kde je možné sledovať len vnútropopulačnú variabilitu. Zatiaľ prinášame len výsledky z výškového prírastku semenáčikov v prvom roku svojho života.

Z takto založeného pokusu bude však obtiažne prisudzovať vlastnosti jednotlivým druhom aj napriek tomu, že materské stromy svojimi morfológickými znakmi boli typickými predstaviteľmi pôvodných druhov Slovenska.

METODIKA

ZALOŽENIE POKUSU A POSTUP PRÁČ

Za účelom zaznamenania typických jedincov autochtónnych druhov duba sa od roku 1976 uskutočňovali pochôdzky po celom dubovom teritóriu Slovenska (Požgaj, 1980). Takto zaznamenané stromy boli v teréne vyznačené a každoročne sa sledovali pre potreby zberu žaluďa. Tieto jedince boli vyberané tak, aby pri zbere nemohlo dôjsť k zámene materského stromu. Zo sledovaného obdobia až rok 1982 bol všeobecne úrodný (Požgaj, 1983).

Po prognostických pochôdzkach v letnom období sme na jeseň spomínaného roku nazbierali z vybraných stromov semeno. Sejba sa uskutočnila, po namorení agronomom, len niekoľko týždňov po zbere. Počet žaluďov v jamke sa pohyboval od 2 do 4 kusov. Na jar po vzídení bola kultúra okopaná a v letnom období dvakrát vyžínaná. Na jeseň roku 1983, po opade lístia, bola všetkým do pokusu pojatým jedincom zmeraná výška.

Na pokuse sa podieľajú zástupcovia všetkých doteraz známych pôvodných druhov duba na Slovensku t. j.

Quercus dalechapii Ten. (na ploškách 2, 15, 26)
(dub žltkastý)

Q. petraea (Matt.) Liebl. (1, 14, 27)
(dub zimný)

Q. polycarpa Schur (6, 18, 20)
(dub mnohoplodý)

Q. pedunculiflora C. Koch (8, 13, 24)
(dub sivozelený)

Q. robur L. (5, 12, 25)
(dub letný)

Q. pubescens Willd. (4, 17, 21)
(dub plstnatý)

Q. virgiliana Ten. (9, 11, 23)
(dub jadranský)

Q. frainetto Ten. (7, 10, 22)
(dub balkánsky)

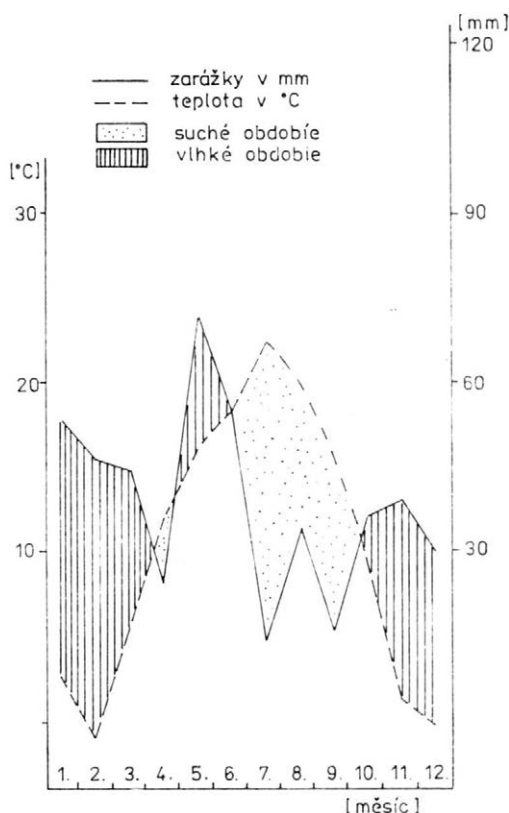
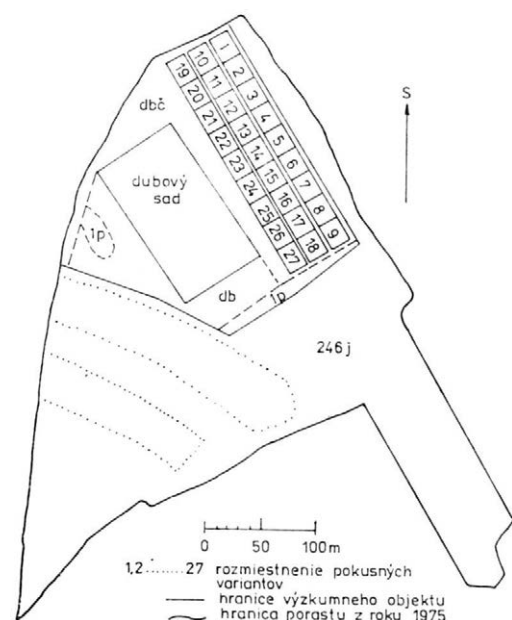
Q. cerris L. (3, 16, 19)
(dub cérový, cér)

sekcia
Roburoides Schwz.

sekcia
Robur Rchb.

sekcia
Dascia Ky.

sekcia
Eucerris Oerst.



Ich rozmiestnenie znázorňuje situačný náčrtok (obr. 1). Celkove je pokus založený na 27 plôškach o rozmeroch 20 X 25 m a o spone 2 X 1 m (zakladateľ Požgaj v roku 1982). Na plôškach 14,27 v sledovanom roku výsev nebol, na plôškach 7 a 16 bolo len 34 resp. 33 jedincov. Početnosť na jednej ploške sa pohybovala až do 254 ks. Všetkých sledovaných jedincov bolo 3293. Výškový prírastok semenáčikov približujeme pomocou mier polohy a variability ($\bar{x}$, N, min.—max., V_x , S_x , $S_{\bar{x}}$, tab. I).

Rozdielnosť prirodzených daností trojice plôšiek pre jeden druh sa posudzovalo pomocou analýzy rozptylu.

Výpočty boli urobené na počítači EMG 666 pomocou štatistických metód (Šmelko a Wolf, 1977; Dubovský a kol., 1976).

ZÁKLADNÉ STANOVIŠTNÉ DANOSTI VÝSKUMNÉHO OBJEKTU

Pokus je založený na pôvodnej lokalite cérovo-dubového lesa skupiny lesných typov *Carpineto-Quercetum* (Zlatník, 1959) a lesného typu 1308-produkčná vиковá hrabová dúbrava na spraši (Hančinský, 1972). Pôdny typ tvorí illimerizovaná pôda (Anonymus, 1975), geologické podloženie tvoria pestré íly so sprašovými prekryvmi. Nadmorská výška pokusného objektu má hodnotu 225 až 245 m, expozícia juhozápadná. Organizačne spadá do územia obhospodarovaného LS Čifáre (LZ Levice). Bližšie sa pôvodným lesným ekosystémom zaoberá práca Požgaj (1986).

VÝVOJ POČASIA V SLEDOVANOM ROKU

Po stránke vývoja počasia mal pokus pre všetky druhy rovnaké podmienky. Bol uskutočnený v jednom kalendárnom roku. Údaje o vývoji počasia sme prevzali z najbližšieho observatória Arborétum-Mlyňany.

Walterov klimadiagram (obr. 2) a priložená tab. II poukazujú na skutočnosť, že v sledovanom roku sa zrážky vyskytovali nerovnomerne a hlboko zaostali za dlhodobým normálom. Nadnormálne boli v januári, februári, marci a máji. Vo vegetačnom období boli zrážky výrazne podnormálne v apríli, auguste, septembri, dokonca v júli dosiahli len 20 % z normálu, v júni a októbri boli čiastočne podnormálne, november a december boli zrážky taktiež hlboko podnormál, hoci vegetačné procesy už ovplyvniť nemohli. Ročný úhrn zrážok dosiahol len 76 % dlhodobejšieho normálu.

K suchosti roka nemalou mierou prispeli vysoké teploty (Kocián, 1988) a nízka relatívna vlhkosť vzduchu, ktorá vo väčšine vegetačného obdobia sa pohybovala hlboko pod normálom tejto oblasti. Teplotne nadnormálny bol už január, potom marec, apríl, máj, júl, august a september. Teploty pod normálom boli v novembri, februári, decembri a októbri.

Z krátkého priblíženia vývoja počasia je zrejmé, že semenáčky vo svojom prvom vegetačnom období mali veľmi nepriaznivé podmienky.

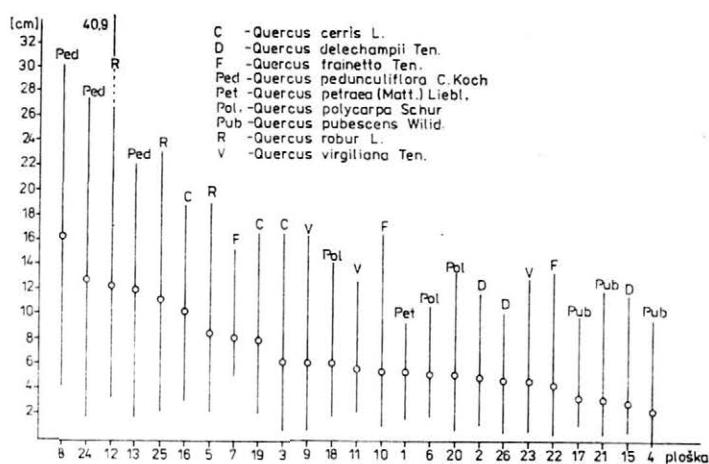
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najväčší priemerný prírastok semenáčikov v prvom roku svojho života na experimentálnom „quercetáriu“ Čifáre $\bar{x} = 16,23$ cm bol zaznamenaný na plôške 8 a jeho nositeľom bol *Q. pedunculiflora*. Ako je z obr. 3 zrejmé, prírastky na ďalších plôškach sú menšie a najmenší $\bar{x} = 2,69$ cm bol zaznamenaný na plôške 4 a jeho nositeľom bol *Q. pubescens*. Z jedincov najväčší prírastok dosiahol *Q. robur* na plôške 12, a to 40,9 cm.

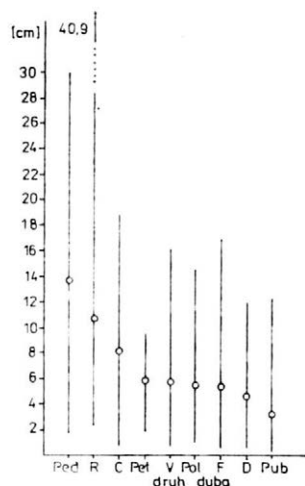
Podľa druhov, to znamená priemer z troch sledovaných plôšiek druhu, mal najväčší prírastok *Q. pedunculiflora* ($\bar{x} = 13,65$ cm). Za ním v klesajúcej tendencii nasledujú *Q. robur*, *Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. virgiliana*, *Q. polycarpa*, *Q. frainetto*, *Q. dalechampii* a *Q. pubescens* (obr. 4). Ak rozdiely prírastkov medzi jednotlivými druhmi vyjadríme v relatívnych hodnotách, tak druhý najprirastavejší druh *Q. robur* zaostáva

I. Miery polohy a variability výškového prírastku semenáčikov dubov na experimentálnom „quercetáriu“ Čifáre v prvom roku svojho života — Data of the site and the variability of height increments in oak seedlings in the experimental “quer-cetarium” at Čifáre in the first year of their development

Druh	Číslo plochy	N	Min	Max	$\bar{x}$	Sx	Vx	S $\bar{x}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Quercus petraea</i>	1	40	1,8	9,6	5,74	1,97	34,36	0,32
<i>Quercus dalechampii</i>	2	102	1,2	12,0	5,37	2,39	44,498	0,24
	15	110	0,9	12,0	3,33	1,83	55,05	0,17
	26	114	0,6	10,4	5,24	2,27	43,27	0,21
	spolu	326	0,6	12,0	4,64	2,36	50,88	0,13
<i>Quercus polycarpa</i>	6	80	1,4	10,9	5,56	2,65	47,69	0,302
	18	44	1,9	14,3	6,15	2,77	45,03	0,42
	20	166	0,9	13,6	5,44	2,26	41,48	0,18
	spolu	290	0,9	14,3	5,58	2,46	44,03	0,14
<i>Quercus robur</i>	5	148	2,3	19,2	8,61	3,603	41,84	0,301
	12	118	3,3	40,9	12,28	4,52	36,84	0,42
	25	189	2,2	23,2	11,32	4,18	36,93	0,304
	spolu	455	2,2	40,9	10,69	4,35	40,71	0,204
<i>Quercus pedunculiflora</i>	8	180	4,3	30,1	16,23	4,63	28,503	0,34
	13	185	1,8	22,2	12,02	4,35	36,16	0,32
	24	202	1,8	27,6	12,85	4,81	37,40	0,34
	spolu	567	1,8	30,1	13,65	4,94	36,15	0,207
<i>Quercus pubescens</i>	4	166	0,2	9,8	2,69	1,67	61,98	0,13
	17	254	1,2	10,2	3,58	1,48	41,24	0,09
	21	160	0,5	12,3	3,41	2,21	64,91	0,17
	spolu	580	0,2	12,3	3,28	1,798	54,82	0,07
<i>Quercus virgiliana</i>	9	178	0,8	16,2	6,4	2,32	36,17	0,17
	11	203	2,2	13,0	5,9	2,04	34,65	0,14
	23	218	0,8	13,3	4,97	2,27	45,57	0,15
	spolu	599	0,8	16,2	5,71	2,29	40,02	0,09
<i>Quercus frainetto</i>	7	34	5,2	15,4	8,24	2,57	31,201	0,62
	10	175	1,1	16,9	5,76	2,29	39,703	0,17
	22	126	0,5	13,7	4,47	2,48	55,39	0,22
	spolu	335	0,5	16,9	5,38	2,55	47,32	0,14
<i>Quercus cerris</i>	3	53	0,8	16,6	6,55	3,77	57,55	0,52
	16	33	3,2	18,9	10,40	3,29	31,64	0,57
	19	55	2,1	16,8	8,05	3,75	46,596	0,51
	spolu	141	0,8	18,9	8,04	3,92	48,72	0,33



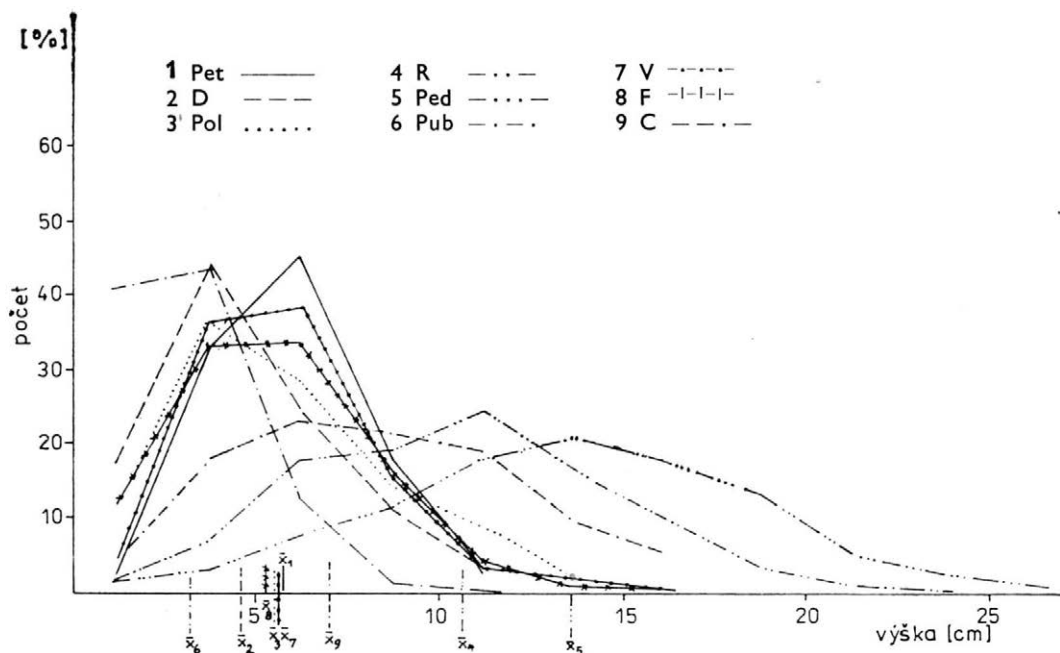
3. Priemerná výška a variačné rozpätie dubových semenáčikov na jednotlivých ploškách za rok 1983 — Mean heights and range of variation of oak seedlings on individual plots in 1983



4. Priemerná výška a variačné rozpätie semenáčikov skúmaných dubov — Mean heights and range of variation of test oak seedlings

svojím výškovým prírastkom v prvom roku života o 21 % a najmenej prirastavý druh *Q. pubescens* dokonca až o 76,0 %.

Prírastky toho istého druhu na troch sledovaných ploškách boli rozdielne. Hodnotu najnižšieho prírastku na najmenej prirastavej ploške predstihuje iný druh na svojej najprirastavejšej ploške. Ani v jednom



5. Frekvenčný polygón výšok [cm] semenáčikov skúmaných dubov — Frequency polygon of heights of test oak seedlings

Mesiac		I	II	III	IV	V
Zrážky [mm]	v roku 1983 [% z $\bar{x}$]	52,8 (136)	45,4 (136)	44,1 (135)	24,0 (57)	70,7 (120)
	priemer za roky 1966–1985	38,8	33,4	32,7	42,1	58,9
Priemerná teplota [°C]	v roku 1983	2,7	– 1,1	5,8	11,8	16,3
	priemer za roky 1966–1985	– 1,77	0,79	5,12	9,58	14,93
Maximálna teplota	v roku 1983	+12,6	9,2	17,0	25,2	30,4
	priemer za roky 1966–1985	7,3	10,6	19,0	23,1	27,5
Minimálna teplota	v roku 1983	– 5,2	– 11,9	– 6,6	– 1,0	1,5
	priemer za roky 1966–1985	– 14,0	– 9,8	– 6,2	– 2,9	1,3
Maximálne teploty 1966–1985		12,6 (1983)	16,7 (1966)	24,4 (1974)	29,2 (1968)	31,3 (1968)
Minimálne hodnoty 1966–1985		– 25,2 (1968)	– 19,3 (1985)	– 11,7 (1971)	– 6,3 (1968)	– 2,4 (1970)

prípade hodnotou prírastku neboli vedľa seba všetky tri plošky jedného druhu.

Podľa hodnoty variačného koeficientu (V_x), ktorá sa pohybuje od 28 po 65 % usudzujeme, že pokus je veľmi variabilný (tab. I). Najnižšia variabilita bola zaznamenaná na najprirastavejšej ploške 8 (*Q. pedunculiflora*) $V_x = 28,5$ % a najvyššia pri najmenej prirastavej ploške 21 (*Q. pubescens*) $V_x = 64,9$ %. Podľa druhov najmenšiu variabilitu sme zaznamenali pri *Q. petraea* a najväčšiu pri *Q. pubescens*. Z hodnot variačného koeficientu vyplýva, že aj pri druhoch s najnižšou hodnotou, je variabilita výškového prírastku semenáčikov v prvom roku života veľmi vysoká. Že pokusy podobného zamerania bývajú variabilné, môžeme dokumentovať na viacerých príkladoch. Zoberme si napríklad prácu Tokára (1981). Uvedený autor robil pokus s *Castanea sativa* Mill. (gaštan jedlý). Variačný koeficient pri tomto pokuse dosahoval hodnotu od 21 do 38 %. Táto hodnota v porovnaní s našou je nižšia. Pre priblíženie tohto pokusu podotýkam, že zmienený autor pracoval so sejbou na záhone v škôlke, kde bola pôda viackrát kyprená a hnojená a preto tam museli existovať aj vyrovnannejšie podmienky. Naproti tomu my sme pracovali pri priamom prevode a pramene lesa, teda v prírodze-

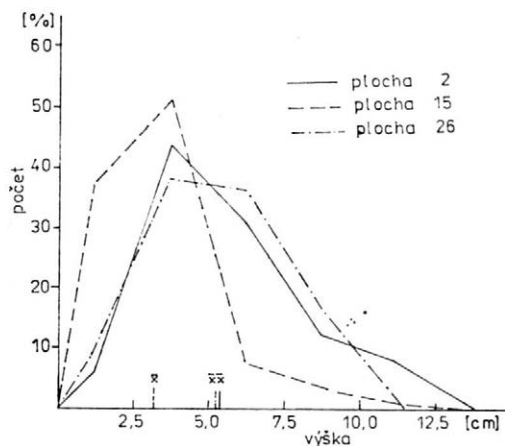
VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Spolu, max., min. ø, %
52,4 (73)	13,3 (20)	34,2 (54)	15,5 (35)	35,3 (75)	38,8 (78)	29,5 (56)	456,0 (75,8)
71,8	66,5	63,3	44,3	47,1	49,7	52,7	601,3
18,3	22,4	20,1	15,8	9,5	1,3	— 0,3	10,22
17,63	19,40	19,13	15,21	9,75	4,16	0,15	9,51
30,0	35,8	32,8	29,0	24,0	16,7	10,4	35,8 (28. VII.)
30,3	32,3	31,6	28,1	22,9	15,7	9,4	—
4,4	6,0	6,7	3,0	— 1,8	—12,6	—11,6	—12,6 (15. XI.)
4,9	6,0	6,3	2,3	— 2,21	— 7,4	—12,0	—
33,8 (1968)	36,7 (1968)	34,4 (1974)	33,0 (1982)	26,8 (1985)	20,8 (1968)	13,2 (1974)	36,7 (VII. 1968)
0,6 (1977)	0,2 (1984)	2,3 (1980)	— 2,0 (1970)	— 7,3 (1979)	—18,7 (1975)	—21,1 (1973)	—25,2 (I. 1968)

nom prostredí lesa a tam prístupuje viacero komponentov, ktoré môžu výškový prírastok ovplyvniť a tým napomôcť k vyššej variabilite.

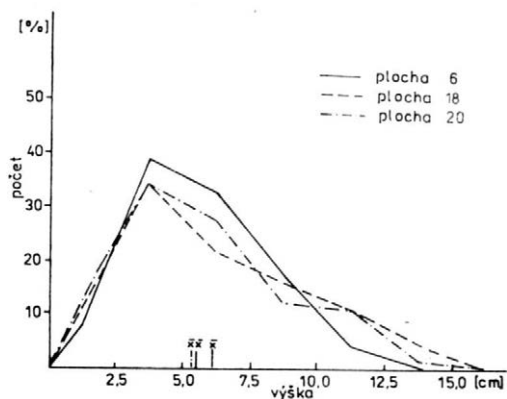
Ako ďalší príklad môžeme uviesť prácu Löfflera (1981). Tento autor robil pokus zameraný na optimalizáciu minerálnej výživy semenáčikov duba zimného v lesných školkách v Smižanoch, pričom mal aj porovnateľný materiál bez špeciálnych úprav pôdy. Na tomto porovnateľnom materiáli vyšla hodnota variačného koeficientu (V_x) 25,07 % a prírastok $\bar{x} = 14,32$ cm. Nízka hodnota variačného koeficientu poukazuje na vyrovnané podmienky pokusu a veľký výškový prírastok na vhodné podmienky pokusu.

Do tretice uvediem príklad zo Sovietskeho zväzu, kde Smirnov (1972) robil pokus so semenáčikmi duba letného (*Q. robur*) v Lenin-gradskej oblasti pod fóliou a s hnojením, ale aj kontrolnú sejbu vo voľnom priestranstve, kde sa o variabilite nezmieňuje, výškový prírastok však dosiahol 9,6 cm.

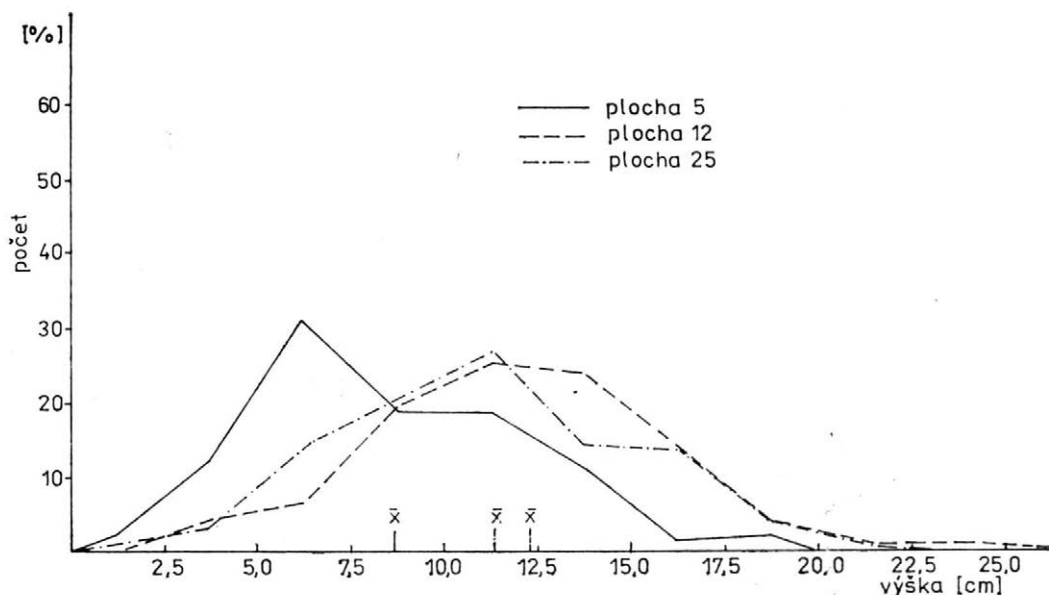
Výškový prírastok semenáčikov je ovplyvniteľný viacerými faktormi. Aj z príkladov vidno, ako i z predloženej práce, že je rôzny. Jedným z najvýznamnejších faktorov je vývoj počasia v danom roku, potom základné stanovištné danosti prostredia, kultúrne alebo prirodzené pod-



6. Semenáčiky *Quercus dalechampii* Ten.
— The seedlings of *Quercus dalechampii* Ten.



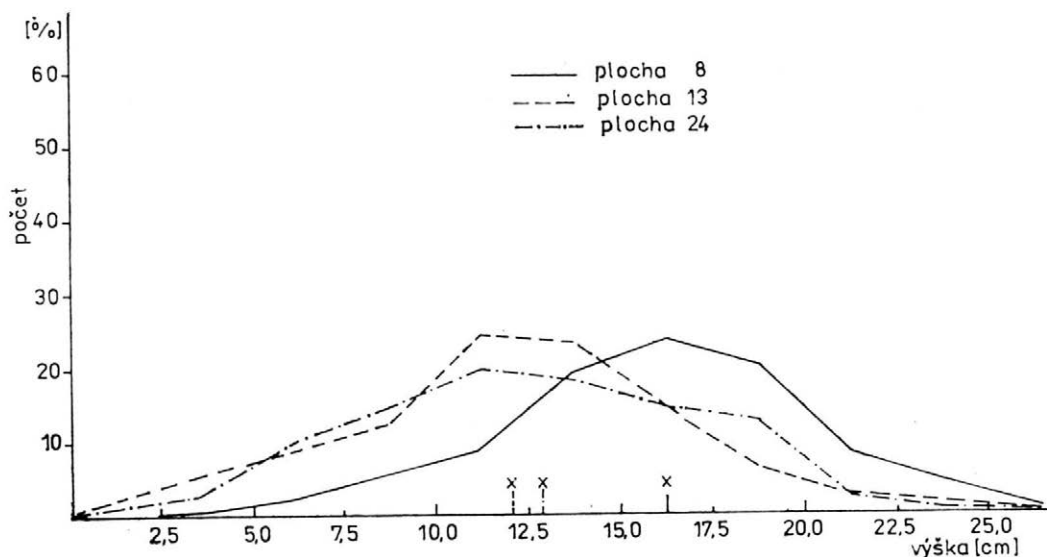
7. Semenáčiky *Quercus polycarpa* Schur
— The seedlings of *Quercus polycarpa* Schur



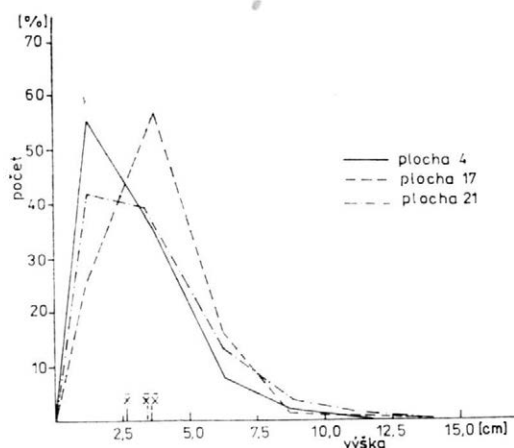
8. Semenáčiky *Quercus robur* L. — The seedlings of *Quercus robur* L.

mienky, zemepisná šírka, hmotnosť semena (pri tom istom druhu) a v neposlednom rade starostlivosť o kultúry ako je okopávanie, polievanie, hnojenie, vyžíňanie, tienenie, ale aj mnoho ďalších faktorov. A ako z nášho príkladu vyplýva, veľmi dôležitý je druh duba.

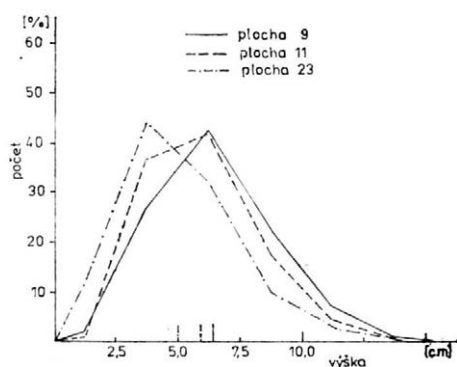
Ale vráťme sa ešte k variabilite. Zobrazenie variability výškového prírastku vyjadrené radom čísel v tabuľke neumožňuje prehľad o tvare rozdelenia početností a sťažuje vzájomné porovnávanie početností dvoch alebo viacerých súborov. Tieto záležitosti rozoberieme pomocou frekvenčného polygónu (polygón početností). Porovnateľnosť rôznopočetných súborov sme odstránili relatívnymi hodnotami. Zo získaných polygónov druhov (obr. 5) môžeme zistiť a poukázať na ich niektoré vlastnosti. Istú podobnosť vo variabilite výškového prírastku semenáčikov



9. Semenáčiky *Quercus pedunculiflora* C. Koch. — The seedlings of *Quercus pedunculiflora* C. Koch



10. Semenáčiky *Quercus pubescens* Willd. — The seedlings of *Quercus pubescens* Willd.



11. Semenáčiky *Quercus virgiliana* Ten. — The seedlings of *Quercus virgiliana* Ten.

v prvom roku ich života môžeme badať podľa širokého zastúpenia tried medzi *Q. pedunculiflora*, *Q. robur* a *Q. cerris*. Naproti tomu menším zastúpením tried a vyššou frekvenciou sú si podobné *Q. pubescens*, *Q. dalechampii* a *Q. petraea*, medzitým vystupujú *Q. virgiliana*, *Q. polycarpa* a *Q. frainetto*. Čo k tomu dodať? Hádám len toľko, že toto rozdelenie sa zhoduje aj s rozdelením podľa veľkosti výškového prírastku (až na *Q. petraea*), nie však podľa veľkosti variačného koeficientu.

Frekvenčné polygóny u jedného druhu na troch opakovaníach a za predpokladu rovnakých ekologických podmienok by podľa pôvodu semena (vždy z jedného stromu) mali mať zhodný priebeh. Ako vidíme na obr. 6—13, ani jeden druh tento predpoklad nespĺňa, snáď sa k tomu približuje *Q. polycarpa*, čiastočne aj *Q. virgiliana*. Odlišný priebeh aspoň

Druh	Zdroj premenlivosti	Súčet štvorcov (<i>S</i>)	Stupne voľnosti (<i>f</i>)	<i>S/f</i>
<i>Quercus frainetto</i>	Skupiny	269,013	2	134,506
	Zvyšok	1 782,252	315	5,658
	Celkove	2 054,265	317	
<i>Quercus cerris</i>	S	302,094	2	151,047
	Z	1 845,858	138	13,376
	C	2 147,952	140	
<i>Quercus virgiliana</i>	S	210,277	2	105,138
	Z	2 907,087	596	4,878
	C	3 117,364	598	
<i>Quercus robur</i>	S	1 009,513	2	504,757
	Z	7 590,022	452	16,792
	C	8 599,535	454	
<i>Quercus pubescens</i>	S	82,398	2	41,199
	Z	1 789,391	577	3,100
	C	1 871,789	579	
<i>Quercus dalechampii</i>	S	272,659	2	136,330
	Z	1 537,461	323	4,760
	C	1 810,120	325	
<i>Quercus polycarpa</i>	S	20,260	2	10,130
	Z	1 728,652	287	6,023
	C	1 748,912	289	
<i>Quercus pedunculiflora</i>	S	1 824,133	2	912,066
	Z	11 950,813	564	21,189
	C	13 774,946	566	

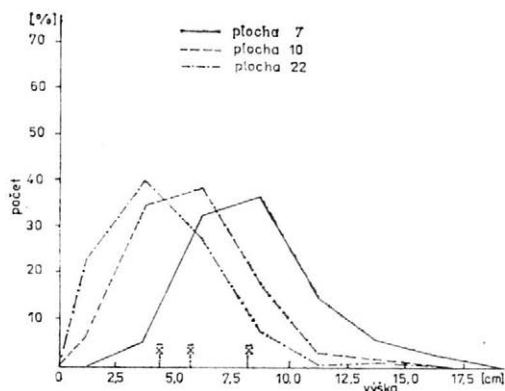
na jednej ploške majú *Q. robur* a *Q. dalechampii*, čiastočne podobné polygóny, ale s posunutým priebehom majú *Q. frainetto*, *Q. cerris*, *Q. pedunculiflora* a *Q. pubescens*.

Hľadali sme zdroj rozdielnosti výškových prírastkov a použili sme na tento účel analýzu rozptylu. Táto jednoznačne potvrdzuje, že zdrojom rozdielnosti výškového prírastku sú nerovnaké podmienky troch variantov jedného druhu. Iba pre *Q. polycarpa* predstavovali všetky tri varianty viac-menej rovnaké podmienky, nakoľko sa prírastky od seba štatisticky nelíšili (tab. III).

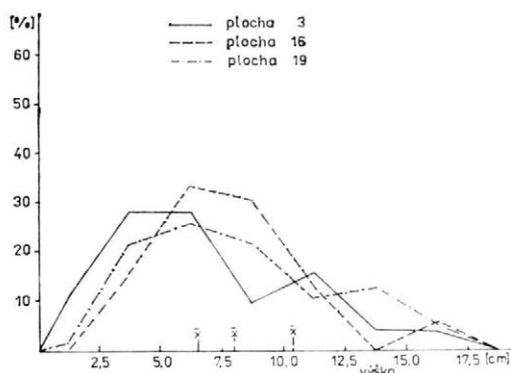
Kde hľadať, alebo lepšie povedané, čo spôsobuje tieto rozdielnosti? Na začiatku sme uviedli, že celá táto časť pokusu je umiestnená na les-

F	Tabuľkové hodnoty $\alpha = 0,05$ $\alpha = 0,01$	Rozdiely priemerov			Kritické hodnoty	
		12	2	3	2	3
23,773 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	2,48 ⁺⁺	3,77 ⁺⁺ 1,29 ⁺⁺	1,480 1,837	1,505 1,868 0,681 0,845
11,292 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	3,85 ⁺⁺	1,5 2,35 ⁺	1,987 2,465	1,724 2,140 1,973 2,448
21,555 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	0,5	1,43 ⁺⁺ 0,93 ⁺⁺	0,556 0,689	0,547 0,678 0,528 0,655
30,059 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	3,67 ⁺⁺	2,71 ⁺⁺ 0,96	1,239 1,537	1,102 1,367 1,178 1,461
13,285 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	0,89 ⁺⁺	0,72 ⁺⁺ 0,17	0,430 0,534	0,478 0,593 0,435 0,540
28,641 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	2,04 ⁺⁺	0,13 1,91 ⁺⁺	0,735 0,912	0,728 0,904 0,714 0,886
1,682	3,00 4,62	1 2	0,59	0,12 0,71	—	—
43,043 ⁺⁺	3,00 4,62	1 2	4,21 ⁺⁺	3,38 ⁺⁺ 0,83	1,180 1,465	1,156 1,434 1,147 1,424

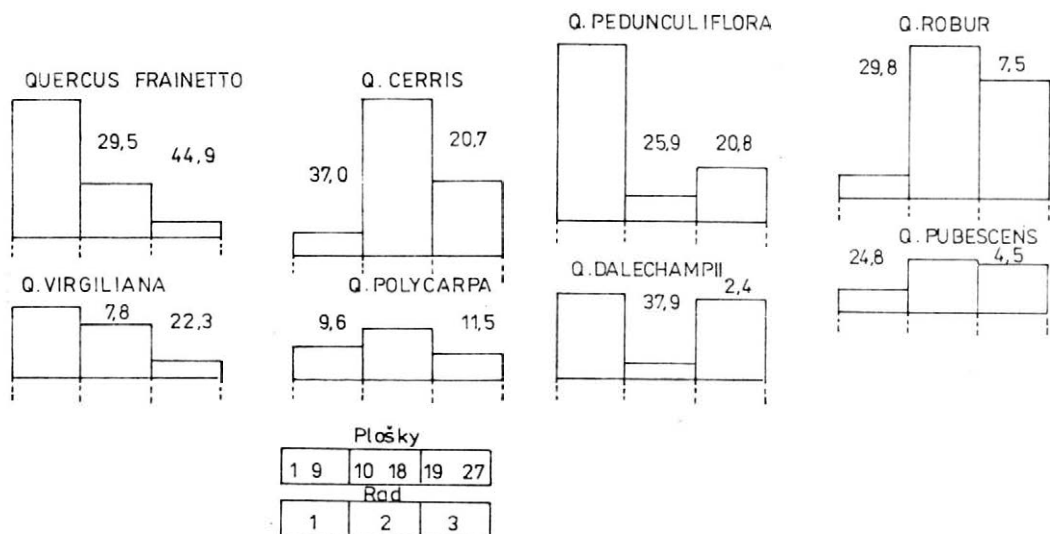
nom type 1308 a na mierne ilimerizovaných pôdach, na rovnakej expozícii a prevýšenie je minimálne. Po podobných úvahách sa prišlo k záveru, že zdrojom týchto rozdielností môže byť zbytok pôvodného dubového porastu. Zo situačného náčrtku je zrejmé, že prvý pás plošiek (1—9) je najviac pod vplyvom pôvodného porastného plášťa a v dopoludňajších hodinách najdlhšie tieni semenáčky, kratšiu dobu v druhom a ešte kratšiu v treťom páse (19—27). Tieto druhy, ktorým ranné tienenie najlepšie vyhovuje by mali mať najväčší prírastok v prvom páse, tie ktorým vyhovuje menšie zatienenie, v strednom páse a tie, ktoré vyžadujú ešte menšie zatienenie v treťom páse. Ak si skonkrétnime tieto úvahy pokusným materiálom, vyplýva z toho, že v prvom rade z troch



12. Semenáčiky *Quercus frainetto* Ten. — The seedlings of *Quercus frainetto* Ten.



13. Semenáčiky *Quercus cerris* L. — The seedlings of *Quercus cerris* L.



14. Percentické rozdiely výškového prírastku troch variantov druhu (podľa umiestenia v pásoch 1 až 9; 10 až 18; 19 až 27) — Percent differences in height increments in three variants of the species

variantov toho istého semena (z jedného materského stromu) najväčší výškový prírastok dosiahlo potomstvo *Q. pedunculiflora*, *Q. frainetto*, *Q. virgiliana*, *Q. dalechampii*. V druhom páse mal najväčší prírastok *Q. cerris*, *Q. robur* a *Q. pubescens*. O *Q. petraea* se nemôžeme vyjadriť nakoľko výsev z toho roku bol uskutočnený len na jednej ploške. Pre *Q. polycarpa* analýza rozptylu udáva na všetkých ploškach rovnaké ekologické podmienky. Pri druhu *Q. pubescens* a *Q. robur* bol v treťom páse oproti maximu v druhom len o 4,5, resp. o 7,8 % nižší výškový prírastok. (Percentické rozdiely prináša obr. 14.)

Tieto výsledky nás nabádajú uvažovať o svetlomilnosti sledovaných dubov v prvom roku života. Podľa nich najsvetlomilnejším zástupcom pokusu je *Q. pubescens*, čo sa aj všeobecne zhoduje s literatúrou (S v o b o d a, 1955 a pod.), za ním nasledujú o niečo tieňomilnejší zástupcovia *Q. robur* a *Q. cerris*, potom *Q. virgiliana* a *Q. dalechampii* a nakoniec *Q. frainetto* a *Q. pedunculiflora*.

Z dosiahnutých výsledkov o prírastku semenáčikov pôvodných dubov Slovenska na experimentálnom „quercetáriu“ Čifáre vyplýva, že najvyšší prírastok v prvom roku svojho života (rok 1983) bol zaznamenaný v sekcii *Robur* Rchb. a v sekcii *Eucerris* Oerst. Podľa druhov najväčší prírastok dosiahol *Quercus pedunculiflora* C. Koch, $\bar{x} = 13,65$ cm, potom v klesajúcej tendencii nasledovali *Q. robur* (10,69 cm), *Q. cerris* L. (8,04 cm), *Q. petraea* (Matt.) Liebl. (5,74 cm), *Q. virgiliana* Ten. (5,71 cm), *Q. polycarpa* Schur (5,58 cm), *Q. frainetto* Ten. (5,38 cm), *Q. dalechampii* Ten. (4,64 cm) a najmenší prírastok dosiahol *Q. pubescens* Willd. (3,28 cm), čo predstavuje až o 75,9 % menší prírastok ako prvý v poradí.

Pomocou získaných výsledkov poukazujeme aj na tieňomilnosť sledovaných kultúr. Najtieňomilnejšími kultúrami boli potomstvá z *Q. pedunculiflora* a *Q. frainetto*, naopak najsvetlomilnejšie z *Q. pubescens*.

Pokus bol uskutočnený na Slovensku v nadmorskej výške okolo 230 m, v skupine lesných typov (Zlatník, 1959) *Carpineto-Quercetum*, v lesnom type (Hančinský, 1972) 1308 — produkčná viková hrabová dúbava na spraši, v Pohronskej pahorkatine.

Literatura

- ANONYMUS: Príručka pre prieskum lesných pôd. 1975, ÚHÚL Zvolen, 105 s.
- CAMUS, A.: Les Chenes. Monographie du genre *Quercus*. 1934—1954, Paris.
- DUBOVSKÝ, J. a kol.: Poľné pokusy. Príroda, Bratislava 1969, 364 s.
- HANČINSKÝ, L.: Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava 1972, 307 s.
- KOCIÁN, V.: Vplyv imisií na bioklimatické pomery horských lesov Slovenska. Les. (Bratislava), 37, č. 3, 1988, s. 107—110.
- LÖFFLER, A.: Optimalizácia minerálnej výživy semenáčikov duba zimného (*Quercus petraea* Liebl.). Vedecké práce VÚLH Zvolen, Príroda, Bratislava 1981, s. 31—61.
- MAGIC, D.: Poznávame ďalšie druhy dubov v našich lesoch. Les., (Bratislava), 30, č. 6, 1974, s. 244—252.
- MAGIC, D.: Taxonomické poznámky z doterajšieho výskumu dubov v Západných Karpatoch. Biológia, (Bratislava), Ser. A, 30, 1975, s. 65—74.
- MALEJEV, V. P.: Obzor dubov Kavkaza v ich systematických i geografických otázkach i ich svyazi s evolyucijou grupy *Robur*. Botanickij žurnal SSSR, Tom, 20, č. 2, 3, 1935, Leningrad — Moskva, s. 156—176; 294—321.
- MIHINA, E. G.: Biologičeskije osnovy cvetanija i plodonosenije duba. Trudy instituta lesa AN SSSR XVII. Moskva 1954.
- PJATNICKIJ, S. S.: Hromadné pěstování hybridních žaludů. Překlad, Sovětská věda — Lesnictví a dřev. průmysl 5. Praha 1953.
- PJATNICKIJ, S. S.: Selekcija duba. Moskva — Leningrad 1954.
- POŽGAJ, J.: Variabilita vybraných druhov rodu *Quercus* na Slovensku. [Závěrečná správa.] 1980, 143 s. — depon. In.: „Arborétum Mlyňany“ — Ústav dendrobiologie CBEV SAV vo Vieske nad Žitavou.
- POŽGAJ, J.: Bohatá úroda žaluda. Les. (Bratislava), 39, č. 2. 1983, s. 57—59.
- POŽGAJ, J.: Založenie experimentálnej plochy z autochtónnych dubov Slovenska. Lesnictví, 32, č. 4, 1986, s. 356—368.
- SCHWARZ, O.: Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes. Dahlem bei Berlin, 1936, 176 s., Tab. I—XLVIII.
- SMIRNOV, S. D.: Rost sejancov duba v teplicach s polietilenovymi pokrytijami. Les. Chozj. (Moskva), č. 3. 1972, s. 44—46.
- STEBBINS, G. L.: Variation and Evolution in Plants. Columbia University Press, New York, 1950, s. 222—225.
- ŠMELKO, Š. — WOLF, J.: Štatistické metódy v lesníctve. Príroda, Bratislava 1977, 330 s.
- VYSKOT, M.: Pěstění dubu. ČSAZV, Praha, 1958, 284 s.

ZLATNÍK, A.: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. VŠZ Brno, 1959, 195 s.

TOKÁR, F.: Zhodnotenie účinkov hnojenia na rast a vývin semenáčikov gašтана jedlého (*Castanea sativa* Mill.). Acta Dendrobiol., č. 3-4, s. 124-195.

Došlo dňa 9. 2. 1989

ПОЖГАЙ, Й. (Арборетум Млыняны — Інститут дендробиології ЦБЭН САН, Виеска над Житняву): Высоты сеянцев подлинных дубов Словакии на экспериментальном «кверцетарии» Чифаре и их тенелюбовость. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 381-394.

На экспериментальном «кверцетарии» Чифаре заложиди опыт по наблюдению за потомством, происхождением от свободно опыленного материнского дерева. Опыт был направлен на все подлинные виды дубов Словакии. После первого года самый большой прирост в высоту получился у *Quercus pedunculiflora* C. Koch. За ним в понижающейся тенденции последовали: *Q. robur* L., *Q. cerris* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. virgiliana* Ten., *Q. polycarpa* Schur, *Q. frainetto* Ten., *Q. dalachampii* Ten. и *Q. pubescens* Willd. Из полученных результатов можно сделать заключения и о тенелюбовости сеянцев в первый год их жизни.

подлинные дубы Словакии; сеянцы; прирост в высоту; тенелюбовость

POŽGAJ, J. (Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Vieska nad Žitavou): The heights of seedlings of original oak trees in Slovakia in the experimental quercetarium at Čifáre and their shade demands. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 381-394.

A trial was laid out in an experimental "quercetarium" at Čifáre to investigate the progeny coming from a mother tree which underwent open pollination. The trial was conducted with all original oak species in Slovakia. A year after the greatest height increment was recorded in *Quercus pedunculiflora* C. Koch, followed in a descending order by: *Q. robur* L., *Q. cerris* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. virgiliana* Ten., *Q. polycarpa* Schur, *Q. frainetto* Ten., *Q. dalachampii* Ten. and *Q. pubescens* Willd. The results have also indicated the shade demands of test seedlings after the first year of their development.

original oak species in Slovakia; seedlings; height increment; shade demands

POŽGAJ, J. (Arborétum Mlyňany — Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Vieska nad Žitavou). Höhe der Sämlinge ursprünglicher Eichen der Slowakei im experimentellen „Quercetarium“ Čifáre und ihre Schattenverträglichkeit. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 381-394.

Im experimentellen „Quercetarium“ Čifáre wurde ein Versuch zur Untersuchung der Nachkommenschaft aus frei bestäubten Mutterbäumen angelegt. Der Versuch war auf alle ursprüngliche Eichenarten der Slowakei orientiert. Nach dem ersten Jahr erreichte den höchsten Höhenzuwachs *Quercus pedunculiflora* C. Koch, danach folgten in abnehmender Reihenfolge: *Q. robur* L., *Q. cerris* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. virgiliana* Ten., *Q. polycarpa* Schur, *Q. frainetto* Ten., *Q. dalachampii* Ten. und *Q. pubescens* Willd. Aus den gewonnenen Ergebnissen wurde auch auf die Schattenverträglichkeit der untersuchten Sämlinge im ersten Jahr ihres Lebens hingewiesen.

ursprüngliche Eichen der Slowakei; Sämlinge; Höhenzuwachs; Schattenverträglichkeit

Adresa autora:

Ing. Jozef Požgaj, CSc., Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiológie SAV, 951 52 Slepčany

POSUZOVÁNÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ POD VLIVEM IMISÍ NA ZÁKLADĚ KOEFICIENTŮ VITALITY

J. Simon

SIMON, J. (Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Brno): *Posuzování zdravotního stavu porostů pod vlivem imisí na základě koeficientů vitality*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 395-403.

Na pěti vybraných územích na Moravě byla v letech 1987 až 1988 ověřována možnost využití koeficientů vitality pro posuzování zdravotního stavu smrkových a bukových porostů pod vlivem imisí. Koeficienty vitality byly stanovovány podle vztahu: $K_v = \frac{i_g}{g_B}$ (kde: i_g — přírůst kruhové výčetní základny za

posledních pět, resp. deset let věku; g_B — plocha běle). Bylo zjištěno, že hodnoty koeficientů vitality do značné míry korespondují s okulárně stanovenými stupni poškození porostů, tzn., že se zvyšujícím se stupněm poškození porostu hodnota koeficientu vitality klesá po křivce vyššího řádu. Počáteční hodnota u okulárně nepoškozených smrkových porostů ve věku asi 100 let je maximálně 0,45. Dále byly zjištěny rozdíly u stejně poškozených porostů, analogického věku, rostoucích v obdobných ekologických podmínkách, ale v různých růstových oblastech. Celkově se využití koeficientů vitality ukazuje pro daný účel reálné, zejména pro výzkumnou práci ve spojení s prováděním analýz tloušťkového přírůstu na základě měření letokruhů na vývrtech. Pro využití se ukazuje vhodnější koeficient kalkulující s přírůstem za posledních deset let, než za posledních pět let. Metoda se zdá využitelná i pro dřeviny s obtížně měřitelnými letokruhy, např. pro buk, s tím, že pro zvýraznění běle je vhodné ihned po odběru použít vhodného chemického činidla.

smrk; imise; zdravotní stav; koeficienty vitality

Vedle běžně používaných metod pro hodnocení poškození stromů a porostů vlivem imisí, založených na okulární klasifikaci, na základě změn habitu a ztrát korunové biomasy stromů, se v poslední době začínají stále více prosazovat metody vycházející z posuzování aktuálního fyziologického stavu, jako objektivního kritéria. Mezi tyto patří např. měření změn odporu, popřípadě vodivosti tkání různými elektronickými přístroji a zařízeními, jak u nás informoval např. Jura (1988) a další. Jednou z dalších, u nás prakticky neznámých metod založených na objektivním základě, která se ukazuje z hlediska posuzování zdravotního stavu perspektivní, je i využití tzv. koeficientů vitality (Waring, 1975, 1980a, 1980b, 1981), které autor definoval jako míru efektivní asimilace uhlíku. Z hlediska pochopení principu a využití metody je vhodné se krátce zmínit o jejich teoretických základech.

Stanovení množství asimilovaného a pro udržení životních procesů stromů spotřebovaného uhlíku je v konkrétních podmínkách velmi složitý problém. Je známo, že zdravé lesy dorůstají větších dimenzí a vytvářejí hustší korunový zápoj než lesy poškozené, rostoucí za stresových podmínek. Přitom struktura stromů se musí utvářet všeobecně takovým způsobem, aby byla udržena rovnováha mezi množstvím listové zachycující

energii a množstvím kořenů zabezpečujícím dávku půdních živin a vody. Podle velikosti těchto základních sorbčních orgánů se utvářejí i potřebné podpůrné struktury skeletu větvím kořenů a kmen. Růst orgánů zabezpečujících příjem látek z prostředí je zajišťován přednostně, zásoby uhlíku asimilované stromy jsou dostupné pro tvorbu dřeva až poté, co jsou zabezpečeny ostatní základní potřeby daného stromu. Organicky vázaný uhlík pro veškeré energetické procesy je produkován listovým, proto je vhodným měřítkem efektivní asimilace uhlíku u stromu rychlost tvorby dřeva na jednotku existující listové plochy. Rychlost tvorby dřeva je úměrná rychlosti růstu kruhové základny, tedy veličině snadno měřitelné. Přímé stanovení plochy listoví je však technicky značně náročnou záležitostí. Řada novějších biometrických prací však prokázala, že existuje rovnováha nejen mezi plochami listoví a kořenů, ale také mezi plochami listoví a příčného průřezu vodivé části kmene (běle). Na základě uvedeného pak můžeme koeficient vitality definovat jako poměrné číslo vyjádřené obecným výrazem:

$$K_v = \frac{i_g}{g_B},$$

kde: i_g — běžný přírůst kruhové základny zpravidla z posledních pěti, resp. deseti let věku
 g_B — plocha běle

Využití koeficientu vitality pro posuzování zdravotního stavu stromů a přeneseně porostů má mnoho výhod (Simon a Čermák, 1988), mezi které patří i fakt, že obě hodnoty vstupující do výpočtu lze snadno určit z vývrtů při provádění letokruhových analýz, které jsou při posuzování produkčních ztrát vlivem imisí běžně využívány. Aplikace metody v nepoškozených porostech (např. při posuzování vitality stromů pro potřeby výchovy atd.) je vcelku propracovaná (Waring l. c., Simon, 1989 atd.), chybí však ověření perspektivní možnosti využití koeficientů vitality pro posuzování zdravotního stavu stromů a odvozeně porostů právě v imisních oblastech. Z tohoto důvodu bylo provedeno předkládané základní šetření, jehož první výsledky jsou obsahem tohoto sdělení.

METODA A MATERIÁL

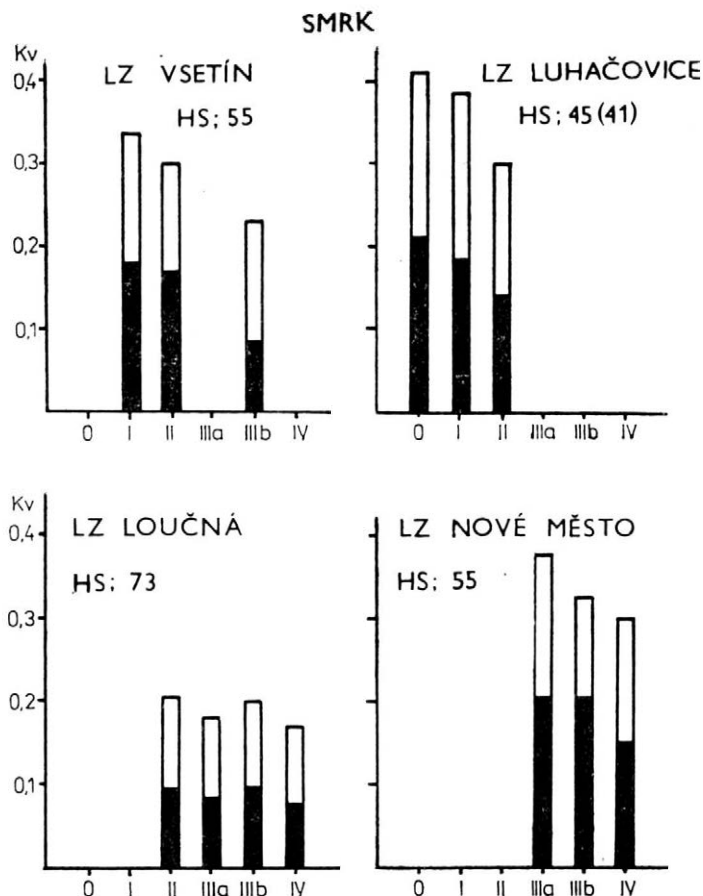
Výzkum naznačené problematiky byl prováděn v letech 1987 až 1988 na vybraných pokusných plochách na území pěti lesních závodů na Moravě (LZ Nové Město, LZ Vsetín, LZ Loučná, LZ Luhačovice, ŠLP VŠZ Křtiny). Pro výběr pokusných ploch v rámci jednotlivých lesních závodů byla stanovena následující základní kritéria:

— stejná typologická jednotka v rámci lesního závodu (podle klasifikace ÚHÚL Brandýs nad Labem), tedy i stejný hospodářský soubor patřící k nejzastoupenějším v příslušné lesní oblasti

— analogické anemo — orografické podmínky.

Vlastní porosty pokusných ploch (o výměře 1 až 2 ha, vždy asi 10 ploch na jednom lesním závodě) byly stejnorodé a stejnověké, smrkové, pouze na LZ Loučná bylo šetření provedeno i v bučinách. Srovnávány byly vždy porosty obdobného věku, pokud bylo možno zjistit, tak vychovávané podle stejného programu, stupeň poškození vlivem imisí byl různý. Pro odběr vývrtů a stanovení koeficientů vitality byl na každé ploše vybrán soubor stromů ($n = 30$ až 50), jejichž základní dendrometrické veličiny (h , $d_{1.3}$) odpovídaly hodnotě středního kmene, a jejichž stupeň poškození, posuzovaný okulárně, byl shodný a v porostu nejvíce zastoupený. Z každého stromu pak byly odebírány kolmo na sebe dva vývrt, které byly promě-

1. Hodnoty koeficientů vitality (K_{v10} , K_{v5} — černě) zjištěné v porostech různého stupně poškození na jednotlivých lesních závodech — The values of viability coefficients (K_{v10} , K_{v5} — solid) determined in forest stands with different degrees of damage in various forest establishments



řeny a vyhodnoceny běžnými metodami dendrochronologické analýzy. Dále byly u analyzovaných souborů stromů stanoveny některé další doplňkové biometrické charakteristiky a byl detailně posouzen jejich zdravotní stav. Šetření byla prováděna u všech ploch jednotlivých lesních závodů ve stejnou dobu, v jarních měsících, v období nástupu rašení pupenů.

VÝSLEDKY

Charakteristiky jednotlivých pokusných ploch a porostů se stanoveným zdravotním stavem sady analyzovaných stromů a vypočtenými koeficienty vitality jsou uvedeny v tab. I až V.

Na základě sumárního posouzení údajů z uvedených tabulek lze konstatovat, že hodnoty koeficientů vitality, u porostů stejného věku a stejného stupně poškození, se mezi jednotlivými oblastmi liší. Např. na LZ Vsetín v porostech stupně poškození IIIb je $K_{v10} = 0,230$, oproti tomu na LZ Nové Město ve stejném stupni poškození dosahuje K_{v10} hodnoty 0,328, i když jak bylo uvedeno, se jedná o porosty stejného věku nacházející se ve stejných, nebo obdobných typologických jednotkách (HS 55). Důvody takovéto odlišnosti, kterou lze vysledovat i v dalších případech, lze obtížně objasnit. Je možné se pouze domnívat, že vliv

I.

LZ Nové Město	Dřevina: Smrk				1988
Plocha	T ₅	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	
Nadmořská výška	810	710	810	800	
Expozice / Sklon	hřbet	JV/3°	hřbet	hřbet	
Pozice v A—O systému	exp.	—	exp.	exp.	
HS	55	55	55	55	
Věk	90	80	95	95	
Aktuální bonita	5	1	5	5	
Zakmenění	8	9	6	5	
Stupeň poškození porostu	IIIa	IIIa	IIIb	IVa	
Stupeň poškození středního kmene	3	3	3—4	4	
Počet ročníků jehličí	3	3	2	1	
Procento ztráty korunové biomasy	45%	40%	55%	80%	
K _{v 10}	0,379	0,353	0,328	0,301	
S _x	0,119	0,177	0,122	0,113	
K _{v 5}	0,209	0,171	0,208	0,151	
S ₀	0,077	0,083	0,088	0,065	
Rozsah souboru	50	50	50	50	

jistě budou mít odlišné ekologické podmínky (např. klima), lišící se logicky v jednotlivých oblastech, těžko posouditelně lokálně specifické složení imisí s jeho intenzitou a složením během roku a v neposlední řadě i genetické faktory a variabilita populace dřeviny na stanovišti. Je zřejmé, že charakterizování produkčních a šířeji ekologických podmínek zařídění do hospodářských souborů netvoří základ pro srovnávání mezi jednotlivými oblastmi, a že tedy výsledky bude nutné posuzovat diferencovaně, pravděpodobně v rámci jednotlivých lesních oblastí.

Dále při porovnání hodnot koeficientů vitality lze pozorovat očekávanou zřejmou souvislost mezi těmito a okulárně stanovenými stupni poškození, tedy, že při zvyšující se hodnotě stupně poškození klesá hodnota koeficientu (graf na obr. 1). Tato závislost však nebyla potvrzena na všech lokalitách (LZ Loučná). Dále při srovnání koeficientů vitality stejně okulárně poškozených porostů, i v rámci jedné oblasti, je zřejmá variabilita jejich hodnot. Např. na LZ Nové Město, u porostů ve stupni poškození IIIa, byly zjištěny hodnoty 0,379 a 0,353 se statisticky průkazným rozdílem. Předpokládáme, že tato fakta lze vysvětlit následující úvahou. Stupně poškození jsou schematickým generalizovaným vyjádřením stavu porostu na základě zastoupení silně poškozených stromů. Jde tedy o nespojitou popisnou charakteristiku s neostrým ohraničením, nelze tedy stanovit přechody mezi jednotlivými stupni poškození. Oproti tomu koeficienty vitality by bylo možné patrně vyjádřit spojitou křivkou

II.

LZ Vsetín	Dřevina: Smrk				1988
Plocha	T ₁	T ₄	T ₆	T ₈	
Nadmořská výška	620	700	880	850	
Expozice / Sklon	S/10°	hřbet	S/15°	SV/15°	
Pozice v A-O systému	ch.	exp.	exp.	exp.	
HS	55	55	55	55	
Věk	81	92	90	95	
Aktuální bonita	1	3	5	5	
Zakmenění	9	9	7	7	
Stupeň poškození porostu	I	II	II	IIIb	
Stupeň poškození středního kmene	2	2	2	3-4	
Počet ročníků jehličí	5	4-5	4-5	2	
Procento ztráty korunové biomasy	20%	30%	30%	60%	
K _{v 10}	0,337	0,302	0,300	0,230	
s _x	0,112	0,061	0,059	0,048	
K _{v 5}	0,182	0,125	0,167	0,085	
s _x	0,071	0,030	0,050	0,017	
Rozsah souboru	30	30	30	30	

III.

ŠLP VŠZ Křtiny – T ₁ LZ LUHAČOVICE – T ₂ , T ₃ , T ₄	Dřevina: Smrk				1988
Plocha	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Nadmořská výška	420	600	480	460	
Expozice / Sklon	JZ/5°	JZ/10°	hřbet	JV/5°	
Pozice v A-O systému	ch.	ch.	exp.	ch.	
HS	45	41	45	45	
Věk	97	109	65	105	
Aktuální bonita	3	5	3	1	
Zakmenění	10	9	8	10	
Stupeň poškození porostu	0	0	II	I	
Stupeň poškození středního kmene	0	0	2	1	
Počet ročníků jehličí	7	7	4	5	
Procento ztráty korunové biomasy	0	0	30%	10%	
K _{v 10}	0,350	0,410	0,300	0,386	
s _x	0,131	0,156	0,112	0,153	
K _{v 5}	0,195	0,211	0,141	0,178	
s _x	0,090	0,093	0,056	0,074	
Rozsah souboru	150	30	30	50	

LZ Loučná	Dřevina: Smrk				1988
Plocha	T _{1A}	T _{1B}	T ₂	T ₃	T-
Nadmořská výška	1200	1200	1160	1220	1320
Expozice / Sklon	JZ/2°	SV/10°	J/2°	SV/2°	hřbet
Pozice v A-O systému	ext.	ext.	exp.	exp.	exp.
HS	73	73	73	73	73
Věk	110	110	127	133	134
Aktuální bonita	—	—	—	8	—
Zakmenění	5	6	9	9	5
Stupeň poškození porostu	IVa	IIIB	IIIa	II	IVa
Stupeň poškození středního kmene	4	3	3	2	4
Počet ročníků jehličí	1	2	3	5	1–2
Procento korunové biomasy	70%	60%	55%	40%	70%
$K_{v\ 10}$	0,172	0,200	0,178	0,202	0,142
s_x	0,073	0,075	0,061	0,095	0,051
$K_{v\ 5}$	0,075	0,095	0,082	0,091	0,067
s_x	0,042	0,048	0,038	0,052	0,030
Rozsah souboru	50	50	50	50	50

vyššího řádu (změna vitality s narůstajícím poškozením v porostech stejného věkového stupně), která by umožnila v určité oblasti, posoudit přesně zdravotní stav porostů. Lze předpokládat, že koeficienty vitality mohou sloužit pro přesné vyjádření zdravotního stavu porostů, s využitím zejména ve výzkumné oblasti. Zde by šlo především o kritérium pro exaktní provádění produkčních analýz, kde srovnání změn přírůstu vlivem imisí na základě porovnávání v jednotlivých stupních poškození porostů se jeví nepřesné.

Jak již bylo uvedeno, v práci byly kalkulovány koeficienty pro hodnoty přírůstů posledních pěti a deseti let věku. Z hlediska souběžných sledování přírůstových změn, která se předpokládají, případně i z dalších důvodů, se ukazuje vhodnější hodnota $K_{v\ 10}$, kalkulovaná pro delší časový interval měřeného přírůstu (10 let). Hodnota $K_{v\ 5}$ zřejmě může být více ovlivněna krátkodobými změnami přírůstu, způsobenými např. extrémními klimatickými charakteristikami atd. Zásadní však je srovnávat vždy porosty stejného věku (patrně maximálně do rozmezí věkového stupně), neboť např. rozdíl mezi hodnotami $K_{v\ 10}$ u porostů ve stupni poškození IVa na LZ Loučná (0,172 a 0,142) může být mimo jiné způsoben i věkovým rozdílem (24 let). Toto tvrzení lze podepřít známým faktem, že hodnota koeficientů vitality se se stoupajícím věkem snižuje.

Dále z tab. V je zřejmé, že této metody pro posuzování zdravotního stavu porostů lze využít i pro dřeviny s obtížně měřitelnými letokruhy, jako je např. buk. Zde pro zvýraznění letokruhů, ale i bělové části ihned po odběru lze doporučit roztok dvojchromanu draselného ve vodě, případně i další látky.

LZ Loučná — T ₁₁ , T ₁₂ , T ₁₃ LZ Vsetín — T ₄		Dřevina: Buk			1988
Plocha	T ₄	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	
Nadmořská výška	700	870	960	900	
Expozice / Sklon	hřbet	J/30°	JV/20°	J/15°	
HS	55	54	54	54	
Věk	100	127	146	124	
Pozice v A-O systému	exp.	exp.	ext.	ext.	
Aktuální bonita	2	5	5	5	
Zakmenění	10	10	9	7	
Stupeň poškození porostu	0	I	IIIb	IVa	
Stupeň poškození středního kmene	0	1	2–3	3	
Zbarvení kůry	šedá	šedá	růžová	růžová	
Procento ztráty korunové biomasy	0	30%	65%	80%	
K _{v 10}	0,313	0,195	0,152	0,160	
s _x	0,021	0,052	0,072	0,080	
K _{v 5}	0,155	0,100	0,071	0,080	
s _x	0,022	0,029	0,040	0,041	
Rozsah souboru	30	50	50	50	

ZÁVĚR

Z uvedeného orientačního šetření vyplývá, že využití koeficientů vitality pro posuzování zdravotního stavu porostů pod vlivem imisí je reálné, i když při aplikaci této metody bude nutné vyřešit ještě nejednu metodickou obtíž. Z tohoto důvodu by bylo třeba problematice koeficientů vitality věnovat zvýšenou pozornost a uvažovat s jejich zavedením do naší výzkumné praxe. Toto by bylo, jak již bylo uvedeno, zvláště výhodné při provádění produkčních šetření (změny tloušťkového přírůstu vlivem imisí), kde navržené koeficienty mohou tvořit objektivní srovnávací základ, s tím, že rozsah přídatných měření je minimální a jejich stanovení lze snadno zabudovat do programu výpočetní techniky používané při dendrochronologických analýzách.

Je však dále jisté, že okulární klasifikace poškození stromů a porostů, jako podklad praktické plánovací činnosti v lesním hospodářství, budou, zejména pro svoji snadnost využití, zastávat nezastupitelnou pozici.

Literatura

- JURA, S.: Conditiometr AS-1, přístroj na zjišťování relativní vitality a hniloby živých stojících stromů. Lesn. Práce, 1988, s. 421-423.
- SIMON, J.: Využití koeficientu vitality (podle Waringa) pro posuzování zdravotního stavu stromů. Konference k 70. výročí VŠZ Brno 1989, s. 6.

SIMON, J. — ČERMÁK, J.: Metoda pro hodnocení vitality stromů a porostů. Lesn. Práce, 1988, s. 449-451.

WARING, R. H.: Vital Signs of Forest Ecosystems. Proc.: Fresh Perspectives from Ecosystem Analysis. 1975, s. 131-136.

WARING, R. H.: Site, leaf area, and phytomass production in trees. NZFS Techn. Pap... 1980a, s. 125-135.

WARING, R. H. et al.: Stem Growth per Unit of Leaf Area: A Measure of Tree Vigor. Forest. Sci. 1980b, s. 112-117.

WARING, R. H. et al.: Efficiency of Tree Crowns and Stemwood Production at Different Canopy Leaf Densities. Forestry, 1981, s. 118-128.

Došlo dne 24. 3. 1989

СИМОН, Й. (Сельскохозяйственный институт, факультет лесоводства, Брно): Оценка состояния выбросов на основе коэффициента vitality. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 395-403.

На пяти выбранных территориях в Моравии, в 1987—1988 гг. испытывалась возможность использования коэффициентов vitality для оценки состояния здоровья еловых и буковых насаждений под действием выбросов. Коэффициенты vitality

определялись по отношению $K_v = \frac{i_z}{g_B}$, где i_z — прирост кругового отчетного осно-

вания за последних пять, т. е. десять лет возраста; g_B — площадь заболони. Установили, что значения коэффициентов vitality до определенной меры связаны с определенными степенями повреждения насаждений, т. е. что с увеличивающейся степенью повреждения насаждения значение коэффициента vitality понижается по кривой высшего порядка. Начальное значение у зримо неповрежденных еловых насаждений в возрасте приблизительно 100 лет максимально 0,45. Далее были установлены разницы у одинаково поврежденных насаждений, аналогичного возраста, растущие в похожих экологических условиях, но в разных ростовых областях. В целом применение коэффициентов vitality показывается для данной цели реальным, в основном для исследовательской работы в связи с проведением анализов прироста диаметра на основе измерений годичных колец на высверловке. Для использования более подходящим себя показывает коэффициент калькулирующий с приростом за последних десять лет, чем за последних пять лет. Метод используем и для древесных пород с трудноизмеримыми годичными кольцами, например бук, с тем, что сразу после отбора следует использовать подходящий химический реактив.

ель; выбросы; состояние здоровья; коэффициенты vitality

SIMON, J. (Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Brno): Evaluation of the health of forest stands exposed to pollutants using viability coefficients. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 395-403.

In 1987—1988 at five localities in Moravia trials were made to verify the use of viability coefficients for an evaluation of the health of spruce and beech stands exposed to pollutants. Viability coefficients were determined from the relation

$K_v = \frac{i_z}{g_B}$ where: i_z — increment of basal area over the last five years, or ten

years of age; g_B — sapwood area. The values of viability coefficients were found out to correspond to a great extent with the ocularly determined degrees of stand damage, that means with the increasing degree of stand damage the value of viability coefficient is decreasing following the curve of higher order. The starting value in ocularly sound spruce stands at the age of about 100 years is maximally 0.45. Differences were also found out in stands with the same degree of damage, of analogous age, growing in similar ecological conditions, but in different growing areas. In general the use of viability coefficients seems to be realistic for the given purposes, especially for research work when analyses of diameter increment are made on the basis of year-ring measurements in cores. The coefficient determined from increments over the last ten years (not over the last five years) seems to be more suitable for practical use. The method can also be applied to

those tree species where year-rings are difficult to measure, e.g. to beech, using immediately after taking the core a suitable chemical agent for sapwood differentiation.

spruce; pollutants; health; viability coefficients

SIMON, J. (Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Brno): *Beurteilung des Gesundheitszustandes von Beständen unter dem Einfluß von Immissionen aufgrund der Vitalitätskoeffizienten*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 395-403.

In fünf ausgewählten Gebieten Mährens wurde in den Jahren 1987 bis 1988 die Möglichkeit der Anwendung von Vitalitätskoeffizienten zur Beurteilung des Gesundheitszustandes von Fichten- und von Buchenbeständen unter dem Einfluß von Immissionen überprüft. Die Vitalitätskoeffizienten wurden nach folgender Beziehung bestimmt: $K_v = \frac{i_g}{g_B}$ (darin bedeuten: i_g — Zuwachs der Bestandesgrundfläche in den letzten fünf, bzw. zehn Jahren des Alters; g_B — Fläche des Splintholzes). Es wurde festgestellt, daß die Werte der Vitalitätskoeffizienten zu einem bedeutenden Ausmaß mit den okular bestimmten Beschädigungsgraden der Bestände korrespondieren, d. h. daß mit steigendem Beschädigungsgrad des Bestandes der Wert des Vitalitätskoeffizienten gemäß einer Kurve höherer Ordnung sinkt. Der Anfangswert bei okular unbeschädigten Beständen der Fichte im Alter von etwa 100 Jahren beträgt maximal 0,45. Ferner wurden Unterschiede bei gleichartig beschädigten Beständen analogischen Alters festgestellt, die in ähnlichen ökologischen Bedingungen wachsen, aber in verschiedenen Wuchsgebieten. Insgesamt zeigt sich die Anwendung der Vitalitätskoeffizienten für den gegebenen Zweck als real, namentlich für Forschungsarbeit in Verbindung mit der Durchführung von Durchmesserzuwachsanalysen aufgrund der Jahrringmessung auf Bohrspänen. Für die Ausnutzung zeigt sich als besser geeignet der mit dem Zuwachs während der letzten zehn Jahre kalkulierende Koeffizient, als derjenige, mit fünf Jahren rechnet. Die Methode scheint anwendbar auch für Holzarten mit schwierig zu messenden Jahrringen z. B. für die Rotbuche, nur muß zur Unterscheidung des Splintholzes gleich nach der Entnahme ein geeignetes chemisches Reagens angewandt werden.

Fichte; Immissionen; Gesundheitszustand; Vitalitätskoeffizienten

Adresa autora:

Doc. ing. Jaroslav Simon, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

INTERPRAEVENT 1988 V GRAZU V RAKOUSKU

Pod tímto názvem uspořádala nevládní Výzkumná společnost pro předcházení povodňovým škodám ve dnech 4.—8. 7. 1988 v Grazu v rakouském Štýrsku mezinárodní sympozium, jehož podtitul byl Ochrana životního prostředí před vysokými vodami, sesuvy a lavinami. Společnost existuje zhruba 20 let, vždy po několika letech pořádá pod tímto názvem na různých místech Rakouska podobné jednání za přítomnosti pozvaných odborníků ze zahraničí, sídlo má v Klagenfurtu v Korutanech. Jsou v ní sdruženi významní představitelé jak služby hrazení bystřin, která má v Rakousku stále své uplatnění, tak představitelé vysokých škol, významní lesníci a lesníci stavitelé. Záštitu převzal štýrský zemský hejtmán, slavnostního přijetí v reprezentačních prostorách zámku Eggenberg za přítomnosti zhruba 500 účastníků, z toho asi 200 zahraničních z 23 zemí Evropy, Asie, Austrálie a Ameriky se zúčastnil prezident štýrského spolkového sněmu. Organizátoři připravili sborník přednášek ve čtyřech svazcích v pěti tematických okruzích, který byl k dispozici již při registraci v Kongresovém domě města Graz, kde seminář probíhal. Do sborníku přispěli i odborníci z ČSFR, a to V. Škopek, V. Krečmer, M. Landa, M. Jařabáč, L. Novák a J. Valtýni, osobně však byl přítomen pouze jeden zástupce ČSFR, podobně i dva z PR, dva přednášející byli z SSSR, stejně tak i z USA, Jugoslávie jich bylo pět. Nebývalá účast byla u japonského zastoupení a samozřejmě především z alpských zemí SRN, Francie, Švýcarska, Itálie, Lichtenštejnska a Rakouska, poprvé přijel a aktivně vystoupil zástupce Číny. Součástí sympozia byly i panelové plakátové postery, které se těšily velkému zájmu, výstava ukazující současný stav prací na bystřinách, stržích a lavinách v Rakousku s historickou reminiscencí a šest různých tras celodenní exkurze do vybraných oblastí. Půldenní seminář stavební praxe se zaměřením na témata sympozia uspořádala v pěti skupinách jedno volné odpoledne pro zájemce Technická univerzita v Grazu.

Z celého sympozia, jehož program byl bohatý a jeho celé absolvování namáhavé, vyplynulo, že stavební úpravy na bystřinách, stržích a lavinách jsou trvalé jen tehdy, jsou-li provázeny vhodnými úpravami vegetačními, které vyhovují plně současným ekologickým požadavkům. Bylo uvedeno dost praktických příkladů na názorných diapozitivech, provázených promítanými grafy a tabulkami, které to jen potvrzují. Stavební a biologické práce v horských svážných terénech, které podtrhují význam odpovídajícího zalesnění takových lokalit, jsou velmi náročné jak na finanční prostředky, tak na čas a provedení. Dnešní bystřinář musí být ekologem, který vše vidí v širších souvislostech prostředí. Je na škodu věci, že služba lesnicko-technických meliorací u nás byla zrušena, že správu nad toky vykonávají tři různé instituce, že přerušená kontinuita v úpravách malých vodních toků je nahrazována většinou následnými havarijními úpravami a že tedy byl rakouskými organizátory sympozia správně pochopen a je do praxe uváděn v souladu se současnými ekologickými potřebami v Rakousku především komplexní preventivní program úprav ve svážných horských terénech, což je náplní pořádající Společnosti pro předcházení povodňovým škodám i pro další léta a další podobná užitečná setkání, jak se všichni účastníci sympozia mohli přesvědčit.

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

VYUŽITÍ ANORGANOGENŮ K EKOFYZIOLOGICKÉ DIAGNOSTICE SMRKU ZTEPILÉHO [*PICEA ABIES* (L.) KARST.]

F. Nováček

NOVÁČEK, F. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc): *Využití anorganogenů k ekofyziologické diagnostice smrku ztepilého [Picea abies (L.) Karst.]* Lesnictví, 36, 1990 (5): 405–419.

Na základě anorganických analýz morfostruktur smrku ztepilého v odlišných ekotypy byly získány výsledky, které mají nejen teoretický, ale i praktický význam. Detailně kvantifikují minerální složení a obsahové indexy jehlic, kůry, dřeva a šišek tří moravských ekotypů z oblasti Drahanské vrchoviny, Jeseníků a Beskyd a zpřesňují jejich ekofyziologickou konstituci. Ekotypové difference anorganogenů v morfostrukturách stromů dosahují řádově až několik stovek procent a obsahových indexů dokonce několik tisíc procent. Obsahů anorganogenů (S, K, Ca, Fe, Na, Al) v morfostrukturách stromů a indexů (P/Fe, P/S, P/Zn, P/Mn, S/Fe, S/Mn, K/Mg, Ca/Mn, Mg/Mn, Fe/Mn, Al/P, Si/Mn) lze využít k diagnostice těchto ekotypů, současně k dendroindikaci kovů i nekovů v daném geochemickém prostředí a průmyslových imisí. Některé morfostruktury daných ekotypů jsou významnými akumulátory a asanátory anorganogenů. Poznatků možno využít ke zlepšení životního prostředí a při biotechnologickém zpracování odpadní biomasy smrku z daných oblastí. Výsledky jsou významné i z hlediska výzkumu biogeochemických cyklů v lesních ekosystémech i v praktických opatřeních při regulaci vnášení minerálií do lesních půd v souladu s fyziologií výživy smrku. Výrazně velká difference v obsahu anorganogenů a v obsahových indexech v morfostrukturách daných ekotypů ukazují na závažné fyziologické změny v jejich minerální výživě a spřažených fyziologických procesech. Tyto změny způsobené imisemi jsou jednou z hlavních příčin patofyziologických procesů smrku s jeho následným odumíráním v kontaminovaných oblastech.

dendrofyziologie; ekotypy smrku; minerální výživa; imise

Dřeviny obsahují stejné prvky jako jiné rostliny, ale v jiném procentickém zastoupení, poměrech, vazbách, kombinacích a prostorovém uspořádání. Představují atomový základ jejich výstavby, jsou součástí nescíslného množství chemických sloučenin.

Minerální skladba dřevin je závislá především na druhových vlastnostech, na typu metabolických reakcí, které se vytvořily fylogeneticky a jsou geneticky fixované. Současně jsou výrazně ovlivněny klimatickými, edafickými a biotickými faktory, zvláště antropickými. Integrovaně tvoří základ fyziologicko-ekologické konstituce dřeviny, který má podstatu v selektivní sorpci prvků kořenovým vlášením z půdního substrátu. Jeho ekofyziologicky citlivý semipermeabilní lipoproteidový systém však může být zničen nadměrnými dávkami anorganogenů nebo jiných biotoxických látek. Dřevina je tak zbavena možnosti regulace, absorpce anorganogenů rhizodermálními buňkami. K jejich selekci dochází až v cytoplazmě, často za vzniku metabolických poruch, které mohou dřevinu velmi vážně poškozovat až irreverzibilně s jejím následným odumřením.

Minerální výživa je z hlediska strukturálního, fyziologického a ekologického rozsáhlou oblastí dendrofyziologie. Je to mnohostranný proces, hierarchicky rozložitelný na vnášení minerálií do prostředí, jejich absorpci, transmembránový a dálkový transport, metabolismus a začlenění prvků do biosystémů, dále imobilisaci — akumulaci a depoziaci, rekreaci a v neposlední řadě je studován toxický účinek imisních prvků, zvláště těžkých kovů (Dvořák a Kupka, 1980).

Studie zkoumá obsahy a obsahové indexy fyziologicky a ekologicky významných anorganogenů v jehlicích, kůře, dřevě a šiškách tří moravských ekotypů smrku ztepilého — středomoravského, jesenického a beskydského, které mají určité morfostrukturální, biochemické, biofyzikální a fyziologické vlastnosti s určitou hodnotou jejich variability. Jsou výsledkem dlouholetého působení ekofaktorů na genotyp jedince, výsledkem trvalé adaptace na měnící se klimatické, edafické a biotické vlivy.

K anorganickým analýzám byly vybrány stromy daných ekotypů z různých ekotopů Dražanské vrchoviny, Jeseníků a Beskyd. Lokality Krakovec, Suchá Rudná a Plenisko se liší ekofaktory, zvláště negativními antropickými. Zatímco Krakovec je oblastí relativně čistší, Plenisko je značně znečištěno imisí činností nejen severomoravské, ale i jihopolské průmyslové aglomerace. Toto agresivní působení imisí vyvolává v posledních letech vážné narušení lesních ekosystémů Moravskoslezských Beskyd, a tím i celého životního prostředí v dané oblasti s následnými důsledky ekobiologickými, lesnickými, zdravotnickými a společenskými. Dnes je možno hovořit o ekopatologii Beskyd, vyžadující vědeckou diagnózu a účinnou terapii s příslušnými radikálními opatřeními.

MATERIÁL A METODA

K anorganickým analýzám byly odebrány hlavní morfostruktury ze stromů smrku ztepilého různých ekotypů. Při odběru vzorků byly respektovány i fyziologické faktory — topophysis, cyklophysis a periphysis. V prsní výšce kmene byla odebírána kůra, dále dřevní vzorky pomocí Presslerova nebozezu. Jehlice byly odebírány z terminálních větví nejspodnějšího přeslenu, analyzovány byly i šišky daných stromů. Vzorky byly odebírány ze tří lokalit:

Krakovec (LZ Prostějov)

Je v nadmořské výšce 350 m, průměrná roční teplota je 7,7 °C a průměrný roční úhrn srážek 573 mm. Geologický podklad tvoří kulmské horniny, především břidlice a droby. Půda je jílovitá, pH 7,5.

Suchá Rudná (LZ Bruntál)

Je v nadmořské výšce 880 m, průměrná roční teplota je 6,2 °C a průměrný roční úhrn srážek 678 mm. Geologický podklad tvoří především grafitické fylity. Půdy jsou písčito-hlinité, pH je 3,7.

Plenisko (LZ Jablunkov)

Je v nadmořské výšce 600 m, průměrná roční teplota je 7,4 °C a průměrný roční úhrn srážek 984 mm. Geologický podklad tvoří střední křída, půdy jsou převážně jílovito-hlinité, pH je 3,4. Tato lokalita v blízkosti Třineckých železáren v Třinci je z daných lokalit nejvíce kontaminována pevnými a plynými imisemi, obsahující značné množství Fe, S, Si, Mn, Cu, Al, Mg, Ca, Al a jiných biotoxických látek (Anonymus, 1982).

Analýzovaný materiál byl vysušen v laboratorní sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti a rozemlet na Fritschově elektrickém mlýnku „Pulversitte 14“ a homogenizovány. Draslík, vápník, hořčík, železo, zinek, měď, mangan, hliník, křemík a sodík byly stanoveny plamenovou analýzou na atomovém absorpčním spektrofotometru VSU 2 (Menšík, 1980). Aritmetické průměry obsahů prvků v $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny byly stanoveny z deseti vzorků morfostruktury pěti dřevin každého ekotypu smrku.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Ekotypy jsou obecně lépe prostudované po stránce morfologické a produkční, neboť tyto vlastnosti jsou nejzřetelnější a z hlediska metodického lépe přístupné než vlastnosti biochemické, biofyzikální a fyziologické. Moravské ekotypy smrků studovali z hlediska základního a aplikačního vedle jiných autorů Vincent a Vincent (1964); Pospíšil a Šimančík (1969); Kantor (1979); Nováček (1975, 1978, 1983, 1984); Dvorský (1984); Nováček a Jurčák (1986).

Studie obsahuje výsledky anorganických analýz v jehlicích, kůře, dřevě a šiškách

z adultních stromů středomoravského, beskydského a jesenického ekotypu smrku ztepilého. U každého prvku jsou uvedeny obsahy v $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny morfostruktury a prvkový obsahový úhrn, dále max. ekotypové difference mezi stejnými morfostrukturami sledovaných ekotypů. Difference do 100 % je možno považovat za malé, od 100 až 300 % za velké a nad 300 % výrazně velké, vhodné pro ekofyziologickou a patofyziologickou diagnostiku (Nováček, 1984, 1988). Dále je uvedeno kvantitativní obsahové pořadí prvku v morfostrukturách ekotypů. Analogický postup byl zvolen pro hodnocení obsahových indexů.

OBSAHY ANORGANOGENŮ

FOSFOR

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	3322,6	3425,8	2670,9	28 %
Kůra	1669,3	634,3	1685,3	166 %
Dřevo	1709,7	983,9	1309,7	74 %
Šiška	1999,9	1604,8	1150,5	74 %
Σ	8701,5	6648,9	6816,4	31 %
Distribuční difference	99 %	440 %	132 %	

Kvantitativní pořadí P v morfostrukturách je stejné u středomoravského a jesenického ekotypu, odlišné u beskydského. Nejvíce je akumulován u všech ekotypů v jehlicích, nejméně v kůře s výjimkou beskydského ekotypu:

- středomoravský ekotyp: jehlice > šiška > dřevo > kůra
- jesenický ekotyp: jehlice > šiška > dřevo > kůra
- beskydský ekotyp: jehlice > kůra > dřevo > šiška

Nejvíce je akumulován u středomoravského ekotypu, nejméně u jesenického. Ekotypová difference je malá, rovněž u morfostruktur s výjimkou kůry. Fosfor není vhodný pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční difference P u jesenického ekotypu jsou výrazně velké, u beskydského velké a u středomoravského malé.

SÍRA

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	2 069,5	7 252,0	2 504,3	250 %
Kůra	4 869,5	7 043,3	1 113,0	533 %
Dřevo	1 704,3	4 121,7	3 008,6	142 %
Šiška	1 130,4	4 139,1	1 982,6	266 %
Σ	9 773,7	18 830,9	8 608,5	119 %
Distribuční difference	331 %	76 %	170 %	

Ekotypy vykazují rozdílné kvantitativní pořadí S v morfostrukturách:

- středomoravský: kůra > jehlice > dřevo > šiška
- jesenický: jehlice > kůra > šiška > dřevo
- beskydský: dřevo > jehlice > šiška > kůra

Nejvíce je akumulována u jesenického ekotypu, nejméně u beskydského. Ekotypová difference je velká, zvláště u morfostruktur, přičemž kůra je vhodná pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční difference S je výrazně velká u středomoravského ekotypu, velká u beskydského a malá u jesenického.

DRASLÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	9 068,0	4 750,0	4 940,0	91 %
Kůra	963,3	1 466,0	1 156,7	47 %
Dřevo	692,0	1 004,0	440,7	127 %
Šiška	4 379,3	2 671,3	336,0	1 203 %
Σ	15 102,6	9 891,3	6 873,4	120 %
Distribuční difference	1 210 %	373 %	1 370 %	

Kvantitativní pořadí K v morfostrukturách ekotypů je stejné u středomoravského a jesenického ekotypu, v jehlicích s největším obsahem, ve dřevě s nejmenším:

- středomoravský: jehlice > šiška > kůra > dřevo
- jesenický: jehlice > šiška > kůra > dřevo
- beskydský: jehlice > kůra > dřevo > šiška

Nejvíce je akumulován u středomoravského ekotypu, nejméně u beskydského, ekotypová difference je velká. Výrazně velká je v šiškách, které jsou vhodné pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční difference K jsou výrazně velké, u středomoravského a beskydského ekotypu jsou přibližně na stejné úrovni, u jesenického menší.

VÁPŇÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	6 366,7	25 440,0	6 340,0	301 %
Kůra	14 853,0	32 106,7	10 846,7	196 %
Dřevo	16 786,7	20 646,7	2 133,3	868 %
Šiška	1 380,0	19 600,0	2 333,3	1 320 %
Σ	39 386,4	7 819,3	2 165,3	1 719 %
Distribuční difference	1 116 %	64 %	408 %	

Ekotypy vykazují rozdílné kvantitativní pořadí Ca v morfostrukturách:

- středomoravský: dřevo > kůra > jehlice > šiška
- jesenický: kůra > jehlice > dřevo > šiška
- beskydský: kůra > jehlice > šiška > dřevo

Nejvíce je akumulován u středomoravského ekotypu, výrazně u beskydského, ekotypová diference je výrazně velká. Je vhodným prvkem pro diagnostiku, jak svým úhrnným obsahem, tak obsahem v jednotlivých morfostrukturách, zvláště v šíškách a dřevě.

Distribuční diference Ca jsou značně rozdílné. Zatímco u jesenického ekotypu je diference malá, u beskydského a zvláště středomoravského jsou výrazně velké.

HOŘČÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	829,3	1666,7	765,0	39 %
Kůra	446,7	752,7	504,7	69 %
Dřevo	186,0	304,7	179,3	70 %
Šiška	541,3	498,0	310,0	75 %
Σ	2000,3	3222,1	1759,0	83 %
Distribuční diference	346 %	447 %	327 %	

Kvantitativní pořadí Mg je stejné u jesenického a beskydského ekotypu, přičemž největší množství obsahují jehlice, nejmenší šišky. Rovněž u beskydského ekotypu je ho nejvíce akumulováno v jehlicích a nejméně ve dřevě:

- středomoravský: jehlice > šiška > kůra > dřevo
- jesenický: jehlice > kůra > šiška > dřevo
- beskydský: jehlice > kůra > šiška > dřevo

Nejvíce je akumulován u jesenického ekotypu, nejméně u beskydského. Ekotypová diference je malá, rovněž i u morfostruktur, a proto není vhodný pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční diference Mg u všech ekotypů jsou výrazně velké, u středomoravského a beskydského vyrovnané.

ŽELEZO

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	111,0	82,0	219,5	168 %
Kůra	99,0	150,7	913,9	823 %
Dřevo	151,5	50,0	375,0	650 %
Šiška	41,1	76,7	826,1	1910 %
Σ	402,6	359,4	2334,6	550 %
Distribuční diference	269 %	201 %	316 %	

Ekotypy vykazují rozdílné kvantitativní pořadí Fe v morfostrukturách:

- středomoravský: jehlice > kůra > dřevo > šiška
- jesenický: kůra > jehlice > šiška > dřevo
- beskydský: kůra > šiška > dřevo > jehlice

Nejvíce je akumulován u beskydského ekotypu, výrazně méně u jesenického a středomoravského. Ekotypová diference je výrazně velká, zvláště pak v morfostrukturách. Je vhodným prvkem pro diagnostiku, jak svým úhrnným obsahem, tak obsahem v jednotlivých morfostrukturách, zvláště v šíškách, v kůře a ve dřevě.

Distribuční diference Fe jsou velké až výrazně velké, vcelku vyrovnané.

MĚĎ

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	5,0	4,7	4,0	25 %
Kůra	5,9	4,9	8,7	78 %
Dřevo	3,7	3,0	3,0	23 %
Šiška	4,8	5,0	7,2	50 %
Σ	19,4	17,6	22,9	30 %
Distribuční diference	59 %	67 %	190 %	

Ekotypy vykazují rozdílné kvantitativní pořadí Cu v morfostrukturách s výjimkou dřeva, v němž je nejméně obsažena:

- středomoravský: kůra > jehlice > šiška > dřevo
- jesenický: šiška > kůra > jehlice > dřevo
- beskydský: kůra > šiška > jehlice > dřevo

Nejvíce je akumulována u beskydského ekotypu, nejméně u jesenického. Ekotypová diference je malá, rovněž i v morfostrukturách, není vhodná pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční diference Cu u středomoravského a jesenického ekotypu je malá a vyrovnaná, u beskydského velká.

ZINEK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	48,0	59,3	72,3	51 %
Kůra	125,0	187,3	181,0	50 %
Dřevo	21,4	46,1	43,5	115 %
Šiška	25,0	30,6	63,9	156 %
Σ	219,4	323,3	360,7	64 %
Distribuční diference	484 %	512 %	316 %	

Shodné kvantitativní pořadí Zn je v kůře a v jehlicích všech ekotypů, ve dřevě a šíškách u středomoravského a beskydského. Nejvíce je obsažen v kůře:

- středomoravský: kůra > jehlice > šiška > dřevo
- jesenický: kůra > jehlice > dřevo > šiška
- beskydský: kůra > jehlice > šiška > dřevo

Nejvíce je akumulován u beskydského ekotypu, nejméně u středomoravského. Ekotypová diference je malá, rovněž v jehlicích a kůře. Velká je u dřeva a šišek, pro prvkovou diagnostiku však není vhodný.

Distribuční diference Zn je výrazně velká a rozdílná u všech ekotypů.

MANGAN

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	766,6	1147,7	591,3	94 %
Kůra	918,7	1036,0	361,3	187 %
Dřevo	150,0	253,0	66,7	279 %
Šiška	42,0	68,0	32,0	113 %
Σ	1877,3	2504,7	1051,3	138 %
Distribuční diference	2087 %	1583 %	1748 %	

Shodné kvantitativní pořadí Mn u všech ekotypů je ve dřevě a v šiškách, v nichž je nejméně akumulován. Ve shodném pořadí je akumulován v jehlicích a kůře jesenického a beskydského ekotypu:

- středomoravský: kůra > jehlice > dřevo > šiška
- jesenický: jehlice > kůra > dřevo > šiška
- beskydský: jehlice > kůra > dřevo > šiška

Nejvíce je akumulován u jesenického ekotypu, nejméně u beskydského. Ekotypová diference je velká, rovněž u morfostruktur s výjimkou jehlic. Prvková diagnostická vhodnost se ukazuje ve dřevě.

Distribuční diference Mn jsou výrazně velké u všech ekotypů, u jesenického a beskydského ekotypu menší a vyrovnanější.

SODÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	32,2	66,3	121,4	308 %
Kůra	40,2	87,5	46,8	118 %
Dřevo	36,0	93,0	135,1	275 %
Šiška	49,7	70,3	110,6	123 %
Σ	158,1	317,1	423,9	168 %
Distribuční diference	54 %	40 %	189 %	

Ekotypy vykazují rozdílné kvantitativní pořadí Na v morfostrukturách. V jehlicích a kůře je shodné u středomoravského a jesenického ekotypu, ve dřevě a šiškách u jesenického a beskydského:

- středomoravský: šiška > kůra > dřevo > jehlice
- jesenický: dřevo > kůra > šiška > jehlice
- beskydský: dřevo > jehlice > šiška > kůra

Nejvíce je akumulován u beskydského ekotypu, nejméně u středomoravského. Ekotypová difference je velká, zvláště ve dřevě a v jehlicích, které jsou vhodné pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční difference Na u středomoravského a jesenického ekotypu jsou malé, u beskydského velké.

HLINÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	61,3	113,3	107,3	85 %
Kůra	71,3	122,0	274,0	284 %
Dřevo	59,3	13,3	17,4	336 %
Šiška	27,3	112,7	386,0	1314 %
Σ	219,2	361,3	784,7	258 %
Distribuční difference	161 %	817 %	2118 %	

Ekotypy mají rozdílné kvantitativní pořadí Al v morfostrukturách. V jehlicích a kůře je shodné u středomoravského a jesenického ekotypu, ve dřevě u jesenického a beskydského:

- středomoravský: kůra > jehlice > dřevo > šiška
- jesenický: kůra > jehlice > šiška > dřevo
- beskydský: šiška > kůra > jehlice > dřevo

Nejvíce je akumulován u beskydského ekotypu, nejméně u středomoravského. Ekotypová difference je velká, u dřeva a šišek výrazně velká s využitelností v prvkové diagnostice.

Distribuční difference Al je u ekotypů rozdílná, u středomoravského ekotypu malá, u jesenického, a zvláště beskydského výrazně velká.

KŘEMÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	64,0	124,0	73,0	94 %
Kůra	17,3	17,3	15,3	13 %
Dřevo	10,6	13,9	14,0	32 %
Šiška	12,0	10,5	16,0	52 %
Σ	103,9	165,7	118,6	59 %
Distribuční difference	504 %	1081 %	423 %	

U všech ekotypů je Si nejvíce akumulován v jehlicích, v ostatních morfostrukturách má rozdílné kvantitativní pořadí:

- středomoravský: jehlice > kůra > šiška > dřevo
- jesenický: jehlice > kůra > dřevo > šiška
- beskydský: jehlice > šiška > kůra > dřevo

Nejvíce je akumulován u jesenického ekotypu, u středomoravského a beskydského na stejné úrovni. Ekotypová difference je malá, rovněž v morfostrukturách. Není vhodný pro prvkovou diagnostiku.

Distribuční difference Si je výrazně velká. U středomoravského a beskydského ekotypu je na stejné úrovni, u jesenického výrazně větší.

Na základě velikosti hodnot ekotypových diferencí obsahových indexů anorganogenů v morfostrukturách stromů byla stanovena jejich vhodnost pro indexovou diagnostiku ekotypů smrku ztepilého.

OBSAHOVÉ INDEXY ANORGANOGENŮ

FOSFOR / ŽELEZO

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	29,93	41,78	12,17	243 %
Kůra	16,86	4,21	1,84	816 %
Dřevo	11,28	19,68	3,49	463 %
Šiška	48,66	20,92	1,39	3400 %

Obsahový index v kůře, dřevě a šíškách výrazně diagnostikuje ekotypy.

FOSFOR / SÍRA

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	1,61	0,47	1,07	243 %
Kůra	0,34	0,09	1,51	1578 %
Dřevo	1,00	0,23	0,44	340 %
Šiška	1,77	0,39	0,58	354 %

Obsahový index ve všech morfostrukturách výrazně diagnostikuje ekotypy, zvláště svou jednotou v kůře a šíškách.

FOSFOR / ZINEK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová difference
Jehlice	69,22	57,77	36,94	87 %
Kůra	13,35	3,39	9,31	294 %
Dřevo	79,89	21,34	30,11	274 %
Šiška	80,00	52,44	18,00	344 %

Obsahový index v kůře a v šíškách výrazně diagnostikuje ekotypy.

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	4,33	2,99	4,52	51 %
Kůra	1,82	0,61	4,66	664 %
Dřevo	11,40	3,89	19,64	405 %
Šiška	47,62	23,60	35,95	102 %

Obsahový index v kůře a dřevě výrazně diagnostikuje ekotypy.

SÍRA / ŽELEZO

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	18,64	88,64	11,41	675 %
Kůra	49,19	46,73	1,22	3932 %
Dřevo	11,25	82,43	8,02	928 %
Šiška	27,50	53,96	2,40	2148 %

Obsahový index ve všech morfostrukturách velmi výrazně diagnostikuje ekotypy.

SÍRA / MANGAN

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	2,70	6,34	4,24	135 %
Kůra	5,30	27,84	3,08	804 %
Dřevo	11,36	16,29	45,11	297 %
Šiška	26,91	60,87	61,96	130 %

Obsahový index ve dřevě, zvláště v kůře, výrazně diagnostikuje ekotypy.

DRASLÍK / HOŘČÍK

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	10,93	4,45	6,46	146 %
Kůra	21,56	1,95	2,29	1006 %
Dřevo	3,72	3,30	2,46	51 %
Šiška	8,09	5,36	1,08	649 %

Obsahový index v šíškách a v kůře velmi výrazně diagnostikuje ekotypy.

VÁPŇÍK / MANGAN

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	8,31	22,22	10,72	167 %
Kůra	16,17	30,99	30,02	92 %
Dřevo	111,91	81,61	31,98	250 %
Šiška	32,86	288,24	72,92	777 %

Obsahový index v šíškách velmi výrazně diagnostikuje ekotypy.

HOŘČÍK / MANGAN

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	1,08	9,32	1,29	763 %
Kůra	0,49	0,73	1,40	186 %
Dřevo	1,24	1,20	2,69	124 %
Šiška	12,89	7,32	9,69	76 %

Obsahový index v jehlicích velmi výrazně diagnostikuje ekotypy.

ŽELEZO / MANGAN

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	0,14	0,07	0,37	429 %
Kůra	0,11	0,15	2,53	2200 %
Dřevo	1,01	0,20	5,62	2710 %
Šiška	0,98	1,13	25,82	2535 %

Obsahový index ve všech morfostrukturách velmi výrazně diagnostikuje ekotypy.

HLINÍK / FOSFOR

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	1,84	0,03	0,04	6033 %
Kůra	0,04	0,19	0,16	375 %
Dřevo	0,03	0,01	0,01	200 %
Šiška	0,01	0,07	0,34	3300 %

Obsahový index v kůře a zvláště v šíškách a v jehlicích výrazně diagnostikuje ekotypy.

Ekotyp	Středomoravský	Jesenický	Beskydský	Ekotypová diference
Jehlice	0,08	0,11	0,12	50 %
Kůra	0,02	0,02	0,04	100 %
Dřevo	0,07	0,05	0,21	320 %
Šiška	0,29	0,15	0,50	233 %

Obsahový index ve dřevě výrazně diagnostikuje ekotypy.

Výsledky studie prokázaly, že dané ekotypy se výrazně odlišují ekofyziologickou konstitucí. Ekofaktory výrazně ovlivňují úhrnné množství prvků v morfostrukturách ekotypů, jejich distribuční a akumulací procesy v jehlicích, kůře, dřevě a v šíškách. Ekotypové difference anorganogenů u stromů dosahují řádově až několik stovek procent a difference obsahových indexů dokonce několik tisíc procent. Rovněž ekotypové distribuční difference jsou převážně výrazně velké. Pro prvkovou diagnostiku ekotypů se jeví v pořadí vhodnosti šišky (12 markerů), dále kůra a dřevo (10 markerů) a jehlice (6 markerů).

Ekofyziologické konstituční rozdílnosti moravských ekotypů smrku jsou vedle jiných faktorů dány především geochemickým podkladem a fyzikálně-chemickými vlastnostmi půdy, především pH a obsahem prvků. Jejich hodnoty jsou v posledních desetiletích, zvláště v Beskydech, značně ovlivněny agresivní imisní činností, především okyselením SO_3 — dešti a spadem kovů, zvláště těžkých. Jejich afyziologické hodnoty mají mimo jiné za následek narušení kořenového vlášení, zvláště jeho membránových systémů. Mění se rovněž přístupnost minerálů do absorpčního systému dřeviny, antagonisticko-synergistické vztahy mezi prvky a ovlivňují se poté i jejich distribuční a akumulací procesy ve stromu.

ZÁVĚR

Na základě anorganických analýz morfostruktur smrku ztepilého v odlišných ekotopech byly získány výsledky, které mají nejen teoretický, ale i praktický význam:

1. Detailně kvantifikují minerální složení jehlic, kůry, dřeva a šišek tří moravských ekotypů z oblasti Dražanské vrchoviny, Jeseníků a Beskyd a zpřesňují jejich ekofyziologickou konstituci. Ekotypové difference anorganogenů v morfostrukturách stromů dosahují řádově až několik stovek procent a obsahových indexů dokonce několik tisíc procent.
2. Obsahů anorganogenů (S, K, Ca, Fe, Na, Al) v morfostrukturách stromů lze využít k diagnostice těchto ekotypů, současně k dendroindikaci kovů i nekovů v daném geochemickém prostředí a průmyslových imisí.
3. Některé morfostruktury daných ekotypů jsou významnými akumulátory anorganogenů. Dají se využít k asanaci kovů a ke zlepšení životního prostředí, rovněž při biotechnologickém zpracování odpadní biomasy smrku ze studovaných oblastí.
4. Výsledky jsou významné i z hlediska výzkumu biogeochemických cyklů v lesních ekosystémech i v praktických opatřeních při regulaci vnášení minerálů do lesních půd v souladu s fyziologií výživy smrku ztepilého.
5. Výrazně velké difference v obsahu anorganogenů a v obsahových indexech v morfo-

strukturách daných ekotypů ukazují na závažné fyziologické změny v jejich minerální výživě a sprážených fyziologických procesech. Tyto změny způsobené imisemi jsou jednou z hlavních příčin patofyziologických procesů smrku s jeho následným odumíráním v kontaminovaných oblastech.

Literatura

- ANONYMUS: Registr zdrojů znečištění ovzduší. Ostrava, SmKNV — odbor VLHZ, KHS, ČTIO 1982.
- DVORSKÝ, J.: Příspěvek ke studiu produkčních vlastností středomoravského chlumního ekotypu *Picea excelsa* L. AUPO, Fac. rer. nat., 81, Biologica, 24, 1984, s. 43-70.
- DVOŘÁK, M. — KUPKA, J.: Minerální výživa. In: Sborník z konference Dny rostlinné fyziologie v Brně 1980, s. 18-27.
- KANTOR, J.: Semenářská charakteristika a dvouleté potomstvo výběrových stromů vysokohorského ekotypu smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link.) z Hrubého Jeseníku. Acta Mus. sil. dendrol., 28, 1979, s. 1-17.
- MENŠÍK, P.: Stanovení obsahu biogenních makro- a mikroelementů plamenovou atomovou absorpcí v rostlinném materiálu. AUPO, Fac. rer. nat., 55, Biologica 17, 1977, s. 113-121.
- MENŠÍK, P.: Photometrische Bestimmung vom Phosphor im biologischen Material. AUPO, Fac. rer. nat., 67, Biologica, 22, 1980, s. 131-137.
- NOVÁČEK, F.: Variabilita a korelace morfologických vlastností propagačních jednotek středomoravského chlumního ekotypu smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.]. Acta Mus. sil. dendrol., 24, 1975, s. 121-124.
- NOVÁČEK, F.: Anorganogenakkumulation in Samen und Sämlingen vom Mittelmährischen Hügellandesökotypus und des Gesenkesubalpinökotypus der Gemeinen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.]. AUPO, Fac. rer. nat., 59, Biologica, 18, 1978, s. 33-45.
- NOVÁČEK, F.: Accumulation of inorganogens in seeds of forest woody plants from various altitudes. AUPO, Fac. rer. nat. 71, Biologica, 21, 1981, s. 43-60.
- NOVÁČEK, F.: Histologicko-morfologická distribuce bioelementů v diasporách lesních dřevin a indikace kovových emisí. In: Sborník z V. celostátní semenářsko-šlechtitelské konference v Deštné v Orlických horách. 1983, s. 113-114.
- NOVÁČEK, F.: Morfostrukturální, morfotopografické a ekofyzické aspekty minerálního složení odpadní biomasy lesních dřevin v interakci s jejím biotechnologickým zpracováním. AUPO, Fac. rer. nat., 81, Biologica, 24, 1984, s. 87-146.
- NOVÁČEK, F. — JURČÁK, J.: Ekologické aspekty v anatomicko-fyziologických vlastnostech semenáčků moravských ekotypů [*Picea abies* (L.) Karst.]. AUPO, Fac. rer. nat., 87, Biologica, 26, 1986, s. 21-44.
- NOVÁČEK, F.: Patofyziologické aspekty v minerálním složení pletiv adultních stromů lesních dřevin. Lesnictví (v tisku 1990).
- POSPÍŠIL, J. — SIMANČÍK, F.: Contribution to characteristics of spruce cones and seeds [*Picea abies* (L.) Karst.] from mountain regions. Acta Univ. agric., Rada C, 38, 1969, č. 2, 113-128.
- VINCENT, G. — VINCENT, J.: Ekotypy smrku ztepilého, jejich vzrůst a produkce. Lesn. Čas., 10, 1964, č. 2, s. 111-132.

Došlo dne 3. 1. 1989

НОВАЧЕК, Ф. (Биологический факультет Университета Палацкого, Оломоуц): Использование анорганогенов для экофизиологической диагностики ели европейской [*Picea abies* (L.) Karst.]. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 405-419.

На основании анорганических анализов морфоструктур ели европейской в различных экотипах были получены результаты, у которых имеется не только теоретическое, но и практическое значение. Детально квантифицируют минеральный состав и объемные индексы хвои, коры, дерева и шишек трех моравских экотипов из области Драганске врховины, Есеника и Бескид и уточняют их экофизиологическую конституцию. Экотиповые дифференции анорганогенов в морфоструктурах деревьев достигают порядково почти нескольких сот процентов и объемных индексов наконец нескольких тысяч процентов. Содержание анорганогенов (S, K, Ca, Fe, Na, Al) в морфоструктурах деревьев и индексов (P/Fe, P/S, P/Zn, P/Mn, S/Fe, S/Mn, K/Mg,

Co/Mn, Mg/Mn, Fe/Mn, Al/P, Si/Mn) можно использовать для диагностики данных экотипов, составных частей дендроиндикации металлов и неметаллов в данной геохимической среде и промышленных эмиссиях. Некоторые морфоструктуры данных экотипов являются значительными аккумуляторами и асаматорами анорганогенов. Знания можно использовать для улучшения жизненной среды и во время биотехнологической обработки отходной биомассы елей из данных областей. Результаты являются значительными и с точки зрения исследования биохимических циклов в лесных экосистемах и в практических мероприятиях при регулировке вноса минералов в лесные почвы в соответствии с физиологическим питанием елей. Выразительно большие дифференциации в содержании аноргенов и в объемных индексах в морфоструктурах данных экотипов указывают на важные физиологические изменения в их минеральном питании и сопряженных физиологических процессах. Эти изменения обусловленные эмиссиями являются одной из главных причин патофизиологических процессов елей и их последующим отмиранием в зараженных областях.

дендрофизиология; экотипы елей; минеральное питание; имиссия

NOVÁČEK, F. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc): *Using inorganogens for ecophysiological diagnostics of Norway spruce [Picea abies (L.) Karst.]*. Lesnictví, 36, 1990 (5) : 405-419.

Inorganic analyses of the morphological structures of Norway spruce in different ecotypes provided results which have both theoretical and practical importance. They quantify in detail the mineral composition and the content indices of the needles, bark, wood and cones in three Moravian ecotypes coming from the region of the Drahanská Uplands, the Jeseníky Mts. and the Beskids. Accuracy of their ecophysiological constitution is improved. The ecotype differences of inorganogens in the morphological structures of the trees are of the order of several hundred percent and those in the content indices even several thousand percent. The contents of inorganogens (S, K, Ca, Fe, Na, Al) in the morphological structures of the trees as well as the indices (P/Fe, P/S, P/Zn, P/Mn, S/Fe, S/Mn, K/Mg, Ca/Mn, Fe/Mn, Al/P, Si/Mn) can be used for the identification of these ecotypes as well as for the dendroindication of metals and non-metals in the given geochemical medium and industrial immissions. Some morphological structures of the given ecotypes are significant accumulators and "sanitators" of inorganogens. The findings can be used for improving the environment and for biotechnological processing of the waste biomass of spruce in the given regions. The results are also significant from the viewpoint of research on the biogeochemical cycles in the forest ecosystems and in practical measures taken to regulate the introduction of minerals in forest soils (in keeping with the physiology of spruce nutrition). The large differences in the contents of inorganogens and in the content indices in the morphological structures of the given ecological types draw attention to the serious physiological changes in the mineral nutrition of the trees and in the associated physiological processes. These changes, ascribed to immissions, are among the main causes of the pathophysiological processes in spruce that kill the spruce forests in the contaminated regions.

дендрофизиология; spruce ecotypes; mineral nutrition; immissions

NOVÁČEK, F.: (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc): *Anwendung von Anorganogenen zur ökophysiologischen Diagnostik der Gemeinen Fichte [Picea abies (L.) Karst.]*. Lesnictví 36, 1990 (5) : 405-419.

Anhand anorganischer Analysen von Morphostrukture der Gemeinen Fichte wurden in unterschiedlichen Ökotypen Ergebnisse gewonnen, die nicht nur von theoretischer, sondern auch praktischer Bedeutung sind. Sie quantifizieren im Detail die mineralische Zusammensetzung und die Gehaltsindizes der Nadeln, der Rinde, des Holzes und der Zapfen dreier mährischer Ökotypen aus dem Territorium des Drahanská-Hügellands, der Gesenke und der Beskiden und präzisieren ihre ökophysiologische Konstitution. Die Ökotypendifferenzen der Anorganogene in den Morphostrukturen der Bäume erreichen größenordnungsmäßig bis zu einigen Hunderten Prozent und die der Gehaltsindizes sogar einige Tausende Prozent. Die Ge-

halte der Anorganogene (S, K, Ca, Fe, Na, Al) in den Morphostrukturen der Bäume sowie die Indexe (P/Fe, P/S, P/Zn, P/Mn, S/Fe, S/Mn, K/Mg, Ca/Mn, Mg/Mn, Fe/Mn, Al/P, Si/Mn) können sowohl zur Diagnostik dieser Ökotypen als auch zur Dendroindikation von Metallen und Nichtmetallen im gegebenen geochemischen Milieu und Industrieimmissionen angewandt werden. Einige Morphostrukturen der gegebenen Ökotypen sind bedeutsame Akkumulatoren und Assanatoren der Anorganogene. Diese Erkenntnisse können zur Verbesserung der Umweltbedingungen und bei der biotechnologischen Verarbeitung der Abfallbiomasse der Fichte aus den angeführten Gebieten ausgenützt werden. Die Ergebnisse sind bedeutungsvoll auch vom Gesichtspunkt der Erkundung biogeochemischer Zyklen in Waldökosystemen sowie der praktischen Maßnahmen bei der Regelung der Einströmung von Mineralien in die Waldböden im Einklang mit der Ernährungsphysiologie der Fichte. Eine markant große Differenz im Gehalt der Anorganogene und in den Gehaltsindices in Morphostrukturen der gegebenen Ökotypen weisen auf schwerwiegende physiologische Veränderungen in deren mineralischer Ernährung und verkuppelten physiologischen Prozessen hin. Diese, auf die Immissionen zurückzuführende Veränderungen sind eine der Hauptursachen der pathophysiologischen Prozesse der Fichte mit deren nachfolgendem Absterben in den kontaminierten Gebieten.

Dendrophysiologie; Fichten-Ökotypen; Mineralernährung; Immissionen

Adresa autora:

Doc. RNDr. František Nováček, DrSc., Přírodovědecká fakulta UP, Leninova 26, 771 47 Olomouc

MALÍ LOVEČTÍ PSI — CHOV A VÝCVIK

MVDr. Jaroslav Švec, JUDr. Petr Hrabák, Olga Hrabáková

SZN Praha, 1988, 296 s., 13 tab., 112 čb. obrázků, 40 bar. obrázků, cena 26 Kčs

Akademik ČSAV Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.,

Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, odd. lesních ekosystémů, Botanická 8, 602 00 Brno

Pro širokou obec kynologů, milovníků psů a přírody vůbec vyšla velmi názorná a polygraficky dobře vybavená paperbacková publikace autorů MVDr. Jaroslava Švece, JUDr. Petra Hrabáka a Olgy Hrabákové *Malí lovečtí psi — chov a výcvik*. Kniha vyšla péčí Státního zemědělského nakladatelství ve sbírce *Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství* a má 296 stran.

Kniha má velmi pobízivý úvod a obsahuje celý soubor informací, potřebných pro chov a práci malých loveckých psů. Je zde doložen význam těchto psů pro myslivost a jsou tu dobré rady, jak vést řízený chov malých loveckých plemen.

Ve stručné formě je pojednáno o dědičných základech řízeného chovu a v návaznosti na něm se uvádí odchov a výchova štěňat. Instruktivně je uvedena péče o malého loveckého psa. Jsou zde citovány také příslušné právní předpisy. Velmi názorná je kapitola o výcviku těchto psů s cenným a moderním výkladem etologických a zoopsychologických zásad výcviku. Zvlášť je pojednáno o norování, zkouškách a soutěžích, včetně jejich rozhodování.

Na závěr jsou uvedena hlavní plemena malých loveckých psů, chovaných v Československu, jejichž hlavní představitelé jsou vyobrazeni na barevných křídových přílohách, což velmi pomáhá názornému rozlišení jednotlivých plemen. Práce končí pojednáním o úpravách psů a jejich přípravě na výstavy. Kniha obsahuje stručný soupis hlavních titulů příslušné literatury a stručný souhrn, spíše abstrakt, v češtině, ruštině, němčině a maďarštině.

Publikace je vytištěna na papíru patřičné kvality a mimo již zmíněné barevné fotografie, většinou velmi zdařilé, obsahuje soubor černobílých fotografií, v některých případech méně kontrastních. Je vybavena zejména v závěrečné části, celým sledem potřebných perokreseb, které lépe než fotografie znázorňují některé skutečnosti, jako například schémata nory, plemenný standard atd.

Kniha jistě způsobuje radost všem milovníkům psů a splňuje dokonale své odborné i kulturní poslání.

Akademik ČSAV Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, odd. lesních ekosystémů, 602 00 Brno, Botanická 8

EKOLOGICKÉ ASPEKTY HAVÁRIE V ČERNOBYLSKÉ ATOMOVÉ ELEKTRÁRNĚ

V noci z 25. na 26. dubna 1986 došlo na čtvrtém energobloku Černobylské elektrárny (ČAE) k havárii, která se svými následky řadí k nejtěžším v historii lidstva. Během pokusů, které odporovaly předpisům a prováděli je pracovníci nedostatečně kvalifikovaní, došlo k hrubému porušení pravidel využívání reaktoru. V důsledku intenzivní tvorby páry v aktivní zóně reaktoru vzrostla kladná reaktivnost, což vedlo k náhlému zvýšení jeho výkonu. Výsledkem toho byly dva po sobě následující tepelné výbuchy, které vyvrátily ochranný 100tunový poklop reaktoru a demolovaly budovu. Na různých místech energobloku vznikly požáry, vzplál grafit. Podle výpočtu odborníků dosáhl celkový výdej radioaktivních produktů štěpení za hranice havarovaného bloku od 26. dubna do 6. května 1986, kdy se emise v podstatě skončila, více než $18,5 \cdot 10^{17}$ Bq, tj. okolo 3,5 % celkového obsahu radionuklidů v reaktoru.

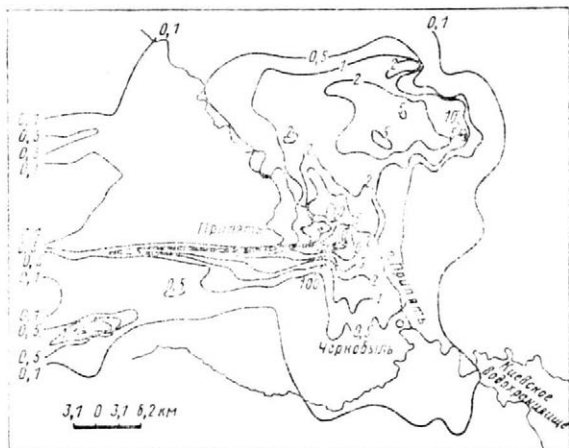
Ve velmi krátkých lhůtách se na území, dotčeném radioaktivním zamořením, rozvinuly práce ke zkoumání následků havárie ve velkém měřítku. V rámci lesnického oddílu komplexní radioekologické expedice Akademie věd SSSR se vědeckých výzkumů účastnili autoři této stati.

CHARAKTERISTIKA HAVARIJNÍ EMISE

Složení radionuklidů v emisi nebylo stejnorodé a měnilo se v čase. V její první etapě převládaly izotopy inertních plynů (Kr, Xe) a také těžké izotopy ^{132}Te a ^{131}I . Později se skladba radionuklidů začala přibližovat skladbě paliva. V dnešní době největší nebezpečí představují radionuklidy ^{137}Cs pro dlouhý poločas rozpadu i poměrně značné množství, v menší míře pak radionuklidy ^{90}Sr , ^{144}Ce , ^{106}Ru a ^{134}Cs .

Během prvních dní po výbuchu tok zahřátých plynů a aerosolů, vycházející z poškozeného reaktoru, stoupal do výšky větší než 1 km. Pohyb vzdušných mas v tu dobu směřoval k západu a severu, po 29. dubnu 1986 k jihu. Jedenáct oblastí v SSSR bylo radioaktivně zamořeno, což je území s více než 17 milióny obyvatel. Nejvíce byly zasaženy Gomelská a Mogilevská oblast Běloruské SSR, Kijevská a Žitomirská oblast Ukrajinské SSR a Brjanská oblast RFSSR. Zvýšení radioaktivity nad pozadí zaznamenali, jak známo, i za hranicemi SSSR.

V době emise radioaktivních látek z havarovaného reaktoru se změnila její intenzita i směr větru v širokých mezích a proto znečištění území je velmi nerovnoměrné. Tuhé částice v závislosti na disperzním stupni sedimentovaly rychle ze vzdušného proudu na podklad. Látky ve skupenství plynném se prakticky nezadržovaly v místě, avšak během



1. Schéma pole gama záření v oblasti havárie k 1. květnu 1987. Údaje v mR . h⁻¹

průchodu územím zřejmě způsobily zatěž vysokými dávkami ionizujícího záření. Na podíl vysoce těkavých sloučenin připadala 26. dubna 1986 víc než polovina veškeré aktivity emise. Stopa tohoto radioaktivního oblaku, vedoucího daleko k západu od ČAE, se jasně rysuje na schematu pole gamma-záření (obr. 1).

Hodnota dávkové zátěže podstatně závisí na množství radionuklidů s krátkým poločasem rozpadu ve skladbě emitovaných radioaktivních látek. V první dny emise podíl radionuklidů s poločasem rozpadu do 10 dní činil více než 80 %. Po přerušení emise nových porcí radioaktivních látek se síla dávky začala rychle snižovat v důsledku rozpadu krátkodobých radionuklidů. Už za 12 až 15 dní se síla expoziční dávky dvakrát snížila; za 100 dní to bylo snížení více než desetinásobné.

Po katastrofě byla kolem ČAE vytvořena třicetikilometrová zóna, z níž v krátké lhůtě bylo úplně evakuováno obyvatelstvo. Celkový počet evakuovaných činil po havárii 120 tisíc osob. Ne tak dávno bylo přijato usnesení o doplňkové evakuaci lidí ze zamořených sídel vně hranic zakázané zóny. Ta představuje kruhovou plochu okolo 2800 km². Její území bylo uznáno jako nebezpečné pro pobyt, bylo uzavřeno pro průjezd i pro vstup obyvatelstva s cílem zabránit přenosu radioaktivních látek za jeho hranice. Je třeba poznamenat, že nehledě na zákazy se okolo 2 tisíc obyvatel vrátilo do opuštěných domů v zóně (podle údajů k začátku roku 1989).

Prakticky veškerá plocha 30kilometrové zóny je vyňata z obhospodařování, avšak v jejích hranicích jsou pozemky, jejichž radioaktivní zamoření je poměrně nevelké a ve výhledu bude možno vrátit je k využívání.

PŘÍRODNÍ POMĚRY OBLASTI HAVÁRIE

Plocha nejvíce zamořená radionuklidy se nachází v jihozápadní části Východoevropské roviny a zčásti v Polesí v povodí řeky Pripjati. Oblast je charakterizována rovinným, slabě členěným reliéfem, mírně kontinentálním podnebím; průměrné roční množství srážek činí 650 až 700 mm. Mateřskými horninami půd jsou hlavně písčné fluvioglaciální a aluviální sedimenty.

V území výzkumů jsou zastoupeny drnovo-podzolové písečné a písčito-hlinité půdy, někdy oglejené, spolu s rašeliništi ve sníženinách a v lužích toků. Půdy se vyznačují nevysokou přírodní úrodností, jsou kyselé a slabě kyselé (vodní pH 4,0 až 5,5).

Lesnatost krajiny v Polesí dosahuje 70 %, přičemž podle druhové skladby 65 % představuje borovice lesní. Na celém znečištěném území převládají borové porosty s malým podílem lesů listnatých (bříza, dub, olše lepkavá). Bory pocházejí většinou z umělé obnovy, průměrné stáří okolo 40 let, bonita 1 až 2, průměrné zakmenění 0,8 až 0,9.

RADIAČNÍ POŠKOZENÍ LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ A CHARAKTER JEJICH ZAMOŘENÍ RADIONUKLIDY

Borovice přísluší k dřevinám nejcitlivějším na účinky ionizujícího záření: hodnoty prahové dávky pronikavého záření nejsou pro ni vyšší než 10 Gy. To způsobilo, že bory v protikladu k listnatým porostům v zóně havárie jsou převážně poškozeny. Na místech, kde borovice odumřela nebo byla silně poškozena (subletální stav), listnáče — i když utrpěly — zůstaly plně životaschopné (obr. 2).

Obraz radiačního poškození lesů se utvářel hlavně ke konci vegetačního období 1987. V té době plocha odumřelých porostů činila víc než 400 ha; na poněkud větší ploše bylo zaznamenáno poškození lesa různé intenzity.

Podle souboru příznaků radiačního poškození je možno borové porosty rozdělit do čtyř skupin:

1. Úplně odumřelá nadzemní část borů;
2. Částečná nekróza starších ročníků jehličí a spících pupenů a úplné odumření mitotický aktivních tkání; téměř úplné odumření nárostů borovice o výšce průměrně do 2 m;
3. Částečná nekróza dělivých tkání; v morfologické a anatomické struktuře růstových orgánů jsou odchylky od normálu různého stupně;
4. Bez zřejmých morfologických změn; radiační působení se projevuje na genetické úrovni.

Hodnocení celkových přijatých dávek, jak je získaly uvedené skupiny porostů, je spojeno s velkými potížemi, poněvadž je k tomu nutné určit dávky záření beta a gamma z prošliých radioaktivních oblaků, dávky z radionuklidů, které sedimentovaly na povrchu půdy a dávky záření, podmíněné radioaktivními látkami, zadrženými na nadzemních orgánech dřevin. Kromě toho velká složitost a dynamičnost, s níž se utvářela radiační situace podle míst (nestejnorodá skladba a fyzikálně-chemické vlastnosti emisí, různé množství depozice radioaktivních látek, během času se měnící meteorologické podmínky), činí retrospektivní určování přijatých dávek velice přibližným.

V důsledku vysoké intercepční schopnosti korun borových porostů pro vypadávající radioaktivní aerosoly, hlavní část radionuklidů se po emisi soustředila v korunách lesních porostů. Proto velký podíl v zátěži dřevin dávkou záření má beta záření. Je tomu tak i pro poměrně nevelké rozměry životně důležitých orgánů stromů (pupenů, jehličí) vzhledem k délce drah částic beta záření v rostlinné tkáni.



2. Smíšený porost, poškozený radioaktivním zářením



3. Zkrácené výhony borovice lesní, vzniklé ze spících pupenů, které se zachovaly po ozáření. Pravděpodobná dávka ionizujícího záření činila 5 až 10 Gy

O hodnotě pohlcené dávky je možno soudit do určité míry podle stupně a charakteru radičního poškození porostů, tak jak je dostatečně dobře poznána závislost mezi dávkou a efektem u borovice. Opíraje se o soubor dat je možno předpokládat, že porosty 1. skupiny dostaly ke konci vegetačního období 1986 dávku vnějšího ozáření gamma ne menší než 80 až 100 Gy, porosty 2. skupiny 10 až 15 Gy, 3. skupiny 5 až 7 Gy a 4. skupiny ne víc než 2 až 3 Gy.

Odumření borovic v blízkosti destruovaného reaktoru bylo zjištěno už v prvních dnech po havárii. Navenek se projevilo rezavěním jehliček i poměrně rychlým jeho opadem — vytvářel se „rezavý les“. Na těch místech, kde borovice totálně odumřela, radiční poškození břízy — dřeviny rezistentnější vůči radioaktivnímu záření — se projevilo zežloutnutím části listů a jejich opadem. V roce 1987 u části těchto stromů se objevily v různém množství nové výhony ze spících pupenů, a to s gigantickými listy, jejichž plocha převýšila téměř o řád plochu listů normálních. Se zvětšující se vzdáleností od ČAE a od osy radioaktivní stopy se zvětšoval počet přežívajících stromů.

Výsledkem ozáření korun borovice bylo odumření značného počtu růstových i spících pupenů. Následující silné rozrůstání jehlic a vznik adventivních výhonů je možno pokládat za druhotný efekt ozáření. Může to být způsobeno účinkem určitých regulujících mechanismů i přerodělením živných látek po odumření velkého počtu aktivních růstových míst (obr. 3). Účinkem těchto mechanismů se zřejmě vysvětluje zvětšená dél-

ka života jehlic, což se pozorovalo při kontrole silně poškozených stromů, a také zjištěná změna v jejich anatomii. Vcelku obnovní procesy u borovice probíhají v období po havárii velmi aktivně i v silně poškozených porostech.

Stav lesů v hranicích 30kilometrové zóny byl do doby havárie ČAE plně uspokojivý, nehledě na značné rozšíření kořenovníku (troudnatce) vrstevnatého s červenou hnilobou. Po havárii byly na celém území zóny přerušeny pěstební zásahy, udržující zdravotní stav borových porostů a začalo jejich osídlování dřevokazným hmyzem. Stromy, které dostaly v roce 1986 smrtelnou dávku záření, v témže roce byly plně osídleny podkorním hmyzem, avšak borovice, které přežily ozáření za havárie, ač třeba velmi silně poškozené a po ztrátě velké části jehličí i pupenů, byly nalétnuty v následujících rocích jen slabě. Nebyla zjištěna ani ohniska listožravého hmyzu či zvětšení jejich počtu po havárii.

Rostlinstvo spodního patra reagovalo na radioaktivní znečištění dvojím způsobem. V nejvíce zamořených místech lesa zároveň s odumřením nebo oslabením borovice byl zjištěn částečný zánik vřesu, kostřavy ovčí, biky chlupaté i smilky tuhé. Odumřelá pokrývka půdy zaujímala široká prostranství nebo tvořila ostrůvky o průměru až několika metrů. Zároveň v důsledku snížení konkurence o světlo a živiny oslabenými nebo odumřelými rostlinami pod korunami lesa se objevily nové druhy: vrbovka úzkolistá, fialka polní, starčky a kuřinka. Některé vegetativně se množící druhy rozšířily plochu svého růstu.

ZVLÁŠTNOSTI MIGRACE RADIONUKLIDŮ

Vlivem srážek a větru se radioaktivní látky v čase přemísťovaly z korun lesa dolů a ustalovaly se na povrchu půdy. Očištění korun napomáhal i opad zamořeného jehličí ročníků do roku 1986. Takový ráz přerozdělení radioaktivních látek vedl k tomu, že již za několik měsíců po havárii až 90 % celkové zásoby radionuklidů na jednotku plochy se nacházelo ve slabé vrstvě čerstvého opadu a nadložního humusu o síle 1 až 2 cm.

Koncem roku 1988, tedy více než 2,5 roku po neštěstí, až 98 % radionuklidů se nacházelo ve svrchní pěticentimetrové vrstvě nadložního humusu a půdy, což svědčí o poměrně nevelké rychlosti jejich migrace. Speciální výzkumy ukázaly, že největší množství radionuklidů bylo obsaženo v hloubkách 2 až 4 cm, na povrchu a ve fermentační vrstvě nadložního humusu. Směrem dolů v půdním profilu jejich množství rychle ubývalo a od hloubky průměrně 10 cm se ustálilo na hodnotách blízkých k pozadí.

Výsledky gamma-spektrometrického určování množství radionuklidů podle horizontů v půdním profilu byly potvrzeny i údaji radiometrie po vrstvách. Zjištěné rozložení radioaktivních látek v půdním profilu borových porostů se vysvětluje postupným překrýváním nejvíce znečištěné svrchní vrstvy nadložního humusu opadem jehličí a bylinných druhů rostlin i narůstáním mechů. Tak probíhá svým způsobem samovolné očišťování lesní biogeocenózy, zaclonění nadzemní části rostlin a pozemních živočichů před účinky ionizujícího záření (hlavně záření beta). Efekt samočištění se zřejmě projevuje tím výrazněji, čím nižší je stupeň



4. Likvidace odumřelého zamořeného lesa pohřbením do země

poškození lesních porostů. Vysoké radioaktivní zamoření vede ke snížení produktivnosti fytoocenózy a k zmenšení množství každoročního opadu jehličí i přízemní vegetace. Na místech odumřelého nebo silně poškozeného lesa je nárůst nadložního humusu zpomalen a dochází k němu jen vlivem rozrůstání bylinné vegetace, keřů a mechů. Proto na takových místech nedochází k intenzivnímu zakrývání vysoce aktivní vrstvy na povrchu nadložního humusu opadem.

V procesu mineralizace opadu se určité množství radionuklidů, nacházejících se v pohyblivé formě, vymývá do hloubky nadložního humusu. Největší schopnost k migraci mezi radionuklidy s dlouhým poločasem rozpadu (které se ve značném množství podílely na havarijní emisi) jeví izotop ^{90}Sr , jeho obsah ve skladbě aerosolů byl však nevelký. Ve srovnání s ním izotopy ^{137}Cs , ^{144}Ce a ^{106}Ru se značně pevněji usazují v půdním profilu. Je třeba poznamenat, že v půdách písčinych, slabě humozních a ochuzených o jílové minerály, jak jsou rozšířeny v havarijní zóně, jsou výměnné a sorbční procesy oslabeny. Proto je třeba očekávat poměrně rychlý postup radionuklidů do hloubky půdy.

Avšak rychlost migrace radioaktivních látek nebude zřejmě překračovat v lineárním smyslu několik centimetrů za rok. Proto podle všeho zdání nedojde ke znečištění podzemních vod v blízké době. Nutno poznamenat, že k ochraně podzemních vod a vodních nádrží před vpádem radionuklidů se uskutečnily vodoochranné práce v širokém měřítku. Mezi nimi bylo zřízení zástěn proti filtraci a drenážní clony na pozemcích ČAE jakož i vybudování protipovodňových zahrazujících a filtračních hrází. Celkový objem přemístěných zemin činil 5 mil. m^3 .

V souladu se zákony radioaktivního rozpadu a také v důsledku migrace radionuklidů, jakož i vzpomenutých procesů samočištění biogeocenóz se síla dávky záření na zamořeném území trvale zmenšuje. Intenzita snižování této hodnoty je v různých porostech rozdílná. Je to spojeno s mnoha příčinami. Mezi nimi je možno uvést nestejný stupeň znečištění a poškození lesů, různý charakter nadložního humusu i půdní pokrývky v lesích, různorodou izotopickou skladbu depozice. Podle měření na osmi pokusných plochách se úhrnná síla dávky radioaktivního záření ve výšce 1 m nad povrchem půdy zmenšila za dva roky (mezi 1987 a 1989) v průměru 3,8krát a síla dávky gamma záření v téže výšce 2,2krát.

Rozložení hodnot síly dávky záření na ploše je závislé, jak jsme již ukázali, na meteorologických podmínkách v době emise, na vzdálenosti

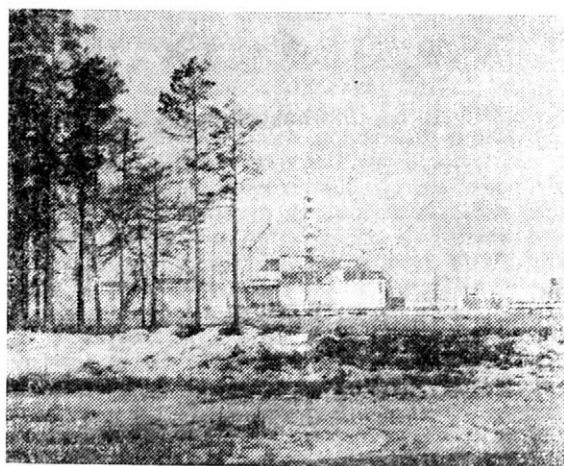
místa od poškozeného reaktoru, na struktuře lesních porostů i na dalších faktorech. Na místech, nacházejících se ve vzdálenosti okolo 30 km od ČAE, je rozložení hodnot celkem difúzní — s výjimkou řídkých, více kontaminovaných bodů, kde nacházíme dvojnásobné až 2,5násobné převýšení nad hodnotami průměrnými. Na plochách blízkých reaktoru byla zaznamenána větší pestrost v rozložení radionuklidů po terénu. V mnoha případech jsme zjistili, že plošky se zvýšenou úrovní radioaktivity jsou totožné se světlinami v lesních porostech, s místy těžeb a s průseky.

LIKVIDACE ODUMŘELÝCH LESNÍCH POROSTŮ A PERSPEKTIVY HOSPODAŘENÍ V HAVARIJNÍ ZÓNĚ

Totálně odumřelý masív borů o ploše víc než 400 ha poblíž havarovaného reaktoru ČAE představoval velké nebezpečí požáru. V případě požáru by, kromě jiného, vznikala hrozba dodatečného znečištění území radionuklidy. Proto byl odumřelý les v krátké lhůtě po havárii vykloučen a jeho biomasa na místě zahrnuta v hlubokých příkopech (obr. 4). Na jeho místě byly vysety traviny. Na velké ploše byla odebrána svrchní vrstva půdy — odvezeno bylo více než 2 mil. m³ kontaminované zeminy. Zoráno bylo okolo 70 km lesních průseků. Nevelké plochy odumřelého lesa byly zachovány na stojato, aby sloužily vědeckým výzkumům (obr. 5). S cílem upevnění písečných půd je plánováno celkové zalesnění desaktivovaných půd, a to hlavně listnáči.

Lesní porosty uvnitř vnitřní zóny s nejprísnejším uzavřením o poloměru 10 km okolo havarovaného energobloku ČAE budou plnit hygienicko-ochrannou funkci, avšak v lesích vnější zóny do hranice 30 km bude možná těžba dříví pro potřebu národního hospodářství.

Na větší části plochy 30kilometrové zóny se navrhuje zřídit experimentální objekty a rezervace k výzkumu radiobiologických, ekologických i fyzikálních problémů různého druhu. Bude se realizovat i stálý monitoring zamořených pozemních ekosystémů. V roce 1988 bylo v hra-



5. K výzkumům uchovaný žbytek borového porostu v blízkosti havarovaného čtvrtého energobloku Černobylské elektrárny



6. Měření dávky záření v poškozeném boru u Černobylské atomové elektrárny

nicích zóny povoleno zemědělské hospodaření na ploše okolo 30 tisíc ha, jejichž radioaktivní znečištění bylo v mezích stanovených norem. Po provedení desaktivizačních prací a také podle míry přirozeného snižování ionizujícího záření budou převáděny další pozemky v havarijní zóně do hospodářského využívání.

Havárie čtvrtého energobloku Černobylské atomové elektrárny způsobila velké poškození přírodních ekosystémů, zdraví obyvatelstva a národního hospodářství. Bezprostředně v době výbuchu zahynuli 2 lidé, akutní nemocí z ozáření v různém stupni onemocnělo 237 osob, z nich 28 zemřelo v krátké době pro velkou přijatou dávku. Milióny lidí dostalo zvýšené dávky ozáření a jejich pozdní následky se již dnes začínají projevovat.

Podle oficiálních údajů k začátku roku 1988 činily celkové náklady na likvidaci následků havárie ČAE víc než 8 miliard rublů. Mnohem hůře lze spočítat škody, způsobené na zdraví lidí, na rostlinstvu i živočišstvu zamořených území. V dnešní době intenzivního využívání složité techniky se vznik havarijních situací stává čím dále tím více pravděpodobný, nehledě na přijímaná bezpečnostní opatření. Z tohoto hlediska zkušenosti z všestranného výzkumu ekologických a dalších následků černobylské katastrofy nabývají zvláštního významu.

Literatura

- АСМОЛОВ В. Г., БОРОВОЙ А. А., ДЕМИН В. Ф., КАЛУГИН А. К. и др.: Авария на Чернобыльской АЭС: год спустя. Атомная Энергия, 64, 1988, вып. I; 3-23.
ВОЗНЯК В. Я., КОВАЛЕНКО А. П., ТРОИЦКИЙ С. Н.: Чернобыль: события и уроки. Москва 1989. Политиздат, 280 с.
ИЗРАЭЛЬ Ю. А., СОКОЛОВСКИЙ В. Г., СОКОЛОВ В. Е., ВЕТРОВ Б. А. и др.: Экологические последствия радиоактивного загрязнения природных сред в районе аварии Чернобыльской АЭС. Атомная Энергия, 64, 1988, вып. I; 28-40.
Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ. Атомная Энергия, 61, 1986, вып. 5; 301-320.
КОВАЛЕНКО А. П., КАРАСЮК А. А.: Чернобыль сегодня и завтра. Киев 1988. Изд-во Общества »Знание«, 48 с.

A. B. Lysikov, J. D. Abatur, Laboratorija lesovedenia Akademie věd SSSR, Uspenskoje SSSR

Přeložil — ing. V. Krečmer, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

CELOSTÁTNÍ KONFERENCE O JIZERSKÝCH HORÁCH

Český výbor vodohospodářské společnosti ČSVTS, odborná skupina pro životní prostředí, podnik povodí Labe v Hradci Králové a Dům techniky ČSVTS Ústí nad Labem, pracoviště Liberec, uspořádaly v Liberci ve dnech 8.—10. 11. 1988 celostátní konferenci pod názvem Vodohospodářské důsledky imisní kalamity v Jizerských horách, v pořadí čtvrtou, která se zabývá neutěšeným stavem lesů v Jizerských horách v odstupu jen 12 let. Ve čtyřech tématických okruzích byl během tří dní, tentokrát bez obvyklé exkurze do terénu, hodnocen Ekologický vývoj ve vztahu k vodnímu hospodářství Jizerských hor, Hydrologie jejich půdně-vegetačního pokryvu, problematika Vodních toků v nich a Vodní hospodářství povodí tohoto horského celku, jehož zhoršující se stav bylo možné vidět na názorných diapozitivních vzhledu lesa zejména v hřebenové oblasti. Zhruba 30 přednesených referátů, které spolu s dalšími diskusními příspěvky by měly být vytištěny dodatečně ve sborníku, bylo doplněno o vystoupení prof. dr. Brechtela z Ústavu pro lesnickou hydrologii v Hannoveru-Mündenu v SRN, doc. Chen — Xiaoyonga z ČLR a dr. Wozniaka z Ústavu pro meteorologii a vodní hospodářství ve Vratislavi v PR. V zahajovacím příspěvku seznámil zástupce ONV Liberec se skutečností, že vážně je ohrožených více než 16 tisíc ha lesů, což je 74 % výměry lesa v okrese, že v důsledku eroze při těžebních operacích v likvidovaných porostech jsou protierozní opatření realizována z necelých 35 %, že není uspokojivý stav zalesňování včetně péče o nové kultury a čistotu lesa. Markantní je nedostatek pracovníků, bez výpomoci armády bude velmi obtížné zvládnout všechny úkoly, při čemž podle slov zástupce Severočeských státních lesů na obou Lesních závodech — Nisa a Frýdlant došlo proti době před působením imisím k dvojnásobnému zvýšení výrobních úkolů, při čemž odumírání porostů pokračuje, půda se dále okyseluje a zabuřeňuje velkoplošným způsobem. K tomu lze poznamenat zajímavý poznatek zástupce Lesprojektu v Jablonci nad Nisou ing. Navrátila, CSc., že právě tato ihned po odlesnění nastupující třtina jako buřň splňuje svým drnem protierozní úlohu, takže v Jizerských horách není problémem plošná, ale rýhová eroze v důsledku nepevných sváznic a přibližovacích linek po těžkých kolových traktorech a vyvážecích soupravách, jež nejsou sanovány skoro vůbec.

Prof. Čech, ředitel Ústavu aplikované ekologie a ekotechniky v Kostelci nad Černými lesy v dalším z úvodních referátů pojal problematiku imise velmi široce v tom, že skoro 50 % lidí v ČR žije ve znečištěných oblastech, že přímé škody na zemědělské a lesní produkci se z tohoto důvodu odhadují již asi na 6 mld Kčs ročně, že v roce 1990 lze očekávat ztrátu zhruba 3,4 mil. m³ na přírůstek stromů v imisemi poškozených lesích, že těžko lze odhadnout miliardové ztráty na půdoochranné a vodohospodářské funkci lesa, že další velké ztráty vznikají zdravotními potížemi lidí, že 60 % znečištěných vod v aglomeracích k tomu přispívá značnou měrou tak jako používání pesticidů, vyvolávajících toxicitu v potravním řetězci, že vodní a větrnou erozí je v ČR postiženo téměř 50 % zemědělských půd, na něž zhruba v rozloze 400 000 ha vážně působí emise z průmyslových závodů a energetických zdrojů, jejichž odsířovací program se plní nedostatečně. Současné ohrožení stavu lesů v ČR škodlivinami právě z těchto zdrojů včetně dopravy na výměře 57 % není radostnou vyhlídkou, ani příliš pomalu řešený problém sužování odpadů, jejichž ukládání a likvidace je jak ekonomickým, tak zejména ekologickým problémem.

Toxické kovy a půda, do níž jsou ukládány, představovaly téma mnoha dalších přednášek. Nejedná se jen o zhruba 4 milióny tun odpadu a kalů ročně, z čehož 15 000 t obsahuje nebezpečné toxické látky, ale již o jednotlivé prvky, kdy např. hliník čím více je vázán v půdě, tím více se vyplachuje do spodních vrstev a intoxikuje je, takže vysazované sazeničky na imisních holinách jsou ohroženy ve zdravém vývoji už v ranném stadiu. V tlumočené další hlavní přednášce dr. Moldana z Ústředního ústavu geologického v Praze byly uvedeny vodíkové ionty v půdní vodě spolu s kyselinami z atmosférického spadu jako klíčové pro stále vyšší kyselost i lesních půd pod hodnotu pH = 4, kdy v Jizerských horách ještě před 20 lety byl naměřen tento koeficient pH asi 5,5.

Jestliže 1. konference o Jizerských horách v roce 1976 upozornila na problematiku imisí v tomto horském celku, druhá v roce 1980 konstatovala zhoršení, třetí v polovině osmdesátých let je hodnotila jako kalamitu a teprve tato čtvrtá v roce 1988 se pokusila o návrhy nápravných opatření, pak vyvstává otázka, zda v celé široké problematice zabránění dalším škodám jsou především vyjasněny ekonomické vztahy, bez nichž přece nemůže být uplatněno žádné sebelepší ekologické opatření.

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

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE O CHOROBĚ JEHLIČNATÝCH DŘEVIN

V roce 1988 vyšel ve Vídni sborník z mezinárodní konference o vážné chorobě jehličnatých dřevin, kterou působí houba *Gremeniella abietina* (Lagerberg) Morelet, označovaná také jako *Ascocalyx abietina* nebo *Scleroderris lagerbergi*, původně popsána jako *Crumenula abietina* Lagerberg (v roce 1913 na smrku). Známější je v konidiovém stadiu, které se nazývá *Brunchorstia pinea* (Karst.) Höhnelt, v kterém působí největší škody na borovicích. Toto konidiové stadium se dříve pokládalo za vývojové stadium terčoplodé houby *Cenangium ferruginosum* (= *C. abietis*), která velmi často roste na borovicích společně s houbou *Gremeniella abietina* a na odumřelých větvích je bohatěji plodná, než *Gremeniella*. Proto jako původce onemocnění a příčina usychání se dlouho pokládala houba *Cenangium ferruginosum*, ta však běžně provází houbu *Gremeniella abietina* jako následný saprofyt.

Onemocnění a poškození jehličnanů vyvolané houbou *Gremeniella abietina* (pod různými jmény) je známo v Evropě asi 100 let, k hromadným nákazám v posledních třiceti letech docházelo především na borovici černé. Kolem roku 1972 bylo zaznamenáno také na borovici smolné (*Pinus resinosa*) v Severní Americe (v USA i v Kanadě) a v shodné době také na jedli sachalinské (*Abies sachalinensis*) v Japonsku. Postup a hospodářský význam této choroby byl podnětem k tomu, že na patnáctém světovém kongresu IUFRO (mezinárodní unie výzkumných ústavů lesnických) v březnu 1971 v USA byl dán návrh, aby byla založena speciální pracovní skupina na její výzkum v sekci 24 — ochrana lesů. První pracovní jednání této skupiny se uskutečnilo v září 1973 na druhém světovém fytopatologickém kongresu v Minneapolis v USA. Druhé setkání bylo na třetím kongresu v srpnu 1978 v Mnichově, třetí bylo už na samostatném sympoziu věnovaném speciálně této chorobě v červnu 1993 v městě Syracuse v USA, kde se sešlo 66 vědeckých pracovníků z 10 států a ze symposia byl vydán samostatný sborník. Čtvrté zasedání se konalo v září 1986 v Salzburgu (se studijními exkurzemi do St. Martin, St. Michael a Zillertal) a bylo zakončeno v Lublani, kde byl osmnáctý světový kongres IUFRO. Z této vědecké konference vyšel v roce 1988 sborník s názvem Recent Research on Scleroderris Canker of Conifers — Neue Forschungen über das Scleroderris Triebsterben der Koniferen, který redigovali E. Donabauer z Rakouska a B. R. Stephan z NSR. Sborník je v komisním prodeji v nakladatelství Österreichischer Agrarverlag, 1141 Wien, za 180 Šilíngů.

Tohoto zasedání se účastnilo 32 vědeckých pracovníků ze 13 států Evropy, Asie a Ameriky, ani jediný však nebyl ze socialistických států a kupodivu ani z Jugoslávie, ač závěr zasedání byl v Lublani. Přitom houba *Gremeniella abietina* byla zaznamenána na borovici černé a lesní i v Jugoslávii, a to ze slovinské části Alp, což zveřejnil P. Capretii v roce 1983 v článku: New record of *Brunchorstia pinea* (Karst.) Höhnelt in the South Eastern European Alps v časopise Pathologia mediterranea 22, č. 3, s. 212.

Sborník vyšel jako 162. sešit Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, má 167 stran, referáty jsou v angličtině s německými souhrny. Je rozdělen do sedmi částí. Úvodní kapitola informuje o pracovní skupině zabývající se uvedenou houbovou chorobou a jejím historickým vývoji. Druhý oddíl zahrnuje tři referáty charakterizující původce choroby a příznaky onemocnění. V třetím oddíle je šest referátů o rozšíření a proměnlivosti houby *Gremeniella abietina* (v USA, Kanadě, Finsku, Švýcarsku a Itálii). Čtvrtý od-

díl obsahuje čtyři referáty na námět: stresové faktory a infekce. V pátém oddílu jsou dva referáty z úseku odolnosti a obranných opatření. V šestém oddílu je jediný referát o jiné chorobě sledované v přirozených porostech borovice černé v Řecku, jež se tam objevovala v posledních patnácti letech na stromech ve věku 8 až 20 let a v současné době postihuje i starší stromy a vede k jejich odumírání. Choroba má charakter tracheomykózy. Sedmý oddíl sborníku je seznam účastníků konference s adresami jejich pracovišť. Na závěr sborníku je připojen seznam publikací pořádajícího pracoviště Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien z let 1973 až 1988, které jsou dosud v prodeji. Československa se zčásti týká publikace E. Balátová — Tuláčková a E. Hübl, 1985: Feuchtbiopten aus der nordöstlichen Alpen und aus der böhmischen Masse, 131 stran, cena 280 Šilíngů. Na rozdíl od velké většiny obdobných publikací je dovolen přetisk z recenzovaného sborníku s jedinou podmínkou, že bude uveden pramen, z něhož bylo čerpáno, což přispěje k širšímu poznání nebezpečné choroby, obraně proti ní a omezení škod. Světová bibliografie prací o ní obsahuje už asi 600 citací.

Pro budoucnost se počítá s rozšířením pracovní náplně dosavadní pracovní skupiny IUFRO o další choroby jehličnatých dřevin, která bude mít proto nové označení Canker and Shoot Blight of Conifers místo původního Canker Diseases — Scleroderris, se shodným číselným označením IUFRO S 2.06.02. Předsedou pracovní skupiny do roku 1990 je B. R. Stephan z SRN, místopředsedou T. Kurkela z Finska.

Choroba vyvolaná houbou *Gremeniella abietina* se objevila několikrát v Čechách na borovicích a opět samovolně vymizela, např. v arborétu Sofronka v Plzni nebo ve školce v Louňovicích u Kostelce nad Černými lesy, pouze v konidiovém stadiu *Brunchorstia pinea* a v některých případech v přírodě ani konidie nedozrály. Na Slovensku se chronicky vyskytuje v proměnlivé intenzitě např. v okolí Banské Štiavnice, kde bylo zjištěno i vřeckaté stadium na hoře Paradaž. Výskyt v ČSFR byl provázen mšicí *Pineus pini*, místa nákazy s odumíráním pupenů byla v místech sání mšic. Intenzita choroby odpovídala intenzitě rozmnožení mšic, což bylo sledováno v Kisyhýblu u Banské Štiavnice průběžně asi 10 let. Obrana proti chorobě ve školkách záleží tedy především v ochraně před mšicemi. V recenzovaném sborníku se zabýval vztahem houby *Gremeniella abietina* k hmyzu referát z Finska (Timo Kurkela), a to k chvostoskoku *Xenylla maritima*, který požírá mycelium a plodnou vrstvu apothecií houby. Gaston Laflamme z Kanady zaznamenal napadení borových kultur kůrovcem *Pityophthorus puberulus* Le Conte s příznaky připomínajícími nákazu uvedenou houbou.

Doc. ing. Antonín P ř í h o d a, 252 67 Tuchoměřice 26

PĚSTOVÁNÍ BUKU

Ing. Zdeněk Mráček, DrSc.,

SZN Praha, 1989, 224 s., 24 tab., 70 čb. obrázků, cena 18 Kčs

Akademik ČSAV Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.,

Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, odd. lesních ekosystémů, Botanická 8, 602 00 Brno

Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČR vydalo ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze v roce 1989 ve sbírce Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství paperbackovou publikaci ing. Zdeňka Mráčka, DrSc. *Pěstování buku*.

Jde o záslužnou publikaci, jež podtrhuje důležitost pěstební péče o matku lesa, kterýžto název si buk zasloužil v povědomí lesníků minulých generací v uznání za význam pro, dnes bychom řekli, ekologii lesa, protože mimo svou velikou hodnotu hospodářskou, má ve většině případů i kladný vliv na úrodnost, resp. životnost lesních půd.

O názornosti knihy svědčí skutečnost, že obsahuje 24 tabulek a 70 černobílých obrázků, jež jsou na přední části obálky knihy doplněny názornými barevnými fotografiemi. Autor se snažil v hutné formě vyjádřit význam a funkci buku z pohledu vývoje lesního hospodářství ve vztahu k současné situaci a k předpokládanému, resp. potřebnému, vývoji a podílu této dřeviny ve skladbě našich lesů. I když to byl úkol nesnadný, zhostil se jej velmi dobře, zejména i proto, že využil nejnovějších poznatků naší i světové lesnické vědy a výzkumu. Zhodnotil také významné výsledky naší minulé i současné osvědčené lesnické praxe.

V práci jsou pojednány ekologické základy pěstění buku, po nich následuje hlavní informace o lesních typech bučin, jejich rozšíření v Evropě a pojednání o genofondu buku. Další kapitoly jsou věnovány obnově bukových porostů, na něž navazuje souborná část o výchově mladých bučin prořezávkami a probírkami. Je zde také učiněn úspěšný pokus o kombinaci modelů výchovy bukových porostů při komparaci s obdobnými postupy v zahraničí.

Prakticky důležitá je ta partie knihy, která pojednává o pěstění smíšených bučin, jako nosném článku našich lesů, zejména ve vyšších polohách. Autor se také nevyhýbá náročným otázkám přeměny porostní skladby a uplatnění buku ve výběrném hospodářství. Vhodná je také zmínka o pralesových rezervacích s významnou participací buku. Kniha potom vyúsťuje v uplatnění buku v účelových lesích a všímá si i možnosti snižování škod v bukových porostech a jakosti jeho dřeva.

Při celkovém hodnocení můžeme konstatovat, že kniha *Pěstování buku* je přínosem naší odborné literatury a splní jistě své profesionální i kulturní poslání.

Akademik ČSAV Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, odd. lesních ekosystémů, 602 00 Brno, Botanická 8

Новости

Ланда М.: 1988 в Австрии	404
Ланда М.: Общегосударственная конференция по Йизерским горам	429
П р ж и г о д а А.: Международная конференция по заболеванию хвойных древесных пород	430
Математическое приложение	
Пав Б., Махалек Й.: Методы закладки и оценки опытов в лесоводстве	33

CONTENTS

Benčat T.: Comparison of aboveground biomass of Scotch pine (<i>Pinus silvestris</i> L.) and false acacia (<i>Robinia pseudacacia</i> L.) at the Záhori locality	366
Šika A., Páv B.: Height growth of Douglas fir provenances in different developmental phases on provenance areas in the CR	380
Požgaj J.: The heights of seedlings of original oak trees in Slovakia in the experimental quercetarium at Čifáre and their shade demands	394
Simon J.: Evaluation of the health of forest stands exposed to pollutants using viability coefficients	402
Nováček F.: Using inorganogens for ecophysiological diagnostics of Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	418
Referat	
Lysikov A. B., Abaturon J. D.: Ecological aspects of the Chernobyl nuclear power station accident	421
Topical Questions	
Landa M.: Interpraevent 1988 Graz (Austria)	404
Landa M.: National Conference on the Jizerské Mountains	429
Příhoda A.: International Conference on the Conifer Disease	430
Mathematical Supplement	
Páv B., Machek J.: Methods of establishing and evaluating trials in forestry	33

INHALT

Benčat T.: Vergleich der oberirdischen Biomasse der Gemeinen Kiefer (<i>Pinus silvestris</i> L.) und der Robinie (<i>Robinia pseudacacia</i> L.) im Gebiet von Záhorie	366
Šika A., Páv B.: Höhenwachstum von Douglasienprovenienzen in verschiedenen Entwicklungsphasen auf Provenienzflächen in der ČR	380
Požgaj J.: Höhe der Sämlinge ursprünglicher Eichen der Slowakei im experimentellen „Quercetarium“ Čifáre und ihre Schattenverträglichkeit	394
Simon J.: Beurteilung des Gesundheitszustandes von Beständen unter dem Einfluß von Immissionen aufgrund der Vitalitätskoeffizienten	403
Nováček F.: Anwendung von Anorganogenen zur ökophysiologischen Diagnostik der Gemeinen Fichte (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	418
Referat	
Lysikov A. B., Abaturon J. D.: Ökologische Havarieaspekte im Černobyl Atomkraftwerke	421
Aktualitäten	
Landa M.: Interpraevent 1988 im Graz (Österreich)	404
Landa M.: Republikkonferenz über das Isargebirge	429
Příhoda A.: Internationale Konferenz über die Krankheit der Nadelhölzer	430
Mathematische Beilage	
Páv B., Machek J.: Methoden des Anlegens und der Bewertung von Versuchen in der Forstwirtschaft	33



LESNICTVÍ č. 6/1990

má obsahovat tyto práce:

Švestka M., Novotný J.: Růstové regulátory, ekologicky šetrné insekticidy pro lesní porosty

Zumr V.: Migrace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) ve smrkových porostech

Vašíček F.: Typy dominance bylinné vrstvy v měnicích se gradientech vlhkosti lužního lesa v rezervaci Ranšpurk

Šímanov V.: Možnosti snížení úniku kulatinových sortimentů do vlákninového dříví při využívání procesoru OKS-25

Pařez J., Žlábek I., Kopřiva J.: Základní technické jednotky pro stanovení objemu dříví v těžebním fondu hlavních dřevin

Lesnictví č. 6/1990 stojí 17,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2
Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rukopisy odevzdány k tisku 15. 1. 1990, podepsáno k tisku 5. 8. 1990

Vědecký časopis LESNICTVÍ • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redak-torka RNDr. Marie Forejťová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, novinářské závody, sdr. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá admi-nistrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Pra-ha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpa-kova 26, 160 00 Praha 6.

B. Páv, J. Machek: Metody zakládání a vyhodnocování pokusů v lesnictví

(pojem neúplných znáhodněných bloků a vyvážených neúplných bloků, analýza variance vyvážených neúplných bloků, neparametrické metody v analýze variance, Kruskal — Wallisův test, Friedmanův test)

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 36 (LXIII), 1990, Č. 5

Touto částí navazujeme na první stať, která pojednávala mimo jiné o metodě znáhodněných bloků. Uspořádání pokusů při znáhodněných blocích je dokonale symetrické (vyvážené), což umožňuje přesnou analýzu výsledků pokusu. V tomto příspěvku se zabýváme neúplnými bloky, při nichž se snažíme dosáhnout co nejvyššího stupně vyváženosti, tzv. vyváženými neúplnými bloky. V další kapitole se zabýváme neparametrickými metodami v analýze variance, a to Kruskal-Wallisovým a Friedmanovým testem, jakožto analogiemi analýzy variance při jednoduchém a dvojném třídění.

6. NEÚPLNÉ ZNÁHODNĚNÉ BLOKY

V první části této řady bylo vyloženo uspořádání pokusu v tzv. znáhodněných blocích a postup při analýze výsledků takto uspořádaného pokusu. Připomeňme velmi stručně schéma uspořádání experimentu ve znáhodněných blocích:

Srovnává-li se v pokusu r_2 „ošetření“, rozdělí se experimentální jednotky do skupin po r_2 jednotkách — tyto skupiny nazýváme bloky. Bloky se tvoří tak, aby byly co nejhomogennější, tj. jednotky uvnitř bloku mezi sebou co nejvíce „podobné“. Např. blokem bude pozemek s co nejstejnějším složením a strukturou půdy, celá plocha bloku bude mít stejný sklon (pokud možno malý nebo žádný) se stejnou expozicí atd., rozdělený na tolik plošek — dílců, kolik je ošetření. Dílce jsou v takovém případě konečné experimentální jednotky. Na každém bloku se pak aplikují všechna ošetření, po jednom na každém dílci. Uspořádání je tedy dokonale symetrické — v teorii plánování se pokusným plánům s určitým stupněm symetrie říká vyvážené — což velmi usnadňuje analýzu výsledků, umožňuje aplikaci některých metod (např. simultánního porovnání všech možných rozdílů mezi ošetřeními, o kterém bude podrobně pojednáno v další kapitole), které třeba pro nevyvážené plány vůbec nejsou rozvinuty. Zároveň poskytuje plán znáhodněných bloků poměrně vysokou přesnost, redukuje tzv. experimentální chybu. Vzhledem k těmto vlastnostem je uspořádání pokusu v blocích značně oblíbené, zvláště v zemědělských experimentech.

Stává se však, že při pokusu s vyšším počtem ošetření nejsou k dispozici tak velké homogenní skupiny experimentálních jednotek (dílců), aby bylo možno v každém bloku aplikovat všechna ošetření. Např. v zemědělském či lesnickém pokusu se může stát,

že nejsou k dispozici tak velké homogenní pozemky, aby bylo možno rozdělit je na tolik dílců prakticky přijatelné velikosti, kolik je ošetření. V takovém případě nezbývá než smířit se se skutečností, utvořit bloky s menším počtem dílců než počet ošetření a v každém bloku aplikovat jen podskupinu ošetření. Takovým plánům se říká neúplné bloky. I při použití neúplných bloků je prospěšné snažit se o takové uspořádání, aby při nich byla analýza výsledků jednoduchá jak z hlediska numerického zpracování, tak z hlediska interpretace výsledků, aby se co nejlépe využilo informací získatelných s daným počtem experimentálních jednotek a aby byly aplikovatelné metody mnohonásobných porovnávání. To znamená, že je třeba dosáhnout co nejvyššího stupně vyváženosti. Tyto požadavky splňují tzv. vyvážené neúplné bloky, kterým je věnován další odstavec.

6.1 VYVÁŽENÉ NEÚPLNÉ BLOKY

Začněme jednoduchým příkladem:

Uvažujme velmi jednoduchý experiment, v němž se porovnávají 4 ošetření A_1, A_2, A_3, A_4 a pokus je uspořádán ve čtyřech blocích po třech dílcích podle tab. IX. Prohlídkou tabulky zjistíme tyto skutečnosti:

a) Každé ošetření se vyskytuje na stejném počtu bloků, totiž na 3 blocích (ošetření A_1 na blocích číslo 1, 2, 3, ošetření A_2 na blocích 1, 2, 4 atd.).

b) Každá dvojice ošetření se vyskytuje na stejném počtu bloků, totiž na 2 blocích (např. dvojice A_1, A_4 na blocích 2 a 3, dvojice A_2, A_4 na blocích 2 a 4 atd.) — požadavek vyváženosti.

Schéma v tab. IX představuje triviální příklad vyvážených neúplných bloků.

Pro obecný výklad použijeme následujícího značení:

r_1 ... celkový počet bloků

r_2 ... celkový počet ošetření

r ... počet bloků, na nichž se vyskytuje jedno ošetření (= počet opakování jednoho ošetření), stejný pro všechna ošetření

k ... počet dílců v každém bloku

λ ... počet bloků, na nichž se vyskytuje dvojice ošetření A_i, A_j ($i \neq j$)

n ... celkový počet dílců

Předpokládáme tedy, že každé z r_2 ošetření A_i se vyskytuje na stejném počtu r ($r \leq r_1$) bloků nejvýše jednou (r = počet opakování pokusu). Říkáme, že plán neúplných bloků pro srovnání r_2 ošetření v r_1 blocích po k dílcích ($k \leq r_2$) je vyvážený, je-li splněna podmínka, že každá dvojice ošetření A_i, A_j ($i \neq j$) se vyskytuje na stejném počtu λ bloků.

Čísla uvedená v definici, která charakterizují plán vyvážených neúplných bloků, nelze předepsat libovolně, musí splňovat určité vztahy:

IX. Příklad pokusu v neúplných blocích

Číslo bloku	Aplikovaná ošetření		
1	A_1	A_2	A_3
2	A_1	A_2	A_4
3	A_1	A_3	A_4
4	A_2	A_3	A_4

Celkový počet n dílců je dán logicky součinem všech ošetření r_2 a počtu r bloků, na nichž se vyskytuje každé ošetření A_i , symbolicky $r_2 r$ nebo též součinem všech r_1 bloků a počtu k dílců na bloku, tedy $r_1 k$. Vzhledem k řečenému musí platit relace

$$n = r_2 r = r_1 k. \quad (31)$$

Dané ošetření A_i se vyskytuje na r blocích. Počet dílců v těchto r blocích, kterým jsou přidělena ostatní ošetření A_j ($j \neq i$), je roven $r(k-1)$. Jinak je též počet dílců roven součinu $\lambda(r_2-1)$, neboť ošetření A_i se vyskytuje s každým ze zbývajících r_2-1 , ošetření na témže bloku právě λ krát srovnej též tab. IX. Platí tedy

$$r(k-1) = \lambda(r_2-1). \quad (32)$$

Znáhodněné bloky lze považovat za zvláštní případ vyvážených neúplných bloků pro $r_2 = k$, $r_1 = r$ a $\lambda = r$.

Podmínky (31) a (32) nejsou pro konstrukci neúplného vyváženého bloku postačující. Například neexistuje uspořádání

$$r_2 = 36, k = 6, r = 7, r_1 = 42 \text{ a } \lambda = 1,$$

ačkoliv podmínky (31) a (32) jsou splněny.

Fisher (1940) dokázal ještě nutnost podmínek

$$r \geq k \quad (33)$$

a

$$r_2 \geq r_1. \quad (34)$$

Sestavení plánu vyvážených neúplných bloků pro daný počet ošetření r_2 a daný počet k dílců v blocích je — s výjimkou některých jednoduchých případů jako $k = r_2 - 1$ apod. — dosti náročná kombinatorická úloha, nechce-li experimentátor mít plán s neúnosně vysokým počtem bloků. O řešení existuje rozsáhlá literatura, množství citací lze najít např. v knihách Cochran a Cox (1957) a Finney (1970). Proto je lépe ve složitějších případech se o vlastní konstrukci plánu nepokoušet a použít některého z plánů tabelovaných v citované literatuře.

6.2 ANALÝZA VARIANCE PŘI VYVÁŽENÝCH NEÚPLNÝCH BLOCÍCH

Analýza výsledků experimentu uspořádaného ve vyvážených neúplných blocích vychází ze stejného modelu jako u úplných znáhodněných bloků.

Pozorování na bloku i při ošetření j označíme y_{ij} . Předpokládáme, že y_{ij} jsou nezávislé náhodné veličiny s normálním rozložením o konstantním rozptylu s^2 . Střední hodnota pozorování y_{ij} je dána výrazem

$$E(y_{ij}) = m + m_{i.} + m_{.j}, \quad (35)$$

přičemž

$$\sum_{i=1}^{r_1} m_{i.} = 0, \quad \sum_{j=1}^{r_2} m_{.j} = 0.$$

Jako u úplných znáhodněných bloků se $m_{i.}$ nazývají efekty blokovými a $m_{.j}$ efekty ošetření a konstanta m je celkový průměr. Parametr $m_{.j}$ představuje odchylku od celkového průměru vyvolanou aplikací j -tého ošetření a $m_{i.}$ reprezentuje odchylku vyvolanou skutečností, že jde o ošetření z i -tého bloku. Ze vztahu (35) je vidět, že se nepředpokládá přítomnost interakcí, tj. vliv ošetření nezávisí na tom, na kterém bloku bylo aplikováno.

Zavedeme pomocnou veličinu r_{ij} :

$r_{ij} = 1$, když j -té ošetření je zastoupeno na i -tém bloku,

a $r_{ij} = 0$, když j -té ošetření není zastoupeno na i -tém bloku.

Zřejmě podle dřívějšího značení platí

$$\sum_{i=1}^{r_1} r_{ij} = r \text{ pro všechna } j = 1, 2, \dots, r_2$$

$$\left(\text{neboť } \sum_{i=1}^{r_1} r_{ij} \text{ je zřejmě celkový počet opakování } j\text{-tého ošetření} \right),$$

$$\sum_{j=1}^{r_2} r_{ij} = k \text{ pro všechna } i = 1, 2, \dots, r_1$$

$$\left(\text{neboť } \sum_{j=1}^{r_2} r_{ij} \text{ je zřejmě počet dílců na jednom bloku} = \text{počet ošetření aplikovaných na jednom bloku} \right)$$

$$\sum_{i=1}^{r_1} r_{ij} r_{ig} = \lambda \text{ pro všechny dvojice } j, g \ (j \neq g)$$

(neboť $r_{ij} r_{ig} = 1$ právě když dvojice ošetření A_j, A_g se vyskytuje pohromadě na i -tém bloku).

Položíme

$$Y_{i.} = \sum_{j=1}^{r_2} y_{ij} r_{ij} = \text{součet všech výsledků na } i\text{-tém bloku},$$

$$Y_{.j} = \sum_{i=1}^{r_1} y_{ij} r_{ij} = \text{součet výsledků všech aplikací } j\text{-tého ošetření},$$

$$Y_{..} = \sum_{j=1}^{r_2} Y_{i.} = \sum_{i=1}^{r_1} Y_{.j} = \text{součet všech výsledků},$$

$$T_j = \sum_{i=1}^{r_1} r_{ij} Y_{i.} = \text{součet všech výsledků na všech blocích obsahujících } j\text{-té ošetření}. \quad (36)$$

Rozklad součtu čtverců odchylek od celkového průměru

$$Q = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} (y_{ij} - y_{..})^2 r_{ij} = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} y_{ij}^2 r_{ij} - Y_{..}^2 / n \quad (37)$$

(kde: n = celkový počet pozorování y_{ij} a $y_{..} = Y_{..}/n$)

na složky charakterizující velikost rozdílů mezi bloky (složka Q_1), velikost rozdílů mezi ošetřeními složka Q_2 a variabilitu experimentálního materiálu čili tzv. experimentální chybu, tj. reziduální součet čtverců (složka Q_3) je

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (38)$$

$$\text{kde: } Q_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{r_1} Y_{i.}^2 - Y_{..}^2/n, \quad (39)$$

$$Q_2 = \frac{1}{k\lambda r_2} \sum_{j=1}^{r_2} (kY_{.j} - T_j)^2, \quad (40)$$

$$Q_3 = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} y_{ij}^2 r_{ij} - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{r_1} Y_{i.}^2 - \frac{1}{k\lambda r_2} \sum_{j=1}^{r_2} (kY_{.j} - T_j)^2.$$

Podrobné zdůvodnění rozkladu celkové variability lze najít např. Likeš (1968), je příliš dlouhé a náročné na to, aby zde bylo uváděno.

V praxi provádíme testovací proceduru sestavením tabulky (tab. X) analýzy variance. Nejdůležitějším produktem analýzy variance je tzv. reziduální součet čtverců Q_3 (v praxi zpravidla počítaný jako $Q - Q_1 - Q_2$), z něhož se získá nestraný odhad s^2 rozptylu takzvaných experimentálních chyb

$$s^2 = Q_3/(r_2r - r_1 - r_2 + 1).$$

Odhad tohoto rozptylu slouží jednak k ověření (otestování) celkové významnosti rozdílů mezi ošetřeními, tj. k otestování hypotézy

$$m_{.1} = m_{.2} = m_{.3} = \dots = m_{.r_2} = 0, \quad (41)$$

dále k otestování významnosti blokových efektů m_i , tj. hypotézy

$$m_{1.} = m_{2.} = m_{3.} = \dots = m_{r_1.} = 0 \quad (42)$$

a k další podrobnější analýze celého experimentu, např. k ověřování významnosti rozdílů mezi efekty dvojic ošetření, ke konstrukci intervalů spolehlivosti (konfidenčních intervalů) pro rozdíly efektů ošetření atd. O těchto podrobnějších rozbořech bude pojednáno podrobněji v další kapitole, jak jsme již dříve přislíbili.

Zde jen souhrnně uvedme:

Je-li správná hypotéza (41), tj. neliší-li se jednotlivá ošetření mezi sebou co do průměrné hodnoty měřeného znaku, pak podíl

$$F_2 = \frac{Q_2/(r_2 - 1)}{s^2} = \frac{Q_2/(r_2 - 1)}{Q_3/(r_2r - r_1 - r_2 + 1)} \quad (43)$$

má Fisher-Snedecorovo rozložení o $(r_2 - 1)$ a $(r_2r - r_1 - r_2 + 1)$ stupních volnosti.

Jestliže platí hypotéza (42) (tj. není-li podstatných rozdílů mezi průměrnými výsledky stejného ošetření na různých blocích), pak podíl

$$F_1 = \frac{Q_1/(r_1 - 1)}{s^2} = \frac{Q_1/(r_1 - 1)}{Q_3/(r_2r - r_1 - r_2 + 1)} \quad (44)$$

má Fisher-Snedecorovo rozložení F o $(r_1 - 1)$ a $(r_2r - r_1 - r_2 + 1)$ stupních volnosti.

Odtud plyne:

Významnost efektů ošetření $m_{.1}, m_{.2}, \dots, m_{.r_2}$ se ověří pomocí podílu F_2 (podle (43)). Efekty ošetření se považují za statisticky významné na hladině významnosti α , když

$$F_2 > F_{\alpha}(r_2 - 1, r_2r - r_1 - r_2 + 1),$$

kde: $F_{\alpha}(r_2 - 1, r_2r - r_1 - r_2 + 1)$ je tzv. kritická hodnota rozložení F s $(r_2 - 1)$ a $(r_2r - r_1 - r_2 + 1)$ stupni volnosti.

X. Analýza variance při vyvážených neúplných blocích

Zdroj variability	Součet čtverců	Počet stupňů volnosti	Rozptyl	Charakteristika F
Bloky	$Q_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{r_1} Y_{i.}^2 - Y^2_{..}/n$	$r_1 - 1$	$\frac{Q_1}{r_1 - 1}$	$F_1 = \frac{Q_1/(r_1 - 1)}{s^2}$
Ošetření	$Q_2 = \frac{1}{k\lambda r_2} \sum_{j=1}^{r_2} (kY_{.j} - T_j)^2$	$r_2 - 1$	$\frac{Q_2}{r_2 - 1}$	$F_2 = \frac{Q_2/(r_2 - 1)}{s^2}$
Experimentální chyba (Reziduum)	Q_3	$r_2 r - r_1 - r_2 + 1$	$s^2 = \frac{Q_3}{r_2 r - r_1 - r_2 + 1}$	
Celkem	$Q = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} y_{ij}^2 - Y^2_{..}/n$	$r_2 r - 1$		

Významnost blokových efektů $m_1, m_2, \dots, m_r$ se ověří pomocí podílu F_1 (podle (44)). Blokové efekty (jinými slovy rozdíly mezi bloky) se prohlásí za statisticky významné na hladině významnosti α , když

$$F_1 > F_{\alpha}(r_1 - 1, r_2 r - r_1 - r_2 + 1),$$

kde: $F_{\alpha}(r_1 - 1, r_2 r - r_1 - r_2 + 1)$ je tzv. kritická hodnota rozložení F s $(r_1 - 1)$ a $(r_2 r - r_1 - r_2 + 1)$ stupni volnosti.

Je-li hypotéza (42) o nepodstatnosti blokových efektů přijata (tj. je-li podíl F_1 statisticky nevýznamný), pak lze učinit závěr, že nebylo zásadních rozdílů mezi bloky, tj. experimentální materiál byl homogenní a z podílu F_2 vyvodíme bez obav příslušný závěr o rozdílech mezi ošetřeními. Jestliže však zjistíme významné rozdíly mezi bloky, je třeba postupovat při formulaci závěrů opatrněji. Pokus totiž neposkytuje informaci o případné závislosti efektu ošetření na bloku (čili o tzv. interakci bloků a ošetření). Jsme-li si jisti (z biologických, chemických a podobných důvodů), že případný blokový efekt působí na všechna ošetření přibližně stejně — tj. že není interakce mezi ošetřeními a bloky — pak závěr zní stejně jako při nevýznamných rozdílech mezi bloky. Vysoký průměrný čtverec „mezi bloky“ v takovém případě jen potvrzuje, že uspořádáním do bloků jsme podstatně snížili tzv. experimentální chybu oproti tzv. úplně znáhodněnému uspořádání, tj. že rozdělení experimentálních jednotek do bloků přineslo zpřesnění závěrů. Nelze-li však vyloučit možnost závislosti efektu ošetření na bloku, tj. nelze-li předpokládat nulové interakce mezi bloky a ošetřeními, pak závěr v případě významných rozdílů mezi bloky je nutně mnohem neurčitější. Určitou dodatečnou informaci může přinést vyšetření rozdílů výsledků odpovídajících jednotlivým ošetřením na různých blocích. Jsou-li tyto rozdíly přibližně stejné, pak lze usuzovat na nepřítomnost interakcí.

Výsledky experimentu ve vyvážených neúplných blocích se obvykle sumarizují v tabulce typu tab. X.

V tab. X budou v konkrétních případech přirozeně také konkrétní záhlaví a konkrétní názvy zdrojů variability, např. „analýza variance štihlостního koeficientu“, místo „ošetření“ bude „spon“, avšak název „bloky“ zůstane zachován, protože bloky jsou technickým prostředkem pro zlepšení informativnosti pokusu.

Příklad 6: Pro posuzování množství horizontálních srážek i intercepce atmosférických srážek v lesních porostech má důležitou úlohu zápoj. Vzhledem k tomu, že v hospodářských plánech se tento faktor neuvádí, používá se často místo zápoje zakmenění, neboť se dá předpokládat, že určitý vztah mezi oběma veličinami existuje. Proto byl založen pokus, který měl ověřit správnost tohoto předpokladu. Na zpracování výsledků pokusu byla, mimo jiných metod, aplikována analýza variance.

K dispozici byl smrkový porost 5. věkové třídy a 7. bonitního stupně, v němž se hodnoty zakmenění pohybovaly od 0,4 do 1,0. V tomto rozmezí při volbě třídního intervalu 0,1 bylo nutné disponovat dostatečným počtem zkusných ploch (dílů), proto bylo žádoucí stanovit dílce pokud možno malé, avšak na druhé straně zase dostatečně velké, aby vyjádření sledovaných veličin na dané ploše bylo reálné. Jako optimální se jevily tříárové zkusné plochy, které měly tvar obdélníku o stranách 20 a 15 m. Nutným požadavkem z hlediska dalšího zpracování bylo, aby každé třídě zakmenění odpovídaly alespoň 3 zkusné plochy (dílce).

Při založení pokusu se s výhodou aplikovala metoda vyvážených neúplných bloků, neboť při sedmi hodnotách zakmenění (0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0) bychom při úplných blocích museli mít bloky se sedmi dílci, což by se nám v daném porostu nepodařilo vůbec vyhledat. Rozhodli jsme se utvořit bloky s menším počtem (3) dílců než je počet hodnot zakmenění (ošetření), a to podle plánu vyvážených neúplných bloků

XI. Plán neúplných vyvážených bloků (obecně)

$$r_1 = 7, r_2 = 7, k = 3, r = 3, \lambda = 1$$

Blok	Ošetření		
1	1	2	4
2	2	3	5
3	3	4	6
4	4	5	7
5	5	6	1
6	6	7	2
7	7	1	3

XII. Plán neúplných vyvážených bloků (konkrétně)

$$r_1 = 7, r_2 = 7, k = 3, r = 3, \lambda = 1$$

Blok	Zakmenění		
1	0,4	0,5	0,7
2	0,5	0,6	0,8
3	0,6	0,7	0,9
4	0,7	0,8	1,0
5	0,8	0,9	0,4
6	0,9	1,0	0,3
7	1,0	0,4	0,5

Cochran a Coxové (1957) na s. 472, který je v našem případě uveden obecně v tab. XI a konkrétně v tab. XII.

Z tabulek je patrné, že počet bloků, na nichž byl pokus uspořádán, byl $r_1 = 7$. Počet ošetření (zakmenění) byl stejný, tedy $r_2 = 7$. Každý blok měl $k = 3$ dílců. Počet opakování pokusu byl $r = 3$, což vyhovuje výše uvedenému požadavku, že každému zakmenění mají být přiřazeny minimálně 3 dílce. Každá dvojice ošetření (zakmenění) se vyskytuje na $\lambda = 1$ blocích. Dále je patrné, že podmínky (31), (32), (33) a (34) jsou splněny.

Na základě uvedeného plánu vyvážených neúplných bloků můžeme sestavit specifickou formu tabulky dvojnásobného třídění, obecně (tab. XIII) a konkrétně (tab. XIV).

Potřebné součty $Y_{i.}$, $Y_{.j}$ a $Y_{..}$ máme v tab. XIII a XIV.

Součty T_j viz 36 budou v našem případě

$$\begin{array}{ll} \text{obecně } T_1 = Y_{1.} + Y_{5.} + Y_{7.} & \text{konkrétně } T_1 = 1,3 + 1,5 + 1,6 = 4,4 \\ T_2 = Y_{1.} + Y_{2.} + Y_{6.} & T_2 = 1,3 + 1,4 + 1,6 = 4,3 \\ T_3 = Y_{2.} + Y_{3.} + Y_{7.} & T_3 = 1,4 + 1,4 + 1,6 = 4,4 \\ T_4 = Y_{1.} + Y_{3.} + Y_{4.} & T_4 = 1,3 + 1,4 + 1,6 = 4,3 \\ T_5 = Y_{2.} + Y_{4.} + Y_{5.} & T_5 = 1,4 + 1,6 + 1,5 = 4,5 \\ T_6 = Y_{3.} + Y_{5.} + Y_{6.} & T_6 = 1,4 + 1,5 + 1,6 = 4,5 \\ T_7 = Y_{4.} + Y_{6.} + Y_{7.} & T_7 = 1,6 + 1,6 + 1,5 = 4,7 \end{array}$$

XIII. Tabulka dvojného třídění pro uvedený plán vyvážených neúplných bloků (obecně)

Blok	Ošetření							$Y_{i.}$
	1	2	3	4	5	6	7	
1	y_{11}	y_{12}		y_{14}				$Y_{1.}$
2		y_{22}	y_{23}		y_{25}			$Y_{2.}$
3			y_{33}	y_{34}		y_{36}		$Y_{3.}$
4				y_{44}	y_{45}		y_{47}	$Y_{4.}$
5	y_{51}				y_{55}	y_{56}		$Y_{5.}$
6		y_{62}				y_{66}	y_{67}	$Y_{6.}$
7	y_{71}		y_{73}				y_{77}	$Y_{7.}$
$Y_{.j}$	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.3}$	$Y_{.4}$	$Y_{.5}$	$Y_{.6}$	$Y_{.7}$	$Y_{..}$

XIV. Tabulka dvojného třídění pro uvedený plán vyvážených neúplných bloků (konkrétně)

Blok	Zakmenění							$Y_{i.}$
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1	0,4	0,4		0,5				1,3
2		0,3	0,5		0,6			1,4
3			0,3	0,5		0,6		1,4
4				0,4	0,5		0,7	1,6
5	0,3				0,5	0,7		1,5
6		0,4				0,6	0,6	1,6
7	0,3		0,5				0,7	1,5
$Y_{.j}$	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,9	2,0	10,3

Dále si vypočteme podle vzorců (37), (39) a (40) součty čtverců:

$$Q = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} y_{ij}^2 r_{ij} - Y_{..}^2/n = 5,41 - 106,09/21 = 0,3581$$

$$Q_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{r_1} Y_{i.}^2 - Y_{..}^2/n = 15,23/3 - 106,09/21 = 0,0248$$

$$Q_2 = \frac{1}{k\lambda r_2} \sum_{j=1}^{r_2} (kY_{.j} - T_j)^2 = 6,44/(3 \cdot 1,7) = 0,3067$$

Reziduální součet čtverců Q_3 si vypočteme ze vztahu (38)

$$Q_3 = Q - Q_1 - Q_2 = 0,0266.$$

Z vypočtených součtů čtverců (první sloupec tab. XV) a jim odpovídajících stupňů volnosti (druhý sloupec tabulky) vytvoříme podíly a doplníme tak třetí sloupec. Podle (43) a (44) vypočteme pak testové charakteristiky F .

XV. Analýza variance zápoje vzhledem k zakmenění při neúplných vyvážených blocích

Zdroj variability	Součet čtverců	Počet stupňů volnosti	Rozptyl	Charakteristika F
Bloky	0,0248	6	$\frac{0,0248}{6} = 0,0041$	$F_1 = \frac{0,0041}{0,0033} = 1,242$
Zakmenění	0,3067	6	$\frac{0,3067}{6} = 0,0511$	$F_2 = \frac{0,0511}{0,0033} = 15,485$
Reziduum	0,0266	8	$\frac{0,0266}{8} = 0,0033$	
Celkem	0,3531	20		

Pro ověření vlivu zakmenění na zápoj má testová charakteristika viz tab. XV hodnotu

$$F_2 = 15,485.$$

V tabulkách F — rozložení nacházíme pro nejpřísnější tabelovanou hladinu významnosti $\alpha = 0,005$ kritickou hodnotu

$$F_{0,005}(6,8) = 7,952,$$

která je stále ještě nižší než vypočtená hodnota F_2 . Tato skutečnost svědčí o tom, že vztah mezi zakmeněním a zápojem ve zkoumaném porostu je vysoce signifikantní. Další studium materiálu bylo prováděno pomocí metod korelace a regrese.

Pomocí testové charakteristiky

$$F_1 = 1,242$$

jsme si ověřili, že zvolené bloky zřejmě neovlivňují výsledky pokusu (takže experiment byl založen správně), neboť ani při nejbenevolentnější tabelované hladině významnosti $\alpha = 0,25$, pro níž je kritická hodnota

$$F_{0,25}(6,8) = 1,651,$$

nepřekročí F_1 tabelovanou hodnotu. Nelze tedy hypotézu o nevýznamnosti blokových efektů zamítnout.

7. NEPARAMETRICKÉ METODY V ANALÝZE VARIANCE

Na tomto místě je užitečné vsunout do soustavného výkladu nejdůležitějších typů experimentálních plánů poznámku o způsobu analýzy vhodném při porušení některého z předpokladů, za kterých jsou odvozeny testy významnosti používané v analýze rozptylu.

V dosavadních částech bylo nejednou zdůrazněno, že uvedené testy významnosti rozdílů mezi ošetřeními, rozdílů mezi bloky, testy významnosti řádkových a sloupcových efektů atd. jsou platné za předpokladu, že pozorování mají normální rozložení se stejnými rozptyly. Testy významnosti používané v analýze variance jsou poměrně málo citlivé na mírné odchylky od těchto předpokladů, tj. riziko neoprávněného zamítnutí testovaných hypotéz je přibližně rovno zvolené hladině významnosti α , i když rozložení výsledků není přesně normální nebo rozptyly nejsou zcela stejné. Při výrazném porušení předpokladů je však oprávněná obava, že závěry mohou jím být ovlivněny.

Jsou-li tedy vážné pochybnosti o splnění předpokladů pro použití testů F (tj. předpokladu normality rozložení a konstantnosti rozptylů), je na místě nahradit tyto testy jinými, které by byly nezávislé na tvaru rozložení pozorovaných veličin. Takovým testům se říká neparametrické.

V této kapitole budou uvedeny neparametrické analogie testů významnosti pro analýzu rozptylu při jednoduchém a dvojném třídění. Jejich praktické provedení je jednoduché a nenáročné po výpočtářské stránce, naproti tomu jejich teorie je složitá a obtížná. Zájemci o teoretické základy neparametrických metod najdou podrobné informace např. v knize Hájk a Šidáka (1967) nebo Lehmana (1975).

Nejčastěji používané neparametrické testy jsou založeny na náhradě skutečných výsledků pozorování jejich pořadovými čísly, stručně jejich pořadím.

Mějme dána různá reálná čísla $x_1, \dots, x_n$. Pořadím R_i čísla x_i nazýváme počet těch čísel $x_1, \dots, x_n$, která jsou menší nebo rovna číslu x_i . Mějme např. čísla 6, 0, 5, 7, 2. Číslo 6 má pořadí 4, protože právě 4 čísla (6, 0, 5, 2) jsou menší nebo rovna šesti. Podobně se určí pořadí ostatních čísel. Obvykle se používá tohoto schématu:

Čísla	x_i	6	0	5	7	2
Pořadí	R_i	4	1	3	5	2

Někdy se stane, že čísla $x_1, \dots, x_n$ nejsou různá, ale některá z nich jsou si rovna. Číslům, která jsou shodná, přiřazuje se pak průměrné pořadí odpovídající takové skupince. Např. osmi číslům 9, 6, 8, 7, 7, 9, 7, 6 se určí pořadí $R_1, \dots, R_8$ takto:

Očíslování hodnot x_i	1	2	3	4	5	6	7	8
Vzestupné uspořádání hodnot x_i	6	6	7	7	7	8	9	9
Pořadí R_i	1,5	1,5	4	4	4	6	7,5	7,5

Tak třeba pořadí obou šestek je stejné a je rovno průměru čísel 1 a 2, tj. 1,5. Podobně pořadí všech tří sedmiček je stejné a je rovno číslu $(3 + 4 + 5)/3 = 4$.

7.1 KRUSKAL - WALLISŮV TEST

Při neparametrickém řešení úlohy analogické úloze analýzy variance při jednoduchém třídění, tj. při neparametrickém srovnání p výběrů (jinými slovy při srovnání p ošetření při úplně znáhodněném pokusu) se všechna pozorování y_{ij} ($i = 1, 2, \dots, p$;

Záhon	Výška sazenice [cm]																								
1	13	15	11	39	31	38	33	26	40	36	26	40	28	21	39	40	41	47	27	30	10	20	24	18	35
2	30	30	40	28	19	39	33	24	37	18	20	38	31	37	27	11	25	27	22	15	16	40	40	39	12
3	25	37	38	18	10	33	37	38	28	39	19	10	41	13	40	17	32	20	18	33	26	17	19	11	19
4	37	10	37	34	14	41	36	41	41	31	19	17	31	10	26	15	40	30	15	37	36	31	44	16	27
5	19	10	14	31	41	23	24	11	20	22	32	10	22	21	23	21	31	17	15	16	23	24	24	15	16

$j = 1, 2, \dots, n_i$) spojí v jedinou skupinu $n = \sum_{i=1}^p n_i$ pozorování a uspořádají se podle

velikosti. Udrží se ovšem přehled o tom, do kterého výběru, tj. ke kterému ošetření každý prvek této posloupnosti patří. Stanoví se pořadí R_{ij} každého pozorování y_{ij} v posloupnosti získané spojením všech skupin. Vypočtou se pak součty R_i pořadí prvků z i -tého výběru pro $i = 1, 2, \dots, p$. Pro kontrolu si ještě vypočteme součet součtů pořadí, který je de facto součtem n členů přirozené řady čísel a bude proto vyhovovat

relaci $\sum_{i=1}^p R_i = n(n+1)/2$. K testu významnosti rozdílů mezi výběry (ošetřeními se

použije místo podílu F kterého bychom použili za předpokladu normality rozložení) kritéria

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^p \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1). \quad (45)$$

Toto kritérium navrhli Kruskal a Wallis (1952, 1953) a ukázali, že za platnosti hypotézy nulových rozdílů mezi ošetřeními (tj. za předpokladu, že všech p výběrů pochází ze souboru se stejným rozložením) má při nepříliš nízkých hodnotách n_i rozložení χ^2 s $(p-1)$ stupni volnosti. Efekt ošetření se považuje za prokázáný, když charakteristika H překročí kritickou hodnotu χ^2 odpovídající zvolené hladině významnosti. Pro hodnoty $n_i \leq 5$ a $k = 3$ jsou tabelovány přesné kritické hodnoty kritéria H Kruskal a Wallis (1953).

Příklad 7: V lesní školce bylo třeba ověřit, zda existuje rozdíl v kvalitě tříletých sazenic borovice lesní různého původu na pěti záhonech odpovídajících pěti proveniencím.

Charakteristickým kvalitativním znakem sazenic podle normy (ČSN 48 2211) je především jejich výška, podle níž se rozlišují u borovice čtyři výškové třídy.

Z každého záhonu se vybralo náhodným způsobem 25 sazenic a přeměřila se jejich výška. Výsledky měření jsou obsaženy v tab. XVI. Nyní stanovíme pořadí R_{ij} všech výšek (viz tab. XVII). Pro snazší manipulaci uspořádáme v rámci jednotlivých záhonů výšky sazenic vzestupně podle velikosti, očíslováme je pořadovými čísly bez ohledu na záhon a určíme jejich pořadí podle výše vysvětleného způsobu. Dále vypočteme součty R_i pořadí výšek pro každý záhon a pro kontrolu je sečteme (kontrola vychází, neboť $7875 = 125(125+1)/2$). Nakonec vypočteme čtverce součtů R_i pořadí a dosadíme do vzorce (45), který se nám v našem případě ještě zjednoduší, protože rozsah výběrů sazenic je u všech záhonů stejný. Označíme-li obecně konstantní rozsah u všech výběrů jako n , pak vzorec pro testovací kritérium H , přejde na tvar

$$H = \frac{12}{n(n+1)n} \sum_{i=1}^p R_i^2 - 3(n+1). \quad (46)$$

Dosadíme-li námi vypočtené hodnoty do (46), dostáváme

$$H = \frac{12}{125 \cdot 126 \cdot 25} 12\,734\,775,8 - 3 \cdot 126 = 10,11.$$

Z tabulek χ^2 — rozložení nacházíme pro $p - 1 = 4$ stupně volnosti a pro hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ hodnotu $\chi^2_{0,05}(4) = 9,49$, která je sice o něco málo menší než námi vypočtená testová charakteristika H , avšak jednocentní kritická hodnota $\chi^2_{0,01}(4) = 13,3$ je zase větší než vypočtená hodnota H (dokonce i 2,5% hodnota $\chi^2_{0,025}(4) = 11,1$ je již větší).

Závěrem je možno říci, že na základě informací, které nám poskytl empirický materiál, můžeme prohlásit, že pokud mezi jednotlivými záhony (reprezentující sazenice ze semen různého původu) nějaký rozdíl je, pak to není rozdíl výrazně signifikantní.

7.2 FRIEDMANŮV TEST

Friedmanův test je obdobou analýzy variance dvojného třídění s jedním pozorováním v každé podtřídě. V praxi jde o tzv. model náhodných bloků, při němž se zkoumá vliv r_2 ošetření, která jsou aplikována na r_1 blocích. Na základě zjištěných výsledků y_{ij} $i = 1, \dots, r_1$ a $j = 1, \dots, r_2$ je třeba rozhodnout, zda všechna ošetření přinášejí stejný efekt nebo ne.

Friedmanův test spočívá v tom, že se pozorování y_{ij} na každém bloku uspořádají zvlášť a určí se jejich pořadí R_{ij} v rámci i -tého bloku. Vypočte se pak hodnota testovacího kritéria

$$Q = \frac{12}{r_1 r_2 (r_2 + 1)} \sum_{j=1}^{r_2} \left(\sum_{i=1}^{r_1} R_{ij} \right)^2 - 3r_1 (r_2 + 1). \quad (47)$$

Za platnosti hypotézy, že všechna ošetření mají stejný efekt, má Q při $r_1 \rightarrow \infty$ asymptoticky rozdělení $\chi^2(r_2 - 1)$. Je-li $Q \geq \chi^2_{\alpha}(r_2 - 1)$, hypotéza se zamítá. Pro malá r_1 a r_2 se používají speciální tabulky (Anděl, 1985).

Nemají-li ošetření stejný efekt, je třeba dále určit, která ošetření se vlastně od sebe liší. Jednotlivá ošetření lze porovnávat Neményiho metodou (Anděl, 1985).

Označme

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = R_{.j}$$

a vytvoříme absolutní hodnoty rozdílů

$$|R_{.j} - R_{.m}| \text{ pro všechna } j < m, \quad (48)$$

kteří uspořádáme do tabulky. Je-li některá z hodnot (48) větší nebo rovna kritické hodnotě uvedené v tabulkách (Anděl, 1985), zamítne se na odpovídající hladině významnosti hypotéza, že j -té a m -té ošetření mají stejný efekt.

Příklad 8: Na patnáctileté bukové výzkumné ploše byl zjišťován mimo jiné veličiny i zápoj porostu. Dlouhodobá výzkumná plocha byla založena metodou znárodněných bloků, přičemž na každém ze 3 bloků se opakovaly 4 různé spony s těmito počty stromů

Záhon	Vzestupné uspořádání výšek													
	Očíslování všech výšek y_{ij}													
	Stanovení pořadí R_{ij} výšek													
1	10	11	13	15	18	20	21	24	26	26	27	28	30	31
	1	8	13	17	31	41	45	54	61	62	65	69	72	76
	4	9,5	13,5	19,5	32,5	42,5	46	56	62,5	62,5	66,5	70	73,5	79
2	11	12	15	16	18	19	20	22	24	25	27	27	28	30
	9	12	18	23	32	35	42	48	55	59	66	67	70	73
	9,5	12	19,5	24,5	32,5	37,5	42,5	49	56	59,5	66,5	66,5	70	73,5
3	10	10	11	13	17	17	18	18	19	19	19	20	25	26
	2	3	10	14	27	28	33	34	36	37	38	43	60	63
	4	4	9,5	13,5	28,5	28,5	32,5	32,5	37,5	37,5	37,5	42,5	59,5	62,5
4	10	10	14	15	15	16	17	19	26	27	30	31	31	31
	4	5	15	19	20	24	29	39	64	68	75	78	79	80
	4	4	15,5	19,5	19,5	24,5	28,5	37,5	62,5	66,5	73,5	79	79	79
5	10	10	11	14	15	15	16	16	17	19	20	21	21	22
	6	7	11	16	21	22	25	26	30	40	44	46	47	49
	4	4	9,5	15,5	19,5	19,5	24,5	24,5	28,5	37,5	42,5	46	46	49

na 1 ha: A (13 333), B (8 889), C (6 667) a D (4 444). Na základě měření zápoje matematicko-statistickou metodou (Páv et al., 1987) se dospělo k výsledkům uvedeným v tab. XVIII.

Vzhledem k malému počtu bloků $r_1 = 3$ a vzhledem k tomu, že se nevědělo nic bližšího o rozložení četností sledované náhodné veličiny (zápoje), rozhodli jsme se ověřit vliv hustoty porostu na zápoj pomocí Friedmanova testu.

V tab. XIX jsou uvedena pořadí vztahující se vždy k danému bloku (pořadí v každém bloku jsou stejná vzhledem k jednoznačnému trendu).

Podle vzorce (47) vypočteme hodnotu

$$Q = \frac{12}{3 \cdot 4 \cdot 5} (3^2 + 6^2 + 9^2 + 12^2) - 3 \cdot 3 \cdot 5 = 9,0.$$

V tabulkách (Anděl, 1985) nacházíme pro $r_1 = 3$ a $r_2 = 4$ a hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ hodnotu $Q_{0,05} = 7,4$. Protože platí $Q = 9,0 > Q_{0,05} = 7,4$, zamítáme hypotézu, že zápoj sledovaného porostu nezávisí na hustotě porostu. Hypotézu nemůžeme přijmout ani na přísnější jednocentní hladině významnosti, protože vypočtená hodnota $Q = 9,0$ je identická s tabelovanou hodnotou $Q_{0,01} = 9,0$.

Abychom zjistili, které z hustot porostu se od sebe markantně liší vzhledem k zápoji, sestavili jsme podle Némenyiho tabulku hodnot $|R_j - R_m|$ (viz tab. XX). V tabulkách

y_{ij} v rámci i -tého záhonu bez ohledu na záhon bez ohledu na záhon											Součet R_{ij} pořadí výšek z i -tého záhonu	R^2_{ij}
33	35	36	38	39	39	40	40	40	41	47		
85	90	91	101	105	106	110	111	112	118	125		
86,5	90	92	102,5	107	107	113,5	113,5	113,5	120,5	125	1808,5	3 270 672,2
30	31	33	37	37	38	39	39	40	40	40		
74	77	86	94	95	102	107	108	113	114	115		
73,5	79	86,5	97	97	102,5	107	107	113,5	113,5	113,5	1709,0	2 920 681,0
28	32	33	33	37	37	38	38	39	40	41		
71	83	87	88	96	97	103	104	109	116	119		
70	83,5	86,5	86,5	97	97	102,5	102,5	107	113,5	120,5	1496,5	2 239 512,2
34	36	36	37	37	37	40	41	41	41	44		
89	92	93	98	99	100	117	120	121	122	124		
89	92	92	97	97	97	113,5	120,5	120,5	120,5	124	1755,5	3 081 780,2
22	23	23	23	24	24	24	31	31	32	41		
50	51	52	53	56	57	58	81	82	84	123		
49	52	52	52	56	56	56	79	79	83,5	120,5	1105,5	1 222 130,2
Σ											7875,0	12 734 774,8

XVIII. Tabulka dvojnásobného třídění zápoje [%] při znáhodněných blocích

Elok	Hustota porostu (počet stromů na 1 ha)			
	A 4 444	B 6 667	C 8 889	D 13 333
1	35	37	48	66
2	23	28	50	52
3	32	33	44	53

(Anděl, 1985) nacházíme kritickou hodnotu pro absolutní hodnoty rozdílů $|R_{.j} - R_{.m}|$ pro $\alpha = 0,05$, $r_1 = 3$ a $r_2 = 4$, která je 8,1 a je tudíž menší než $|R_{.1} - R_{.4}| = 9$. Z toho plyne, že hypotézu o shodném efektu hustoty porostu 4 444 a 13 333 zamítneme. Významnou odlišnost jiných dvojic hustot porostu nelze na základě zjištěných výsledků pomocí Neményiovy metody prokázat.

XIX. Tabulka pořadí R_{ij}

Blok	Hustota porostu			
	A	B	C	D
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
$\sum_{i=1}^n R_{ij} = R_{.j}$	3	6	9	12

XX. Hodnoty $|R_{.j} - R_{.m}|$

$j \backslash m$	2	3	4
1	3	6	9
2		3	6
3			3

ZÁVĚR

V tomto třetím pokračování jsme si vysvětlili metodu vyvážených neúplných bloků, neparametrické metody v analýze variance (Kruskal-Wallisův a Friedmanův test). Výklad jsme doprovodili příklady.

Příští článek naváže metodami mnohonásobného srovnávání, které jsou důležitým doplňkem analýzy variance.

Literatura

- ANDĚL, J.: Matematická statistika. Praha, Stát. techn. nakl. 1985.
- COCHRAN, W. G. — COX, G.: Experimental Designs. John Wiley and Sons New York 1957.
- FINNEY, D. J.: An Introduction to the Theory of Experimental Design. The University of Chicago Press, ruský překlad Finni, D.: Vvedenije v teoriju planirovanija eksperimenta. Nauka Moskva, 1970.
- FISCHER, R. A.: An examination of different possible solutions of a problem in incomplete blocks. Annals Eugenics, 1940, č. 10, s. 52-75.
- HÁJEK, J. — ŠIDÁK, Z.: Theory of rank tests. Praha, Academia, 1985.
- KRUSKAL, W. H. — WALLIS, W. A.: Use of ranks in one criterion variance analysis. JASA 47, 1953, s. 583-621.
- LEHMANN, E. L.: Nonparametrics. Holden Day San Francisco, 1975.
- LIKEŠ, J.: Navrhování průmyslových experimentů. Praha SNTL, 1968.
- MARKOVA, E. V.: Nepolnobločnyje plany. Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet, 1970.

PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví. Příloha Lesnictví, 24, 1978, č. 7, s. 21-30.
PÁV, B. — FOJT, V. — BĚLE, J.: Usnadnění zjišťování zápoje porostu. Lesnictví, 33, 1987, č. 7, s. 647-653.

Adresa autorů:

Ing. et Ing. Bohdan P á v, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště — Strnady, 156 04 Praha 5 — Zbraslav

Ing. Josef M a c h e k, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta, Sokolovská 83, 180 00 Praha 8 — Karlín

POKYNY PRO AUTORY VĚDECKÝCH ČASOPISŮ ČSAZ

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

Jednotlivé práce nemají přesahovat rozsah 20 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Ilustrace, grafy, tabulky a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačují tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Jména autorů se uvádějí bez titulů s počátečním písmenem jména.

Souhrn — Vypracování souhrnu je nutné věnovat obzvláštní péči. Autor do něho má shrnout vše, co je na jeho práci pozoruhodné a nové a co má být dokumentováno. Souhrn má být nekritickým informačním výběrem významného obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nesmí překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami a ne telegrafickým způsobem. Souhrn začíná jménem autorů, adresou pracoviště, titulem článku a citací časopisu.

Klíčová slova (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převyšit dvanáct slov.

Úvod — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejnížší počet autorů.

Materiál a metoda — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoliv z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

Výsledky — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

Literatura — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslo se uvádí zkratka č. a před první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné je vysvětlit, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratky nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ.