

6/10
V
VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

11

ROČNÍK 22 (XLIX)
PRAHA
LISTOPAD 1976
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDELSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDELSTVÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskoč, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douša, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., Ing. Jan Jindra, CSc., člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Augustin Kalandra, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžička

Vedoucí redaktorka Ing. Milena Staňková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1976

CS ISSN 0024-1105

LESNICTVÍ uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—.

LESNICTVÍ публикует научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выходит в свет ежемесячно. Редакция: 120 56 Прага 2, Слезска 7.

LESNICTVÍ publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of forest science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office: 120 56 Prague 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des informations scientifiques et techniques pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Náplní výzkumných úkolů řešených v experimentálním povodí Pekelského potoka na výzkumné ploše Želivka je příspěvek k řešení této problematiky. Předložená práce podává výsledky řešení jednoho úkolu, jehož předmětem bylo studium kvantity a kvality organické hmoty v půdě a na jejím povrchu, v době, kdy byly na výzkumných plochách konány zásahy, které ovlivňují mikroklima, a tím i humusové poměry výzkumných ploch. Práce dále popisuje dynamiku humusových látek během tohoto sledovaného období. Výzkum je prováděn v porostech smrku různého věku a struktury, včetně fáze obnovy.

CHARAKTERISTIKA A POPIS PLOCH

Výzkumné plochy se nalézají na pravé straně povodí Pekelského potoka v polesí Zaháj (dříve polesí Pekelsko) u obce Kožlí na území LZ Ledec nad Sázavou. Jednotlivé dílčí plochy jsou na mírném jihovýchodním svahu v nadmořské výšce 440 až 445 m. Vlastní výzkum chemických vlastností humusových forem a dynamiky humusových látek byl konán na dílčích výzkumných plochách, které jsou předmětem výzkumu dalších pracovníků ústavu a leží v oplocené části plochy v porostu 12b₁ a 12b₂. Jako plocha I je označována část porostu sledovaného Ing. Vinšem, CSc., při studiu růstových procesů. Je to čistý smrkový porost IV. věkové třídy (68 let) s plným korunovým zápojem. Další výzkumy jsou konány na pokusných plochách zřízených pracovníky výzkumné stanice VÚLHM v Opočně pod Orlickými horami, také v porostu IV. věkové třídy, se sníženým zakmeněním na 50 %, označovaném jako plocha II. Na holé seči byla vybudována plocha III. V porostu 12b₂, smrkové tyčovině II. věkové třídy (25 let), byla zřízena plocha IV. Tento mladý porost je v části bez výchovného zásahu přehoustlý a v části, kde byl prolomen, je zápoj uvolněný. Na jednotlivých plochách byly ke studiu kvality gravitační půdní vody zřízeny sondy se zapuštěnými lyzimetry, jež byly uloženy pod nadložním humusem, v hloubce cca 30 cm pod horizontem A a v hloubce cca 100 cm na rozhraní horizontu B a B/Cd. Umístění sond k jímání půdní gravitační vody bylo voleno tak, aby půdní a humusové poměry v okolí sond byly při zakládání dílčích ploch stejné.

Širší hodnocení konfigurace terénu, geologických, pedologických

a stanovištních poměrů celého povodí Pekelského potoka je popsáno v elaborátu Hydrologický průzkum, vypracovaném n. p. Vodní zdroje Praha a v dalších pracích (Mráz, Lochman 1972, Mráz 1973). Uvedené plochy jsou podle Mráze typologicky zahrnuty do typických bikových jedlin (*Luzulo-Abietinum typicum*). V zapojených porostech je bylinné patro málo vyvinuté, pouze na místech s větším světelným požitkem se vyskytuje bika hajní (*Luzula nemorosa*), bika chlupatá (*Luzula pilosa*), mléčka *Mycelis muralis*, metlice *Deschampsia flexuosa* a ojediněle borůvka *Vaccinium myrtillus*. V okolí sond 1, 2, 3 na plochách I, II, III bylo při zakládání výzkumných ploch souvislé mechové patro složené především z druhů rodu *Dicranum*, *Entodon schreberi*, *Mnium punctatum* (u sondy 1 i druhy rodu *Polytrichum*). Mechové patro na holé seči bylo během let 1972–1975 radikální změnou mikroklimatických podmínek zcela rozrušeno. V tomto období nastal rovněž rychlý rozvoj bylinného patra. Při hodnocení výsledků výzkumu v roce 1973 (Lochman 1973) byl patrný rozvoj světlomilných pasečných druhů (druhy rodu *Senecio*, *Chamaenerion angustifolium*) a trav sporadicky se vyskytujících v porostu (*Luzula*, *Deschampsia*). Během let 1973–1975 nastala další změna ve složení bylinného patra. Bylinné pasečné druhy poněkud ustoupily a více se prosazuje *Deschampsia flexuosa*, rovněž se objevují další komponenty pasečné vegetace jako maliník (*Rubus idaeus*) a bez červený (*Sambucus racemosa*). Půda holé seče je nyní souvisle pokryta pasečnou vegetací. V porostu se sníženým zakmeněním (plocha II) se pomalu šíří řídké porosty metlice křivolaké. Povrch půdy v zapojené části mladého porostu (plocha IV) je bez vegetace, v části se sníženým zápojem začíná rozvoj mechového patra.

Typologickou klasifikaci půd v pokusném povodí Pekelského potoka vykonal Mráz (1973). Podle této klasifikace můžeme půdy dílčích výzkumných ploch v místech našeho šetření zařadit do oglejených ilimerizovaných hnědozemí. Půdy se nalézají na svahových hlínách třetihorního původu, na povrchu s přimíšeným sprašovým materiálem (Mráz 1973). Obohacený horizont B je u tohoto půdního typu oproti žlutohnědému horizontu A červenohnědý, hrubě polyedrický, s lesklými povlaky na povrchu agregátů. Podle našich zjištění prostupují kořeny smrku horizontem B v místech otvorů po kořenech zmýcených stromů do horizontu Cd (do hloubky 210 cm). Makroskopický popis půdních profilů sond s lyzimetrickým zařízením, zrnitostní složení a chemické vlastnosti odebraných vzorků jsou uvedeny v práci Lochmana (1973). Lze říci, že jsou to půdy středně zásobené přístupnými živinami, s větším obsahem R_2O_3 a Fe_2O_3 ve svrchních horizontech půdního profilu. Sorpční komplex je nenasyčený.

METODIKA

Pro chemickou charakteristiku humusových forem na dílčích výzkumných plochách a pro zjištění dynamiky půdních organických látek byly stanoveny potřebné veličiny podle metodiky dílčích úkolů C-16-331/013-1/4. Půdní kyselost a pH vody byly měřeny skleněnou a kalomelovou elektrodou na tranzistorovém přístroji CRYTUR. Uhlík byl stanoven spalováním, oxidací $K_2Cr_2O_7$ a vznikající Cr^{3+} ionty měřeny kolorimetricky na spektrofotometru Zeiss-Spektol, při vlnové délce 587 nm. Celkový dusík

ve vzorcích humusu a zeminy byl zjištěn metodou Kjeldahlovou. Frakcionace humusových látek byly konány podle zkráceného schéma frakcionace humusových látek (Hraško a kol. 1962). K měření optických vlastností rozpuštěných humusových látek jsme též použili spektrofotokolorimetru Zeiss-Spekol (Hoffmann 1964).

VÝSLEDKY VÝZKUMU HUMUSU

Výsledky chemických rozborů spolu s morfologickým popisem charakterizují kvalitu nadložního a půdního humusu. Ukazují průběh rozkladných procesů půdní organické hmoty, její proměnu a opětovnou syntézu vlastních specifických humusových látek. Z grafů a tabulek chemických vlastností humusu a jeho množství, můžeme posoudit vzájemnou podobnost chemického složení humusu dílčích výzkumných ploch, což odpovídá i stejné humusové formě, a to mörövému moderu (Mráz 1973).

I. Kyselost, obsah C_{ox} a poměr C/N vrstev a horizontů výzkumných ploch (1972). — Acidity, content of C_{ox} and ratio C/N of layers and horizons of experimental plots (1972)

Plocha		Horizont				
		L	F	H	A _h	A ₁
I	pH akt.	4,8	4,5	4,1	—	4,6
	% C_{ox}	47,5	46,5	38,0	2,15	0,58
	C/N	37,4	28,7	24,8	—	3,6
II	pH akt.	4,6	4,7	4,2	4,3	4,7
	% C_{ox}	48,5	45,5	37,5	2,26	0,42
	C/N	43,7	30,2	25,0	20,0	9,3
III	pH akt.	4,6	4,6	4,3	4,6	4,7
	% C_{ox}	47,0	44,5	31,0	2,6	0,58
	C/N	39,8	31,1	26,7	18,8	9,8
IV	pH akt.	4,6	4,8	4,1	4,2	4,7
	% C_{ox}	45,5	43,0	20,0	3,25	0,41
	C/N	37,6	27,9	21,3	18,1	6,7

Můžeme říci, že kyselost analyzovaných vzorků ze vzájemně si odpovídajících humusových vrstev a horizontů půdy jednotlivých ploch je velmi blízká. Rozpětí pH (aktivní) svrchních půdních horizontů a nadložního humusu je od 4,1 do 4,8. Protože jsou svrchní půdní horizonty poměrně dobře zásobeny kationty, je otupována kyselost pronikajících organických látek v horizontech A_h a A₁. V horní části horizontu B, tj. asi v hloubce 35 cm, byla ve všech profilech zjištěna aktivní pH s hodnotami vyššími než 5,1.

Obsah uhlíku a poměr C/N v humusu jednotlivých ploch v roce 1972 je podobný, což odpovídá i obdobné humusové formě, jako projevu stejných ekologických podmínek pro rozklad odumřelé organické hmoty a její

produkci v zapojených porostech na stejném stanovišti, před hospodářskými zásahy v zimě 1971–1972. Odlišné podmínky, především mikroklimatické, byly na ploše IV v tyčkovině. Těmto ekologickým podmínkám také odpovídá mocnost nadložního humusu včetně jeho jednotlivých vrstev (tabulka II). Při porovnání hodnot na konci roku 1975 jsou patrné určité rozdíly v mocnosti nadložního humusu na holé seči a v silně probrané tyčkovině, a to absencí nebo omezenou přítomností vrstvy opadu L. Tato vrstva měla na počátku pozorování nejvyšší mocnost na holé seči (plocha III).

II. Průměrná mocnost humusových vrstev v roce 1972 a 1975 v cm. — The average thickness of humus layers in 1972 and 1975 in cm

Plo- cha	Rok	Horizont			
		L	F	H	Ao
I	1972	1	2	1–2	4–5
	1975	1	1–2	1–2	4–5
II	1972	1	2	1–2	5
	1975	1	1–2	1–2	5
III	1972	2	1–2	2	5–6
	1975	0	1–2	2	4
IV	1972	1	2	2	5
	1975	1	2	2	5
IVa	1972	—	—	—	—
	1975	0,5	1–2	2	4

Porovnáme-li obsah uhlíku jednotlivých frakcí humusu uvedeného v tabulce III, vidíme, že relativní obsah rozpustných humusových látek při hodnocení v roce 1975 stoupl oproti výchozímu stavu. Tato skutečnost je vyvolána jednak ochuzením nadložního humusu na holé seči o C_{ox} , jednak lze podle zvýšené biologické aktivity předpokládat příznivější humifikaci (Langkramer, Lochman 1975). Podrobnější vliv odumřelých zbytků trav a bylin na jakost humusu nebyl prozatím blíže sledován. Poměr C_{ox} huminových kyselin a fulvokyselin extrahovaných ze vzorků humusu se mění v jednotlivých půdních horizontech, jak je to u této humusové formy pravidlem. I když jsou uvedené hodnoty v tabulce průměrné, pro průkazné zjištění změn tohoto poměru by bylo zapotřebí zhodnotit širší statistický soubor. Chemické vlastnosti humusu byly zkoumány na části holé seče zastíněné sousedním porostem (jižní část) a na osluněné části (severní část). Vzájemné rozdíly průměrných sumárních hodnot huminových kyselin a fulvokyselin jsou velmi malé, zvláště přihlídneme-li k variabilitě humusového materiálu. Tabulka III ukazuje naprostou převahu získaných humusových látek, které podle vazby patří do skupiny 1 (volné huminové kyseliny a fulvokyseliny, včetně jejich vzájemných polymérních komplexů), a to i v minerálních půdních hori-

III. Uhlík frakcí humusových látek v ‰ celkového uhlíku vzorku. — Carbon in fractions of humus substances in ‰ of total carbon sample

Plocha	Horizont	Humínové kyseliny				Fulvokyseliny					HK/FK
		1	2	3	Sa	1a	1	2	3	Sa	
II 1972	L	12,3	0,8	—	—	3,9	8,4	—	—	—	1,1 — — 1,2
	F	15,4	—	—	15,4	2,8	9,7	—	2,0	14,5	
	F/H	16,7	—	—	—	2,1	11,5	—	—	—	
	H	18,7	—	0,5	19,2	1,9	11,4	—	2,2	15,5	
III 1972	Ah	20,0	3,0	3,5	26,5	8,2	23,0	—	0,9	32,1	0,8
	A ₁	6,2	4,8	1,6	12,6	3,8	10,0	—	3,5	17,3	0,7
IV 1972	Ah	16,7	4,6	2,6	23,9	6,5	17,5	—	2,1	26,1	0,9
	A ₁	6,0	5,0	1,5	12,5	4,5	10,9	—	5,0	20,4	0,6
III severní část 1975	F	20,0	—	0,6	20,6	4,2	14,0	—	1,6	19,8	1,04
	H	23,5	—	4,5	28,0	1,7	21,0	—	1,0	23,7	1,18
	Ah	26,5	—	2,5	29,0	7,4	29,8	—	2,0	39,2	0,74
jižní část 1975	F	24,1	—	—	24,1	1,9	19,5	—	—	21,4	1,12
	H	30,6	—	1,6	32,2	2,2	20,1	—	2,7	25,0	1,29
	Ah	28,0	—	1,3	29,3	10,1	27,3	—	2,5	39,9	0,73

IV. Hodnoty E₅₃₃ a Q_{4/6} humusových látek z odběru v roce 1972 a 1975. — Values E₅₃₃ and Q_{4/6} of humus substances from the sampling in 1972 and 1975

Plo- cha	Hori- zont (vrs- tva)	Mocnost cm	HL I	HK I	FK I	KV I	HL II	HK II	FK II	KV II	HL III	HK III	FK III
Hodnota E ₅₃₃ frakcí humusových látek — odběr 1972													
II	L	1	0,76	1,38	0,13	0,07	1,05	1,56	0,19				
	F	1—2	0,92	1,48	0,19	0,04	1,13	1,70	0,19		1,74	2,77	0,25
	F/H	2	1,46	18,6	0,25	0,09	1,41	1,99	0,18				
	H	1—2	1,33	2,57	0,30	0,17	1,84	1,51	0,21		1,66	2,12	0,21
III	Ah	0—7	2,39	3,32	0,53	1,24	2,80	4,90	0,85	0,28	1,21	2,18	1,08
	A ₁	7—35	1,84	4,30	0,20	0,82	2,66	7,72	0,38	0,26	3,28	3,21	0,50
IV	Ah	0—10	2,24	3,82	0,37	0,76	2,82	4,54	0,52	0,41	1,31	2,93	0,46
	A ₁	10—40	2,13	5,20	0,25	0,60	4,84	8,66	0,52	0,34	1,79	3,73	—
Hodnota Q _{4/6} frakcí humusových látek — 1972													
II	L	1	9,5	9,6	16,0	—	8,7	8,6	24,5	—	—	—	—
	F	1—2	10,2	7,8	18,3	—	7,5	7,6	24,0	—	6,6	4,2	—
	F/H	2	8,0	7,7	19,7	10,7	6,1	6,9	22,0	—	—	—	—
	H	1—2	8,3	7,9	17,6	6,4	7,6	6,8	13,3	—	5,8	5,1	—
III	Ah	0—7	6,5	—	15,6	6,6	8,2	5,5	7,5	—	6,0	3,6	—
	A ₁	7—35	6,0	—	19,2	5,1	5,0	4,7	8,6	—	3,4	3,3	—
IV	Ah	0—10	9,0	5,9	15,4	6,1	5,4	4,7	8,1	5,0	4,3	3,5	12,3
	A ₁	10—40	5,8	4,6	10,8	6,0	4,7	4,5	6,9	5,5	3,4	3,4	—

Hodnota E₅₃₃ frakcí humusových látek — odběr XI. 1975

III	F	1—2	1,36	2,2	0,27	0,08	1,99	2,50	0,32	0,02	1,00	2,10	0,22
	H	2	1,90	3,18	0,28	0,06	2,58	3,65	0,30	0,03	1,75	2,23	0,16
	Ah	0—5	2,77	3,89	0,72	1,99	3,49	4,52	0,87	0,12	1,90	2,54	0,53
	F	2	1,9	2,8	0,27	0,15	2,36	3,41	0,32	0,02	1,80	2,78	0,38
	H	2	2,59	3,99	0,35	0,33	3,16	4,25	0,32	—	2,25	3,30	0,26
	Ah	0—5	2,46	4,13	0,52	1,33	3,33	4,77	0,63	0,08	1,94	2,74	0,25

Hodnota Q 4/6 frakcí humusových látek — 1975

III	F	1—2	8,5	7,2	19,9	10,9	7,2	6,1	12,1		7,2	5,6	5,3
	H	2	8,0	7,1	19,8	—	6,5	5,5	12,0		4,8	4,0	6,7
	Ah	0—5	8,2	6,9	24,2	7,9	7,5	5,7	13,5	6,60	6,2	4,4	6,5
	F	2	8,2	7,0	30,1	—	6,6	5,6	13,5		5,3	4,6	5,0
	H	2	7,0	7,1	23,1	11,0	6,6	6,0	9,6		4,9	4,4	6,7
	Ah	0—5	7,9	6,8	20,0	10,2	7,5	5,6	12,4	7,1	4,4	3,8	5,3

zontech. Šedé humínové kyseliny (G ä t k e 1954) a jejich polymérní komplexy vázané na Ca (humát vápenatý) nejsou v tomto typu humusu prakticky zastoupeny. Nezanedbatelné je však zastoupení humusových látek uvedených ve skupině 3. Jejich podíl se uplatňuje především v horních horizontech minerální půdy. Uhlík fulvokyselin frakce 1a dosahuje, vzhledem k jeho celkového množství v půdě, relativně maxima v minerálním horizontu A_h . Avšak skutečné jejich množství v minerální půdě ubývá, v horizontech A_1 nastává jejich absolutní i relativní úbytek.

Výsledky měření optických vlastností humusových látek, rozpustných při frakcionaci humusu půd dílčích výzkumných ploch (tabulka IV) potvrzují zjištění chemických rozborů. Hodnoty extinkce E_{533} roztoků humusových látek všech frakcí z nadložního humusu ukazují vzestupnou tendenci od subhorizontů L do H. V minerální půdě hodnota extinkce dále stoupá u humínových kyselin všech frakcí a nejvyšších hodnot dosahuje v horizontu A_1 . U fulvokyselin nastává v horizontu A_1 pokles hodnot E_{533} . Optické vlastnosti humusových látek nám dávají obraz o jejich stavbě. Jak uvádí řada autorů (K o n o n o v a 1958, 1963; S c h e f f e r, U l r i c h 1960 a další) je optická hustota alkalických roztoků humínových kyselin o stejné koncentraci C charakteristická pro poměr uhlíku přítomného v aromatické síťce k uhlíku bočních radikálů-řetězců. Podle našeho zjištění (tabulka IV) klesá barevný kvocient $Q_{4/6}$ humínových kyselin se stupněm humifikace organického materiálu, tedy se vzdáleností místa odběru vzorku od povrchové vrstvy L. U fulvokyselin není pokles $Q_{4/6}$ jednoznačný. Patrný je u humusových látek s vazbami na seskvioxidy (FK III).

DYNAMIKA HUMUSOVÝCH LÁTEK

Na výzkumných plochách zachycovaná srážková voda a půdní gravitační voda je podrobena rozborům. Tyto analýzy jsou konány k získání údajů o přísunu rozpuštěných látek ve srážkách na povrch půdy, ke studiu obohacování vody o látky vymývané z jehličí a pro zjištění množství imisních látek, které přicházejí se srážkami nebo se zachycují na povrchu stromů. Při studiu složení a množství půdní gravitační vody je také naším cílem získání podkladů pro posouzení vlivu pěstebních zásahů na uvolňování živin vázaných v humusu, pro stanovení velikosti filtrační schopnosti nadložního humusu a daných půd, tedy hledisek vodohospodářských a dále k získání údajů o bilanci živin a o vývoji půdy. Při analýzách zjišťujeme pH, obsah uhlíku, množství jednotlivých forem dusíku a hlavních živin, množství mikroelementů včetně prvků svázaných s průmyslovými imisemi. Protože tato práce je věnována humusu dílčích výzkumných ploch, uvádíme zde pouze zjištění týkající se dynamiky uhlíku a humusových látek. Z tabulky V je zřejmý vliv porostů na obsah organických látek ve srážkové vodě. Výsledky z let 1973 a 1974 ukazují, že zapojené porosty (plocha I a IV) způsobují vyšší intercepci oproti porostu se sníženým zakmeněním (plocha II). Vzájemný poměr hodnot odpovídá výsledkům speciálního výzkumu intercepce porostů (zachycování srážek porosty), konaného na těchto plochách pracovníky kolektivu lesnické klimatologie (K r e ě m e r 1975). Vyšší srážky v roce 1974 způsobily nejen vyšší celkový přísun organických látek na povrch půdy, ale také jejich vyšší kon-

V. Obsah C_{ox} přicházejících na povrch půdy srážkovou vodou. — The content of C_{ox} coming to the soil surface with rainfall water

Plocha	Rok	I	Průměrná konc. v mg $C_{ox} \cdot l^{-1}$	Celkové množství $C_{ox} \cdot m^{-2}$ půdy v mg
I	73	210	42,5	8 925
	74	369	72,4	26 730
II	73	361	12,6	4 538
	74	472	36,0	17 116
III	73	396	6,3	2 485
	74	622	17,5	10 879
IV	73	216	21,0	4 509
	74	421	35,0	14 923

centraci. Naše výsledky jsou zatíženy určitou ztrátou srážek při přestavbě srážkoměrného zařízení v roce 1973 a po destrukci žlabů způsobené mimořádně ničivým krupobitím v roce 1974. Zachycovaná srážková voda pod zapojenými porosty vykazuje také nejnižší hodnoty pH. Nejméně kyselá je voda, která nepřišla do styku s korunami smrků, tedy na holé seči. Průměrné koncentrace C_{ox} v půdní gravitační vodě jsou uváděny pouze za rok 1974 (tabulka VI). Při porovnání údajů získaných z vody zachycené

VI. Průměrná koncentrace C_{ox} v půdní gravitační vodě a průměrné pH. — The average concentration of C_{ox} in soil gravitational water and the average pH

		Horizont	pH	C_{ox}
Plocha I Sonda 1	1974	Ao	4,2	97,9
		A	4,3	38,6
		B	5,4	21,4
Plocha II Sonda 2	1974	Ao	4,1	74,0
		A	4,5	32,0
		B	6,1	27,0
Plocha III Sonda 3	1974	Ao	4,7	81,8
		A	5,2	24,1
		B	5,9	21,1

pod horizontem A_0 je zřejmý vliv množství gravitační vody na koncentraci v ní obsaženého C_{ox} (plocha I a II).

Na holé seči, kde bylo pod horizontem A_0 do lysimetru zachyceno nejvíce gravitační vody, se projevuje zvýšená biologická aktivita v nadložním humusu na vysokém průměrném obsahu C_{ox} v analyzované vodě. Průběh změny hodnoty pH gravitační vody při jejím pronikání půdou odpovídá vertikálním změnám acidity půdy. Během infiltrace do půdy se obsah organických látek ve vodě snižuje. Rozdíly obsahu uhlíku zjištěné na jednotlivých plochách se s přibývajícím hloubkou vyrovnávají. Množství

C_{ox} ve vodě z horizontů B je v rozmezí kolísání jeho obsahu ve vodě lesního potůčku a studánky. Pro příští období výzkumu zůstává nezodpovězena otázka zvyšování obsahu organických látek v důsledku rozvoje mikroorganismů v zachycené vodě, kterou je nutno pro úplnou analýzu shromažďovat i delší časová období.

Gravitační půdní vodu jsme na ploše I začali zachycovat počátkem roku 1972, na dalších plochách během tohoto roku podle zhotovení sond. Malé množství zachycené vody v roce 1973 je důsledkem nízkého ročního úhrnu srážek.

Vyšší vlhkost nadložního humusu ve srážkově bohatším roce (1974) zapříčiňuje vyšší rozkladnou činnost mikroorganismů, a tím produkci pohyblivých humusových látek, které jsou také současně vyšším množstvím prosakující vody intenzivněji transportovány do půdního profilu. Nejvyšší množství humusových látek bylo po celou dobu pozorování vyplavováno na holé seči (plocha III), kde byly a jsou nejlepší předpoklady pro rozkladné procesy, jako je dostatek výchozího materiálu a příznivější tepelné a vlhkostní poměry. Následuje proředená tyčkovina (plocha IVa) a dospělý porost se sníženým zakmeněním (plocha II). Hustá tyčkovina (plocha IV) a smrkový porost (plocha I), mají mikroklimatické podmínky pro biologickou půdní činnost nejméně příznivé. Tyto výsledky odpovídají i studiu dynamiky mikroflóry (Langkramer 1973, Langkramer, Lochman 1975). Zvýšený celkový roční úhrn C_{ox} získaný z vody lyzimetru pod horizontem A v sondě 2, oproti sumě ostatních lyzimetrů v této hloubce, je způsoben vyšší propustností nadložního horizontu A, ve kterém jsou vertikální drenáže po zetlelých kořenech. Bilance uhlíku transportovaného půdní gravitační vodou je spolu s bilancí vody uvedena v tabulce VII. Údaje z roku 1973 ukazují vyšší procentuální spotřebu vody porostem, přizemní vegetací a výparem z půdy. Hodnoty půdní gravitační vody jsou ovlivněny přerušením měření při přestavbě sond. V roce 1974 dosáhlo procento zachycené vody pod horizontem B vzhledem k množství srážek na plochách I, II a III obdobné výše. V půdním profilu pod mladým hustým porostem nebyla ve větší hloubce zachycena prakticky žádná voda. O účinnosti sledovaných půd dílčích ploch Želivka, jako filtru pro organické látky, svědčí údaje z tabulek, kde na holé seči (na ploše III) bylo z 66 g C_{ox} vyplaveného do minerální půdy zachyceno pod horizontem B v hloubce cca 100 cm pouze 1,5 g. V půdách pod porosty je nutno počítat při kalkulaci uhlíku i s jeho uvolňováním ve výměscích kořenů dřevin. Na plochách se zmýcenými stromy se uvolňují organické látky z tlejících kořenů. Hodnotíme-li změny v nadložním humusu, vidíme, že na ploše III nastalo snížení množství organické hmoty v důsledku zmenšení mocnosti tohoto horizontu A₀ (tabulka II). Na základě dalších zjištění můžeme provést podrobnější bilanci změn zásoby C_{ox} .

Zásoba uhlíku nadložního humusu porostů plochy III – výchozí stav z roku 1972 :

nadložní humus	objem l. m ⁻²	obj. hmotnost kg. l ⁻¹	hmotnost humusu kg. m ⁻²	% C_{ox} z hmotn. vzorku	hmotnost C_{ox} kg. m ⁻²
L — 2 cm	20,0	0,10	2,0	47,0	0,94
F — 2 cm	20,0	0,12	2,4	44,5	1,07
H — 2 cm	20,0	0,27	5,4	31,0	1,67

VII. Balance C_{ox} transportovaného půdní gravitační vodou v % množství obsaženého ve vodě srážkové. — Balance of C_{ox} transported by soil gravitational water in % of the amount included in rainfall water

Plocha I	Rok 1973	Voda srážková horizont A ₀ A	210 l 15 0,5	C_{ox}	8 925 mg 36 —	100 % % %
I	1974	voda srážková horizont A ₀ A B	369 l 36 17 12	C_{ox}	26 730 mg 49 9,1 3,5	100 % % % %
II	1973	voda srážková horizont A ₀ A B	361 l 39 35 6	C_{ox}	4 538 mg 216 21 2,5	100 % % % %
II	1974	voda srážková horizont A ₀ A B	472 l 79 65 11	C_{ox}	17 116 mg 161 56 8,6	100 % % % %
III	1973	voda srážková horizont A ₀ A B	396 l 81 10 1,3	C_{ox}	2 485 mg 1 057 14 3,3	100 % % % %
III	1974	voda srážková horizont A ₀ A B	622 l 98 47 11	C_{ox}	10 879 mg 409 64 13	100 % % % %
IV	1973	voda srážková horizont A ₀	216 l 52	C_{ox}	4 509 mg 396	100 % %
IV	1974	voda srážková horizont A ₀	421 l 65	C_{ox}	14 923 mg 125	100 % %

Množství vody v l a C_{ox} v mg jsou uváděny v přepočtu na 1 m² plochy

Celková zásoba C_{ox} nadložního humusu byla 3,68 kg . m⁻² plochy.

Zásoba uhlíku nadložního humusu plochy III — stav v listopadu 1975 :

nadložní humus vrstva	objem l . m ⁻²	obj. hmotnost kg . l ⁻¹	hmotnost humusu kg . m ⁻²	% C_{ox} z hmotn. vzorku	hmotnost C_{ox} kg . m ⁻²
F — 2 cm	20,0	0,17	3,4	33,0	1,12
H — 2 cm	20,0	0,32	6,4	24,0	1,53

Celková zásoba C_{ox} nadložního humusu byla 2,65 kg . m⁻² plochy. Podle tohoto výpočtu se snížil obsah uhlíku v nadložním humusu (plocha III) o 1030 g . m⁻². Hmotnost C_{ox} zachyceného s gravitační vodou pod horizontem A₀ — nadložním humusem — je 165 g. Přestože byla voda zachycována v roce 1972 až do července, je zřejmé, že uvedená ztráta C_{ox} nevznikla vyplavením humusových látek vodou, ale že podstatná část se uvolnila při intenzivní činnosti mikroorganismů a přešla do atmosféry.

Přitom je nutno vzít v úvahu určitý přísun uhlíku se srážkami (20 až 30 g).

Z našeho zjištění i podle údajů z literatury je také možno předpokládat, že největší množství transportovaných organických látek do půdy je v povrchové části rozloženo činností půdních mikroorganismů (Langkramer 1973). Dokladem toho je i vyrovnanost zásob humusových látek v půdách pod lesními porosty, i když roční přísun organické hmoty do těchto půd je také poměrně značný (tabulka VIII).

VIII. Celková roční množství uhlíku (C_{ox}) přinesených s půdní gravitační vodou do lyzimetrů pod horizonty A_0 , A a B. Hodnoty jsou udány v l a mg na 1 m² plochy lyzimetru. — The total annual amount of carbon (C_{ox}) brought with gravitational water to lysimeters under horizons A_0 , A and B. Values are in litres and mg per 1 sq. m. of the lysimeter surface

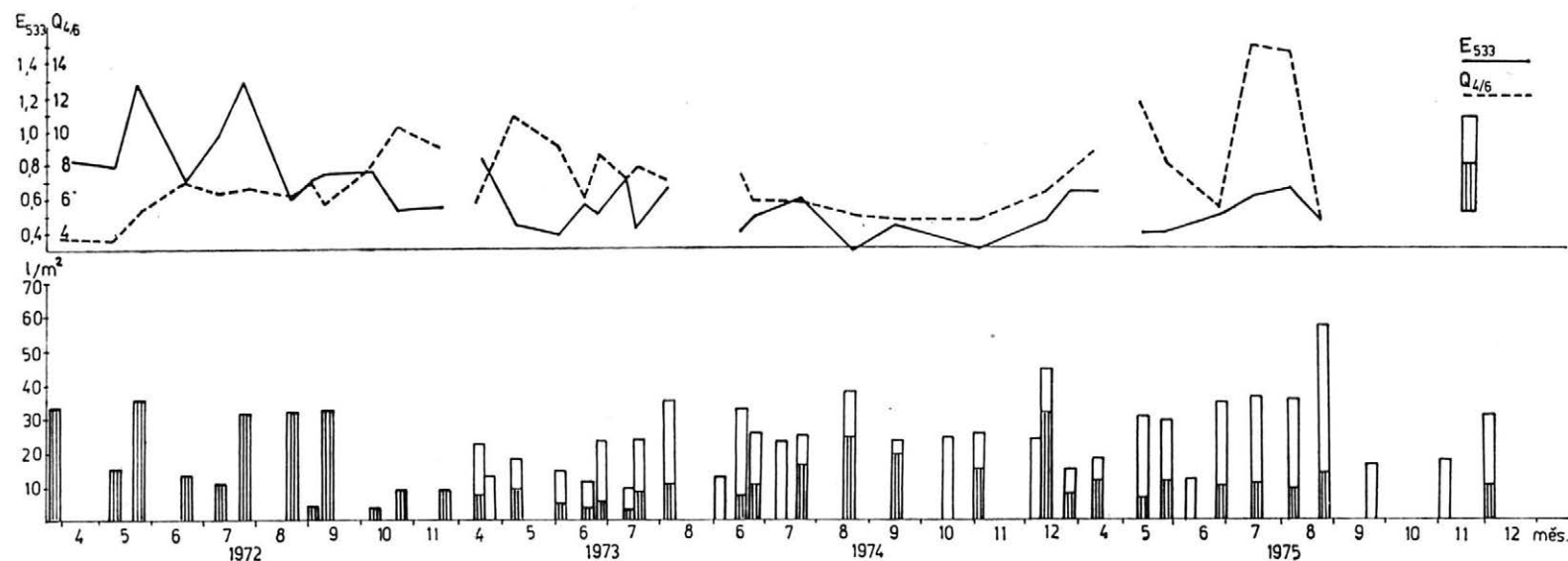
Horizont	Plocha	Sonda	1972	1973	1974	1975
A_0	I	1 voda l C_{ox} mg	219 18 906	32 3 213	134 13 155	82 6 414
	II	2 voda l C_{ox} mg	98* 7 118*	142 9 820	373 27 526	308 14 754
	III	3 voda l C_{ox} mg	47** 9 927**	276 29 648	808 66 071	484 38 881
	III	3a voda l C_{ox} mg	130* 30 923*	321 26 272	614 44 508	377 22 279
	IV	4 voda l C_{ox} mg	— —	112 17 872	273 18 621	186 10 128
	IV	4a voda l C_{ox} mg	— —	396 52 173	800 53 270	445 24 426
A	I	1 voda l C_{ox} mg	22 —	1 —	63 2 428	34 1 231
	II	2 voda l C_{ox} mg	13* 243	126 936	306 9 656	263 2 993
	III	3 voda l C_{ox} mg	11** 189**	41 344	291 7 020	183 3 193
B	I	1 voda l C_{ox} mg	— —	— —	44 942	10 301
	II	2 voda l C_{ox} mg	— —	22 112	54 1 468	19 552
	III	3 voda l C_{ox} mg	— —	5 67	81 1 414	68 654

* — voda zachycována od července 1972

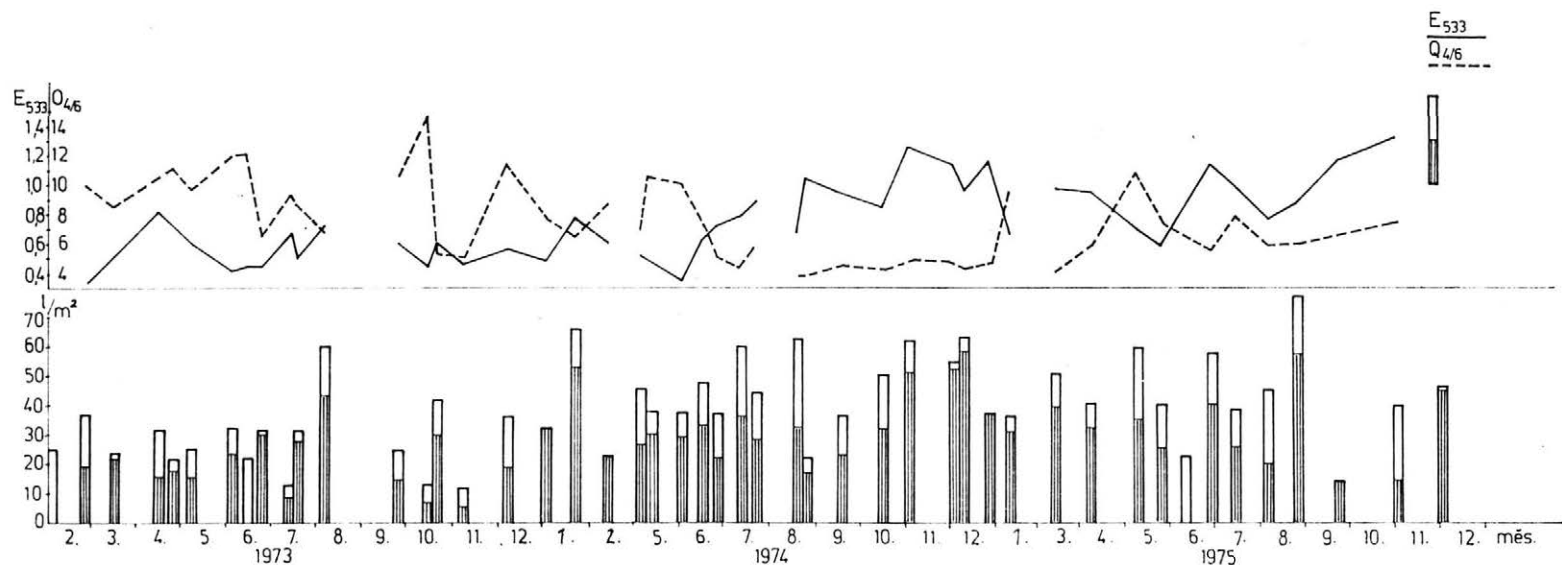
** — voda zachycována od září 1972

Pro posouzení vlastností rozpuštěných humusových látek v gravitační vodě jsme současně se stanovením obsahu C_{ox} prováděli i měření optických vlastností těchto výluhů. Ve vodě zachycené v lyzimetrech pod horizonty A_0 bylo prováděno hodnocení pravidelně ve všech odběrech. Ve vodě z hlubších půdních horizontů ($A-30$ cm, $B-100$ cm) nebyla zjištěna přítomnost barevných humusových látek ani při kondenzaci výluhu. Z hodnocení výsledků měření je zřejmý vliv množství srážek a teploty povrchu půdy nejen na množství zachycených látek, ale také na jejich kvalitu vyjádřenou optickými vlastnostmi. Porovnáním hodnot z výluhů pod nadložním humusem ploch I a III (graf 1 a 2) je zřejmá trvale vyšší hodnota E_{533} látek z plochy III. Rozdíl barevných kvocientů $Q_{4/6}$ je méně výrazný. Nápadný je také růst extinkce E_{533} a pokles $Q_{4/6}$ v polovině roku 1974, který trval i v roce 1975. Na ploše I (v kontrolním porostu) měly poměrně nejpriznivější hodnoty humusové látky z výluhů zachycených v roce 1972.

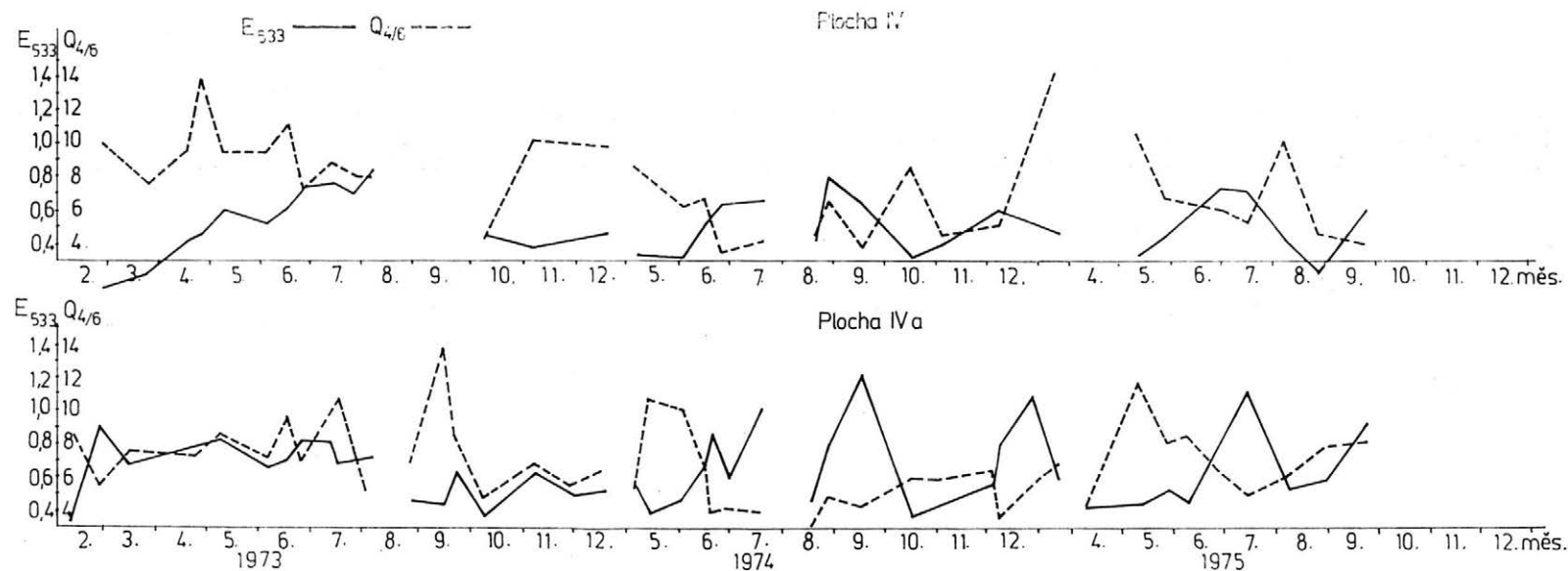
V teplém letním období a při nižších srážkách je rozdíl mezi sumou srážek a sumou zachycené vody pod nadložním humusem největší. V zimním období je rozdíl menší a při tání sněhové pokrývky je i množství srážek převyšeno množstvím gravitační vody z lyzimetrů pod horizonty A_0 . Vliv změněných mikroklimatických podmínek následkem porušení zápoje v mladém porostu je zřejmý na optických hodnotách humusových látek z horizontu A_0 přehoustlé tyčkoviny (plocha IV) a proředěné tyčkoviny (plocha IVa – graf 3). V rozpuštěných humusových látkách z plochy IVa byla zjišťována vyšší extinkce E_{533} a nižší $Q_{4/6}$. Průběh křivek z plochy IVa je podobný křivkám z plochy III. Posoudíme-li optické vlastnosti humusových látek rozpuštěných v půdní gravitační vodě s optickými vlastnostmi frakcionovaných humusových látek uvedenými v tabulce V a VI vidíme, že humusové látky rozpuštěné ve vodě mají podobné vlastnosti jako frakce volných humusových látek (HL I). Hodnota E_{533} se proti frakci pohybuje poněkud níže a blíží se hodnotě z kyselých výluhů H vrstvy a minerálních horizontů (A_h , A_1). Vysvětlení je možné spatřovat v tom, že zmíněná hodnota E_{533} se vztahuje na koncentraci 1 g C_{ox} na 1 l vody a v tomto množství je i uhlík bezbarvých nespecifických humusových látek – produktů rozkladů organického materiálu. Barevný kvocient $Q_{4/6}$ odpovídá po většinu sledovaného období také hodnotám volných humusových látek (HL I) získaných při frakcionaci. Pouze ve vodě zachycené po srážkově bohatém období je zjištěn $Q_{4/6}$ odpovídající huminovým kyselinám (HK I). Příčiny jsou zřejmě obdobné jako u vzestupu hodnoty E_{533} . Pohyblivější látky – fulvokyseliny – jsou při intenzivnější perkolaci vymývány dříve a při pokračujícím vymývání humusu jsou uvedeny do rozkladu i kondenzovanější humusové látky. I zde mohou působit zlepšené vlhkostní podmínky na dokonalejší humifikaci produktů rozkladu. Skutečnost je již doložena v řadě prací. Jednou z posledních je referát K. V. Djakonové (1975), v němž je uveden rozbor humusových látek z vody lyzimetrů umístěných v lesních půdách SSSR. Podle výsledků rozborů tvoří fulvokyseliny 85–100 % všech humusových látek v těchto vodách. Autorka také zjistila, že humusové látky vymyté z nadložního humusu ztrácejí volné kyselé skupiny po příchodu do minerálního horizontu A. Fulvokyseliny snadno váží kovy, způsobují jejich přemísťování a naopak tato vazba snižuje rozpustnost a pohyblivost fulvokyselin (Sequi 1975).



1. Průběh hodnot E_{533} a $Q_{4/6}$ humusových látek rozpuštěných v gravitační vodě zachycené pod horizontem A_0 plochy I, při koncentraci 1 g C_{ox} v 1 l vody. Ve spodní části grafu je uvedeno množství vody gravitační — šrafovaná část a množství vody srážkové — celý sloupec, zachycené na 1 m^2 plochy. — Course of values E_{533} and $Q_{4/6}$ of humus substances solved in gravitational water caught under A_0 horizon of plot I, concentration 1 g C_{ox} in 1 l of water. At the bottom of the graph is the amount of gravitational water — dashed part and the amount of rainfall water — whole column, caught on 1 sq. m.



2. Průběh hodnot E_{533} a $Q_{4/6}$ humusových látek, rozpuštěných v gravitační vodě zachycené pod horizontem A_0 plochy III, při koncentraci 1 g C_{ox} v 1 l vody. Ve spodní části grafu je uvedeno množství vody gravitační — šrafovaná část a množství vody srážkové — celý sloupec, zachycené na 1 m^2 plochy. — Course of values E_{533} and $Q_{4/6}$ of humus substances solved in gravitational water caught under A_0 horizon of plot III, at concentration 1 g C_{ox} in 1 l of water. At the bottom of the graph is the amount of gravitational water — dashed part and the amount of rainfall water — whole column, caught on 1 sq. m.



3. Průběh hodnot E_{533} a $Q_{4/6}$ humusových látek rozpuštěných v gravitační vodě, zachycené pod horizonty A_0 ploch IV a IVa, při koncentraci 1 g C_{ox} v 1 l. — Course of values E_{533} and $Q_{4/6}$ of humus substances solved in gravitational water caught under horizons A_0 of plots IV and IVa, at concentration 1 g C_{ox} in 1 l

Podle našich zjištění je v povrchových minerálních vrstvách půd výzkumných ploch zachycováno maximální množství Fe, Mn, Zn, Cu a F, vyplavovaných z nadložního humusu.

SOUHRN

Na dílčích výzkumných plochách ve výzkumném objektu Želivka, v kontrolním smrkovém porostu, v porostu se zakmeněním sníženým na 50 %, na holé seči a v mladém smrkovém porostu – tyčkovině, byla instalována koryta na srážkovou vodu a do půdy lyzimetry na zachycování gravitační vody. Výsledky rozborů půdy a humusu ukázaly, že plochy leží na stejném půdním typu (oglejená ilimerizovaná hnědozem) s humusovou formou mör-moder. Bezprostředně po pěstebních zásazích byly chemické a optické vlastnosti humusu na všech plochách přibližně stejné. Převážná část humusových látek vydělených z nadložního humusu a půdy byly volné humínové kyseliny a fulvokyseliny. Během sledovaných let 1972–1975 nastal na holé seči rozvoj paseční vegetace, ztráta C_{ox} v nadložním humusu a relativní vzestup podílu extrahovatelných humusových látek. Optické vlastnosti humusových látek ze vzorků odebraných v roce 1975 nevykazovaly podstatné rozdíly. V zachycované srážkové a gravitační vodě byl zjišťován C_{ox} . Vliv zápoje porostu se projevil nejen na intercepci, ale také na obsahu organických látek ve srážkách. Nejvyšší obsah C_{ox} a nejnižší pH byly stanoveny v zapojeném porostu. Příznivější mikroklimatické podmínky způsobily spolu s nejvyšším množstvím vody větší vyplavování humusových látek z horizontu A_0 na holé seči a v proředěných porostech oproti zapojeným. Během infiltrace gravitační vody se v minerální půdě zvyšuje její pH a klesá obsah C_{ox} . Podstatná část uhlíku nadložní organické hmoty přechází při jejím rozkladu do atmosféry. V minerálních horizontech A_h a A_1 nebyl zjištěn zvýšený obsah C_{ox} odpovídající jeho přisunu z nadložního humusu. Vliv příznivějšího mikroklima na holé seči se projevil i v příznivějších optických vlastnostech vyluhovaných humusových látek. Tyto látky mají vyšší extinkci E_{533} a nižší barevný kvocient $Q_{4/6}$. Hodnoty optických vlastností humusových látek rozpuštěných v gravitační vodě se blíží hodnotám frakce volných humusových látek z nadložního humusu. Ve srážkově bohatších obdobích je vyplavováno větší množství humusových látek s optickými vlastnostmi, které ukazují jejich vyšší kondenzovanost a menší pohyblivost. V předložené práci je popsán vliv pěstebních zásahů ve smrkových porostech na množství srážkové a půdní gravitační vody, na biologickou činnost v nadložním humusu a půdách a na dynamiku humusových látek.

Došlo dne 10. 2. 1976

Literatura

1. DJAKONOVA, K. V.: Priroda huminovyh vščestv lizimetričeskich vod i počvennyh rastvorov. Studies about Humus: Transaction of the International Symposium „Humus et Plants VI“ Praha, 1975
2. GÄTKE, C. R.: Grau- oder Braunhuminsäure. Wiss. Zeitschrift d. Universität Greifswald, 3, 1953, 1954, 4/5, s. 281–283

3. HOFFMANN, F.: Farbmessungen an Humin- und Fulvosäuren. Archiv für Forstwesen, 19, 1964, 11, s. 1159-1180
4. HRAŠKO a kol.: Rozbory pôd. Bratislava, 1962
5. KONONOVA, M. M.: Die Humusstoffe des Bodens. Berlin, 1958
6. KONONOVA, M. M.: Organičeskoje vėščestvo počvy. Moskva, 1963
7. KONONOVA, M. M. — ALEXANDROVA, I. B.: Uslovija biosinteza gumusovyh vėščestv. Studies about Humus. Transaction of the International Symposium „Humus et Planta VI“ Praha, 1975
8. KREČMER, V.: Složky vodní bilance smrkových porostů pasečného tvaru v chlumní oblasti. Závěrečná zpráva VÚLHM Jíloviště, 1975, nepublikováno
9. LANGKRAMER, O.: Mikroflóra půd smrkových porostů tří věkových stupňů v objektu Želivka. Lesnictví 19, 1973, 4, s. 345-360
10. LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V.: Chemické vlastnosti vody v půdě a ve vodotečích výzkumného objektu Želivka.. Závěrečná zpráva VÚLHM Jíloviště, 1975, nepublikováno
11. LOCHMAN, V.: Chemické vlastnosti humusových forem na výzkumných plochách objektu Želivka. Vědecké sdělení VÚLHM, Zbraslav, 1973, nepublikováno
12. MRÁZ, K.: Terénní výzkum humusových forem a půd výzkumného objektu Želivka. Vědecké sdělení VÚLHM, Zbraslav, 1973
13. PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství. Praha, 1964
14. SEQUI, P. a kol.: Concerning the humic : fulvic acid ratio. Studies about Humus: Transaction of the International Symposium „Humus et Plants VI“ Praha, 1975
15. SCHEFFER, F. — ULRICH, B.: Humus und Humusdüngung. Berlin u. Hamburg, 1960
16. SOBOTKA, A.: Příspěvek k poznání vlivu půdních makromycet na tvorbu biomasy a vodní režim v půdě smrkových porostů. Práce VÚLHM, 45, 1974, s. 93-111
17. SOBOTKA, A. — MRÁZ, K. a kol.: Živá půdní složka, humus a vodní režim v půdách smrkových porostů jako základní faktory jejich vodohospodářských funkcí (projekt Želivka). Závěrečná zpráva VÚLHM Jíloviště, 1975, nepublikováno

Влияние мероприятий по лесовыращиванию на химические свойства гумуса и его динамику в почвах еловых насаждений в объекте Желивка

На научно-исследовательских участках в научно-исследовательском объекте Желивка, в контрольном еловом насаждении, в насаждении с пониженной полнотой насаждений до 50 %, в голосечи и в молодом еловом насаждении — тонком жердняке, были сделаны корыта для дождевой воды и в почву проведены лизиметры для улавливания гравитационной воды. Результаты анализов почвы и гумуса показали, что площади лежат на одинаковом типе почв (оглеенный оподзоленный бурозем) с гумусной формой mör - moder. Непосредственно после мероприятий по лесовыращиванию химические и оптические свойства гумуса на всех площадях были приблизительно одинаковыми. Большая часть гумусных веществ, выделенных из налегающего гумуса и почвы, были свободные гуминовые кислоты и фульвокислоты. В ходе 1972—1975 годов исследования голосечи настали развитие лесосечной вегетации, потеря C_{ox} в налегающем гумусе и относительное повышение доли экстрагируемых гумусных веществ. Оптические свойства гумусных веществ и образцов, взятых в 1975 году, не имели существенных различий. В собранных осадках и гравитационной воде был установлен C_{ox} . Влияние смыкания насаждений наблюдалось не только на интерцепцию, но также и на содержание органических веществ в осадках. Максимальное содержание C_{ox} и самое низкое pH были установлены в сомкнутом насаждении. Более благоприятные микроклиматические условия, наряду с самым высоким количеством воды, вызвали самое большое вымывание гумусных веществ из A_0 горизонта в голосечи и в прореженных насаждениях по сравнению с сомкнутыми. В ходе инфильтрации гравитационной воды в минеральной почве повышается ее pH и понижается содержание C_{ox} . Значительная часть углерода налегающей органической массы при ее разложении переходят в атмосферу. В минеральных горизонтах A_h и A_1 не было установлено высокое содержание C_{ox} , соответствующее его поступлению из налегающего гумуса. Влияние более благоприятного микроклимата в голосечи проявилось и в более благоприятных оптических свойствах экстрагированных гумусных веществ. Эти вещества имеют более высокую экстинкцию E_{533} и более

низкий цветной коэффициент $Q_{4/6}$. Величины оптических свойств гумусных веществ, растворенных в гравитационной воде, приближаются к величинам фракции свободных гумусных веществ из налегающего гумуса. В более богатые на осадки периоды вымывается большое количество гумусных веществ с оптическими свойствами, которые свидетельствуют об их высокой конденсируемости и меньшей способности к движению. В предлагаемой работе описано влияние мер по лесовыращиванию в еловых насаждениях на количество атмосферных осадков и почвенной гравитационной воды, на биологическую деятельность в налегающем гумусе и почвах и на динамику гумусных веществ.

The Influence of Silvicultural Treatments on Chemical Properties of Humus and Its Dynamism in Spruce Stand Soils in the Želivka Area

On the partial experimental plots, in the research area of Želivka, in sample spruce stand, in a stand with 50 % decreased stand density, on clear felling and in young spruce stand — pole stage stand — there have been installed troughs for catching rainfall water and lysimeters for catching gravitational water have been installed into the soil. The results of soil and humus analyses showed that areas lay on the same soil type (pseudogley illimic brown soil) with humus from „mör-moder“. Chemical and optical properties of humus, immediately after silviculture treatments, were approximately the same. Major part of humus substances separated from the upper humus and soil were free humic and fulvic acids. In the course of the years 1972–75 development of felling area vegetation set in, a loss of C_{ox} in the upper humus and the relative increase of share of easily extracted humus substances. The optical properties of humus substances from the samples taken in 1975 did not show any substantial differences. There was found out C_{ox} in caught gravitational and rainfall water. The influence of canopy density appeared not only in interception, but also in the content of organic substances in precipitation. The highest content of C_{ox} and the lowest pH were established in closed stand. The more favourable microclimatic conditions together with the highest amount of water caused the large drifting of humus substances from A_0 horizon on clear felling and in thinned stands in comparison with closed stands. During the infiltration of gravitational water in mineral soil pH is increasing while the content of C_{ox} is decreasing. The substantial part of carbon of the upper organic matter passes away into the atmosphere during the decomposition. In mineral A_h and A_1 there was not found out the increased content of C_{ox} corresponding to its supply from the upper humus. The influence of more favourable microclimate on clear felling presented itself in more favourable optical properties of drifted humus substances. These substances have higher extinction E_{53} and lower colour quotient $Q_{4/6}$. Values of optical properties of humus substances solved in gravitational water come close to fraction values of free humus substances from the upper humus. The higher amount of humus substances with optical properties is drifted in periods rich in rainfalls, which shows the higher condensation and smaller mobility. The presented study describes the influence of silviculture treatments in spruce stands on the amount of rainfall and soil gravitational water, biological activity in the upper humus and soils and on dynamism of humus substances.

Einfluß der Pflegeeingriffe auf die chemischen Eigenschaften von Humus und dessen Dynamik in den Böden der Fichtenbestände im Objekt Želivka

Auf den Teilforschungsflächen im Forschungsobjekt Želivka, im Kontrollfichtenbestand, im Bestand mit erniedrigter Bestockung auf 50 %, auf dem Kahlschlag und im jungen Fichtenbestand — Stangenholz — wurden die Betten auf das Niederschlagswasser und in den Boden Lysimeter zum Auffangen des Gravitationswassers installiert. Die Ergebnisse der Bodenanalyse und des Humus zeigten, daß die Flächen auf demselben Bodentyp liegen (Oglei, illimierende Braunerde) mit der Humusform Mör-Moder. Unmittelbar nach den Pflegeeingriffen waren alle chemischen und optischen Eigenschaften des Humus auf allen Flächen etwa gleich. Der überwiegende Teil der Humusstoffe, abgetrennt vom hangenden Humus und vor dem Boden waren freie Huminsäuren und Fulvosäuren. Während der verfolgten Jahren 1972–1975 kam es auf dem Kahlschlag zur Entwicklung der schlagweisen Vegetation, zum Verlust von C_{ox} im hangenden Humus und zum relativen Aufstieg des An-

teils von extrahierbaren Humusstoffen. Die optischen Eigenschaften der Humusstoffe bei der Probeentnahme im Jahre 1975 wiesen keine wesentlichen Unterschiede auf. Im aufgefangenen Niederschlags- und Gravitationswasser wurde C_{ox} ermittelt. Der Einfluß von Bestandesschluß hat sich nicht nur auf der Interzeption, sondern auch im Gehalt der organischen Stoffe in den Niederschlägen, geäußert. Der höchste Gehalt von C_{ox} und der niedrigste Gehalt von pH-Wert wurden im geschlossenen Bestand festgestellt. Die günstigeren mikroklimatischen Bedingungen verursachten zusammen mit der höchsten Wassermenge größeres Auslangen der Humusstoffe von A_0 Horizont auf dem Kahlschlag und in den lichtstellenden Beständen im Vergleich zu den geschlossenen. Während der Infiltration des Gravitationswassers erhöht sich im Mineralboden der pH-Wert und sinkt der Gehalt von C_{ox} . Der wesentliche Teil des Kohlenstoffes der hangenden organischen Masse übergeht bei ihrer Zersetzung in die Atmosphäre. In den Mineralböden A_h und A_1 Horizonten wurde nicht der erhöhte Gehalt von C_{ox} ermittelt der seiner Zuführung vom hangenden Humus entspricht. Der Einfluß von mehr geeignetem Mikroklima auf dem Kahlschlag äußerte sich in den günstigeren optischen Eigenschaften der ausgelaugenen Humusstoffe. Diese Stoffe haben eine höhere Extinktion E_{533} und einen niedrigeren farbigen Quotient $Q_{4/6}$. Die Werte der optischen Eigenschaften von Humusstoffen, aufgelöst im Gravitationswasser, nähern sich den Werten von Fraktion der freien Humusstoffe aus dem hangenden Humus. In dem Zeitabschnitt, der reicher an Niederschläge ist, wird eine größere Menge von Humusstoffen mit optischen Eigenschaften ausgelangt, die ihre höhere Kondensierbarkeit und kleinere Beweglichkeit zeigen. In der vorliegenden Arbeit wird der Einfluß von Pflegeeinriffen im Fichtenbestand auf die Niederschlagsmenge und auf das Gravitationswasser beschrieben, weiter auf die biologische Tätigkeit im hangenden Humus und in den Böden und auf die Dynamik der Humusstoffe.

Adresa autora:

Ing. Václav Lochman, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady

Přehled prvních 10letých výsledků rozsáhlého dlouhodobého pěstebního pokusu v dozrávajících smrkových porostech nejproduktivnější části Orlických hor podává naše dřívější pojednání (Zakopal 1976). Týká se popisu ploch, rozboru těžeb a přírůstků s jejich ekonomikou a pěstebními důsledky. Je tam též podán výtah z celé metodiky, týkající se jak mateřského, tak i následného porostu, které na sebe úzce navazují a tvoří celek. Poukazují proto na tuto metodiku, v níž je zahrnuto šetření o podrostech tvořících těžišťe tohoto pojednání.

Pro povšechnou informaci uvádím, že šetření bylo realizováno ve 2 řadách velkých pokusných ploch založených roku 1957, každá o 3 člancích, z nichž střední plochu tvoří vždy srovnávací kontrolní plocha bez zásahu. S ní je pak pro účely pěstební techniky porovnáváno u jedné řady podrostení hospodářství s okrajovou a skupinovitou clonnou sečí, u druhé řady podrostení hospodářství skupinovitě clonné a holosečné. Počáteční prosvětlení u okrajové clonné seče bylo 50 %, kdežto u jednotlivých clonných skupin (na skupinovitě clonné ploše) v průměru 25 %, holoseč 20metrová s dalším přiřazováním sečí těže šíře. Obnovní doba této řady 30letá, prvé pak 50letá.

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

Pokusné plochy náleží do souboru lesních typů kyselá smrková bučina – 6K, podle Zlatníka k bučině jedlovosmrkové, typu *Carex pilulif.*, *Deschampsia flex.*, *Vaccinium myrtil.*

Na našich plochách se nalézají též 3 významné hlavní druhy přízemního pokryvu, které podle stavu porostu v různém poměru zastoupení i vývoje výrazně ovlivňují možnosti rozvinutí přirozené obnovy.

Nejvýznamnější je mrtvý kryt – h r a b a n k a – pod zcela zapojenými většími porostními skupinami. V ní ve spojení s příznivým osvětlením a normální humifikací nalézají nálety smrku nejlepší předpoklady vývoje. Pod vlivem menšího prolomení zápoje se vyvíjejí ostrovy borůvky, kdežto při větším osvětlení, zejména bočním, nalétá metlice křivoláka, a to v počátečním stadiu jen ostrůvkovitě, kdy je velmi řídká, sterilní a jen zcela mělce v humusu zakořeněná. Při větším osvětlení skupiny splývají a vytvářejí hutný pokryv v nadzemní i kořenové sféře, kdy znemožní vyklíčení náletového semene.

Poněvadž při všeobecné exponovanosti horského lesa je zápoj i při průměrném plném zakmenění nerovnoměrný (nahodilá těžba), vyskytují se i v tomto neuvolněném stavu ostrůvky borůvky i metlice (řídké, sterilní). Poměr těchto 3 základních přizemních pokryvů v zapojeném dozrávajícím smrkovém porostu podává tabulka I.

I. Plošný podíl hrabanky u hlavních druhů bylinného patra v dozrávajícím smrkovém porostu — všechny údaje v ‰ plochy. — Areal share of forest duff and the main species of herb layer in a ripening spruce stand (all data in ‰ of the area)

Výskyt na lokalitě	Mrtvý kryt	Borůvka	Metlice	Kapradiny
1. nejhustší porost za plochou č. 1: ve spodní polovině v horní polovině	85 70	— 10	15 20	— —
2. vnitřní část pl. č. 3 (50 m od okraje) ve spodní polovině v horní polovině	70 40	10 35	15 20	5 5
3. vnitřní část pl. č. 2 (30 m od okraje) ve spodní polovině v horní polovině	30 10	30 30	35 55	5 5

Z ní je patrné (příklad č. 1), že i v nitru rozsáhlých zapojených smrčín se vyskytuje metlice, s níž nutno počítat, neboť později může být limitujícím faktorem pro nálety.

O vlivu bočního světla od jihu nás informuje 2. příklad, kdy zapojený porost po 10 letech pokusu měl ve vzdálenosti 50 m od bočního světla v hořejší části svahu již nápadný rozvoj borůvky na úkor mrtvého krytu.

O kombinovaném vlivu bočních osvětlení podává přehled příklad č. 3. V porostu bez zásahu (kontrola č. 2) ve vzdálenosti 30–50 m od stěny holoseče na sever a v přímém sousedství plochy se skupinovitě clonnou sečí na jih, znamenal ve spodní části svahu již třetinu borůvky, metlice a mrtvého krytu, kdežto v hořejších partiích (po hřebeni) již zcela převládala metlice (55 %) s borůvkou (30 %).

Je tedy patrné, jak citlivě se vyvíjí přizemní bylinný kryt i pod vlivem poměrně dalekého bočního světla, takže jak rozloha porostu, tak jeho bezprostřední sousedství vytváří již před rozpracováním porostu odchylné podmínky pro budoucí možné rozvinutí přirozené obnovy hluboko do porostu, a to celkem nejméně příznivě v hořejších svahových až hřebenových partiích.

OBNOVA V CLONNÉ SEČI OKRAJOVÉ, SKUPINOVITÉ A NA HOLOSEČI

Bližší rozbor vývoje následného porostu umožnily dílčí plochy s číslovánými stromy, jejichž situace a průměty korun byly zakresleny a zápoj početně odvozen.

O rozsahu dosažené přirozené obnovy smrku za 10 let pokusu ve zmíněných již dílčích ploškách v závislosti na výši výchozí stromové zásoby v nich a ‰ těžebního zásahu, vyjádřeného též zápojem a převládá-

II. Přehled zásoby a obnovy smrku po 10 letech na zkušných ploškách ploch 1 a 3.
 — Survey of stock and spruce regeneration after 10 years on experimental plots within areas 1 and 3

Pl./č. zk. pl.	Zásoba přepočítaná na 10 a			zápoje po 10 letech poku- su (1967)	% přír. obnovy		Průměr. výška		Podíl hlavních druhů bylin. patra (mimo nálety)					
	počá- teční (cel- ková) plm	výcho- zi po- kusu (cel- ková) plm	% zása- hu		stáva- jící (1967)	s hle- diska zales. no- rem	cel- ková cm	horní cm	hrabanka	Vaccin. myrtill.	Desch. flex.	Calama- grostis epig. artm. vill.	Rubus id.	
Zóna svahová spodní														
1/13 II	59,9	45,7	23,8	92,0	2,7	6,7	8,8	13,0	30	30	32	1	—	5
1/15	46,5	40,5	13,0	87,6	0,8	7,2	11,1	20,0	75	2	23			
1/14	43,2	31,6	27,0	81,8	9,7	30,3	15,6	22,7	85	1	14			
1/13 I	42,9	36,8	14,1	78,5	13,4	25,6	14,3	22,8	30	30	32	1	—	5
1/18 II	44,8	35,8	20,0	74,9	9,6	30,8	13,9	21,8	70	2	25	1		
1/18 I	49,3	35,1	28,9	72,8	18,6	41,2	17,6	25,1	70	2	25	1		
1/17 II	46,2	31,4	31,9	68,8	36,7	58,0	21,7	32,2	60	3	20			
1/16	48,8	33,9	30,4	66,9	16,8	39,7	23,6	29,6	50	9	40			
1/17 I	39,3	28,4	27,7	65,9	28,6	47,3	23,0	36,5	75	3	15			
3/4	okraj. clonná seč			55,0	73,0		36,0	41,2	5		10			75
3/3	okraj. clonná seč			51,0	64,0		31,4	36,7	10	20	40			30
3/5	okraj. clonná seč			47,0	70,0		29,7	32,3		5	75	—	10	10
3/0 ₃	10 m odluka			—			124,3*							
3/0 ₁	10 m odluka			—			111,1*							
Zóna svahová horní														
1/12	51,3	40,5	20,9	85,5	0,1	0,9			80	2	17	1		
1/8	50,0	31,0	37,9	81,5	0,4	4,4	21,6	27,5	30	25	45			
1/7	42,1	31,2	26,0	80,7	1,5	7,2	17,0	19,5	19	20	60	1		
1/11	60,6	39,0	35,5	79,8	1,0	4,4	9,6	15,0	90	2	8			
1/10	49,9	30,7	38,5	78,7	2,2	11,8			50	25	24			
1/9	48,8	32,5	33,3	75,2					10	30	60			
3/2	okraj. clonná seč			38,3	59,7		41,8	78,4		60	30			
3/0 ₅	10 m odluka						96,1*							
Zóna hřebenová														
1/1	47,5	37,5	21,0	89,2	1,1	8,1	11,0	15,0	25	2	73			
1/5	42,9	27,6	35,6	84,7					15	10	75			
1/2	34,4	29,8	13,4	84,0					10	—	50	25	10	
1/6	48,6	40,4	16,9	82,6					4	15	80			
1/3	42,2	36,8	12,8	82,0					1	4	85	10		
3/1	okraj. clonná seč			44,0	36,0		38,3	45,0		30	50	10		5
3/0 ₇	10 m odluka						95,0*							

Poznámka: * — náletové smrky uvnitř kultury.

U některých ploch třeba doplnit pokryvnost hlavních bylinných druhů (do 100 %) nepatrným množstvím kapradin a mechů (do 2 %). Větší zastoupení starček F. 10 % má pl. 3/4. Větší pokryvnost kapradin mají tyto plochy: 1/17/II — 15 %; 1/8 — 30 %; 3/2 — 10 %; 1/2 — 5 %; 3/1 — 5 %; 1/17/I — 5 %.

III. Přehled zásoby a obnovy smrku (po 10 letech) na zkušných ploškách ploch 8 a 10. — Survey of stock and spruce regeneration (after 10 years) on experimental plots within areas 8 and 10

Pl./č. zk. pl	Zásoba přepočítaná na 10 a			% zápoje po 10 letech poku- su (1967)	% přirozené obnovy		Průměrná výška		Podíl hlavních druhů bylin. patra (mimo nálety dřevin)							
	počá- teční (cel- ková) plm	výcho- zí po- kusu (cel- ková) plm	% zása- hu		stáva- jící (1967)	s hle- diska zales. no- rem	cel- ková cm	horní cm	hrabanka	Vaccin. myrtill.	Desch. flex.	Calamag.		Rubus id.	Dryopter.	Oxalis ac.
												epig. arum.	villosa			
%																
Zóna svahová spodní																
8/7	47,2	37,1	21,4	79,1	0,9	5,3	16,5	22,0	90	1	9					
8/2	45,0	37,0	17,9	77,1	22,6	40,9	17,6	26,3	70	7	20					3
8/8	44,9	38,4	14,5	76,8	2,9	8,3	15,7	20,7	90	5	5					
8/3	44,3	34,6	22,0	76,3	31,3	42,9	16,6	23,9	80	5	15					
8/6	41,7	33,4	19,9	71,7	36,6	70,3	17,8	27,4	80	5	15					
8/5	53,6	34,1	36,4	69,3	24,7	65,5	19,2	28,2	65	20	15					
8/4	53,1	41,2	22,4	60,3	34,4	49,1	26,8	31,4	30	15	30			15		10
10/1	20 m holoseč						* 157,2									
10/3	20 m holoseč						* 155,6									
Zóna svahová horní																
8/12	38,8	31,2	20,2	74,0	2,4	6,2	17,0	25,0	30	55	15					
8/11	38,9	32,8	15,7	69,8						2	10	75	13			
8/10	43,8	30,4	30,6	67,4						15	60	10	10		5	
8/9	41,7	30,2	27,6	65,3	1,5	9,9	16,5	23,0	15	30	55					
Zóna hřebenová																
8/16	41,3	37,6	8,9	85,9	12,1	28,7	21,7	29,3	14	15	70		1			
8/13	40,5	28,0	27,5	80,0	1,9	3,3	18,0	25,0	35	35	20	10				
8/14	36,3	32,1	11,6	78,8	12,1	31,6	18,8	28,0	15	10	75					
8/15	31,6	26,3	16,8	71,5	29,8	54,3	37,5	59,5	15	50	35					
10/7	20 m holoseč						*183,2									

Poznámka: * — náletové smrky uvnitř kultury

jícím bylinným pokryvem, nás informuje přehled v tabulkách II a III. Pro toto hodnocení vytvořily rozsáhlejší řadu plochy 1 a 3, protože jde o největší plochy, jejichž dílčí plošky jsou téměř bez rušivých vlivů blízkého bočního světla. Přirozená obnova byla hodnocena z různých hledisek, z nichž lze vyvodit řadu závěrů.

1. Nejvýznamnějším faktorem podmiňujícím vznik a vývoj přirozené obnovy smrku je stupeň osvětlení přízemní vrstvy podmíněný výší a charakterem těžebního zásahu v mateřském porostu (obr. 1). V obou řadách bylo zjištěno, že teprve při poklesu zápoje na 75–80 % (při úměrném zásahu do všech tloušťkových stupňů mateřského porostu) se dostavil vý-

1. Řidší přirozená obnova smrku ve skupinovité clonné seči plochy č. 1 (rok 1967). — Thinner natural spruce regeneration in group shelter-wood felling of the area 1 (1967)



znamnější rozsah přirozené obnovy. Tento stupeň zápoje představuje tedy přibližnou horní hranici nalétání smrku, počáteční minimum nutné pro zdárné zahájení přirozené obnovy této dřeviny za předpokladu normální humifikace a odpovídajícího přízemního pokryvu.

Ve spodní polovině ploch (střední svahové zóně) se dostavil nálet smrku (buku jen sporadicky) ve všech ploškách ve značném rozsahu (až 37 % u skupinovité clonné a 73 % u okrajové clonné seče) počínaje zmíněným již minimálním rozpojením korun.

Naproti tomu dílčí plošky horní exponované svahové zóny tvořící přechod do hřebene vykazují jen nepatrný rozsah náletů (cca jen desetina zóny spodní, avšak při obdobném rozsahu hrabanky a metlice jako nižší zóna).

Hřebenové zóny, pokud jsou nechráněny, vykazují vůbec nejmenší plošný podíl přirozené obnovy (pl. č. 1), pokud však jsou kryty porosty (pl. č. 9), dosáhly cca polovinu rozsahu náletů zóny spodní, která tedy zůstává pro přirozenou obnovu nejvýznamnější.

Nálety pocházejí většinou ze semenného roku při zahájení pokusu, nicméně však jsou zastoupeny i mladší ročníky (pocházející z jednotlivě kvetoucích stromů) v rozsahu cca 20 % celkového počtu. Je to patrné z věkové a výškové analýzy náletů, jejichž nejčastější počet na 1 m² se pohyboval v rozmezí 10–20 jedinců (ojediněle max. 74). Zdá se, že tyto mladší nálety jsou hospodářsky významnější, protože z nich nevznikají přehoustlé nálety, nejsou však souvislé.

Vztah zápoje (v %) k rozsahu přirozené obnovy (v % plochy) u svahové zóny ploch 1 a 3 podává graf na obr. 4, na němž je dobře patrný růst rozlohy smrkových náletů (až k 70 %) úměrně se snižujícím se zápojem (až do 50 %). Potvrdil to též matematicko-statistický rozbor pomocí korelační analýzy, podle níž na rozsah náletů má především záporný vliv zápoj mateřského porostu (dílní korelační koeficient – 0,782).

2. Výše pomístního zápoje má rozhodující vliv též na výšku odrůstajících náletů. Náznorně to lze vidět na průběhu růstových křivek náletových smrků v důsledku snižujícího se zápoje. Tak u dílních plošek v plochách č. 1, 3, 8, 10 vznikly plynulé řady vzestupných, stále strmějších růstových křivek úměrně se zmenšujícím se zápojem (obr. 5). Též matematicko-sta-



2. Okrajová clonná seč u pl. č. 3, přiléhající k 10m rozluce (rok 1967). — Border shelterwood felling of the area 3, adjacent to 10 m severance felling (1967)

tistický rozbor potvrdil, že na výši náletů má záporný vliv zápoj mateřského porostu (dílní korelační koeficient — 0,864).

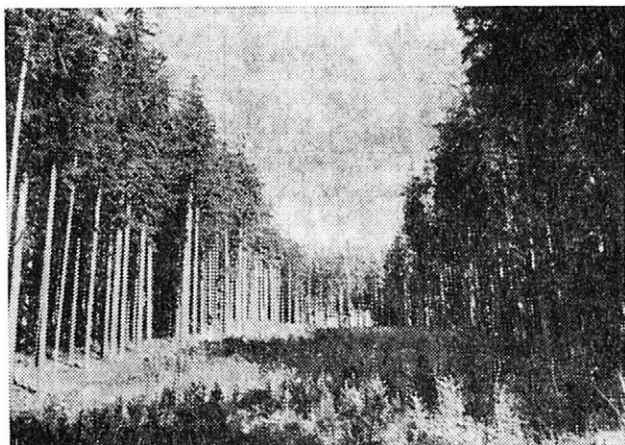
Vezmeme-li za srovnávací základnu průměrnou výši náletových smrků uprostřed 20metrové holiny (nalétlých hned po vzniku holoseče, jako uvnitř porostu), je patrné, že nálety dosáhly ve svahové zóně při průměrném zápoji 0,75 (skupinovitě clonná seč) za 10 let přibližně pětinu výše náletů na holinu, při zápoji 0,50 (okrajová clonná seč) jen čtvrtinu této výše. Zbrzdění výškového růstu smrku zástinem je tedy značné. Nálety na holině jsou proti kultuře nižší přibližně o výši 4letých smrčků, jimiž byla holina zalesněna.

Z tabulek i přehledu je patrné, že nálety smrku počínají výrazněji odrůstat teprve cca od 70 % zápoje. Nicméně však i při vyšším zápoji má smrk výškové přírůsty sice malé, avšak na základě setrvalého průběhu růstových křivek nehrozí mu i při této déle trvající vyšší cloně zánik. Tato okolnost byla ověřena i při délce zástinu smrku 25 let při zápoji 0,80 v téměř polesí. Smrk se tedy projevuje jako dřevina schopná dlouho snášet bez újmy vyšší stupně zástinu, vykazuje však proti jedli podstatně menší výškový růst.

Tak na ploše č. 1 (dílní ploška č. 16) při 67% zápoji vychází průměr deseti 9letých smrků z náletu na 28,9 cm výšky, kdežto jedle téhož věku, avšak z výsadeb 59,8 cm, tedy více než 2násobek smrku. Při tom růstová křivka jedle vykazuje svým průběhem zřetelně vzestupnou tendenci, naproti tomu smrk přímočaře setrvalou. Je tedy patrné, že jedle vyhovuje toto stinné prostředí mnohem lépe než smrk, což odpovídá známým biologickým požadavkům jedle.

3. Možnosti dalšího šíření přirozené obnovy smrku po 10 letech pokusu mohou být nejlépe posouzeny podle rozsahu dosud se vyskytujícího mrtvého krytu-hrabanky, která beze sporu skýtá pro nálety nejlepší předpoklady. Tyto jsou ohroženy i nastupující řídkou metlicí (na rozsah náletů měla negativní vliv, dosud však nevýznamný, korelační koeficient jen — 0,188) a zcela znemožněny, jakmile metlice vytvoří souvislý porost. Naproti tomu borůvka je pro nálety daleko méně nebezpečná (podle korelační analýzy přibližně jen třetina záporného vlivu metlice). Ostatní druhy (maliník, kaprad rakouská osténkatá, starček Fuchsův, mechy) se vyskytují jen v nepatrném rozsahu, popř. přechodně.

3. Prvá pruhová holoseč 20 m široká v pl. č. 10 s přerušením na terénním zlomu (rok 1967). Snímky Kricnar. — First strip clear cutting 20 m wide in the area 10 with a grounds break (1967). Photos by Kricnar



Postup zabuřeňování jednotlivých sečí (na základě dílčích plošek) je odlišný podle svahových zón.

Tak u mladší řady (s původně plným zápojem) se ve střední svahové zóně po 10 letech pokusu udržel mrtvý kryt u skupinovité clonné seče (při zápoji od 92 do 66 %) v průměru na 61 % rozlohy těchto skupin, kdežto u okrajové clonné seče jen na 5 %. V přechodné zóně k hřebenu klesá podíl hrabanky u skupinovité clonných sečí na 41 %, nápadně pak u hřebenové zóny na 11 %, která naopak vykazuje nejvyšší podíl metlice (68 %). Zastoupení borůvky je poměrně nízké (8–22 %), celkově tedy málo významné.

Též u pl. č. 8 starší řady s původně volnějším zápojem se objevují nepříliš odchylné hodnoty těchto základních pokryvů. Pouze menší rozsah metlice svědčí o větším zástinu (delší koruny starší řady).

Na základě vývoje přízemního pokryvu má všeobecně spodní polovina ploch (střední svahová zóna) nejpriznivější předpoklady pro další nalétání smrku. Směrem k hřebenu tyto možnosti rapidně klesají.

Celkově možno rekapitulovat, že skupinovité clonná seč je po 10 letech pokusu pro setrvalost lesního prostředí velmi příznivá pro další přirozenou obnovu (mimo nechráněné hřebenové partie), kdežto okrajová clonná seč od jihu po domýcení první fáze má na této ploše jen nepatrné možnosti dalších náletů.

OBNOVA V RÁMCI CELÝCH VÝZKUMNÝCH PLOCH

Rozbor náletů smrku se dosud týkal jen sečí ve vyhraněné formě z rozboru dílčích plošek. Kromě toho je však důležité znát též rozsah přirozené obnovy v rámci celých ploch (po 10 letech pokusu), jakožto průměru různých intenzit zásahů, aby bylo možno si učinit představu o rozsahu obnovy a celkových možnostech porovnávání sečí (tabulka IV). K tomu třeba dodat, že smrk na holosečích (pl. č. 10) a odluce (pl. č. 3) je z výsadby, jinak všude z přirozené obnovy. Veškerý buk je náletový, kdežto jedle je z výsadeb.

Těžiště přirozené obnovy jako u zkusných plošek je na spodní polovině ploch (střední část svahu), která je ze všech zón nejvýznamnější.

Z porovnávání podrostních sečí se smrk nejvíce zmladil ve

IV. Dosažená obnova za 10 a 15 let podle výškových zón jednotlivých ploch a celkem. — Regeneration reached after 10 and 15 years according to height zones of individual areas and in general

Zkusná plocha	1 podrostní skupinovitě clonná							3 podrostní s okraj. clonou						8 podrostní skupin. clonná						10 holosečná pl.		
Výměra	4,71 ha							0,87 jen okraj. clonná seč						3,62 ha						0,78 holoseč. 1.+ 0,78 holoseč. 2.+		
Dosažená obnova	za 10 let			za 15 let			% celé pl.	za 10	za 15 let			% celé pl.	za 10 let		za 15 let		% celé pl.	za 10	za 15	% celé pl.		
Dřevina	sm	jd	bk	sm	jd	bk		sm	sm				sm	jd	sm	jd		sm	sm			
	%							%			%			%				%				
Pruh 20 m:								1.	1.*	2.	3.											
zóna spodní (stř. část svahu)	32,5	3,7	—	65,3	4,4	—	41	52,1	83,2	40,2	4,3	48	43,9	—	60,5	—	49	100	100	49		
zóna hoření (hořejší část svahu)	2,3	7,7	0,4	4,8	7,3	0,6	30	23,3	43,6	9,6	19,0	30	3,4	1,2	0,4	1,4	22	100	100	17		
zóna hřebenová	3,2	—	0,8	13,8	—	0,6	29	13,7	40,1	0,6	—	22	23,0	—	51,3	—	29	100	100	34		
Na celé ploše v %	14,7	4,0	0,4	32,2	4,0	0,4	100	34,8	62,3	23,7	7,9	100	29,0	2,6	45,4	3,0	100	100	100			
Dohromady v % v ha	19,1 0,65 0,17 0,02 0,84			36,6 1,52 0,19 0,36 2,07				34,8 0,29	62,3 0,54				31,6 1,00 0,09 1,09		48,4 1,64 0,11 1,75			100 0,78	100 0,78	1,56		

Poznámka: * — týká se jen přirozené obnovy smrku, nenalétlá místa byla vysazena smrkem v 10 letech po skácení 1. okraj. clonné seče
+ — 1. holoseč na počátku pokusu, 2. holoseč v 10 letech pokusu

20 m široké prvé okrajové clonné seči (2fázové), a to ve spodní zóně, kde dosáhl za 10 let 52,1 %, za 15 let pak 83,2 % plochy této zóny. Zvětšující se rozsah náletů během druhého decennia je způsoben splýváním původně oddělených náletových skupin s akceptováním mezer do 2 m. Směrem ke hřebenu podíl náletů sice podstatně klesá, nicméně však dosáhl za 15 let přibližně 40 % plochy této zóny. Celá okrajová clonná seč dosáhla za 10 let náletu smrku na 34,8 % plochy, za 15 let pak 62,3 %.

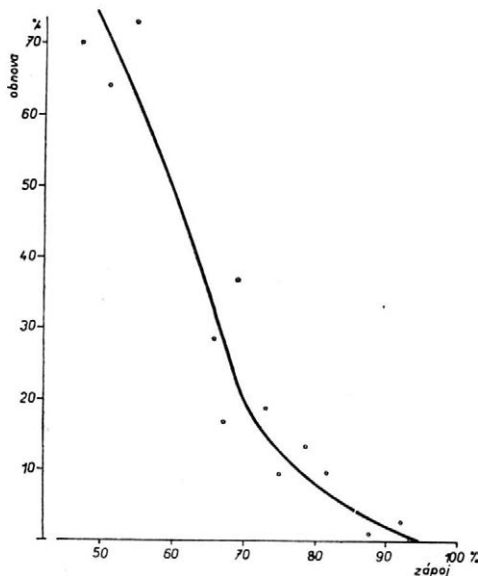
Při přepočtu plochy náletů dosažené na celé výzkumné ploše (v okrajové clonné seči i za ní) analogicky jako u skupinovitě clonné seče efekt přirozené obnovy dosáhl za 15 let 18,8 %.

Druhá clonná seč od jihu měla při 70% rozšíření metlice a nepatrném rozsahu hrabanky jen malý předpoklad pro další přirozenou obnovu.

Pokud se týče obou ploch se skupinovitě clonnou sečí, dosáhla spodní nejvýznamnější zóna u pl. č. 1: za 10 let 32,5 %, za 15 let 65,3 % plochy s náletovým smrkem, pl. č. 8: 43,9 % a 60,5 %. Průměr celé této poslední plochy (všech 3 zón) vychází za 10 let na třetinu, za 15 let na necelou polovinu plochy kryté nálety, kdežto mladší, výchovou méně připravená plocha (č. 1) zůstala výrazně pozadu. Obráží se v tom skutečnost, že hlavní svah je pro přirozenou obnovu nejvhodnější, kdežto obě hřebénové a zejména přechodné zóny (jen 2–3 % náletů) výrazně snižují celoplošné průměry dosažené přirozené obnovy.

Všimneme-li si přirozené obnovy smrků na holoseči v pl. č. 10), kterou lze jedinečně rovnocenně srovnávat s nálety v porostu, vyskytly se tyto jen sporadicky mezi kulturou. Naproti tomu méně početné nálety smrku se udržely pod okraji porostu vroubího holinu proti severu a téměř žádné proti jihu. Avšak již druhá přiřazená 20-metrová holoseč postrádala jakékoli nové přirozené obnovy a v 2. roce věku byla již zcela pokryta fruktifikující hustou a vysokou metlicí. V 5 letech věku druhé holoseče (15 let pokusu) pokrývala již fertilní metlice zapojený porost otevřený proti severu 10 m hluboko, proti jihu pak 20 m a její sterilní forma při ubývající hustotě a souvislosti sahá pod porost mnohem dále (40 m).

Celkově lze tedy říci, že při poměrně málo pestrém druhovém složení bylin, svědčícím o chudším minerálním podloží této kyselé řady, jsou možnosti přirozené obnovy příznivé, neboť se nevyskytují žádné bujně rostoucí bylinné druhy (maliník jen omezeně v okrajové clonné seči) a sukcese



4. Vztah zápoje (v %) a rozsahu dosažené přirozené obnovy (v %) v širších plochách mladší řady (č. 1 a 3), kde vliv bočního světla byl zanedbatelný. — Relation of canopy (in %) and the extent of natural regeneration (in %) in wider areas of the younger row (1 and 3), where the influence of side-light was negligible

dnešních druhů je poměrně pomalá. Nicméně zůstává problémem metlice křivolaká, jak bylo na našem příkladu doloženo.

PŘEDBĚŽNÉ POROVNÁNÍ ÚHRNNÉ HMOTOVÉ PRODUKCE V RÁMCI HOSPODÁŘSKÝCH SKUPIN LESA HOLOSEČNÉHO A PODROSTNÍHO

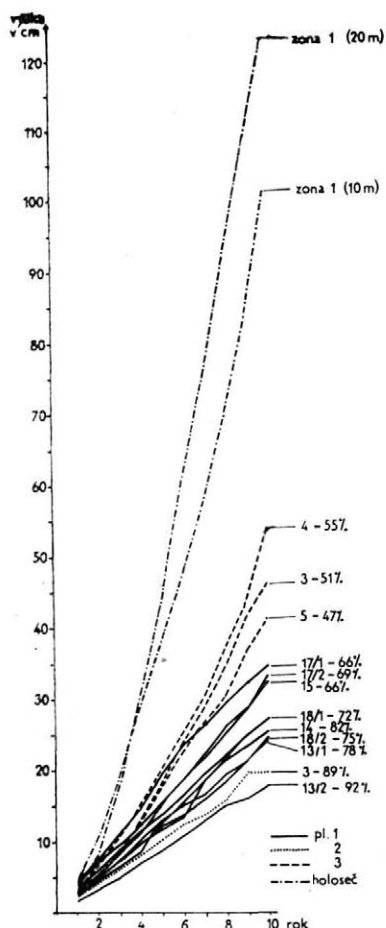
Poněvadž objektivní hodnocení obnovních postupů realizovaných v našich variantách pasečného lesa lze uskutečnit jen v rámci hospodářských skupin, bylo přikročeno k tomuto předběžnému hodnocení.

K tomuto účelu bylo použito zjednodušeného modelu hospodářských skupin lesa holosečného a obou srovnávaných variant lesa podrosteného. Toto zjednodušení je umožněno tím, že časový úsek šetření (84–94, 90–100 let) spadá do období, kdy CPP dosahuje při plném zakmenění CBP, který byl zjišťován. Této okolnosti lze využít k přibližnému produkčnímu hodnocení následného porostu pomocí CBP. Hodnocení přírůstu následného porostu tímto způsobem je pro náš účel objektivnější než přesné dendrometrické vyjádření (J o h a n n 1964).

Pro hodnocení podrostů bylo použito jejich hospodářského věku, při němž by jejich skutečná dosažená horní výška (průměr z celé plochy) byla ohodnocena vývojem na volné ploše (20m holoseč). Vynásobením hospodářského věku podrostů zjištěným CPB dostaneme hmotový ekvivalent CPP odpovídající vývoji následného porostu. Pro poměrně krátký časový úsek života následného porostu je tento přibližný způsob použitelný. Produkce každé srovnávané varianty se skládá z přírůstu na mateřském a následném porostu.

V dílčím modelu lze považovat daný 10letý časový úsek šetření za dobu obnovní. V modelu pak byl pro každou řadu ploch odvozen (podle podrostených ploch) střední mýtní věk co vážený průměr podle hmoty. U mladší řady (pl. 1, 2, 3,) byl 93 let, u starší pak (pl. 8, 9) 99 let.

V modelu půjde tedy o srovnání produkce základního srovnávacího článku každé řady, tj. plochy kontrolní, s příslušnou plochou podrostení. Produkce kontrolní plochy je dána



5. Vyrůstové křivky náletového smrku v závislosti na zápoji (vyjádřeném ve zkusných ploškách v %) u ploch mladší řady (č. 1, 3). Na holoseči jde také o nálety mezi kulturu, od níž se výškově liší o výši sazených sazenic. — The increase of growth curve of spruce natural seedling in dependence on canopy (expressed in small experimental areas in %) in the area of younger row (1, 3). On the clear felling there is also natural seeding among young plantations, only it is differentiated by the height of plants

úhrnem její zásoby v době středního mýtního věku (podle srovnávané plochy podrostní) a hmoty kultury volně rostlé za období od dosažení středního mýtního věku do konce 10 let. Produkce podrostní plochy je vyjádřena souhrnem výchozí těžby, zásoby porostu na konci 10leté obnovení doby a produkci podrostu podle jeho hospodářského věku.

Mladší řada

Kontrolní plocha č. 2:

střední mýtní věk podle podrostních ploch	93 let
zásoba porostu v 93 letech	491,72 m ³ na ha
CBP = CPP ... 9,35 plm/ha za 1 rok	9,35 m ³ na ha
Produkce za 10 let	501,07 m ³ na ha

Skupinovitě podrostní plocha č. 1:

těžba na počátku (s nahod.) plus konečná zásoba	508,92 m ³ na ha
při hospod. věku podrostů 3 roky a rozsahu obnovy	
na celé ploše porostu ... 3 × 9,35 m ³ na ha	28,05 m ³ na ha
Produkce za 10 let	536,97 m ³ na ha
při 32,5% zmlazení spodní svahové zóny	518,06 m ³ na ha

Plocha č. 3 s okrajovou clonnou sečí:

těžba na počátku (s nahod.) plus konečná zásoba	492,65 m ³ na ha
při hospod. věku podrostů 5 let a obnově	
na celé ploše ... 5 × 9,35 × 19,3 (% seče)	9,02 m ³ na ha
Produkce za 10 let	501,67 m ³ na ha
při 34,8% zmlazení obnovy na celé okraj. seči	495,77 m ³ na ha
při 52,1% zmlazení obnovy ve spodní zóně okraj. seče	497,36 m ³ na ha

Tímto způsobem je celá výzkumná plocha včetně okrajové clonné seče vyhodnocena obdobně jako plocha se skupinovitě clonnou sečí, kde je obtížné výměru jednotlivých skupin plošně vylišit.

U okrajové clonné seče je však její výměra známa, takže se naskýtá ještě možnost zhodnocení jen této seče na základě zjištěných přírůstků. Při středním mýtním věku 89 let (84–94) vychází produkce kontroly za prvních 5 let stejně jako za druhých 5 let zhodnocená kultura jejím věkem při použití CBP = CPP, tj. celkem 93,50 m³ na ha. Naproti tomu okrajová clonná seč vyprodukovala 5,96 m³ na ha × 10 let, tj. 59,60 m³ na ha a podrosty při jejich rozšíření po celé ploše při hospodářském věku 5 let vyprodukovaly (9,35 × 5) 46,75 m³ na ha, celkem 106,35 m³ na ha. Při 50% zmlazení jen 82,98 m³ na ha a při 70% 92,32 m³ na ha. Je patrné, že o 0,7 m³ na ha vyšší přírůstek porostu bez zásahu za okrajovou clonnou sečí vyrovnal její malou ztrátu, takže celá pl. č. 3 (i s okrajovou clonnou) nebyla ztrátová proti kontrole.

Starší řada

Kontrolní plocha č. 9:

střední mýtní věk podle podrostní plochy	99 let
zásoba porostu v 99 letech	429,85 m ³ na ha
CBP = CPP ... 6,62 m ³ na ha za 1 rok	6,62 m ³ na ha
Produkce za 10 let	436,47 m ³ na ha

Skupinovitě podrostní plocha č. 8:

těžba na počátku (s nahod.) plus konečná zásoba	484,63 m ³ na ha
při hospod. věku podrostů 4 roky a rozsahu obnovy	

na celé ploše porostu ... 4 × 6,62 m ³ na ha	26,48 m ³ na ha
Produkce za 10 let	511,11 m ³ na ha
při 29% průměru zmlazení celé plochy	493,24 m ³ na ha
při 43,9% průměru zmlazení spodní zóny	496,25 m ³ na ha

Porovnáním dílčích modelů 10leté produkce jednotlivých variant (v rámci každé z obou řad) se ukázalo, že obě celé výzkumné plochy se skupinovitě clonnou sečí byly v porovnání s produkcí kontroly aktivní, a to v obou případech i bez následného porostu. Znamená to, že toto střední prosvětlení (v průměru cl. skupin 75 %) bylo produkčně aktivnější než kontrola.

Naproti tomu okrajová clonná seč (50% prosvětlení) teprve při 70% plošném zmlazení by se v produkci vyrovnala kontrole, při menším rozsahu dosažených náletů by byla mírně ztrátová.

Je tedy patrné, že obvyklá (minimálně 3fázová) clonná seč je proti porostu bez zásahu za prvních 10 let aktivní, kdežto silné jednorázové okrajové prosvětlení je obvykle ztrátové.

DÍLČÍ VÝSLEDKY A DISKUSE

Získané poznatky se vztahují na smrkové porosty kyselých smrkových bučin zvýšeně exponovaných poloh Orlických hor (výzkumné plochy 750–850 m n. m.), trpících větrem, mokrým sněhem a námrazou při poměrně bohatých ročních srážkách 1000–1200 mm.

Pro odvození pěstební techniky vhodné pro vznik podrostití fáze se vycházelo z dřívějších poznatků z pahorkatin (Zakopal 1963), že totiž množství a dosažená výška smrkových a jedlových náletů v lesním prostředí je úměrná tloušťce (tedy i prostoru) těžného stromu. Pro ověření tohoto poznatku i pro horské podmínky poskytly v našich plochách cenné vodítko malé (1–2 ary), staré, dále nerozšiřované kotlíčky, zakládáné kdysi v rámci přeměn. Potvrdilo se i zde, že při převaze tlustých stromů vroubících kotlíčky, zůstaly tyto prázdné.

Protože s ohledem na genetické a zejména statické momenty nelze v těchto plochách zjednodušit těžební zásah a vybírat z porostu stromy od nejtlustších směrem dolů, ani opět obráceně od nejtenčích směrem nahoru, neboť by se takto nevytvořily vhodné podmínky pro vznik náletů, byl volen zásah úměrně postihující celou křivku četnosti, a to v 25% intenzitě u skupinovitě clonné seče, 50% v okrajové cloně a 100% u holoseče tak, aby střední mýtní věk srovnávaných ploch byl co nejméně odlišný.

Pro charakteristiku tamních smrkových porostů třeba uvést, že se vyznačují značným lokálním kolísáním stromové hustoty i zásoby (rozdíl mezi výchozí zásobou 3–5arových dílčích plošek ve výzkumných plochách kolísal v každé výškové zóně proti jejímu hmotovému průměru v rozmezí 31–44 %). O vysokém stupni ohrožení těchto porostů svědčí též okolnost, že podúroveň stromy jsou v důsledku excentrických korun zvýšeně likvidovány polomy, a to ve vzestupné řadě směrem k hřebenu, takže střední porostní kmen s vertikální výškou stoupá, i když porostní úroveň vykazuje sestupný trend v porostních výškách i výčetních průměrech. Význam podúrovně není tedy výnosový (za 10 let vyprodukovala

jen 9 % přírůstu na kruhové základně), ale půdoochranný (zejména boj s expanzivní metlicí).

Vzhledem k naznačené charakteristice dospívajících smrčín těchto poloh se při vyznačování prvního těžebního zásahu ukázalo, že při 25 % intenzitě v clonných skupinách mohla být těžba vzhledem k umírněnému uvolnění rozmístěna úměrně v celé křivce četnosti, kdežto u 50 % intenzity okrajové clony musely zcela uvolněné stromy nižších stromových tříd (deformace korun) projít ostřejším výběrem, takže byly více těženy.

Z ekonomického hlediska nelze přistoupit k realizaci podrostního hospodářství před kulminací CPP. V našem případě se smrk středních bonit této kulminaci v 85–90 letech velmi přiblížil. Nezačalo se tedy s podrostním hospodářstvím předčasně. Svědčí o tom i okolnost, že po prvním silném těžebním zásahu ($58-73 \text{ m}^3$ na ha) nekleslo zakmenění u podrostních ploch pod kritický stupeň 0,75–0,80 podle Assmanna (1961). Bylo to u plochy ve výchozím stavu plně zakmeněné na 0,85, u starší pak s volnějším zápojem na 0,75. I když plán předpokládal lineární likvidaci zásoby během obnovní doby obou řad výzkumných ploch (30 a 50 let), ukázalo se, že u skupinovitě clonné seče je pěstebně vhodné začínat mírněji a vyrovnat se s plánem teprve později při uvolňování podrostů, kdežto u plošných sečí (okrajová clona, holoseč) je výše těžby dána plošným podílem.

Posoudíme-li jednotlivé seče (plošky s číslovanými stromy) podle reakce zbývajících porostu, vidíme, že v průměru 10 let nastala přírůstová aktivizace stromové zásoby (podle přírůstových % celkem úměrně intenzitě zásahu modifikovaná podle intenzity předchozí výchovy) s kulminací přírůstu v 1. pětiletce, což koresponduje se šetřením Fanta (1961).

Porost s intenzivnější předchozí výchovou a volnějším zápojem reagoval na 25 % těžební zásah (skupinovitě clonná seč) v přírůstovém % daleko výrazněji (vrchol křivky kolem 30 cm výčetního průměru) zejména v 1. pětiletce, kdežto porost původně plně zakmeněný projevil aktivizaci sice méně výraznou, avšak setrvalejší s delším vyzníváním zejména směrem k tenkým dimenzím.

Naproti tomu 50 % zásah (okrajová clona) se vyznačoval zvýšenou aktivizací všech tloušťkových stupňů, setrvalou i mezi oběma pětiletkami s maximem u nejnižších a se stejnoměrným poklesem k velkým dimenzím.

V celkovém průměru přírůstových % zůstává okrajová clonná seč (1,63 %) mezi oběma skupinovitě clonnými sečemi (1:1,42 %, 8:1,80 %) a značně nad hladinou obou kontrol (2:1,34 %, 9:1,38 %). Je patrné, že rozhodující vliv na celkovém průměru přírůstových % mají nejpočetnější střední dimenze a že pro kratší obnovní doby (10 let) lze nejvíce využít porost intenzivněji vychovávaný.

Máme-li hodnotit přínos zvýšené přírůstové aktivity použitých sečí, třeba posoudit význam jednotlivých dimenzí porostní zásoby v rámci hektarové produkce, která je z výnosového hlediska jediné směrnatná. V tomto směru bylo těžiště přírůstu (jako kombinace vlastního přírůstu a počtu stromů) soustředěno do vysokého přírůstového vrcholu (maximum kolem 30 cm výčetní tloušťky), který se velmi blíží křivce četnosti. Tyto nejpočetnější střední dimenze se proto nejvýrazněji podílejí

na celkovém hektarovém přírůstu, i když každý z těchto stromů produkuje přibližně polovinu přírůstu stromů nejtlustších, kterých však s rostoucí tloušťkou ubývá, takže jejich podíl na porostním přírůstu klesá (stromy nad 41 cm výčetní tloušťky vytvořily jen cca 7 % přírůstu na kruhové základně). Střední dimenze pracují vesměs neekonomičtěji, neboť mají nejvyšší přírůstové % (s výjimkou tenkých stromů u zvláště silných zásahů).

Posuzujeme-li dále vývoj přírůstu (podle výčetních tloušťek) z 1 m² zastíněné plochy, tu křivka toto znázorňující vykazuje vyrovnaný průběh s nepatrnou celkově sestupnou tendencí směrem k nejtlustším. I když tyto hodnoty byly odvozeny z veličin o odchylné přesnosti, svědčí však množství šetření jednoznačně o tom, že produktivita korun při stoupající dimenzi stromů nestoupá, ba spíše naopak. Odpovídá to šetřením Burgerovým (1939), že nejvyšší přírůst vykazují stromy, kde celý korunový prostor produkuje, u nichž se ještě nevytvořilo korunové jádro bez jehličí.

Z hlediska ekonomiky přírůstu na jednotku plochy není tedy odůvodněno těžebně vůbec nezasahovat do tlustých a nejtlustších stromů. Proto mýtní těžba pro dosažení podrostití fáze by měla na základě dosažených poznatků postihnout část stromů tlustých (horší z nich bez předpokladů hodnotového přírůstu). Tím se zároveň neúčinněji uvolní stromy střední, které vyžadují další účinné rozpojení korun, neboť pro svou početnost jsou vlastním nositelem porostního přírůstu, který možno využít tím více, čím delší zmlazovací dobu můžeme uplatnit. Z tenkých stromů třeba těžit ty, které vykazují nejvíce excentrické koruny, neboť jsou více vystaveny abiotickým vlivům.

Pro podrostití fázi by proto nebyl z dříve uvedených důvodů vhodný zásah jen do tlustých nebo opačně do tenkých dimenzí. Proto metodikou vytyčený rámec těžebního výběru postihujícího úměrně intenzitě zásahu celou křivku četnosti stromové zásoby je z různých hledisek odpovídající, neboť slučuje hlediska jak ekonomická, tak pěstební (dosažení přirozené obnovy), genetická a statická (ponechání nejkvalitnějších tlustých stromů tvořících zároveň porostní kostru).

Vlastní pěstební technika podrostitího lesa je nejvíce ovlivněna citlivostí náletového smrku vůči světelnému požitku. Smrk začal sice nalétat již při vysokém stupni zápoje (80–90 %), ve větším rozsahu však teprve při cca 70 % počátečním prosvětlení. Při něm náletový smrk dosáhl za 10 let v průměru jen pětinu výšky na 20 m široké holoseči, kdežto v okrajovém prosvětlení (s 50 % zásahem) čtvrtinu výšky zmíněné holoseče.

Na druhé straně však setrvalý výškový růst smrku i při nejvyšších stupních zápoje (90 %) svědčí o neochabující životnosti náletů této dřeviny. Při tom pomalejší růst únosně zastíněných smrčků je do značné míry vyvažován zvýšenou hmotností a pevností dřeva, kteréžto vlastnosti mají stoupající tendenci s ubýváním šíře letokruhů (Pechmann 1958). Pro tato silně exponovaná stanoviště je to zvláště významné.

Jedle při 70 % zápoji dosáhla 2násobné výšky než smrk, takže je pro podrostití fázi výhodnější.

Pokud se týče rozsahu dosažené přirozené obnovy smrku, třeba vylišit 3 různě vhodné svahové zóny. Nejúspěšnější byla zóna sva-

h o v á (spodní polovina našich ploch), kde se dosáhlo v rámci celých výzkumných ploch se skupinovitě clonnou sečí za 10 let u pl. č. 1 33 % a u pl. č. 8 44 %, za 15 let 65 a 60 % plochy kryté nálety. U okrajového prosvětlení 52 a 83 %. V prvním případě jde o další nálety, v druhém pak o splývání menších skupin.

Z ó n a h ř e b e n o v á byla vhodná pro nálety jen při dostatečné ochraně celé hřebenové zóny porostem (u pl. č. 8 23 a 51 %), kdežto p ř e c h o d n á z ó n a mezi svahem a hřebenem měla významnější obnovu jen u okrajové clonné seče při prvním provedení (za 10 let 23, za 15 let 44 %).

Je tedy patrné, že svahová zóna (hlavní svah) s dále pokračující přirozenou obnovou je pro podrostní způsob nejvhodnější.

Ukázalo se též, že stěnový ústup od jihu (u okrajové clonné seče a holoseče) je méně vhodný při dalším přiřazování sečí, než by byl opačný postup proti severu. Svědčí o tom bohaté okrajové smrkové nálety vnikající do mezer ve stěně porostu bez zásahu, vroubíci holoseč proti severu a naopak zcela chybějící ve stěně porostu proti jihu. Na základě toho Wagnerovy obrubné clonné seče s postupem od severu jsou i v těchto podmínkách hor vhodnější. Opačný postup byl volen vzhledem k předpokládanému nedostatku tepla a přebytku vláhy daných stanovišť.

Přiřazování holosečí (i okrajových clon) od severu je vhodnější též z toho důvodu, že zbývající porost od severu odkrytý není obvykle postižen ztrátou přírůstu (Assmann 1961) a dále, že v těchto zvýšeně ohrožených porostech přiřazováním užších holosečí nebo postupným okrajovým zmlazením, zejména pak skupinovitým podrostním způsobem při značné věkové a prostorové členitosti (delší zmlazovací doba) se vytváří stupňovitě (střechově) porostní členění, o němž Heger (1953) v Krušných horách prokázal, že je odolnější vůči rušivým abiotickým vlivům než rozsáhlé stejnověké smrčiny, zvýšeně lámané zejména během II. věkové třídy po maximu výškového růstu s nejřidším dřevem. U nich se totiž pevnost v tlaku a ohybu zmenšuje se stoupající nadmořskou výškou (Vorreiter 1937). V ohrožených polohách to lze do značné míry eliminovat výstavbou hustoletého dřeva z přirozené obnovy.

Vysokou labilitu rozsáhlých smrkových monokultur si lze ověřit v bezprostředním sousedství našich ploch (na hřebenu přiléhá k nim 25hektarová holina v odd. 9, na protějším pak svahu cca 45hektarová kalamitní plocha v odd. 16, obě vzniklé likvidací převážně II. věkové třídy.

Je patrné, že výchova sama o sobě nepředstavuje v těchto zvýšeně ohrožených poměrech dostatečnou záruku stability porostu. Potvrzuje to skutečnost, že i nejstarší výzkumné plochy v Orlických horách s nejintenzívnější výchovou byly zničeny. Podle poznatků z Krušných hor, které co do exponovanosti se podobají Orlickým horám, lze dosáhnout relativně nejvyšší stability porostu vedle intenzívní výchovy (péče o korunu) ještě zmíněnou již střechovitou výstavbou vznikajících porostů (Heger ex Císař 1959, Lindner 1964). Blanckmeister (1964) pokládá za zvláště výhodné spojení skupinovitě clonné seče s okrajovým clonným postupem. Prokázal, že LZ vyšších poloh v Krušných horách, kde převládal hrubší holosečný systém, dosahovaly průměrný přírůst cca o 1 m³ nižší než závody, které již delší dobu uplatňovaly skupinovitě podrostní

způsob nazývaný „péče o zásobu“. Holosečný provoz by tam potřeboval pro zvýšení přírůstu vyšší průměrné zásoby, jenže ty právě nemůže dosáhnout pro nízkou stabilitu.

Je patrné, že značné výkyvy ve vytváření přírůstu způsobuje stupeň rozpracovanosti porostu spojený s využíváním světlostního přírůstu a zvýšením stability.

K podobným závěrům dospěl po 1. světové válce v Orlických horách ředitel H. K o n i a s (1950). Navrhoval a částečně i realizoval šachovité řazení pracovních polí na svazích tak, aby postupně vytvářená zvlněná žebra se po spádnicí střídala s nejhustšími partiemi pracovního pole nad a pod ním ležícího.

Význam výchovy se do jisté míry projevil i na našich plochách. Tak podrostní plocha s intenzivněji vychovávaným porostem, a proto volnějším výchozím zápojem (č. 8) dosáhla za 10 let podstatně vyšší rozsah přirozené obnovy i přírůstu mateřského porostu. Tím je dokumentován význam výchovy jako předpokladu úspěšného podrostního hospodářství, na což poukazuje i Č í ž e k (1962). Kromě toho plocha s volnějším zápojem (č. 8) měla v průměru o 2 m delší koruny, což se samo o sobě neobrazilo ve výši přírůstu (naopak bylo účinné hlubší ozáření korun), avšak snížením těžiště se zvýšila stabilita porostu. Ukázalo se to v období 10–15 let pokusu, kdy prosvětlené porosty zůstaly prakticky nepoškozeny, zatímco pruh porostu vedle stěny holoseče proti jihu se stal labilním (182 kalamitní stromy).

Zhodnocení dílčí produkce na základě modelu pro 10letou dobu obnovy mezi oběma podrostními variantami a holosečným způsobem ukázalo, že obě plochy se skupinovitě clonnou sečí (25 % zásah ve skupinách) byly ve srovnání s kontrolou (holosečný způsob) aktivní, dokonce i bez následného porostu. Okrajová clonná seč (50 % zásah) však potřebovala, aby se produkce vyrovnala kontrole, 70 % plochy kryté přirozenou obnovou. Je tedy patrné, že se světlostní přírůst uplatňuje při podrostním hospodářství ve značné výši. Při dalším rozvíjení přirozené obnovy, zejména při postupu od severu, jsou v areálu hlavního svahu reálné předpoklady úspěšného podrostního hospodářství při zvýšené porostní stabilitě (s případným doplněním bukem).

I když uznávaným kladem podrostního hospodářství je vyšší podíl velkých dimenzí, neobráží se tato skutečnost u smrku v hodnotě produkce, protože v dnešních cenách pilařské kulatiny se zřetelně neprojevuje vyšší hodnota a využitelnost větších dimenzí.

Z ekonomického hlediska možno z našich výsledků sdělit jen některé dílčí poznatky.

Počáteční těžba a přibližování byla proti holoseči u podrostního způsobu skupinovitého (bez podrostů) dražší o 2,57 Kčs, u okrajového o 1,66 Kčs na m³. U druhé těžby po 10 letech již s podrostní fází o 4,03 a 2,87 Kčs na m³. Je patrné, že zvýšená obtížnost těžby a přibližování se vždy bude u podrostního způsobu odrážet ve vyšších sazbách těchto úkonů. Na druhé straně však podrostní způsob vykazuje určité úspory při stahování klestu, který se vyskytuje v malém množství jen pomístně (na-

víc netřeba vše stahovat) proti souvislé vrstvě klestu na holoseči, která byla v tomto směru přibližně pětikrát dražší.

Podle dalších našich zkoušek bylo zapotřebí asi 35 hodin pro první zásah ředění osamostatněných náletových mlazinců 1 m vysokých na 4500 ks na ha vhodným křovinořezem. Tím se náletová mlazina střední hustoty (podrostní fázi přirozeně ředěná a výškově diferencovaná) zredukovala na spon vysázené kultury. Naproti tomu pracovní doba potřebná k vysázení 1 ha kultury stejné hustoty vyžaduje podle Lokvence při použití motorového jednomužného jamkovače a kelimkové výsadby 65 hodin na ha. Při prostokořenných sazenicích několika-násobně více.

Je tedy bezesporu, že pracovní doba spojená s mechanickou prořezávkou náletů (do sponů kultury) zabírá jen část času (při nutném dvojím zásahu do přehoustlých náletů poněkud více) potřebného k výsadbě kultury vysoce efektivním způsobem. Cena sazenic, dovoz, ožínání a ochranné nátěry do stadia 1 m vysoké zajištěné kultury z výsadby představují její zdražení proti podrostnímu způsobu.

Úhrnné porovnání nákladovosti obou srovnávaných typů pasečného hospodářství možno však provést jen na základě rozborů cizích kalkulací.

Tak podle Košuliče (1974) lze v nákladech na 1 ha clonně obhospodařované plochy očekávat zdražení o 2000–5000 Kčs ve srovnání s holosečným provozem.

Naproti tomu na příkladu polesí Zaječiny (na jv. okraji Orlických hor – LZ Žamberk) v podmínkách již rozvinutého podrostního hospodářství vychází nákladovost 1 ha holoseče o 2400–6000 Kčs na ha vyšší než podrostní hospodářství (porovnáván uzavřený celek úkonů: těžba – soustředění – obnova – ochrana – výchova do ukončení prořezávek) (Egert 1975).

S podobnými zcela odchylnými ekonomickými výsledky obou variant se možno shledat i jinde, přičemž nejde o nedostatky v rozbořech. Po shlednutí do detailu propracovaného a zavedeného systému podrostního hospodářství na LZ Aue (NDR) v Krušných horách, kde podle víceletých průměrů dosáhli na 1 ha zajištěné přirozené obnovy úsporu 1000–1700 marek celkových nákladů proti holoseči (Lindner 1964), jsem dospěl k názoru, že ekonomika celého systému podrostního hospodářství záleží na způsobu jeho provádění a dlouhodobé přípravě porostu. Znamená to, že tam, kde dozrávající porosty nejsou intenzivní výchovou dostatečně připraveny a zpevněny, takže je nutná příprava půdy pro nálet v důsledku nadměrného surového humusu, nálety jsou pak přehoustlé, takže vyžadují několikanásobného ředění. Kde celý proces těžby (směrové kácení) a přibližování dřeva není dostatečně propracován a usměrňován, tam je podrostní hospodářství dražší než holosečné. Třeba si uvědomit, že racionálně rozvíjené podrostní hospodářství vyžaduje bezesporu lepší technologickou připravenost pracoviště i dozor.

Prvé dílčí šetření prokazuje použitelnost podrostního způsobu na vhodných lokalitách prozatím pro kratší obnovní dobu. Jeho skupinovitá i okrajová forma (popř. kombinace obou) je perspektivní zejména pro porosty geneticky i produkčně vysoce hodnotné. Uvážíme-li, že se dnes semeno získává prakticky jen z těžby a při dodávce sazenic z oblastních

školek podle pěstebních oblastí je jasné, že jediné podrobné formy u těchto zvláště cenných porostů zaručí pokračování vynikajících ekotypů i v následném porostu, a tím i udržení cenné genetické základny do budoucna (Šindelář 1974).

SOUHRN

V rozsahu dosažené přirozené obnovy smrku možno vylišit 3 různé výhodné svahové zóny. Nejúspěšnější byla zóna středního svahu (spodní polovina ploch), kde bylo dosaženo v rámci obou celých výzkumných ploch se skupinovitě clonnou sečí za prvních 10 let pokusu 33 a 44 %, za 15 let 60 a 65 % plochy porostu kryté nálety. U okrajové clonné seče 52 a 83 %. Zóna hřebenová se ukázala vhodnou pro přirozenou obnovu jen při dostatečném pokrytí celého hřebenu porostem, kdežto přechodná zóna mezi nimi se projevila jako nejméně vhodná jen s mizivým % náletů.

Pro možnost dalšího nalétání smrku je skupinovitě clonná seč po 10 letech pokusu podle půdního krytu velmi příznivá, kdežto okrajová clona (proti jihu) má po domýcení prvé clony jen mizivou možnost dalších náletů. Holoseč (20 m) i při semenném roku při jejím založení vykazovala mezi kulturou jen sporadické nálety, avšak zatrávňování sousedních porostů metlicí bylo značné (20 m do porostu od stěny proti jihu, 10 m proti severu).

Posléze bylo přikročeno ke komplexnímu zhodnocení mateřského i následného porostu. Poněvadž objektivní hodnocení realizovaných variant pasečného lesa lze provést jen v rámci hospodářských skupin, bylo k tomuto účelu použito zjednodušeného modelu, v němž daný 10letý časový úsek byl považován za dobu obnovy. Toto zjednodušení bylo umožněno touto okolností, že časový úsek šetření spadá do období, kdy celkový průměrný přírůst dosahuje při plném zakmenění celkového běžného přírůstu, který byl zjišťován. Proto přibližné produkční hodnocení následného porostu (podle hospodářského věku) celkovým průměrným přírůstem bylo provedeno pomocí celkového běžného přírůstu. V modelu pak byl pro každou řadu odvozen (podle porostních ploch) střední mýtní věk. Jde tedy v něm o srovnání produkce základního článku každé řady, tj. plochy kontrolní s příslušnou plochou podrobné. Produkce kontrolní plochy je dána úhrnem její zásoby v době středního mýtního věku a hmoty kultury volně rostlé za období od tohoto věku do konce 10 let. Produkce podrobné plochy je vyjádřena souhrnem výchozí těžby, zásoby porostu na konci 10leté obnovy doby a produkcí podrobné plochy podle jeho hospodářského věku.

Na základě tohoto modelu byly obě plochy se skupinovitě clonnou sečí (25 % zásah) v porovnání s produkcí kontroly aktivní v důsledku světlostního přírůstu dokonce i bez následného porostu. Okrajová clonná seč (50 % zásah) však, má-li se produkčně vyrovnat kontrole, potřebuje minimálně 70 % plochy mít kryto přirozenou obnovou. S ohledem na ni je vhodnější postup od severu. Je tedy patrné, že postupná clonná seč byla za prvních 10 let proti porostu bez zásahu aktivní, kdežto silné jednorázové okrajové prosvětlení obvykle ztrátové.

Došlo dne 10. 8. 1975

1. ASSMANN, E.: Waldertragskunde, 1961, s. 490, München
2. BLANCKMEISTER, J.: Entwicklung der Perspektive der Naturverjüngung der Fichte im Erzgebirge. Unser Wald 7, 1964, s. 6-7 (Betriebszeitung d. StFB Aue in Eibenstock)
3. BURGER, H.: Baumkrone und Zuwachs in 2 hiebsreifen Fichtenbeständen. Mitteil. d. Schw. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 21, 1939, s. 147-176
4. ČISAŘ, V.: Chomutovské hospodářství. Lesnictví 5, 1959, s. 1013-1032
5. ČÍŽEK, J.: Pěstování lesa v soustavě podrostního hospodářství. Lesnictví 9, 1963, s. 299-312
6. FANTA, J.: Uplatnění přírůstního hospodářství při obnově smrkových porostů. Práce VÚL ČSSR, 1961, s. 6-30
7. KONIAS, H.: Lesní hospodářství, 1951, SZN Praha, s. 141
8. KOŠULIČ, M.: Přirozená obnova v soudobých možnostech lesního hospodářství. Lesnická práce 53, 1974, s. 557-561
9. JOHANN, K.: Volumen und Volumenzuwachs in Jungbeständen der Fichte. Forstwiss. Zbl., 1964
10. LINDNER, G.: Der ökonomische Nutzen der Fichtennaturverjüngung im StFB Aue in Eibenstock. Unser Wald 7, 1964, s. 1-6
11. PECHMANN, H. — SCHAILE, O.: Die Auswirkungen der waldbaulichen Behandlung auf die Holzeigenschaften der Fichte. Forstwiss. Zbl. 74, 1955, s. 305-318
12. ŠINDELAR, J.: Genetika a šlechtění lesních dřevin jako nástroj zvyšování produkce. Lesnická práce 53, 1974, s. 249-252
13. VORREITER, G.: Bau- und Festigkeitseigenschaften des Holzes der Glatzer Schneebergfichte. Tharandter Forstl. Jahrbuch 88, 1937, s. 351-386
14. ZAKOPAL, V.: Zhodnocení vývoje převodů na LZ Opočno (I). VÚLHM - VS Opočno, závěrečná zpráva 1963, s. 91
15. ZAKOPAL, V.: Dynamika přírůstu a obnovy při podrostním hospodářství ve smrko-bukovém stupni Orlických hor. Lesnictví 7, 1976, s. 523-544
16. EGERT, J.: Přirozená obnova a současné směry v lesním hospodářství. Lesnická práce 54, 1975, s. 361-364

**Естественное возобновление в подростном лесохозяйстве
слово-букового пояса Орлицких гор**

Настоящая работа является продолжением статьи в № 7 (1976) журнала «Лесничство», в которой произведен анализ развития насаждений на исследовательских площадях с предварительным возобновлением (групповое семенно-лесосечное и каемчатое семенно-лесосечное хозяйство) с дендрометрической точки зрения вместе с определением правильной техники выращивания.

В диапазоне достигнутого естественного возобновления ели можно различать три разные выгодные зоны на склонах. Самой успешной была зона средних склонов (нижняя половина площадей), где, в рамках обоих научно-исследовательских участков с групповой сменно-лесосечной рубкой за первые 10 лет опыта было достигнуто 33 и 44%, за 15 лет опыта — 60 и 65% площади лесонасаждений, покрытых самосевом. У каемчатой семенно-лесосечной рубки — 52 и 83%. Зона гребневая оказалась пригодной для естественного возобновления только при достаточном покрытии всего гребня лесонасаждением, в то время, как переходная зона между ними оказалась наименее пригодной с незначительным % самосева.

Для дальнейшего самосева ели групповая семенно-лесосечная рубка, как показали 10-летние опыты, согласно почвенному покрову, оказалась очень благоприятной, в то время, как каемчатая семенно-лесосечная рубка (по направлению на юг) после дополнительной рубки имеет незначительную возможность дальнейшего самосева. Сплошная рубка (20 м) и в урожайном году с самого начала свидетельствовала в культуре только о спорадическом самосеве, однако, обсев травой соседних лесонасаждений мятликом был значительным (20 м вглубь лесонасаждений от стены по направлению к югу, на 10 м по направлению к северу).

Вслед за этим была начата комплексная оценка материнского и последующего насаждений. Так как объективная оценка разных вариантов лесосечного леса может быть сделана только в рамках хозяйственных групп, для этой цели была применена упрощенная модель, в которой 10-летний период считался периодом возобновления. Это упрощение было

возможно благодаря тому, что отрезок времени, когда проводилось исследование, приходится на период, когда общий средний прирост при полной полноте насаждений достигает общего текущего прироста, который устанавливался. Поэтому, приближительная оценка продукции следующих насаждений (в зависимости от года) при помощи общего среднего прироста давалась на основании общего текущего прироста. В модели для каждого ряда (в зависимости от лесонасаждений) устанавливался средний возраст рубки. Следовательно, речь идет о сравнении продукции главного звена каждого ряда, т.е. площади контрольной и соответствующей площади подростной. Продукция контрольной площади представлена суммой ее запаса в период среднего возраста рубки и массы свободно растущей культуры в период от этого возраста до конца 10-летия. Продукция подростной площади выражена суммой исходной рубки, запаса насаждений в конце 10-летнего возобновительного периода и продукции подроста согласно его хозяйственному возрасту.

На основе этой модели без площади с групповой семенно-сечной рубкой (25 %), по сравнению с продукцией контроля, были активными в результате светового прироста даже и без последующих насаждений. Каемчатая семенно-сечная рубка (50 %) однако, для того, чтобы сравняться с контролем, требует, чтобы минимально 70 % площади было покрыто естественным возобновлением. Учитывая это, выгоднее производить рубку с севера. Следовательно, постепенная семенно-сечная рубка в ходе первых 10 лет по сравнению с нетронутыми насаждениями, была активной, в то время, как сильно одноразовое каемчатое прореживание обычно несет потери.

Natural Regeneration in Shelterwood System of Spruce-Beech Zone in Orlické hory

This paper is a continuation of a previous article in no. 7 (1976) of *Lesnictví* where the development of the stands on the experimental sites of shelterwood system (group-shelterwood and margin-shelterwood system) is analyzed from the dendrological point of view, allowing suitable silvicultural practices to be derived.

Three differently advantageous gradient zones can be found in the extent of spruce natural regeneration. The most successful was a zone of middle gradient (the lower half of plots) where it was reached, within the framework of both experimental plots with group shelterwood felling, in the first ten years of an experiment 33 and 44 % and in 15 years 60 and 65 % of stand area covered by natural seeding. Border shelterwood cutting reached 52 and 83 %. The crest zone appeared to be suitable for the natural regeneration only when the whole crest had been covered by stand, while the transitive zone between them appeared as the least suitable, with negligible % of natural seeding only.

The group shelterwood felling after 10 years of the experiment is, from a point of view of further spruce seeding, very suitable, while the border shelterwood (against the south) has the negligible possibility of further seeding after the exploitation of the first shelterwood. The clear felling at its establishment in a seeding year showed only sporadic seeding among young cultures, but grassing of neighbouring stand was considerable (20 m in to the stand from the wall against the south, 10 m against the north).

Finally we took up a complex evaluation of both parent and successive stands. As the objective evaluation of felling area forest variants can be done only in the framework of working circles, we have used a simplified model in which 10 years was held for regeneration period. This simplification was possible, because an investigation falls into the period in which the total mean increment reaches, at full stand density, the total current increment, which had been found out. Therefore the approximate production evaluation of the successive stand (according to management year) by the total mean increment has been done by means of total current increment. In the model there has been derived the average felling age for every row (according to the stand areas). Thus we compare the sample area with corresponding undergrowth area. The production of sample plot is given by a sum of its stock in a middle felling age and young plantation volume grown in the period from this age to the end of 10 years. The undergrowth area production is expressed by a sum of initial cutting, the stand stock at the end of 10 year regeneration period and the undergrowth production according to its management age.

On the basis of this model both areas with group shelterwood felling (25 % treatment) were active in comparison with sample production, owing to light increment even without the successive stand. The border shelterwood cutting (50 % treatment) in order to reach the sample one as far as the production is concerned,

has to have at least 70 % of the area covered with a natural regeneration. With regard to that, the more suitable proceeding is from the north. It is obvious, that gradual shelterwood felling in the first ten years was, in comparison with the stand without treatment, more active, while the strong border thinning is usually unprofitable.

Naturverjüngung in einem Vorverjüngungsbetrieb der Fichten-Buchenstufe im Adlergebirge

Diese Abhandlung schließt auf den Artikel No. 7 (1976) der Zeitschrift „Lesnictví“ an, wo die Analyse der Entwicklung der Forschungsflächenbestände des Verjüngungsbetriebes (Gruppen- u. Randschirmschlag) vom dendrometrischen Standpunkt aus mit der Ableitung einer passenden Pflagechnik durchgeführt wurde.

Im Bereich der erreichten Naturverjüngung von Fichte kann man 3 verschiedene günstige Abhangzonen unterscheiden. Die erfolgreichste war die Zone des mittleren Abhangs (die untere Hälfte der Flächen) wo im Rahmen beider ganzen Forschungsflächen mit dem gruppenweisen Schirmhieb während der ersten 10 Jahre der Versuche 33 und 44 % erreicht wurde, in 15 Jahren waren 60 und 65 % der Fläche vom Bestand gedeckte Anflüge. Bei dem Randschirmschlag erreichte man 52 und 83 %. Die Gebirgskammzone zeigte sich für die Naturverjüngung als geeignet nur bei genügender Bedeckung des ganzen Gebirgskammes mit Waldbestand, während die Übergangszone zwischen ihnen sich als am wenigsten günstig äußerte nur mit geringer Prozentzahl der Anfluges.

Für die Möglichkeit des weiteren Samenanfluges von Fichte ist der gruppenweise Schirmhieb nach den 10 Jahren des Versuchs nach der Bodendecke sehr günstig, während der Randschirmschlag (gegen Süden) nach der Fällung des ersten Schirmes nur eine unbedeutende Möglichkeit der weiteren Anflüge hat. Der Kahlschlag (20 m) wies auch in dem Samenjahr bei der Gründung zwischen der Kultur nur sporadische Anflüge auf, aber die Begrasung der Nachbarbestände mit Schmiehe war beträchtlich (20 m in den Bestand hinein von der Wand gegen Süden, 10 m gegen Norden).

Zuletzt trat man zur komplexen Bewertung des Mutter- und Folgebestandes. Da man die objektive Bewertung der realisierten Varianten des Schlagwaldes nur im Rahmen der Wirtschaftsgruppen durchführen kann, wurde zu diesem Zweck ein einfaches Modell angewandt, in dem der gegebene Zeitraum für die Verjüngungszeit gehalten wurde. Diese Vereinfachung wurde dadurch ermöglicht, daß die Zeitspanne der Ermittlung in den Zeitraum fällt, wann der gesamte Durchschnittszuwachs bei der vollen Bestockung den gesamten häufigen Zuwachs erreicht, der ermittelt wurde. Deswegen wurde eine beiläufige Produktionsbewertung des Folgebestandes (nach dem Wirtschaftsalter) mit dem gesamten Durchschnittszuwachs mit Hilfe des gesamten häufigen Zuwachs durchgeführt. Im Modell wurde dann für jede Reihe ein mittleres Fällungsalter (nach den Bestandsflächen) abgeleitet. Es handelt sich hier also um Vergleich der Produktion des Grundelements jeder Reihe, d. h. der Kontrollfläche mit der zuständigen Verjüngungsfläche. Die Produktion der Kontrollfläche wird mit der Zusammenfassung, ihrer Vorräte im Zeitraum des mittleren Fällungsalters und der Masse von Kultur, die frei wächst, in dem Zeitraum von diesem Alter am Ende der 10 Jahre gegeben. Die Produktion der Verjüngungsfläche wird mit der Zusammenfassung der Ausgangsnutzung ausgedrückt, die Vorräte des Bestandes am Ende der 10 jährigen Verjüngungszeit und durch die Produktion des Unterwuchses nach seinem Wirtschaftsalter.

Aufgrund dessen Modells wurden beide Flächen mit dem gruppenweisen Schirmhieb (25 % Eingriff) im Vergleich mit der Kontrollproduktion aktiv, in der Folge des Lichtzuwachses sogar ohne Folgebestand. Randschirmschlag (50 % Eingriff) aber, falls er sich in der Produktion mit der Kontrolle vergleichen soll, muß er minimal 70 % der Fläche mit der Naturverjüngung bedeckt haben. Mit Rück-

sicht darauf ist das günstigere Verfahren von Norden. Es ist also offebar, daß der fortschreitende Schirmhieb in den ersten 10 Jahren im Vergleich mit dem Bestand ohne Eingriff aktiv war, während das starke einmalige Randlichten gewöhnlich Verluste aufweist.

Adresa autora:

Ing. Vladimír Z a k o p a l, CSc., Opočno, Pitkova ul. 214

Stále se zvyšující zájem o rašelinu a zejména pak v posledních letech o rašelinné substráty a omezené zásoby této suroviny v našem státě nás nutí vyhledávat další zdroje vhodných organických hmot, kterými by bylo možno rašelinu nahradit nebo alespoň částečně přispět ke snížení její celkové spotřeby.

Jedním z těchto zdrojů je odpadová kůra lesních dřevin, která se na mnoha místech hromadí a často se stává obtížným balastem. Proto jsme se pokusili využít této suroviny pro výrobu substrátů k pěstování některých kultur zejména ve specializovaných zelinářských, zahradnických a školkařských provozech. Výsledky výzkumu získané při jejich využití na úseku lesního školkařství jsou shrnuty v tomto příspěvku.

METODIKA

Pokusy pro zjištění možností použití kůry lesních dřevin pro výrobu kůro-rašelinných substrátů byly založeny na jaře roku 1973 na Výzkumné stanici rašelinářské při VÚM v Borkovicích.

Pro výzkumné účely bylo použito rozdrčené odpadové smrkové kůry, která byla proseta sítí o světlosti ok, 5, 10 a 20 mm. Jednotlivé frakce kůry byly bez jakékoliv další úpravy promíseny s rašelinou (vrchovištní, přechodovou a slatinou), a to v objemovém poměru kůry k rašelině 1:0, 1:1, 1:2 a 1:4. Takto získané kůro-rašelinné substráty byly porovnány s čistými rašelinnými substráty příslušného typu, tj. rašelinným substrátem vrchovištním (Soumarský Most), přechodovým (Příbraz) a slatinným substrátem (Borkovice).

Po důkladném promísení a homogenizaci substrátů byla upravena jejich reakce a vyrovnána zásoba potřebných živin. Přitom bylo využito zkušeností získaných v předcházející etapě (Ferda, Havelka 1974). Acidita substrátů byla na základě stanovené potřeby vápnění upravena dodáním mletého vápence na úroveň 4,3–4,8 pH v nKCl. Slatinné a kůro-slatinné substráty nevyžadovaly vápnění. Rašelinné substráty a kůro-rašelinné substráty přechodové byly vápněny 1 kg $\text{CaCO}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. K rašelinným substrátům a kůro-rašelinným substrátům vrchovištním bylo dodáno 3 kg $\text{CaCO}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Čistý kůrový substrát byl přivápněn dávkou 1 kg $\text{CaCO}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Hnojení NPK bylo pro všechny substráty jednotné, a to

150 g N, 340 g P_2O_5 (148 g P) a 180 g K_2O (149 g K) na 1 m³ substrátu. Forma hnojiv: síran amonný (20 % N), superfosfát (16,5 % P_2O_5 , tj. 7,2 % P) a reformkali (28 % K_2O , tj. 23,2 % K).

Po opětném důkladném promíslení byly jednotlivé substráty navrstveny ve výšce 20 cm do 2 skleníků s polyetylenovým krytem s produkční plochou 200 m². K závlaze sloužilo zavlažovací zařízení sestávající z třístupňového čerpadla a zavlažovacích trubek s mlhovkovými tryskami s vějířovým stříkem. Zdrojem závlahové vody byla mělká studna napájená povrchovou vodou slabě kyselé reakce (pH 6,4) s obsahem 1,0 mg N, 0,6 mg P, 0,7 mg K, 14,0 mg Ca a 3,0 mg Mg .l⁻¹.

Počátkem dubna 1973 byla na jednotlivé substráty vyseta semena smrku dodaná LZ Nové Hradý z poleší Jílovce (II. B/48/II/Č.B.) v dávce 16,1 g .m⁻². Výsevová dávka byla vypočtena na 1300 vysetých klíčivých semen. Absolutní hmotnost 1000 semen 8,54 g, klíčivost 77,0 %, čistota 89,5 %. Semeno bylo zasypáno jemně zrněnou rašelinou o tloušťce 1 cm.

Na jaře roku 1974 byly ve sklenících na uvolněné záhony po vyzvednutí smrkových semenáčků zaškolkovány semenáčky smrku a borovice blatky ve sponu 12 X 12 cm. Reakci substrátů nebylo potřeba upravovat. Hladina potřebných základních rostlinám přístupných živin byla před zaškolkováním semenáčků vyrovnána na základě chemických analýz substrátů na úroveň 150 mg N, 180 mg K_2O (150 mg K) a 300 mg P_2O_5 (132 mg P).

Péče o semenáčky, ev. sazenice, záležela v udržování příznivých mikroklimatických poměrů ve sklenících a vhodné vlhkosti substrátů (zhruba na 80 % jejich maximální kapilární vodní kapacity). Přibližně ve 14denních intervalech se aplikovala hnojivá zálivka univerzálním hnojivem Floran v 0,2 % koncentraci v dávce 3–5 l na 1 m² plochy. Proti houbovým chorobám se preventivně postříkovalo 0,3–0,5 % roztokem Dithane M 45. Semenáčky, ev. sazenice, byly postupně otužovány. Polyetylenová fólie byla snímána v polovině července.

V průběhu pokusu byly plynule sledovány vývojové poměry založených kultur podle jednotlivých variant i celé prostředí jejich vývoje. Byla konána soustavná makro- i mikroklimatická pozorování a sledovány změny ve fyzikálních a chemických vlastnostech substrátů (Thun 1955). Vždy na podzim po vyzvednutí semenáčků, ev. sazenic, se provedla příslušná biometrická měření a jejich vyhodnocení.

ZHODNOCENÍ VLASTNOSTÍ SUBSTRÁTŮ POUŽITÝCH K POKUSŮM

Základní vlastnosti substrátů použitých k pokusům jsou zachyceny v tabulce I. Pro výrobu nejkvalitnějších rašelinných substrátů se má používat velmi slabě až slabě rozložených rašelin. V našem případě jsme úmyslně zvolili jako výchozí surovinu pro výrobu kůro-rašelinných substrátů středně rozložené rašeliny s relativně méně příznivými fyzikálními vlastnostmi, a to za účelem ověření, ev. zlepšení, těchto vlastností přidáním kůry. Pórovitost drčené kůry je jen mírně nižší než humolitů. Výrazně nižší (až o více než 10 %) je však maximální kapilární vodní kapacita, což zvyšuje její minimální vzdušnou kapacitu až ke 40 %. U kůry je rovněž příznivý nízký obsah popele.

Stanovení	Drcená smrková kůra	Slatina Borkovice	Přechodová rašelina Příbraz	Vrchovištní rašelina Soumarský Most
Stupeň rozložení	—	H 6	H 5	H 6
Objemová hmotnost red. g.l ⁻¹	176	164	137	152
Pórovitost %	87,4	88,5	90,3	89,0
Maximální kap. vodní kapacita % obj.	50,0	61,2	61,0	60,8
Minimální kap. vzdušná % obj.	37,4	27,3	29,3	28,2
Obsah popele % suš.	6,9	16,1	10,1	7,2
C _{ox} % suš.	41,1	42,2	44,8	47,1
Nt % suš.	0,42	1,72	1,52	1,10
C : N	98	25	29	43
Ch % suš.	9,23	15,8	12,3	14,1
Cf % suš.	8,80	4,0	5,4	5,5
Ch : Cf	1,0	3,9	2,3	2,5
CaO (Ca) % suš.	1,61 (1,15)	1,93 (1,37)	0,74 (0,52)	0,24 (0,17)
MgO (Mg) % suš.	0,17 (0,10)	0,19 (0,11)	0,16 (0,10)	0,08 (0,05)
K ₂ O (K) % suš.	0,19 (0,16)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,08 (0,07)
P ₂ O ₅ (P) % suš.	0,16 (0,07)	0,12 (0,05)	0,24 (0,11)	0,07 (0,03)
Rostlinám přístupný N mg.l ⁻¹	60	88	60	88
Rostlinám přístupný P ₂ O ₅ (P) mg.l ⁻¹	10 (4)	14 (6)	30 (13)	20 (9)
Rostlinám přístupný K ₂ O (K) mg.l ⁻¹	387 (321)	35 (29)	20 (17)	30 (25)
pH (H ₂ O)	4,6	5,0	4,4	3,8
pH (nKCl)	4,2	4,6	4,0	3,0

Obsah celkového dusíku je oproti humolitům výrazně nižší, což při poměrně vysokém obsahu oxidovatelného uhlíku rozšiřuje poměr C:N až na 98. Nejpriznivější stav je v tomto směru u slatiny, následuje pak rašelina přechodová a rašelina vrchovištní. V tomto pořadí lze hodnotit použité substráty po stránce kvalitativního složení organické hmoty (obsah a poměr huminových kyselin k fulvokyselinám).

Minerální složení kůry se přibližuje hodnotám zjištěným ze slatiny. Nižší obsah minerálních látek je u rašeliny přechodové (s výjimkou fosforu) a výrazně nižší u rašeliny vrchovištní.

Obsahy rostlinám přístupného dusíku, fosforu i draslíku jsou v jednotlivých substrátech velmi nízké a poměrně vyrovnané. Výjimku činí obsah přístupného draslíku u kůry, který je více než desateronásobně vyšší než u humolitů a pro zajištění řádné výživy i náročných rostlin by měl být v případě rašelinných substrátů zcela postačující. Přesto jsme nesnížili dávku draselného hnojení a ponechali jsme ji stejnou jako u ostat-

ních substrátů. Vedly nás k tomu dva hlavní důvody. Nebezpečí toxického působení draslíku na rostliny v tomto případě nehrozilo a dále jsme počítali s jeho rychlým vyplavením. Tento předpoklad se též plně potvrdil.

Acidita kůry se přibližuje přechodové rašelině. Nižší aciditu vykazuje slatina, velmi vysokou pak vrchovištní rašelina.

VLIV RŮZNÉHO PODÍLU KŮRY A JEJÍHO ZRNĚNÍ NA FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SUBSTRÁTŮ

Čistý kůrový substrát bez příměsi rašeliny není pro pěstování rostlin příznivý. Především je nevýhodná jeho nízká maximální kapilární vodní kapacita a nadměrně vysoká vzdušná kapacita. Se stoupající velikostí frakcí kůry se situace ještě zhoršuje.

Naproti tomu použité středně rozložené rašeliny mají maximální kapilární kapacitu poměrně vysokou a její mírné snížení o několik procent bylo žádoucí, i když ne zcela bezpodmínečně nutné.

II. Vliv různého podílu kůry a jejího zrnění na fyzikální vlastnosti substrátů. — The influence of different ratio of bark and its granularity on physical properties of substrates

Substrát	Podíl kůry k rašelině	Zrnění kůry	Objemová hmotnost redukovaná g.l ⁻¹	Pórovitost %	Maximální kapilární vodní kapacita %	Minimální vzdušná kapacita %
Kůrový	1 : 0	0—10	198	86,1	50,5	35,6
Slatinný	0 : 1	—	178	88,2	62,8	25,4
Rašelinový přechodový	0 : 1	—	147	89,7	60,8	28,9
Rašelinový vrchovištní	0 : 1	—	162	88,5	61,2	27,3
Kůro-slatinný	0 : 1	Ø	189	87,4	55,9	31,5
	1 : 2		186	87,7	60,5	27,2
	1 : 4		180	87,9	61,5	26,4
Kůro-rašelinový přechodový	1 : 1	Ø	180	88,0	55,0	33,0
	1 : 2		171	88,5	56,7	31,8
	1 : 4		152	89,2	58,6	30,6
Kůro-rašelinový vrchovištní	1 : 1	Ø	191	86,8	55,6	31,2
	1 : 2		182	87,2	58,6	28,6
	1 : 4		173	88,2	59,2	29,0
Kůro-slatinný	Ø	0—5	192	86,5	60,4	26,1
	1 : 1	0—10	184	87,1	59,2	27,9
	1 : 4	0—20	176	88,0	59,0	29,0
Kůro-rašelinový přechodový	Ø	0—5	182	87,7	58,1	29,6
	1 : 1	0—10	158	89,3	55,4	33,9
	1 : 4	0—20	153	89,6	52,8	36,8
Kůro-rašelinový vrchovištní	Ø	0—5	189	86,9	58,6	28,3
	1 : 1	0—10	182	87,2	57,8	29,4
	1 : 4	0—20	174	88,0	57,0	31,0

V tomto směru můžeme hodnotit příměs kůry k rašelině pozitivně. Nebylo by to však vhodné u rašelinných substrátů vyrobených z velmi slabě až slabě rozložených rašelin, popř. slatin, kde je vysoká pórovitost a dostatek pórů nekapilárního charakteru.

Vliv různého podílu kůry a jejího zrnění na změny ve fyzikálních vlastnostech kůro-rašelinných substrátů je zachycen v tabulce II. Vzhledem k vyšší objemové hmotnosti kůry oproti rašelinným substrátům se tato v kůro-rašelinných substrátech snižuje s ubývajícím podílem kůry, zejména většího zrnění. Pórovitost se s ubývajícím podílem kůry mírně zvyšuje. Hrubší zrnění kůry působí kladně na zvýšení pórovitosti. Velmi výrazné je působení kůry na změny v maximální kapilární vodní kapacitě a minimální vzdušné kapacitě. Se zvyšujícím se podílem kůry se snižuje maximální vodní kapilární kapacita, čímž stoupá minimální vzdušná kapacita. Tento kladný jev, hodnoceno jen z hlediska fyzikálních vlastností, je ještě zesilován zvětšující se frakcí kůry.

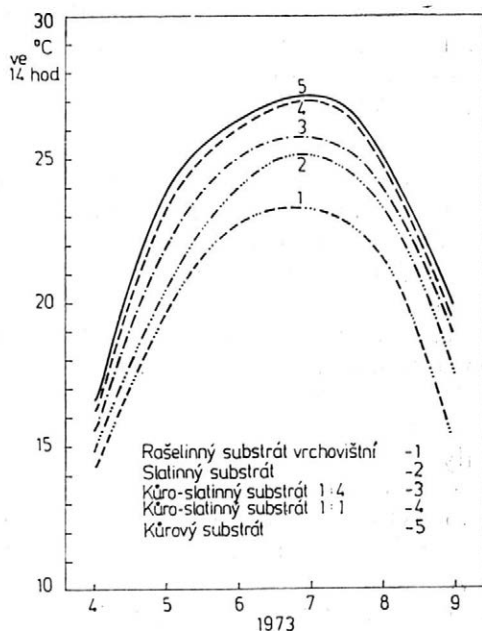
TEPLOTNÍ REŽIM SUBSTRÁTŮ

Za účelem udržování příznivého skleníkového mikroklima byly v každém skleníku umístěny ve výšce 0,3 m nad zemí 2 termohygrography, podle jejichž záznamů byla regulována teplota a vlhkost vzdušná větráním a mlžením. Dbalo se na to, aby zejména v počáteční fázi klíčení semenáčků v roce 1973, ev. jejich ujímání v roce 1974, teplota nepřesáhla v přízemní vzdušné vrstvě 35 °C.

Zajímavé poznatky byly získány při sledování teploty různých substrátů v hloubce 10 cm. Získané výsledky plně korespondují se změnami zjištěnými ve fyzikálních vlastnostech substrátů.

Čistý kůrový substrát se podstatně rychleji a výrazněji prohřívá než rašelinné substráty. Rozdíly naměřené ve 14 hodin v roce 1973 činí až několik °C (obr. 1). Při porovnání čistých rašelinných substrátů mezi sebou je nejteplejší slatinový substrát. Teploty rašelinného substrátu přechodového a vrchovištního jsou téměř totožné. Příměs kůry způsobuje proteplování substrátů, zejména při jejím jemnějším zrnění. V ranních hodinách se poměry přirozeně obrací a nejchladnější je pak čistý kůrový substrát a substráty s vyšší příměsí kůry.

V roce 1974 byl průběh teploty v jednotlivých substrátech obdobný jako v roce 1973. Rozdíly nebyly však tak zjevné vzhledem ke značnému zastínění povrchu substrátů vzrostlými sazenicemi vysázenými v hustém sponu.



1. Vliv různé příměsí kůry na teplotu substrátů v hloubce 10 cm. — The influence of various bark admixtures on the temperature of substrates in depth 10 cm

Acidita výchozích surovin, ze které byly jednotlivé substráty vyráběny, byla velmi rozdílná. Po vápnění na jaře 1973 se ji podařilo vyrovnat na úroveň 4,3–4,8 pH v nKCl. V průběhu dvou let (tabulka III) došlo k jejímu mírnému zvýšení jednak proplavením dodaného vápenatého hnojiva, jednak použitím vesměs kyselých forem hnojiv při hnojení substrátů. Výraznější proplavení je možno pozorovat především u čistého kůrového substrátu. Přes toto mírné zvýšení acidity zůstává i po dvou letech reakce pro pěstování jehličnanů příznivá (F e r d a 1974).

Obsah rostlinám přístupného dusíku byl po hnojení na jaře 1973 vyrovnán v průměru na $160 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ v čerstvé hmotě substrátu, s kolísáním mezi 127–188 $\text{mg N} \cdot \text{l}^{-1}$. Na podzim téhož roku došlo v obsahu přístupného N u čistých rašelinných substrátů a u kůro-rašelinných substrátů s menší příměsí kůry v důsledku několikrát opakované hnojivé zálivky jen k mírnému snížení. Výrazné snížení je možno pozorovat u kůro-rašelinných substrátů s objemovým podílem kůry k rašelině 1:1 a extrémní snížení u čistého kůrového substrátu, a to až na hodnotu $32 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Není jiné vysvětlení než velmi intenzivní propláchnutí dodaných dusíkatých hnojiv v důsledku velkého množství makropórů a nízké sorpční kapacity kůry. Na jaře 1974 byl po přihnojení stav přístupného dusíku znovu vyrovnán v průměru na $150 \text{ mg N} \cdot \text{l}^{-1}$ substrátu, s rozdílem 132–182 $\text{mg N} \cdot \text{l}^{-1}$.

Po vyzvednutí sazenic na podzim téhož roku se opakovala situace z roku 1973. Rozdíly nebyly však již tak extrémně výrazné pravděpodobně v důsledku postupného uléhání substrátů, ztíženějšímu přístupu závlahové vody k povrchu substrátů, jakož i již částečně pozměněným fyzikálně chemickým vlastnostem kůry vlivem probíhajících biochemických a mikrobiologických procesů.

Obsah rostlinám přístupného fosforu se po základním hnojení na jaře 1973 pohyboval u jednotlivých variant mezi 210–305 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ čerstvé hmoty substrátu. V průměru dosahoval 256 $\text{mg P}_2\text{O}_5$ (112 mg P) $\cdot \text{l}^{-1}$. Po vyzvednutí smrkových semenáčků na podzim téhož roku se podobně jako u dusíku snížil obsah přístupného fosforu u kůrového substrátu na pouhých 64 $\text{mg P}_2\text{O}_5$ (28 mg P) $\cdot \text{l}^{-1}$. Opět to plně potvrzuje předpokládané intenzivní propláchnutí živin vzhledem k tomu, že odběr fosforu semenáčky byl jen nepatrný. Ztráty fosforu se postupně snižují s ubývajícím podílem kůry v humolitech. Při objemovém poměru kůry k rašelině 1:4, ev. i 1:2, nejsou již ve srovnání s čistými rašelinnými substráty větší rozdíly. Po přihnojení na jaře 1974 obsah přístupného fosforu dosahoval v průměru 270 $\text{mg P}_2\text{O}_5$ (119 mg P) na 1 l substrátu, s kolísáním mezi 240–315 $\text{mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{l}^{-1}$ (105–137 mg P). Po vyzvednutí sazenic na podzim téhož roku byly zjištěny mírně snížené obsahy fosforu na rašelinných substrátech a kůro-rašelinných substrátech s menší příměsí kůry. U čistého kůrového substrátu bylo snížení opět výrazné.

Obsah rostlinám přístupného draslíku se po vyhnojení na jaře 1973 pohyboval u rašelinných substrátů mezi 152 a 167 $\text{mg K}_2\text{O}$ (126–139 mg

III. Změny v obsahu rostlinám přístupných živin a reakce substrátů. — Changes in the content of nutrients available for plants and the substrate reaction

Substrát	Podíl kůry k rašelině	N	P ₂ O ₅ mg.l ⁻¹	(P) čerstvého substrátu	K ₂ O (K)	pH n KCl
jaro 1973 po vápnění a hnojení						
Kůrový	1 : 0	174	210	(92)	497 (413)	4,8
Slatinný	0 : 1	188	248	(108)	161 (134)	4,5
Kůro-slatinný	1 : 1	141	271	(118)	390 (324)	4,5
	1 : 2	150	245	(107)	245 (203)	4,5
	1 : 4	171	260	(113)	200 (166)	4,4
Rašelinný přech.	0 : 1	178	272	(119)	152 (126)	4,8
Kůro-rašelinný	1 : 1	127	240	(105)	410 (340)	4,8
přechodový	1 : 2	135	235	(103)	260 (216)	4,8
	1 : 4	161	290	(126)	250 (208)	4,7
Rašelinný vrch.	0 : 1	184	292	(127)	167 (139)	4,6
Kůro-rašelinný	1 : 1	154	290	(126)	380 (315)	4,6
vrchovištní	1 : 2	167	270	(118)	290 (241)	4,7
	1 : 4	180	305	(133)	260 (216)	4,7
podzim 1973						
Kůrový	1 : 0	32	64	(28)	70 (58)	4,2
Slatinný	0 : 1	144	222	(97)	140 (116)	4,3
Kůro-slatinný	1 : 1	94	170	(74)	190 (156)	4,2
	1 : 2	130	205	(89)	200 (166)	4,3
	1 : 4	140	230	(100)	138 (115)	4,3
Rašelinný přech.	0 : 1	150	220	(96)	140 (116)	4,4
Kůro-rašelinný	1 : 1	98	180	(79)	180 (149)	4,2
přechodový	1 : 2	120	212	(92)	170 (141)	4,3
	1 : 4	141	200	(87)	155 (129)	4,3
Rašelinný vrch.	0 : 1	132	210	(92)	130 (108)	4,3
Kůro-rašelinný	1 : 1	94	155	(66)	180 (149)	4,1
vrchovištní	1 : 2	105	180	(79)	170 (141)	4,2
	1 : 4	130	230	(100)	185 (154)	4,2
jaro 1974 po přihnojení						
Kůrový	1 : 0	132	250	(109)	165 (137)	4,0
Slatinný	0 : 1	182	278	(121)	190 (158)	4,2
Kůro-slatinný	1 : 1	146	240	(105)	175 (145)	4,2
	1 : 2	158	315	(137)	182 (151)	4,2
	1 : 4	148	273	(119)	186 (154)	4,2
Rašelinný přech.	0 : 1	171	260	(113)	175 (145)	4,2
Kůro-rašelinný	1 : 1	150	253	(110)	160 (131)	4,2
přechodový	1 : 2	145	261	(114)	190 (158)	4,2
	1 : 4	180	246	(107)	160 (131)	4,3
Rašelinný vrch.	0 : 1	168	290	(126)	156 (130)	4,2
Kůro-rašelinný	1 : 1	141	290	(126)	220 (183)	4,1
vrchovištní	1 : 2	160	292	(127)	210 (174)	4,2
	1 : 4	154	280	(122)	180 (149)	4,2
podzim 1974						
Kůrový	1 : 0	69	138	(60)	94 (78)	4,2
Slatinný	0 : 1	104	168	(73)	123 (102)	4,4
Kůro-slatinný	1 : 1	81	149	(65)	94 (78)	4,3
	1 : 2	84	153	(67)	98 (81)	4,4
	1 : 4	109	163	(71)	116 (96)	4,3
Rašelinný přech.	0 : 1	109	192	(84)	127 (105)	4,3
Kůro-rašelinný	1 : 1	98	151	(66)	88 (73)	4,4
přechodový	1 : 2	98	155	(68)	89 (74)	4,3
	1 : 4	103	160	(70)	94 (78)	4,3
Rašelinný vrch.	0 : 1	109	190	(83)	126 (105)	4,4
Kůro-rašelinný	1 : 1	70	147	(64)	89 (74)	4,2
vrchovištní	1 : 2	93	159	(69)	92 (76)	4,3
	1 : 4	102	163	(71)	102 (85)	4,4

K) na 1 l substrátu. U kůrového substrátu byl při téže dávce draselného hnojiva trojnásobně vyšší v důsledku jeho vysokého obsahu v samotné kůře. Se zvyšujícím se podílem rašeliny v kůro-rašelinných substrátech se postupně přibližoval obsahu K zjištěnému v čistých rašelinných substrátech. Zatímco na podzim roku 1973 se u čistých rašelinných substrátů a u kůro-rašelinných substrátů snížil obsah přístupného K jen mírně, u čistého kůrového substrátu extrémně na 70 mg K_2O (58 mg K). Příčiny jsou stejné, jak bylo již uvedeno u hodnocení obsahů rostlinám přístupného N a P. Po zvýšení obsahu draslíku přihnojením na jaře 1974 na průměrnou úroveň 180 mg K_2O (149 mg K) se při podzimním hodnocení obsahu draslíku opakovala situace z roku 1973 v méně výrazné formě.

Závěrem této kapitoly je třeba zdůraznit, že rozbor obsahů přístupných živin se vztahuje na kůru o zrnění 0–10 mm. Se zvětšujícím se rozměrem kůrové frakce se intenzita vyplavování živin zvyšuje, v opačném případě snižuje.

ZHODNOCENÍ PRODUKCE A KVALITY SMRKOVÝCH SEMENÁČKŮ VYPĚSTOVANÝCH V ROCE 1973

V předcházejících kapitolách byly uvedeny výsledky z tzv. doprovodných pozorování a měření, která jsou však nutná k bližšímu poznání příčin úspěchu v pěstování semenáčků nebo sazenic na jednotlivých variantách substrátů. Rovněž jsou nezbytné za účelem aplikace získaných poznatků ve známých podmínkách, které pak můžeme s dostatečnou přesností definovat. Finálním kritériem však zůstává vždy kvantitativní a kvalitativní zhodnocení vyprodukovaného rostlinného materiálu.

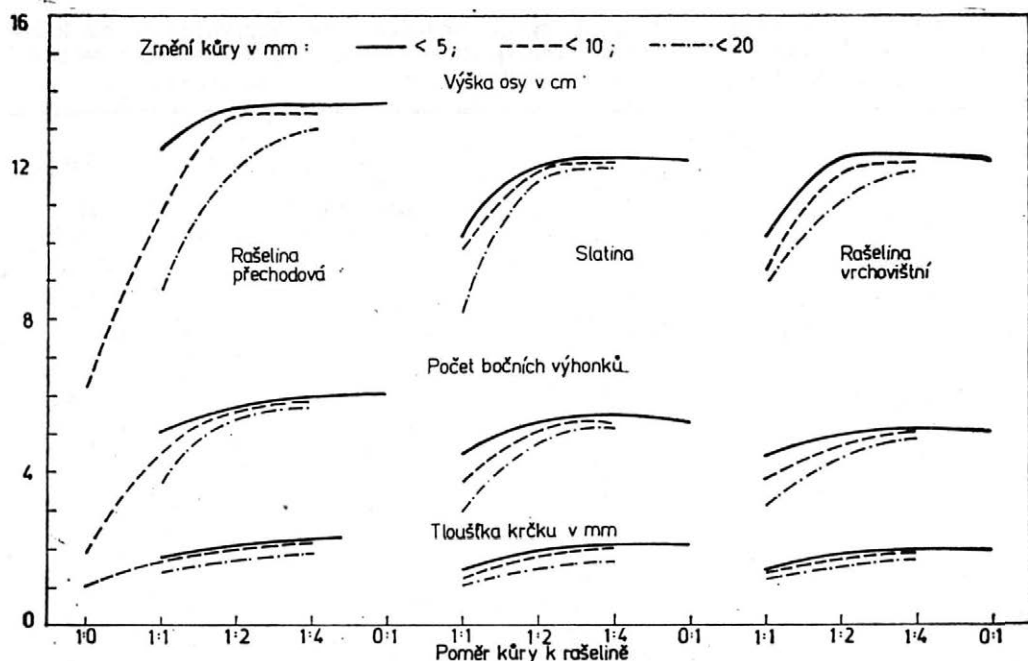
Výsledky získané v roce 1973 při pěstování smrkových semenáčků jsou uvedeny v tabulce IV. Pro větší názornost jsou některé základní kvalitativní ukazatele znázorněny na obr. 2.

Zcela ve shodě se závěry učiněnými v předešlých kapitolách se čistý kůrový substrát projevuje jako zcela negativní (obráz. 3). Množství vyprodukovaných semenáčků bylo pouhých 18 % z klíčivých semen – kvalitativní znaky pak velmi špatné. U kůro-rašelinných a rašelinných substrátů se množství vyprodukovaných semenáčků pohybovalo mezi 84–92 % z klíčivých semen (obráz. 4). Množství vyprodukovaných semenáčků i jejich kvalita se zvyšovala s ubývajícím podílem kůry v substrátech a se zjemňováním zrnitostní frakce kůry (obráz. 5 a 6). Při poměru kůry k rašelině 1 : 2 a při zrnění kůry 5 mm se vyprodukované semenáčky kvalitou již však velmi přibližovaly semenáčkům vypěstovaným v čistých rašelinných substrátech. Při dalším snížení poměru kůry k rašelině (1 : 4) a stejném zrnění kůry (pod 5 mm) byla dokonce kvalita semenáčků vypěstovaných na kůro-rašelinných substrátech vrchovištních a kůro-slatinných substrátech lepší než na čistých rašelinných substrátech odpovídajícího typu (větší rozložení slatiny a vrchovištní rašeliny oproti rašelině přechodové). Vliv různého zrnění kůry se projevoval na kvalitě semenáčků velmi výrazně. Se vzrůstající velikostí částic kůry se kvalita semenáčků zhoršovala.

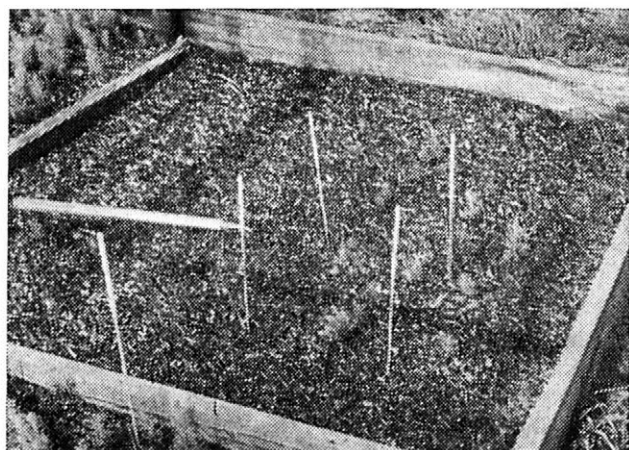
IV. Počet a kvalitativní znaky smrkových semenáčků vyprodukovaných na kůro-rašelinných substrátech. — Number and qualitative characteristics of spruce seedlings produced on bark-peat substrates

Substrát	Podíl kůry k rašelině	Zrně- lí kůry	Počet vy- prod. semen na 1 m ²	Množství vyprod. semen v % klíč. semen	Výška osy	Tloušťka kořen. krčku	Počet bočních výhonů	Sušina 100 ks semě- náčků
		mm	tis. ks	%	cm	mm	ks	g
Kůrový	1 : 0	0—10	0,23	18	6,1	1,0	1,8	17
Slatinný	0 : 1	—	1,18	91	12,1	2,0	5,2	43
Rašelinný přech.	0 : 1	—	1,20	92	13,7	2,4	6,0	46
Rašelinný vrch.	0 : 1	—	1,16	89	12,1	1,9	5,0	45
Kůro-slatinný	1 : 1	0—5	1,14	88	10,1	1,4	4,4	35
		0—10	1,12	86	9,8	1,1	3,6	29
		0—20	1,09	84	8,0	1,0	2,8	23
	1 : 2	0—5	1,17	90	12,1	1,9	5,3	43
		0—10	1,14	88	12,0	1,7	5,1	40
		0—20	1,13	87	11,6	1,4	4,8	36
	1 : 4	0—5	1,18	91	12,3	2,1	5,4	45
		0—10	1,17	90	12,2	2,0	5,2	43
		0—20	1,14	88	12,0	1,6	5,2	39
	1 : 1	0—5	1,16	89	12,4	1,8	5,0	40
		0—10	1,14	88	10,8	1,7	4,5	39
		0—20	1,12	86	8,8	1,4	3,6	24
Kůro-rašelinný přechodový	1 : 2	0—5	1,20	92	13,5	2,1	5,7	46
		0—10	1,17	90	13,3	2,0	5,6	44
		0—20	1,17	90	12,0	1,7	5,4	40
	1 : 4	0—5	1,20	92	13,6	2,2	5,9	50
		0—10	1,17	90	13,4	2,1	5,8	46
		0—20	1,16	89	13,0	1,8	5,7	42
Kůro-rašelinný vrchovištní	1 : 1	0—5	1,15	89	10,0	1,4	4,4	41
		0—10	1,13	87	9,2	1,3	3,7	38
		0—20	1,10	85	8,8	1,1	3,0	32
	1 : 2	0—5	1,17	90	12,2	1,8	4,9	45
		0—10	1,13	87	11,8	1,7	4,6	43
		0—20	1,12	86	11,1	1,4	4,1	35
	1 : 4	0—5	1,17	90	12,3	1,9	5,1	46
		0—10	1,14	88	12,1	1,9	5,0	44
		0—20	1,14	88	11,9	1,7	4,8	40
Rašelinné substráty	0 : 1	—	1,18	91	12,6	2,1	5,4	45
	1 : 1	—	1,12	86	9,8	1,4	3,9	33
Kůro-rašelinné substráty	1 : 2	∅	1,16	89	12,2	1,7	5,1	41
	1 : 4	∅	1,17	90	12,5	1,9	5,4	44
	∅	0—5	1,17	90	12,1	1,8	5,2	43
		0—10	1,14	88	11,6	1,7	4,8	41
		0—20	1,13	87	10,8	1,5	4,4	35

Na zajištění řádné výživy můžeme usuzovat podle chemických rozbo-
rů smrkových semenáčků (tabulka V). Celkově je možno říci, že množství
dodaných hnojiv bylo postačující a semenáčky netrpěly nedostatkem ně-
které ze základních živin potřebných k zajištění jejich zdárného růstu.



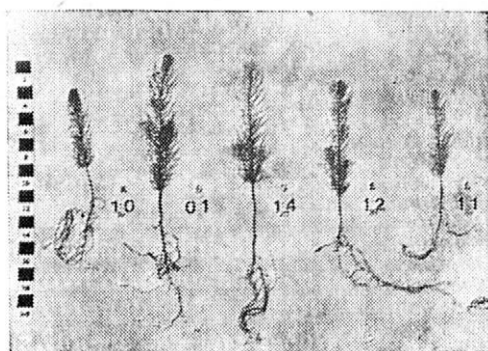
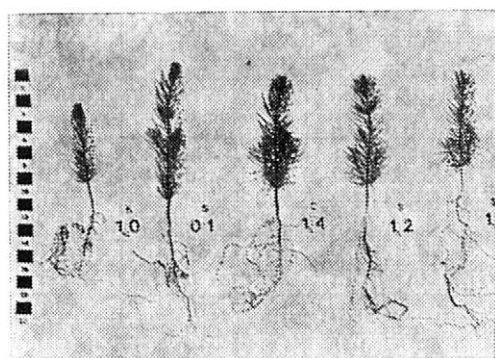
2. Vyrůstové ukazatele smrkových semenáčků vypěstovaných na kůro-rašelinných substrátech. — Growth indexes of spruce seedlings on bark-peat substrates



3. Smrkové semenáčky na čistém kůrovém substrátu. — Spruce seedlings on pure bark substrate

Jistě k tomu přispěla i pravidelná hnojivá zálivka. Výjimku tvoří semenáčky na čistém kůrovém substrátu, kde se projevuje nedostatek N a P a částečně i K velmi výrazně. Při relativním porovnání příjmu živin semenáčky je tento nejvyšší na čistých rašelinných substrátech a na kůro-rašelinných substrátech s poměrem jemně zrněné kůry k rašelině 1:4 až 1:2. Při poměru kůry k rašelině 1:1 se příjem živin výrazně snižuje. Stoupající velikost frakcí kůry má na příjem živin negativní vliv, zejména frakce 20 mm.

4. Smrkové semenáčky na kůro-rašelinném substrátu při poměru kůry k rašelině 1:2 a zrnění kůry pod 5 mm. — Spruce seedlings on bark-peat substrate at bark-peat ratio 1:2 and bark granularity under 5 mm



5. Vliv různého poměru jemně zrněné kůry ke slatině na kvalitu smrkových semenáčků. — The influence of different ratio of finely granular bark to low moor on the quality of spruce seedlings

6. Vliv různého poměru hrubě zrněné kůry ke slatině na kvalitu smrkových semenáčků. — The influence of different ratio of coarsely granular bark to low moor on the quality of spruce seedlings

Kůro-rašelinné substráty lze tedy s úspěchem použít pro výsevy semen lesních dřevin jen za předpokladu jemně drcené kůry s velikostí částic 5 mm, a to až do poměru kůry k rašelině 1:2.

ZHODNOCENÍ KVALITY SAZENIC SMRKU A BOROVICE VYPĚSTOVANÝCH NA KŮRO-RAŠELINNÝCH SUBSTRÁTECH V ROCE 1974

Na jaře 1974 byly na záhony uvolněné po vyzvednutí materiálu vypěstovaného v roce 1973, po předcházejícím vyrovnání hladiny živin, zaškolčovány semenáčky smrku (výška osy 13,0 cm, tloušťka kořenového krčku 2,1 mm) a borovice blatky (výška osy 10,1 cm, tloušťka kořenového krčku 3,2 mm).

Substrát	Podíl kůry k rašelině	Zrnění kůry	N	P	K	Ca	Mg
			‰				
Slatinný	0 : 1	—	2,21	0,38	1,51	0,60	0,15
Rašelinný přech.	0 : 1	—	2,19	0,33	1,48	0,33	0,11
Rašelinný vrch.	0 : 1	—	2,41	0,40	1,47	0,27	0,12
Kůro-slatinný	1 : 1	0—5	2,03	0,39	1,68	0,55	0,16
		0—10	1,96	0,41	1,62	0,51	0,15
		0—20	1,37	0,33	1,49	0,49	0,14
	1 : 2	0—5	2,22	0,38	1,70	0,58	0,16
		0—10	1,98	0,38	1,72	0,53	0,16
		0—20	1,44	0,36	1,50	0,48	0,15
	1 : 4	0—5	2,47	0,39	1,72	0,64	0,17
		0—10	2,26	0,39	1,72	0,62	0,15
		0—20	1,66	0,35	1,66	0,54	0,16
Kůro-rašelinný přechodový	1 : 1	0—5	1,90	0,32	1,41	0,31	0,12
		0—10	1,86	0,30	1,43	0,30	0,11
		0—20	1,56	0,28	1,35	0,30	0,10
	1 : 2	0—5	2,19	0,33	1,61	0,34	0,12
		0—10	2,00	0,31	1,60	0,31	0,11
		0—20	1,79	0,30	1,52	0,31	0,10
	1 : 4	0—5	2,22	0,36	1,82	0,34	0,12
		0—10	2,12	0,33	1,60	0,30	0,13
		0—20	2,10	0,33	1,58	0,31	0,11
Kůro-rašelinný vrchovištní	1 : 1	0—5	2,14	0,41	1,47	0,23	0,12
		0—10	2,10	0,37	1,45	0,21	0,03
		0—20	1,99	0,35	1,45	0,20	0,08
	1 : 2	0—5	2,35	0,42	1,58	0,21	0,13
		0—10	2,32	0,40	1,48	0,20	0,10
		0—20	2,20	0,39	1,40	0,19	0,08
	1 : 4	0—5	2,47	0,41	1,60	0,24	0,14
		0—10	2,44	0,39	1,51	0,20	0,12
		0—20	2,35	0,39	1,50	0,19	0,11
Rašelinné substráty	0 : 1	—	2,27	0,37	1,49	0,40	0,13
Kůro-rašelinné substráty	1 : 1	—	1,88	0,35	1,48	0,34	0,11
	1 : 2	Ø	2,05	0,36	1,57	0,35	0,12
	1 : 4	—	2,23	0,37	1,63	0,38	0,13
	Ø	0—5	2,22	0,38	1,62	0,38	0,14
		0—10	2,12	0,36	1,57	0,35	0,12
		0—20	1,83	0,34	1,49	0,33	0,11

Výsledky z biometrických měření smrkových sazenic na podzim 1974 jsou v tabulce VI a na obr. 7 podle jednotlivých sledovaných variant.

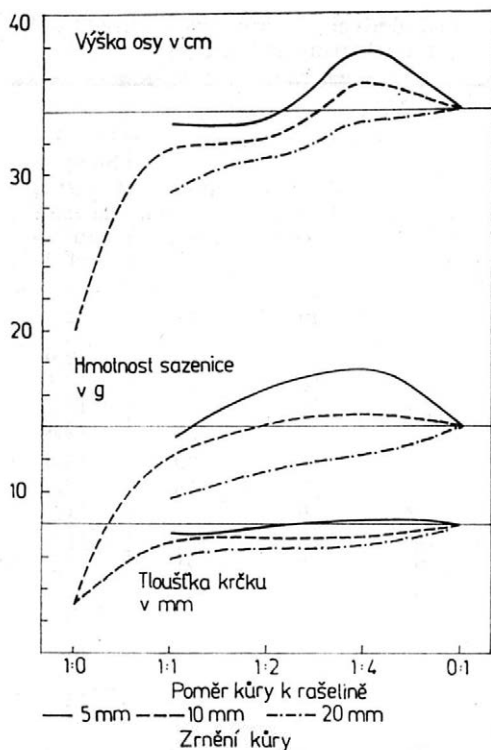
Při porovnání vlivu různé příměsi kůry a jejího odlišného zrnění k rašelinám platí v principu totéž, co již bylo uvedeno u výsevů z roku 1973 (obr. 8). Rozdíl je v tom, že při dopěstování sadebního materiálu se ukazuje jako použitelný již poměr kůry k rašelině 1 : 1. Podmínkou je jemně zrněná kůra s velikostí částic pod 5 mm. Při poměru jemně zrněné kůry k rašelině 1 : 2 a zejména pak 1 : 4 jsou kvalitativní ukazatele smrkových sazenic výrazně lepší než u použitých čistých rašelinných substrátů.

VI. Vyrůstové ukazatele smrkových semenáčků zaškolených do kůro-rašelinných substrátů. — Growth indexes of spruce seedlings in bark-peat substrates

Substrát	Podíl kůry k rašelině	Zrnění kůry	Vzrůstové ukazatele				
			výška osy	délka kořenů	tloušťka kořen. krčku	počet bočních výhonů	hmotnost 1 sazenice na vzdu- chu vy- schlé
		mm	cm		mm	ks	g
Kůrový	1 : 0	0—10	20	35	3	9	2,9
Slatinný	0 : 1	—	34	27	8	21	14,1
Rašelinný přech.	0 : 1	—	36	25	8	22	15,2
Rašelinný vrch.	0 : 1	—	32	28	7	19	12,8
Kůro-slatinný	1 : 1	0—5	33	26	8	20	13,6
		0—10	31	25	7	18	12,4
		0—20	29	32	6	20	11,3
	1 : 2	0—5	34	30	8	21	15,8
		0—10	34	30	7	21	14,0
		0—20	32	28	7	20	11,5
	1 : 4	0—5	38	29	9	21	18,8
		0—10	36	25	8	19	17,7
		0—20	33	24	7	21	13,0
Kůro-rašelinný přechodový	1 : 1	0—5	35	31	7	20	15,3
		0—10	34	27	7	20	13,1
		0—20	32	28	6	18	9,4
	1 : 2	0—5	37	27	8	23	18,8
		0—10	37	32	7	21	14,8
		0—20	34	21	7	20	12,0
	1 : 4	0—5	40	26	8	23	17,8
		0—10	38	29	7	21	15,5
		0—20	35	29	7	20	14,1
Kůro-rašelinný vrchovištní	1 : 1	0—5	32	29	7	20	11,1
		0—10	30	31	7	18	10,7
		0—20	27	35	6	24	8,6
	1 : 2	0—5	35	30	7	18	14,2
		0—10	32	31	7	20	13,4
		0—20	30	36	6	17	9,3
	1 : 4	0—5	35	30	8	21	16,8
		0—10	33	33	7	19	11,1
		0—20	31	36	7	20	9,3
Rašelinné substráty	0 : 1	—	34	27	8	21	14,0
Kůro-rašelinné substráty	1 : 1	Ø	32	27	7	18	11,7
	1 : 2		34	31	7	20	13,8
	1 : 4		36	29	7	21	15,0
	Ø	0—5	35	29	8	21	15,8
		0—10	34	29	7	20	13,7
0—20		31	31	7	20	10,9	

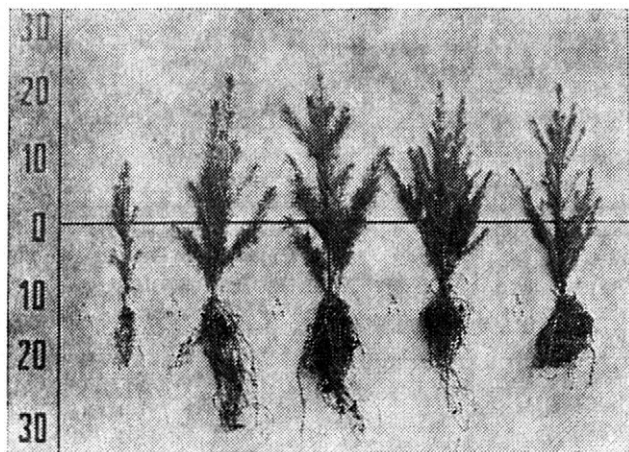
Při výše uvedených poměrech kůry k rašelině by bylo možno použít i kůry o velikosti frakcí do 10 mm.

Všechny smrkové sazenice vypěstované za období 2 let (1/1) jak na rašelinných, tak i na kůro-rašelinných substrátech splňují a překračují



7. Vzárostové ukazatele smrkových sazenic vypěstovaných na kůro-rašelinných substrátech. — Growth indexes of spruce plants grown on bark-peat substrates

sodřevinu a borovici lesní. V prvním případě vypěstované dvouleté (1/1) sazenice blatky na rašelinných i kůro-rašelinných substrátech překračují kvalitativní ukazatele čtyřletých sazenic, v druhém případě tříletých (1/2).

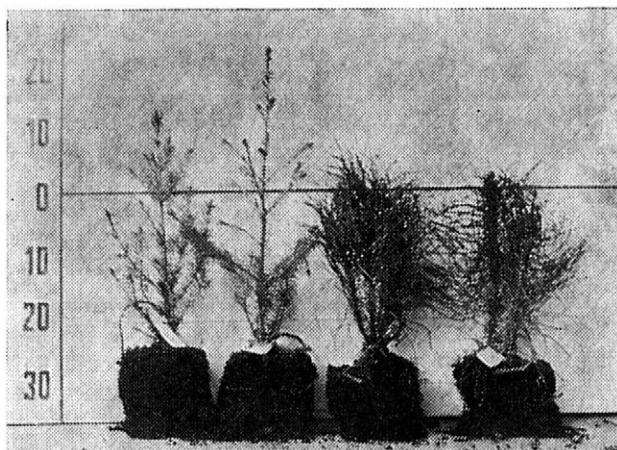


kvalitativní ukazatele předepsané platnou normou (ČSN 48 2211 — Semenačky a sazenice lesních dřevin) pro smrkové sazenice 2/2 — 4 první jakosti. Přitom je kořenový systém tak mohutný, že prorůstá celý profil substrátu ve vertikálním i horizontálním směru a pevně poutá substrátovou hmotu (obr. 9). Je tedy možno je použít k výsadbě přímo jako obalované sazenice. Ušetří se tak obalový materiál, práce i náklady na plnění obalů a současně tak i výhodně odstraníme ze záhonů substrát s již nevhodnými vlastnostmi pro další použití k výsevům, který se obvykle vyvážel na komposty, ev. k přímému obohacování lesních školek organickou hmotou.

Výsledky biometrických měření vyprodukovaných sazenic borovice blatky jsou v tabulce VII. Jsou shodné s výsledky dosaženými u smrkových sazenic. ČSN 48 2211 Semenačky a sazenice lesních dřevin neuvádí pro tuto dřevinu příslušné kvalitativní ukazatele. Vzárostově je možno blatku (*Pinus mugo* v. *rostrata* Hoopes) zařadit mezi ko-

8. Vliv různého zrnění kůry na kvalitu dvouletých smrkových sazenic 1/1/ vypěstovaných na kůro-slatinných substrátech. Od leva: čistý kůrový substrát, čistý slatinný substrát, kůro-slatinný substrát — zrnění kůry < 5 mm, kůro-slatinný substrát — zrnění kůry < 10 mm, kůro-slatinný substrát — zrnění kůry < 20 mm. — The influence of different bark granularity on the quality of two years old spruce plants 1/1/ grown on bark-peat substrates. From the left: pure bark substrate, pure low moor substrate, bark-peat substrate — bark granularity < 5 mm, bark-peat substrate — bark granularity < 10 mm, bark-peat substrate — bark granularity < 20 mm

9. Dvouleté sazenice 1/1/ smrku a blatky vypěstované na kůro-rašelinných substrátech s kořenovými baly. — Two years old plants 1/1/ of spruce and „blatka“ pine grown on bark-peat substrate with root coverings



SOUHRN

Pokusy byly založeny na čistých kůrových substrátech a na kůro-rašelinných substrátech vyrobených smísením rozdrcené kůry o různém zrnění (5, 10 a 20 mm) s rašelinou (vrchovištní, přechodovou a slatinou) v objemovém poměru 1:4, 1:2 a 1:1. Jako kontrola sloužily čisté rašelinné substráty vyrobené z odpovídajícího typu humolitu. Vedle výnosových ukazatelů byly během celého pokusu podrobně sledovány změny ve fyzikálních a chemických vlastnostech substrátů, jejich teplotní režim, otázky hnojení a výživy rostlin aj.

Dosažené výsledky lze shrnout do těchto závěrů:

1. Substráty vyrobené z čisté smrkové kůry se pro pěstování semenáčků i sazenic neosvědčily, a to ani při jejím velmi jemném zrnění.
2. Pro výsevy lze doporučit kůro-rašelinné substráty vyrobené z jemně drcené kůry (frakce pod 5 mm) smísené s rašelinou v objemovém poměru 1:2 až 1:4. Při poměru kůry k rašelině 1:4 jsou v některých případech výnosy ještě příznivější než na čistých rašelinných substrátech, zejména v tom případě, jestliže rašelina má vyšší stupeň humifikace.
3. Pro pěstování sazenic je možno mísit jemně drcenou kůru s rašelinou různého typu až do poměru 1:1. Při rozměrech frakcí kůry do 10 mm pak v poměru 1:2. Jestliže se použije jemně drcené kůry (pod 5 mm) jsou při jejím poměru k rašelině 1:2 až 1:4 výnosy vyšší než na čistých rašelinných substrátech.
4. Vliv příměsi kůry se může pozitivně uplatnit především v humolitech, jejichž fyzikální vlastnosti v důsledku vyššího stupně rozložení (středně rozložené rašeliny) jsou pro výrobu čistých rašelinných substrátů již méně příznivé, popř. již i nevhodné. U velmi slabě až slabě rozložených rašelin by větší příměs kůry neměla kladný vliv na zlepšení jejich kvality a v některých případech by mohla působit i škodlivě.
5. Vhodná příměs kůry snižuje maximální kapilární vodní kapacitu, a tím přispívá k lepšímu provzdušnění kůro-rašelinného substrátu, jehož

VII. Vrzůstové ukazatele semenáčků borovice blatky zaškolovaných do kůro-rašelinných substrátů. — Growth indexes of „blatka“ pine seedlings in bark-peat substrates

Substrát	Podíl kůry k rašelině	Zrnění kůry	Vrzůstové ukazatele				
			výška osy	délka kořenů	tloušťka kořen. krčku	počet bočních výhonů	hmotnost 1sazenice na vzdu- chu vy- schlé
		mm	cm		mm	ks	g
Kůrový	1 : 0	0–10	13	21	4	1	6,3
Slatinný	0 : 1	—	23	21	9	4	23,0
Rašelinný přech.	0 : 1	—	24	24	8	3	24,2
Rašelinný vrch.	0 : 1	—	24	25	8	4	22,7
Kůro-slatinný	1 : 1	0–5	23	25	8	3	22,9
		0–10	21	23	8	2	20,1
		0–20	20	23	6	2	19,6
	1 : 2	0–5	23	24	8	3	25,6
		0–10	22	23	7	3	24,5
		0–20	20	25	7	3	18,4
	1 : 4	0–5	29	23	9	3	25,8
		0–10	25	26	9	3	24,8
		0–20	21	22	7	3	22,4
	1 : 1	0–5	23	22	8	4	22,0
		0–10	22	21	7	3	21,4
		0–20	17	29	6	3	19,0
Kůro-rašelinný přechodový	1 : 2	0–5	24	27	8	3	24,1
		0–10	23	22	7	3	22,8
		0–20	21	22	7	3	20,6
	1 : 4	0–5	23	21	8	4	29,3
		0–10	23	26	8	3	26,7
		0–20	20	22	7	3	16,0
	1 : 1	0–5	23	24	8	4	26,2
		0–10	21	25	7	3	19,5
		0–20	20	27	7	2	16,4
Kůro-rašelinný vrchovištní	1 : 2	0–5	24	25	9	3	27,0
		0–10	23	24	8	3	20,2
		0–20	21	29	7	3	17,1
	1 : 4	0–5	25	24	9	3	28,5
		0–10	24	23	8	3	21,0
		0–20	23	28	8	3	18,2
Rašelinné substráty	0 : 1	—	24	23	8	4	23,3
Kůro-rašelinné substráty	1 : 1		21	24	7	3	20,8
	1 : 2	Ø	22	25	7	3	22,2
	1 : 4		24	24	8	3	23,6
	Ø	0–5	24	24	8	3	25,4
		0–10	23	24	8	3	23,0
		0–20	20	25	7	3	19,3

rašelinný podíl je více humifikován. Toto provzdušnění ovlivňuje příznivě teplotní režim substrátu.

6. Při nadměrné příměsi kůry je nebezpečí intenzivního proplachu dodaných živin vzhledem k její nízké sorpční kapacitě. Toto nebezpečí vzrůstá s postupně se zvětšující frakcí kůry.

7. Pro úpravu reakce kůro-rašelinných substrátů a pro zajištění řádné výživy pěstovaných rostlin se při základním hnojení osvědčily dávky hnojiv doporučené pro vyhnojení rašelinných substrátů. Přihnojování formou hnojivé zálivky je nezbytné v 7–14denních intervalech se speciálním zaměřením na vyšší intenzitu dusíkatého hnojení.

Došlo dne 8. 3. 1976

Literatura

1. BENDER, F.: Bark utilization — a continuing problem. Canada Forestry Branch, Dep. Publ., 1968, 1248, 8
2. DLOUHÝ, V.: Kompostování odpadové kůry ze strojního odkorňování. Lesnická práce 52, 1973, 11, s. 505–510
3. DOMANSKI, R.: O wykorzystaniu odpadów korowania. Las pol. 46, 1972, 23, s. 15–16
4. FENCL, J.: Využití průmyslových odpadů v lesních školkách. Lesnická práce 53, 1974, 2, s. 74–80
5. FERDA, J.: Rašelinné substráty v lesním školkařství. Lesnická práce, 53, 1974, 2, s. 60–64
6. FERDA, J.: Hnojení a výživa semenáčků lesních dřevin na rašelinných substrátech. Lesnictví, 20, 1974, 7, s. 645–664
7. FERDA, J. — HAVELKA, F.: Možnosti využití stromové kůry v zemědělské a lesní výrobě. Sborník referátů z konference Směry zpracování a využití odpadové kůry. Min. techniky ČVTS České Budějovice, 1974, VI-I-14
8. FERDA, J. — HAVELKA, F.: Rašelinné substráty a jejich využití. Metodiky pro praxi, 1974, ÚVTI
9. FILIPEK, Z. — HOFFMANN, M. — DUDA, J. a kol.: Wpływ nawożenia kora sosnowa na wzrost i rozwój sadzonek sosny zwyczajnej. Sylwan, 117, 1973, 6, s. 47–55
10. HOFFMANN, F.: Feldversuchsergebnisse zur Frage der Düngung mit Entrindungsabfällen und Rindenkomposten in Forstbaumschulen. Arch. Forstwiss., 19, 1970, 9–10, s. 1095–1101
11. HOFFMANN, F.: Informatorische Ergebnisse zur Frage des Wachstums von Koniferensämlingen auf verschiedenen Substraten. Arch. Forstwes. 19, 1970, 9–10, s. 1103–1108
12. IRONSIDE, C.: Radiate pine bark has potential in horticulture. Forest and Timber 9, 1970, 1, s. 10–11
13. KRAPPENBAUER, A.: Probleme der Verwertung des Abfalles bei der Zentralentrindung und Ergebnisse eines gefäßversuches mit Fichte auf Torf und Rindenkompost. Cbl. des Forstwes. 88, 1971, 1, s. 1–25
14. OELSCHLEGEL, O. — MÜLLER, J.: Der Einsatz der Rinde aus der Forstwirtschaft und Holzindustrie zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit hat sich bewährt. Die social. Forstwirtschaft, XX, 1973, 12, s. 378–379
15. SOLBRAE, K.: Innlanding av bark og torv i planteskojord. Nor. Skogbr. 17, 1971, 5, s. 125–133
16. ŠVARC, B.: Využití kulturních rašelinných substrátů v lesnické praxi. ÚVTI, Sborník referátů — Rozšíření a využití rašelinného fondu v ČSSR, 116, 1971, s. 67–74
17. THUN, R. — HERRMANN, R. — KNICKMANN, E.: Die Untersuchung von Böden (Die Untersuchung von Moorböden). Radebeul u. Berlin, 1955
18. TRANINA, N. F. — GRIŠKOVA, L. A.: Udobrenije iz kory. Produkty pererabotky drevesiny. Sel. Choz. Riga, 2, 1973, s. 87–92
19. ZNAIMER, F.: Neues von der Rindenkompostierung. Holz-Zbl., 93, 1967, 150, s. 2334

Использование коры деревьев для производства коро-торфяных субстратов для выращивания семян и саженцев лесных древесных пород

Опыты были заложены на чистых субстратах коры и на коро-торфяных субстратах, приготовленных путем смешивания измельченной коры разной грануляции (5, 10 и 20 мм) с торфом (верховым, переходным и низинным) в объемном отношении 1:4, 1:2 и 1:1. В качестве контроля служили чистые торфяные субстраты, приготовленные из соответствующего типа гумолита. Наряду с показателями урожая, в ходе всего опыта подробно изучались изменения в физических и химических свойствах субстратов, их температурный режим, вопросы удобрения и питания растений и др.

Достигнутые результаты можно обобщить следующим образом:

1. Субстраты, приготовленные из чистой еловой коры, не пригодны для выращивания семян и саженцев, даже при очень тонкой грануляции.
2. Для посева можно порекомендовать коро-торфяные субстраты, приготовленные из тонко измельченной коры (фракция ниже 5 мм) в смеси с торфом в объемном отношении 1:2—1:4. При отношении коры к торфу 1:4 в некоторых случаях были достигнуты урожаи еще более благоприятные, чем в чисто торфяных субстратах, особенно в том случае, если торф отличался более высокой степенью гумификации.
3. Для выращивания саженцев можно смешивать тонко измельченную кору с торфом разного типа до соотношения 1:1. При размерах фракции коры до 10 мм — в отношении 1:2. При применении тонко молотой коры (ниже 5 мм), при ее отношении к торфу 1:2—1:4, урожаи были выше, чем на чистых торфяных субстратах.
4. Влияние примесей коры может положительно проявиться, прежде всего, в гумолитах, физические свойства которых в результате высокой степени разложения (средне разложенные торфы) для производства чистых торфяных субстратов менее благоприятны, или не подходят. У очень мало разложенных торфов большая примесь коры не имела положительного влияния на улучшение их качества, а в некоторых случаях могла действовать и вредно.
5. Подходящая примесь коры снижает максимальную капиллярную водоемкость и, таким образом, способствует лучшей аэрации коро-торфяного субстрата, доля торфа, в котором более гумифицирована. Эта аэрация благоприятно влияет на температурный режим субстрата.
6. При чрезмерной примеси коры имеется опасность интенсивного промывания поставляемых питательных веществ в связи с их низкой сорбционной емкостью. Эта опасность возрастает с постепенно увеличивающейся фракцией коры.
7. Для урегулирования реакции коро-торфяных субстратов и для обеспечения нормального питания растений при основном удобрении оправдали себя дозы удобрений, рекомендуемые для удобрения торфяных субстратов. Дополнительное удобрение в форме поливов необходимо в 7—14-дневных интервалах со специальным направлением на высокую интенсивность азотного удобрения.

Utilization of the Tree Bark for Production of Bark-Peat Substrates Used for the Growing of Tree Seedlings and Plants

The experiments were carried out on pure bark substrates and on bark-peat substrates made of crushed bark of different granularity (5, 10 and 20 mm) and peat (high moor, transitory peat bog and low moor) in volume ratio 1:4, 1:2 and 1:1. Pure peat substrates made of corresponding type of humolite served as check-up. Besides yield indexes there have been studied in detail the changes in physical and chemical qualities of substrates, their temperature regime, the questions of fertilizing and nutrition of plants in the course of the experiment.

The results may be summarized to the following conclusions:

1. Substrates made of pure spruce bark are not suitable for the growing of seedlings and plants, even when of very fine granularity.
2. Bark-peat substrates made of finely crushed bark (fraction below 5 mm) mixed with peat in volume ratio 1:2 to 1:4 can be highly recommended for

seeding. At bark-peat ratio 1 : 4 the yields are even better than on pure peat substrates, especially when peat is of higher humification degree.

3. For the growing of plants it is possible to mix finely crushed bark with various types of peat up to 1 : 1 ratio. At bark fraction to 10 mm even up to 1 : 2. If finely crushed bark (under 5 mm) is used, the yields at its ratio to peat 1 : 2 to 1 : 4 are even higher than on pure peat substrates.

4. The influence of bark admixture can be applied especially in humolites, whose physical properties owing to higher degree of decomposition (intermediately decomposed peat) are less favourable if not even unsuitable for production of pure peat substrates. The higher admixture of bark at very weakly to weakly decomposed peats would not have the positive influence on the improvement of their quality, in some cases it could be even harmful.

5. The suitable admixture of bark lowers the maximum capillary water capacity and thus contributes to the better aeration of bark-peat substrate whose peat share is more humified. The aeration influences favourably substrate temperature regime.

6. At excessive bark admixture there is a danger of intensive rinsing of nutrients, owing to its low absorption capacity. The danger increases with gradually rising bark fraction.

7. For modification of bark-peat substrate reaction and for the assurance of proper nutrition of plants in the first fertilizing rates of fertilizers recommended for fertilizing of peat substrates proved good. The fertilizing in the form of liquid fertilizing is necessary at the 7–14 day intervals with a special view to the higher intensity of N fertilizing.

Ausnutzung der Baumrinde zur Herstellung von Borke-Torf-Substraten für die Anzucht von Sämlingen und Sätzlingen der Waldhölzer

Die Versuche wurden auf den reinen Borkesubstraten und auf den Borke-Torf-Substraten angelegt, die durch die Mischung von zerdrückter Borke verschiedener Granulierung (5,10 und 20 mm) mit Torf (Hochmoor, Übergangsmoor und Niedermoor) im Volumenverhältnis 1 : 4, 1 : 2 und 1 : 1 hergestellt wurden. Als Kontrolle dienten die reinen Torfsubstrate, hergestellt aus den entsprechenden Typen von Humolit. Neben den Ertragskennziffern wurden während des ganzen Versuchs ausführlich die Veränderungen in physikalischen und chemischen Eigenschaften von Substraten verfolgt, ihr Wärmeregime, die Fragen der Düngung und Ernährung der Pflanzen u. a.

Aus den erreichten Ergebnissen kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Substrate, hergestellt aus der reinen Fichtenborke haben sich nicht für die Anzucht von Sämlingen und Sätzlingen erwiesen und das auch nicht bei deren sehr feinen Granulierung.

2. Für die Aussaat kann man die Borke-Torf-Substrate, hergestellt aus der feinen zerkleinerten Borke (Fraktion unter 5 mm) empfehlen, die in der Mischung mit Torf im Volumenverhältnis 1 : 2 bis 1 : 4 ist.

Beim Verhältnis der Borke zum Torf 1 : 4 sind in manchen Fällen die erreichten Erträge noch günstiger als bei den reinen Torf-Substraten, vor allem in dem Falle, wenn der Torf einen höheren Grad von Humifizierung aufweist.

3. Für den Anbau von Sätzlingen kann man die fein zerkleinerte Borke mit Torf von verschiedenem Typ bis zum Verhältnis 1 : 1 mischen. Bei den Dimensionen der Fraktionen von Borke bis 10 mm dann im Verhältnis 1 : 2. Falls man eine fein zerkleinerte Borke (unter 5 mm) anwendet, sind bei ihrem Verhältnis zum Torf 1 : 2 bis 1 : 4 die Erträge höher auf den reinen Substraten.

4. Der Einfluß von Beimischung der Borke kann sich positiv vor allem in den Humoliten geltend machen, deren physikalischen Eigenschaften in Folge eines höheren Grades von Zersetzung (mittelzerlegte Torfe) für die Herstellung von Torfsubstraten schon weniger geeignet oder ganz ungeeignet sind. Bei den sehr wenig bis wenig zerlegten Torfen hätte eine größere Beimischung von Borke einen nicht positiven Einfluß auf die Verbesserung deren Qualität und in manchen Fällen könnte sie auch schädlich wirken.

5. Eine geeignete Beimischung von Borke erniedrigt die maximale kapillare Wasserkapazität und dadurch trägt sie zur besseren Durchlüftung des Borke-Torf-Substrates bei, dessen Torfanteil mehr humifiziert wird.

6. Bei der enormen Beimischung von Borke ist eine Gefahr vom intensiven Alarm der gelieferten Nährstoffe, hinsichtlich ihrer niedrigen Sorptionskapazität. Diese Gefahr steigt stufenweise mit der sich vergrößerten Fraktion der Borke.

7. Für die Aufbereitung der Reaktion der Borke-Torfe-Substrate und für die Sicherstellung einer guten Ernährung der angebauten Pflanzen haben sich bei der Grunddüngung die Düngergaben bewährt, die für die Düngung der Torfsubstrate empfohlen wurden. Die Zudüngung in der Form des Düngerbegießens ist unbedingt nötig in 7—14 tätigen Intervallen durchzuführen mit einem speziellen Ziel auf die höhere Intensität von Stickstoffdüngung.

Utilisation de l'écorce d'arbre à la production des substrats composés d'écorce et de tourbe, destinés à la culture des semis et des plants des essences forestières

Les essais étaient fondés sur les substrats d'écorce purs et sur les substrats composés d'écorce et de tourbe, produits en mélangeant l'écorce broyée d'une granulation variée (5, 10 et 20 mm) avec la tourbe (de marais élevé, intermédiaire et de marais plant), en proportion volumétrique de 1 : 4, 1 : 2 et 1 : 1. Les substrats de tourbe purs, produits à partir du type d'humulite correspondant, servaient comme témoins. À côté des indicateurs de rendement on suivait en détail au cours de l'essai entier les changements des propriétés chimiques et physiques des substrats, leur régime thermique, les questions de fumure et d'alimentation des plantes et ainsi de suite.

Les résultats obtenus peuvent être résumés en conclusions suivantes:

1. Les substrats produits à partir de l'écorce d'épicéa pure n'ont pas profité à la culture des semis et des plants, et cela même pas quand leur granulation était très fine.

2. Pour les ensemencements on peut recommander les substrats composés d'écorce et de tourbe, produits à partir de l'écorce finement broyée (fraction de moins 5 mm), mélangée avec la tourbe en proportion volumétrique 1 : 2—1 : 4. Si le rapport entre l'écorce et la tourbe est de 1 : 4, les rendements sont dans certains cas encore plus favorables que ceux obtenus sur les substrats de tourbe purs, notamment dans le cas si la tourbe accuse un degré d'humification supérieur.

3. Pour la culture des plants on peut mélanger l'écorce finement broyée avec la tourbe de différents types, jusqu'à la proportion de 1 : 1, ou jusqu'à la proportion de 1 : 2, si les dimensions des fractions de l'écorce ne dépassent pas 10 mm. Si l'on utilise l'écorce finement broyée (au-dessous de 5 mm), ses rendements sont, si l'on la mélange avec la tourbe en proportion de 1 : 2 — 1 : 4, plus élevés que ceux obtenus sur les substrats de tourbe purs.

4. L'influence de l'addition de l'écorce peut se faire valoir positivement notamment dans les humulites, dont les propriétés physiques sont, en conséquence du degré supérieur de décomposition (tourbes moyennement décomposées), déjà moins favorables, respectivement même inconvenables, pour la production des substrats de tourbe purs. En ce qui concerne les tourbes très faiblement ou faiblement décomposées, l'addition plus importante de l'écorce n'exercerait plus l'influence positive sur l'amélioration de leur qualité, pouvant même provoquer dans certains cas l'action nocive.

5. L'admixtion convenable de l'écorce réduit la capacité hydrique capillaire maxima, contribuant de ce fait à l'aération meilleure du substrat écorce-tourbe, dont la part tourbeuse est plus humifiée. Cette aération influence favorablement le régime thermique du substrat.

6. Si l'addition de l'écorce est trop considérable il y a le danger, en raison de sa capacité de sorption faible, que les matières nutritives apportées ne soient pas soumises au délavage intensif. Ce danger augmente à mesure qu'augmente successivement la fraction de l'écorce.

7. Pour la rectification de la réaction des substrats composés d'écorce et de tourbe et pour assurer l'alimentation convenable des plantes cultivées, ce sont les doses d'engrais recommandées pour la fumure des substrats tourbeux qui ont fait leurs preuves lorsqu'on appliquait la fumure de fonds. L'application supplémentaire en forme de purin à des intervalles de 7—14 jours est indispensable et doit être spécialement axée sur l'intensité supérieure de la fumure azotée.

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Ferda, CSc., Výzkumný ústav meliorací, Praha - Zbraslav

Objektivní zjištění rozmnožovací schopnosti zajíce polního je základem pro skutečně racionální hospodaření s tímto významným druhem zvěře. Studium biologie rozmnožování zajíců se proto věnuje ve většině států zvýšená pozornost. Jednotlivé práce podávají řadu cenných poznatků o rozmnožovací schopnosti zajíce (Flux 1964, Fraguiglione 1971, 1972, Perevalov 1956, Petrov, Dragoev 1962, Pullisaar 1971, Raczynski 1964, Scarlatescu, Almasan, Nesterov 1962, Széky, Lenner 1973, Tilgner 1957, Valentincic 1956).

Některé údaje o rozmnožování zajíců zjištěné v jiných státech, zejména s odlišným klimatem, nemusí mít všeobecnou platnost. I u nás bylo proto potřeba zaměřit výzkum na tuto problematiku.

Cílem práce bylo stanovení hodnot některých ukazatelů reprodukční schopnosti zajíce polního v podmínkách ČSR ve zvolené modelové oblasti. Šlo zejména o zjištění, jak probíhá sezónní vývoj gonád, ve kterém období se u zaječek objevuje největší počet zárodků, kdy je nejvíce zaječek gravidních, kolik vrhů mají zaječky do roka a jaký význam má superfetace v reprodukčním procesu.

METODIKA

CHARAKTERISTIKA PROSTŘEDÍ

Šetření byla konána ve čtyřech honitbách VÚLHM Strnady (Choteč, Jíloviště, Roblín, Zbraslav) a dvou honitbách mysliveckých sdružení (Družba—Psáry, Chuchle—Slivenec). Z nich jedna je čistě polní (Zbraslav), dvě převážně polní (Družba—Psáry, Chuchle—Slivenec), jedna smíšená (Choteč) a dvě převážně lesní (Jíloviště, Roblín).

Honitby se nacházejí na okrese Praha-západ, kde průměrný roční úlovek na 100 ha výměry (bez vod) byl za období 1969–1973 vykazován ve výši 25 zajíců. Všechny se vyskytují v nadmořské výšce 200–400 m a jsou zařazeny podle používané klasifikace honiteb pro zajíce převážně do II. a III. jakostní třídy. V této oblasti je roční průměrná teplota vzduchu 8–9 °C, roční průměrný úhrn srážek 500–550 mm, průměrný úhrn srážek ve vegetačním období 330–380 mm (z toho připadá na duben 12 %, na květen 17 %, na červen 18 %, na červenec 21 %, na srpen 20 %

a na září 12 %), počet bouřkových dnů v roce 25 až 30, průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou do 40 dnů s průměrným maximem výšky sněhové pokrývky 15–20 cm, průměrné roční trvání slunečního svitu 1800 hodin a délka trvání vegetačního období 150–180 dnů (Atlas podnebí, 1958).

ZPŮSOB ZÍSKÁVÁNÍ MATERIÁLU

Materiál potřebný pro stanovení sezónního vývoje gonád, pro zjištění podílu gravidních zaječek v populaci a pro zjištění početnosti zárodků v jednotlivých měsících roku byl získáván pitvami adultní ulovené zvěře z mimořádných i řádných odstřelů v letech 1968–1974. Zajíci byli loveni vždy v době od 11. do 20. každého měsíce. Měsíčně bylo vyšetřeno zpravidla 8–12 kusů (z toho polovina zaječek). Během šesti let bylo získáno pro každý měsíc 21 až 32 zajíců-samců a 29 až 38 zaječek, celkem 742 kusy.

ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ MATERIÁLU A JEHO VYHODNOCENÍ

Gonády zajíců byly váženy s přesností 0,1 g v čerstvém stavu, nejpozději druhý den po ulovení. Pro vyhodnocování jsme brali v úvahu celkovou hmotnost obou varlat s nadvarlaty. Rovněž u vaječníků byla vyhodnocována hmotnost obou vaječníků dohromady (pravého a levého). Graviditu jsme zjišťovali makroskopicky podle přítomnosti zárodků. Zároveň bylo přihlíženo ke stavu vaječníků, zejména k výskytu žlutých tělísek. Zárodky byly měřeny a váženy a současně bylo zaznamenáno jejich umístění v dělohách. O výsledcích pitev byly vedeny protokoly.

Údaje byly vyhodnoceny výpočtem průměrných hodnot z celkového počtu případů. Získané výsledky byly sestaveny do tabulek I–V a znázorněny graficky na obr. 1–7.

VÝSLEDKY

VÝZKUM REPRODUKČNÍCH UKAZATELŮ ZAJÍCE

Byla zjišťována pohlavní aktivita samců i samic, podíl gravidních zaječek v průběhu roku a počet zárodků.

Pohlavní cyklus samců. Funkční stav pohlavních žláz adultních zajíců se posuzoval podle hmotnosti varlat s nadvarlaty. Z průměrných hmotností varlat s nadvarlaty (tabulka I) a z průběhu křivky hmotnosti (obr. 1) je patrné, že nejnižší hmotnosti byly v září, říjnu a listopadu (5,56 g, 5,00 g a 7,11 g). V tomto období lze zajíce považovat za pohlavně inaktivní. Od prosince dochází k prudkému vzestupu hmotnosti. Období od ledna až února do července se vyznačuje největší intenzitou pohlavní aktivity s vrcholem v měsících dubnu a květnu, kdy hmotnost varlat s nadvarlaty dosahovala průměrných hodnot 28,75 g a 27,94 g. Od července začala pohlavní aktivita samců prudce klesat.

Projevily se podstatné individuální rozdíly mezi hmotností varlat s nadvarlaty v jednotlivých měsících. Nejmenší rozdíl mezi minimální a maximální hmotností byl v říjnu a listopadu (6,1 g a 7,3 g) a největší v lednu a v únoru (23,8 g a 22,0 g).

f. Průměrné hmotnosti varlat s nadvarlaty zajíců podle měsíců a let (v g). — The average testicle weight of hares according to the months and years (in g)

Měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1968 počet případů	—	—	—	4	5	4	4	2	2	4	—	—
průměrná hmotnost	—	—	—	31,5	30,4	21,0	26,1	8,6	4,0	5,1	—	—
1969 počet případů	3	3	5	4	2	3	4	5	3	6	9	9
průměrná hmotnost	25,7	25,4	27,4	28,0	29,1	29,5	25,4	13,1	5,1	4,6	7,8	8,8
1970 počet případů	4	7	5	7	6	3	7	5	4	3	4	5
průměrná hmotnost	10,5	19,3	26,3	29,1	26,6	22,6	22,6	13,9	3,8	5,2	6,7	13,3
1971 počet případů	5	5	4	5	6	7	3	5	3	2	5	5
průměrná hmotnost	19,9	24,4	27,0	29,2	28,1	26,2	25,2	17,7	5,1	6,6	9,5	13,9
1972 počet případů	9	5	6	6	7	5	7	5	7	6	5	4
průměrná hmotnost	20,8	28,2	25,7	27,3	27,6	25,3	23,6	15,6	6,1	4,9	6,3	13,6
1973 počet případů	5	5	7	6	6	6	5	6	2	5	5	6
průměrná hmotnost	21,4	24,6	26,6	28,0	27,0	27,3	21,2	16,1	10,2	4,8	4,7	13,5
1974 počet případů	4	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
průměrná hmotnost	21,8	22,6	25,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa počet případů	30	29	31	32	32	28	30	28	21	26	28	29
průměrná hmotnost	19,99	23,82	26,40	28,75	27,94	25,48	23,71	14,84	5,56	5,00	7,11	12,09
maximální hmotnost	27,5	34,7	34,1	40,3	36,9	32,8	36,1	27,0	16,4	9,4	11,3	22,2
minimální hmotnost	3,7	12,7	18,6	18,8	19,5	16,6	16,6	5,8	3,0	3,3	4,0	4,0

Poznámka: rozumí se hmotnost obou varlat s nadvarlaty

Při porovnání ročního průběhu měsíčních průměrných hodnot hmotností s hodnotami zjištěnými v jednotlivých letech nejsou patrné podstatné rozdíly (obr. 2). Větší odchylka se projevila pouze počátkem roku 1970, kdy nástup pohlavní aktivity zajíců se opozdil téměř o měsíc, takže plná pohlavní aktivita se u samců dostavila rovněž téměř o měsíc později. Tento

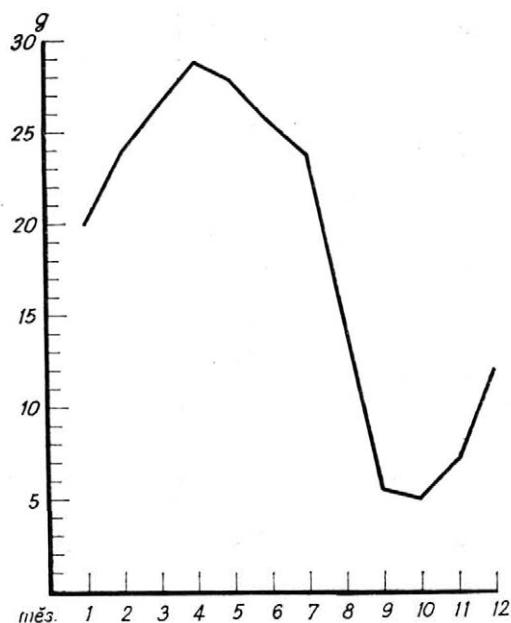
opozděný nástup pohlavní aktivity byl způsoben mimořádným průběhem zimy 1969–1970, která se vyznačovala neobvykle dlouhým trváním souvislé vyšší vrstvy sněhu. Zajíci byli po této zimě značně oslabeni (Velek, Semizorová 1971).

Odchylky od normálního nástupu i ukončení pohlavní aktivity mohou tedy být způsobeny mimořádnými povětrnostními vlivy.

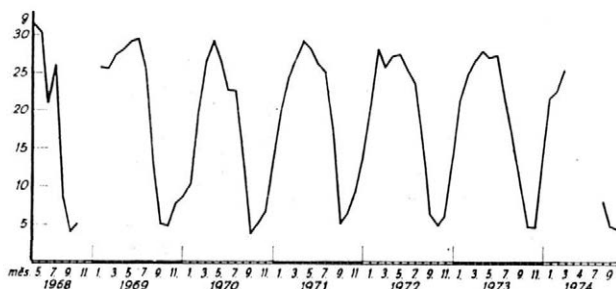
Pohlavní cyklus samic. Obdobně jako u zajíců-samců se pohlavní aktivita adultních samic posuzovala podle hmotnosti gonád. Nejnižší průměrná hmotnost vaječníků (tabulka II, obr. 3) byla v listopadu (2,07 g) a prosinci (2,12 g). Od ledna až srpna se prudce zvýšila. V únoru až srpnu lze zaječky považovat za pohlavně aktivní. Největší průměrné hmotnosti vaječníků byly zjištěny v dubnu a v květnu (7,93 g a 7,90 g). Od srpna hmotnost vaječníků zpočátku prudce a pak pozvolněji klesala.

Rovněž u zaječek jsou patrné značné individuální rozdíly v hmotnosti vaječníků. Nejmenší rozdíl mezi minimální a maximální hmotností byl v listopadu a prosinci (2,9 g a 3,4 g). Hmotnost vaječníků je ovlivněna graviditou zaječek. Gravidní zaječky mají vaječníky podstatně těžší. Např. v únoru vážily vaječníky gravidních zaječek v průměru 8,0 g a negravidních 4,7 g.

U zaječek nejsou rovněž patrné při porovnání ročního průběhu měsíčních průměrných hodnot hmotnosti s hodnotami zjištěnými v jednotlivých letech podstatné rozdíly (obr. 4) zvláště v nástupu a ukončení pohlavní



1. Průměrná hmotnost varlat (s nadvarlaty) zajíců v průběhu roku (v g). — The average testicle weight of hares in the course of one year (in g)

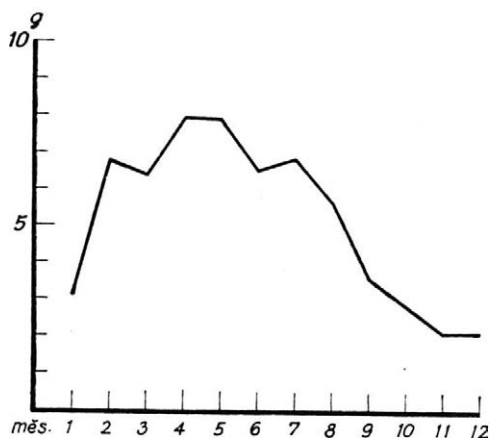


2. Kolísání hmotnosti varlat (s nadvarlaty) zajíců v letech 1968 až 1974 podle měsíců (v g). — Oscillation of testicle weight of hares in the years 1968–1974 according to the months (in g)

II. Průměrné hmotnosti vaječníků zaječek podle měsíců a let (v g). — The average ovary weights of female hares according to the months and years (in g)

Měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1968 počet případů	—	—	—	5	4	5	4	4	3	3	—	1
průměrná hmotnost	—	—	—	8,5	7,0	5,6	9,5	7,5	2,9	2,2	—	2,6
1969 počet případů	2	6	5	7	7	7	6	5	6	5	10	8
průměrná hmotnost	2,4	6,9	6,5	8,0	7,6	6,1	5,0	7,0	3,9	2,2	2,5	1,5
1970 počet případů	10	6	7	4	5	5	5	4	8	7	4	7
průměrná hmotnost	2,2	5,1	4,9	8,4	6,0	7,3	7,1	5,5	5,0	2,8	1,9	2,6
1971 počet případů	6	6	5	6	6	5	7	5	8	5	5	5
průměrná hmotnost	3,4	8,7	5,6	7,9	11,2	6,7	6,1	4,9	3,5	2,4	2,3	2,1
1972 počet případů	3	7	5	4	5	5	5	8	7	5	5	5
průměrná hmotnost	3,7	6,7	9,3	7,0	7,5	6,5	6,5	5,2	3,3	3,6	1,5	2,1
1973 počet případů	7	6	5	5	9	6	5	8	5	6	5	3
průměrná hmotnost	3,7	7,0	5,5	7,6	7,6	6,8	7,9	5,1	2,7	3,4	1,7	2,6
1974 počet případů	7	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
průměrná hmotnost	3,5	6,3	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa počet případů	35	38	34	31	36	33	31	34	37	31	29	29
průměrná hmotnost	3,11	6,77	6,40	7,93	7,90	6,51	6,88	5,69	3,70	2,81	2,07	2,12
maximální hmotnost	5,3	12,2	12,2	15,4	17,8	11,0	12,6	12,5	8,2	7,6	3,3	4,4
minimální hmotnost	1,2	2,6	1,9	3,8	2,5	3,1	1,9	2,6	1,4	0,9	0,4	1,0

Poznámka: rozumí se hmotnost obou vaječníků



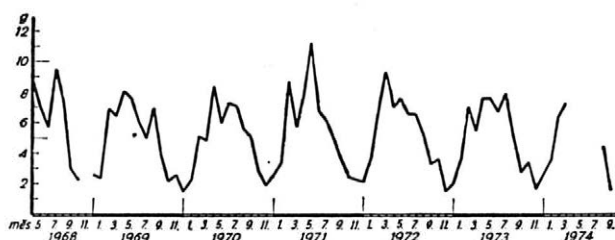
3. Průměrná hmotnost vaječníků zaječek v průběhu roku (v g). — The average ovary weight of female hares in the course of one year (in g)

v květnu vážily vaječníky gravidních zaječek na počátku gravidity v průměru 8,0 g, ke konci gravidity 10,4 g.

Podíl gravidních zaječek v průběhu roku. První gravidní zaječky se objevovaly v únoru, kdy podíl gravidních zaječek dosahoval v průměru hodnoty 63,5 %. V březnu se podíl gravidních zaječek

aktivity. Podobně jako u samců, tak i u samic se v roce 1970 projevilo zpoždění nástupu pohlavní aktivity ovlivněné nepříznivým průběhem zimy. I k ukončení pohlavní aktivity došlo v tomto roce asi o měsíc později. Gravidita byla zjištěna ještě v září (Velek, Semizorová 1971).

V jednotlivých letech se projevují rozdíly v kolísání hmotnosti vaječníků v období největší pohlavní aktivity. Tyto rozdíly lze vysvětlit různým stupněm vývoje zárodků u vyšetřovaných zaječek. Při vyšším stupni gravidity a větším počtu zárodků byly vaječníky těžší. Např.



4. Kolísání hmotnosti vaječníků zaječek v letech 1968 až 1974 podle měsíců (v g). — Oscillation of female hare ovary weight in the years 1968—1974 according to the months (in g)

poněkud snížil. V dubnu, květnu a červnu byl podíl gravidních zaječek nejvyšší. Maxima dosáhl v dubnu, a to v průměru 77,0 %. Od července podíl gravidních zaječek klesal. V září byla zjištěna ojedinělá gravidita v roce 1970 (tabulka III, obr. 5).

V jednotlivých měsících ve sledovaných letech podíl gravidních zaječek nepravidelně kolísal (obr. 6). Toto kolísání bylo zřejmě ovlivněno nahodilým výběrem poměrně malého počtu případů v jednotlivých měsících každého roku. V každém měsíci bylo možno získat pouze kolem pěti adultních zaječek. Průměrné zastoupení gravidních zaječek v jednotlivých měsících zjištěné za celé sledované období vyjadřuje tedy suketčný podíl lépe.

Pozoruhodné je, že se často projevilo výrazné snížení podílu gravidních zaječek v březnu (v letech 1970, 1971 a 1973). Je možné, že toto snížení podílu gravidních zaječek v březnu je způsobeno kratší pauzou mezi první a druhou graviditou. Tato pauza se výrazněji projevuje proto, že nástup gravidit je na počátku rozmnožovacího období spontánní. V pozdějším období roku nejsou tyto pauzy již tak výrazné, protože dochází k pře-

III. Podíl gravidních zaječek podle měsíců a let (v %) — Share of pregnant female hares according to the months and years (in %)

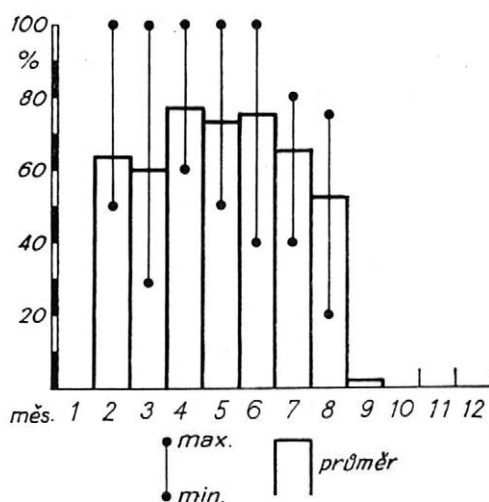
Měsíc	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1968	—	—	60	50	80	75	75	—
1969	50	80	100	100	86	67	60	—
1970	50	29	75	60	100	80	75	12
1971	100	40	67	83	40	71	20	—
1972	57	100	100	60	80	40	38	—
1973	67	40	60	89	67	60	50	—
1974	57	71	—	—	—	—	—	—
Z počtu případů	38	34	31	36	33	32	35	39
Celkem %	64	60	77	74	75	66	53	2
Rozmezí (%) od	50	29	60	50	40	40	20	—
do	100	100	100	100	100	80	75	—

krývání gravidit u jednotlivých zaječek. V letech 1968, 1970 a 1972 se projevilo výraznější snížení podílu gravidních zaječek také v květnu.

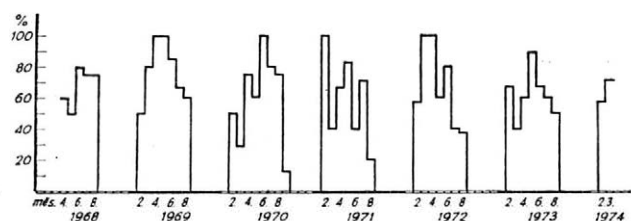
Počet zárodků. U pitvaných ulovených gravidních zaječek byla zjištěna přítomnost 1–7 zárodků. Počty zárodků jsou zřejmě závislé na pořadí březosti, resp. na ročním období. Při prvních a posledních graviditách rozmnožovacího období mívají zaječky zpravidla méně zárodků než v období plné pohlavní aktivity (tabulka IV, obr. 7).

V letech 1968–1974 bylo zjištěno u zaječek v únoru v průměru 1,3 zárodku (1–2), v březnu v průměru 2,3 (1–5), v dubnu 3,1 (1 až 5), v květnu 3,6 (1–7), v červnu 3,2 (1–5), v červenci 3,3 (1–5) a v srpnu 2,7 (1–4). U jediného případu zjištěné gravidity v září byly 3 zárodky. Průměrný počet zárodků za celé rozmnožovací období činil za leta 1968–1974 2,8.

Uvedená rozmezí nevyjadřují dost dobře početnost zárodků u jednotlivých zaječek. V únoru vysoce převažovaly případy gravidních zaječek jen s jedním zárodkem (71 %). Pouze 29 % případů mělo zárodky dva. V březnu mělo 35 % zaječek po třech zárodcích. 30 % zaječek po dvou, 25 % za-



5. Průměrné, maximální a minimální podíly gravidních zaječek podle měsíců (v %). — The average, maximum and minimum shares of pregnant female hares according to the months (in %)



6. Podíly gravidních zaječek v letech 1968 až 1974 podle měsíců (v %). — Shares of pregnant female hares in the years 1968—1974 according to the months (in %)

IV. Počet zárodků gravidních zaječek. — Number of germs of pregnant female hares

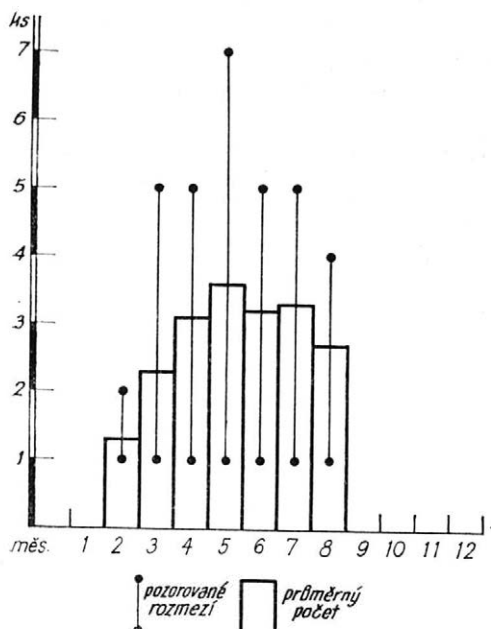
Měsíc	Počet zárodků							Celkem gravidních zaječek	Rozmezí od—do	Průměrný počet zárodků
	1	2	3	4	5	6	7			
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>			
Únor	17	7	—	—	—	—	—	24	1—2	1,3
Březen	5	6	7	1	1	—	—	20	1—5	2,3
Duben	1	7	6	10	1	—	—	25	1—5	3,1
Květen	1	3	8	12	3	—	1	28	1—7	3,6
Červen	2	2	12	3	4	—	—	23	1—5	3,2
Červenec	1	3	9	4	4	—	—	21	1—5	3,3
Srpen	2	6	4	5	—	—	—	17	1—4	2,7
Září	—	—	1	—	—	—	—	1	3+	
Celý rok	29	34	47	35	13	—	1	159	1—7	2,8

Poznámka: + — jediný případ gravidity
n — počet případů

ječek po jednom, 5 % pět zárodků a 5 % čtyři zárodky. V dubnu mělo 40 % zaječek po čtyřech zárodcích, 28 % zaječek mělo dva zárodky, 24 % zaječek tři zárodky, 4 % pět zárodků a 4 % jeden zárodek. V květnu mělo 43 % zaječek po čtyřech zárodcích, 29 % po třech zárodcích, 11 % pět zárodků, 11 % dva zárodky, 3 % sedm zárodků a 3 % jeden zárodek. V červnu mělo 52 % zaječek už jen po třech zárodcích, 17 % mělo po pěti zárodcích, 13 % po čtyřech zárodcích, 9 % dva zárodky a 9 % jeden zárodek. Také ještě v červenci mělo nejvíce zaječek (43 %) po třech zárodcích, 19 % po pěti zárodcích, 19 % po čtyřech zárodcích, 14 % dva zárodky a 5 % jeden zárodek. V srpnu mělo 35 % zaječek již jen po dvou zárodcích, 29 % po čtyřech zárodcích, 24 % po třech zárodcích a 12 % jeden zárodek.

Z celkového počtu 159 adultních gravidních zaječek pitvaných v letech 1968—1974 mělo v průměru celého rozmnožovacího období 30 % zaječek tři zárodky, 22 % čtyři zárodky, 21 % dva zárodky, 18 % jeden zárodek, 8 % pět zárodků a 1 % sedm zárodků.

Zajíc polní je jedním z mála druhů naší lovné zvěře, který se rozmnožuje několikrát do roka. Až na poměrně krátké období klidu je po větši část roku pohlavně aktivní. Vezmeme-li v úvahu, že spermatogeneze začíná u zajíců při hmotnosti varlat cca 10 g (Raczyński 1964), připadá nástup pohlavní aktivity zajíců-samců v pozorovaném území (střední Čechy) na prosinec. Potvrzuje to i chování zajíců v přírodě, kteří začínají být v tuto dobu nápadně pohybliví i za dne. Pohlavní aktivita zajíců-samců končí v srpnu, kdy hmotnost varlat klesá opět k 10 g. Znamená to, že samci jsou schopni oplodňovat samice po 9 měsících v roce. Měsíce září, říjen a listopad jsou u zajíců-samců obdobím pohlavního klidu.



7. Průměrné, maximální a minimální počty zárodků gravidních zaječek v jednotlivých měsících roku (v kusech). — The average, maximum and minimum number of germs of pregnant female hares in individual months (in pieces)

lísaly v jednotlivých měsících od 25 do 40 % z celkového počtu vyšetřovaných zaječek (tabulka III). Zdá se tedy nejpravděpodobnější, že zaječky mají v pozorované oblasti výskytu zajíce v rozmnožovacím období převážně čtyři vrhy.

S otázkou počtu vrhů souvisí i otázka tzv. superfetace u zaječek, která bývá v literatuře často diskutována (Bloch, Hediger, Lloyd, Müller, Strauss 1967, Hediger 1948, Knaus 1967, Möller 1974, Raczyński 1964, Stieve 1952). Možnost superfetace je dána nepřítomností zárodků v jedné z děloh zaječky. Výsledky pitevnických vyšetřování zaječek ukazují, že tato možnost je značně vysoká. Z celkového

U zaječek se počátek pohlavní aktivity oproti samcům asi o měsíc opoždí a končí v září, kdy odchovávají poslední vrhy mláďat a ve výjimečných případech ještě rodí. Pohlavní aktivita zaječek trvá tedy 8–9 měsíců. Přihlédneme-li k délce gravidity zaječek (42–44 dnů), může mít zaječka během tohoto období až 5 vrhů. Tento teoretický předpoklad do určité míry naznačuje křivka hmotnosti vaječníků (obr. 3), na které jsou výrazněji patrné čtyři vrcholy (únor, duben, květen, červenec) a méně výrazný pátý vrchol (srpen). Tento pátý vrchol by mohl znamenat řidčeji se vyskytující pátý vrh. Spíše však jde o čtvrté vrhy zaječek, u nichž se nástup pohlavní aktivity opozdil (např. u zaječek, které pohlavně dospěly až v následujícím roce po vykladení), nebo o čtvrté vrhy zaječek, které měly delší přestávky mezi jednotlivými graviditami. Druhou možnost potvrzují četné pitevnické nálezy negravidních zaječek v průběhu rozmnožovacího období. Od února do července ko-

počtu 159 pitvaných gravidních zaječek se zárodky pouze v jedné děloze vyskytly celkem v 71 případech, tj. v 55 %. Nejvíce případů nepřítomnosti zárodků v některé z děloh bylo zjištěno v únoru (83 %). V dalších měsících byl počet případů značně nižší a pohyboval se od 32 do 44 % (tabulka V). Pokud jde o přítomnost zárodků pouze v jedné z děloh, byl nepatrně větší výskyt v pravé děloze (v průměru 53 % oproti 47 % v děloze levé). Podmíněná nepřítomnost zárodků v jedné z děloh je v případech gravidit s jedním zárodkem (41 %), při dvou zárodcích se neobsazená děloha vyskytla v 27 %, při třech zárodcích v 21 %, při čtyřech zárodcích v 10 % a při pěti zárodcích v 1 % z celkového počtu 71 případů. Ani v jediném z těchto možných případů nebyla viditelná superfetace makroskopicky zjištěna. Z tohoto důvodu lze konstatovat, že superfetace neměla na případné zvýšení rozmnožovací schopnosti zajíců prakticky žádný vliv.

Kromě počtu vrhů do roka závisí rozmnožovací schopnost zajíců také na počtu mládat ve vrzích. Podle průměrného počtu zárodků u gravidních zaječek (v ročním průměru 2,8) a počtu vrhů za rozmnožovací období (4 až 5) lze usuzovat, že zaječka může mít ve středočeské oblasti bez ohledu na variabilnost biotypů průměrně 13 mládat do roka. Stejný výsledek jsme získali vynásobením procenta výskytu gravidních zaječek průměrným počtem zárodků v jednotlivých měsících rozmnožovacího období (13,2 zárodků na jednu gravidní zaječku). Tento teoreticky možný přírůstek mladých zajíců se ovšem v dalším průběhu roku značně snižuje. Jednak je nutno počítat se ztrátami při porodech a v prvních dnech života mládat, jednak se ztrátami, k nimž dochází během roku nepříznivým působením abiotických i biotických činitelů.

DISKUSE

Obdobný nástup a ukončení pohlavní aktivity u zajíců-samců zjistil Likevičienė (1962), Petrov, Dragoev (1962), Reynolds, Stinson (1959), Széky, Lenner (1973), Zörner (1973). U zaječek se projevují v nástupu pohlavní aktivity určité rozdíly, které jsou zřejmě působeny povětrnostními vlivy. Raczynski (1964) zjistil např. první březí samice v roce 1959 v lednu, v roce 1960 v únoru. Obdobně Velek, Semizorová (1971) zjistili v porovnání s jinými lety opožděný nástup i ukončení pohlavní aktivity v roce 1970. Délka trvání pohlavní aktivity zůstala tedy zachována. Zdá se, že sezónní periodicitu vývoje gonád, resp. periodicitu rozmnožování (obr. 2 a 4), je podmíněna především délkou trvání světla během dne. Je známo, že u zvířat polyestrických, tedy i u zajíce, je počátek pohlavní aktivity na jaře určován sumou dávek denního světla. Nástup pohlavní aktivity je ovšem do určité míry ovlivňován i podmínkami výživy. Bylo zjištěno, že např. vyšší vrstva sněhové pokrývky, která znesnadňuje přístup k přirozené potravě, byla příčinou opožděného nástupu pohlavní aktivity u oslabených zaječek (Velek, Semizorová 1971). S délkou světelného dne pak souvisí i ukončení rozmnožovacího období koncem léta, tedy v době, kdy životní podmínky jsou pro zajíce ještě velmi příznivé. Tento mechanismus zajišťuje, že nedochází k pozdním vrhům, které by v důsledku nepříznivého podzimního počasí byly odsouzeny k zániku. Zajíci mají také čas se

V. Přítomnost zárodků v dělohách zaječek. — Presence of germs in uterus of female hares

Měsíc	2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.		Celkem	
	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%
Zárodky v pravé děloze	10	41,7	4	20,0	5	20,0	5	17,9	4	17,4	6	28,6	4	23,5	—	—	38	23,9
Zárodky v levé děloze	10	41,7	4	20,0	6	24,0	4	14,3	4	17,4	3	14,3	2	11,8	—	—	33	20,8
Zárodky v obou dělohách	4	16,6	12	60,0	14	56,0	19	67,8	15	65,2	12	57,1	11	64,7	1	100,0	88	55,3
Počet gravidních zaječek	24	100,0	20	100,0	25	100,0	28	100,0	23	100,0	21	100,0	17	100,0	1	100,0	159	100,0

před nastávajícím zimním obdobím fyzicky náležitě zotavit. Fragu-gli-one (1963) udává, že ve Švýcarsku trvá pohlavní klid zajíce polního od konce října nebo začátku listopadu do ledna neboli 60–70 dní, což se od našich výsledků značně liší. Uvádí však, že pohlavní aktivita je silně ovlivňována hormony, fyzickým stavem, prostředím (zejména potravou), atmosférickými nebo klimatickými podmínkami (světlo, sluneční záře, tlak, vlhkost vzduchu, nadmořská výška aj.). Möller (1970) došel k závěru, že rozmnožovací období trvá asi 230 dnů, a to od února do září. Tyto rozdílné výsledky naznačují, že délka rozmnožovacího období se může lišit podle podmínek výskytu zajíců. Bylo by proto žádoucí uskutečnit u nás podobná podrobnější šetření o délce pohlavní aktivity zajíců v oblastech s odlišným klimatem, např. v jiných nadmořských výškách.

Největší procento gravidních zaječek udává Raczynski (1964) v únoru, dubnu, červnu a červenci, Zörner (1973) v dubnu, květnu a červnu. Námi zjištěný podíl a výskyt gravidních zaječek v jednotlivých měsících je obdobný s výsledky, které uvádí Zörner (1973). U obou autorů se projevilo rovněž výrazné snížení podílu gravidních zaječek v březnu a méně výrazné snížení v květnu.

Petrov, Dragoev (1962) udávají pro první vrhy zaječek 1–2 mláďata (u starších zaječek až 3 mláďata), pro druhé až třetí vrhy 3–5 mláďat, pro čtvrté, ev. páté vrhy 1–2 mláďata. Reynolds, Stinson (1959) zjistili v prvních vrzích průměrně 1,6, ve druhých a ve třetích vrzích v průměru 3,8 mláďete. Z práce Zörnera (1973) vyplývá průměrný počet zárodků v únoru 1,1, v březnu 1,7, v dubnu 2,6, v květnu 4,0, v červnu 3,2, v červenci 3,2 a v srpnu 2,7. V celoročním průměru udává Zörner (1973) 2,6 mláďete, Möller (1970) 2,8 za leta 1968 až 1969 a 1,7 za rok 1969, což odůvodňuje mimořádným suchem. Raczynski (1964) zjistil v roce 1959 průměrný počet zárodků 2,76.

Počty vrhů v reprodukčním období lze u zajíce stanovit jen nepřímou. V naší práci jsme se je pokusili stanovit z průběhu křivky hmotnosti vaječníků v období pohlavní aktivity. Raczynski (1964) bral za základ pro stanovení počtu vrhů podíl březích samic v měsíčních vzorcích a došel k závěru, že za normálních podmínek lze počítat se třemi vrhy do roka. Při výskytu gravidních samic v září předpokládá, že některé samice mají čtyři vrhy. Rieck (1956) zjistil při rozboru materiálu Valentincice (1956), že v Jugoslávii může mít samice pět vrhů za jednu sezónu. Dále uvádí, že v zeměpisných podmínkách střední Evropy tři čtvrtiny samic dávají čtyři vrhy ročně a jedna čtvrtina tři vrhy. Za velmi příznivých podmínek může být pátý vrh. Kolosov, Bakeev (1947) zjistili na jihu evropské části SSSR ve stepích kavkazské oblasti podle klimatických podmínek v daném roce tři až čtyři vrhy. Jako příčinu udávají zkrácení reprodukčního období vlivem sucha v druhé polovině léta. Na Ukrajině Averin a Migulin (cit. Kolosov, Bakeev 1947) zjistili 3–4 vrhy v jedné sezóně. V centrálním pásmu evropské části SSSR se předpokládají jen dva vrhy ročně (Kolosov, Bakeev 1947). Zajímavé je i zjištění, že u zajíců chovaných v zajetí dává jedna samice čtyři vrhy za rok, a to v období od března do srpna (Oetkiewicz 1961). Petrov, Dragoev (1962) uvádějí čtyři, někdy i pět vrhů. S jistotou však lze

počítat nejvýše se čtyřmi vrhy. Rovněž Möller (1970) počítá převážně se čtyřmi vrhy do roka.

Naše konstatování o velmi malém významu superfetace pro zvýšení reprodukce v přírodních podmínkách se shoduje s názory i jiných autorů (Möller 1974, Raczynski 1964, Rieck 1956).

Názory různých autorů na teoreticky možný přírůstek mladých zajíců od jedné zaječky za rok jsou někdy dosti rozdílné. Nejvyšší přírůstek (15 mláďat za předpokladu pěti vrhů v roce) udává pro nejlepší podmínky západní Evropy Fraguiglione (1972). Boback (1957) udává při třech až čtyřech vrzích ročně teoreticky možný přírůstek 12 mláďat. Kolosov a Bakeev (1947) uvádějí, že v kavkazské oblasti připadá na jednu zaječku roční přírůstek 10 mláďat ze čtyř vrhů. Möller (1958) zjistil roční přírůstek na zaječku 9 mláďat. Také Reynolds a Stinson (1959) určili roční přírůstek populace zajíců v Kanadě podle průměrného počtu mláďat ze tří vrhů na 9 mláďat od jedné zaječky. Scarlatescu, Almasan, Nesterov (1963) uvádějí pro Rumunsko roční přírůstek 8 mláďat na samici. Na podkladě údajů Valentincice (1956) předpokládá Rieck (1956) celkovou roční produkci 7,8 mláďete na samici. Uvádí však, že za příznivých podmínek lze v NSR získat od jedné samice 11 mláďat za rok. Raczynski (1964) vypočítal jako teoreticky možný přírůstek od jedné samice za sezónu 7,8 mláďete.

SOUHRN

V letech 1968–1974 bylo uskutečněno šetření o rozmnožování zajíce polního ve výškovém pásmu 200–400 m n. m. ve středních Čechách. Byl zjišťován pohlavní cyklus samců a samic, početnost zárodků, podíl gravidních zaječek v jednotlivých měsících rozmnožovacího období a počet vrhů do roka. Celkem bylo vyšetřeno 344 adultních zajíců-samců a 398 adultních zaječek.

U samců připadal nástup pohlavní aktivity v pozorovaném území na prosinec. Pohlavní aktivita končí v srpnu. Měsíce září, říjen a listopad jsou u zajíců-samců obdobím pohlavního klidu. U zaječek připadal počátek pohlavní aktivity na leden a konec na září.

Z průběhu křivky hmotnosti vaječníku lze usuzovat, že zaječky mají v pozorované oblasti výskytu zajíce v rozmnožovacím období čtyři až pět vrhů.

U gravidních zaječek byl zjištěn výskyt 1–7 zárodků, v průměru za rozmnožovací období 2,8 zárodku. Počty zárodků jsou závislé na pořadí březosti.

Z počtu vrhů a průměrného počtu zárodků lze usuzovat, že zaječka může mít v pozorované oblasti za příznivých podmínek kalendářního roku v průměru 13 mláďat do roka.

Superfetace u zaječek nebyla makroskopicky zjištěna a nemůže tedy mít pro populační dynamiku zásadnější vliv.

Došlo dne 29. 10. 1975

Literatura

1. BLOCH, S. — HEDIGER, H. — LLOYD, H. G. — MÜLLER, C. — STRAUSS, F.: Beobachtungen zur Superfetation beim Feldhasen (*Lepus europaeus*). Zschr. Jagdwiss., 13, 1967, 2, s. 49-52
2. BOBACK, A. W.: Altersmerkmale und Abschlußplanung beim Hasen. Forst und Jagd., 7, 1957, 1, s. 17-19.
3. FLUX, J. E. E.: Hare reproduction in New Zealand. Nz. J. Agric. 109, 1964, s. 485-486
4. FRAGUGLIONE, D.: Repos sexuel chez le lièvre commun (*Lepus europaeus* Pallas 1778). Diana, 80, 1963, 9, s. 211-213
5. FRAGUGLIONE, D.: A propos du lièvre. Diana, 88, 1971, 6, s. 149-152
6. FRAGUGLIONE, D.: A propos de la chasse du lièvre dans divers pays d'Europe Occidentale. Diana, 89, 1972, 3, s. 62-66
7. HEDIGER, H.: Die Zucht des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) in Gefangenschaft. Physiol. Comp. et Oecol. 1, 1948, 1, s. 46-62, Haag
8. KNAUS, H.: Zur Frage der Superfetation beim Feldhasen. Zschr. Jagdwiss. 13, 1967, 2, s. 52-53
9. KOLOSOV, A. M. — BAKEEV, N. N.: Biologia zajaca-rusaka. Izd. Mosk. Obšč. Isp. Prir., 1947, s. 1-103, Moskva
10. LIKEVIČIENĖ, N.: Ekologija zajaca-rusaka v uslovijah litovskoj SSR. Vtoraja zool. konferencija litovskoj SSR, 1962, s. 61-63, Vilnius
11. MÖLLER, D.: Probleme der Hasenbewirtschaftung in der Deutschen Demokratischen Republik. Tagungsberichte DALW Berlin, 104, 1958, s. 139-145
12. MÖLLER, D.: Beitrag zur Reproduktion des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) in der DDR. Beitr. Jagd- und Wildforschung, VII, 1970, s. 191-202
13. MÖLLER, D.: Zum Vorkommen der Superfetation beim Feldhasen. Unsere Jagd, 7, 1974, s. 205-206
14. OCETKIEWICZ, J.: Zagadnienia hodowli klatkowej zajaca-szaraka (*Lepus europaeus* Pallas) i wyniki uzyskane w warunkach krajowych. Inst. Zool. Wydawnictwa Wlasne, 122, 1961, s. 1-48, Krakow
15. PEREVALOV, A. A.: Materialy po biologii razmnóženija zajca-pesčanika. Zool. Ž., 35, 1956, 1, s. 141-154
16. PETROV, P. — DRAGOEV, P.: Proučvanija varchu ujakoi momenti ot razmnóžovane na zaeka v Balgarija. Izv. na Centr. naučnoizsl. Inst. za Gorata, 10, 1962, s. 143-168
17. PULLISAAR, A.: Razmnóženie i vozrastnoj sostav populjacii zajca-rusaka v Estonii. In: Actes du X^e Congrès, Paris 3-7 mai 1971, s. 467-469
18. RACZYNSKI, J.: Studies on the European Hare. V. Reproduction. Acta thetologica, 9, 1964, 19, s. 305-352
19. REYNOLDS, J. K. — STINSON, A. H.: Reproduction in the European Hare in Southern Ontario. Canadian Journal Zoology, 37, 1959, 5, s. 627-631
20. RIECK, W.: Untersuchungen über die Vermehrung des Feldhasen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 2, 1956, 11, s. 49-90
21. SCARLATESCU, G. — ALMASAN, H. — NESTEROV, V.: Contributii la cunoasterea biologiei iepureliu in RPR. Studii si Cercetari, 23-A, 1963, s. 97-118, Bucuresti
22. STIEVE, H.: Zur Forstpflanzungsbiologie des europäischen Feldhasen (*Lepus europaeus* Pall.). Zool. Anz., 148, 1952, 5-8, s. 101-114
23. SZÉKY, P. — LENNER, L.: Szaporodásbiológiai vizgálatok a mezeinyúl (*Lepus europaeus* Pallas) himjeinél. In: Ápróvadtenyésztés. Mezeinyúl 7, 1973, s. 5-16
24. TILGNER, D. J.: Bilans przyrostu zajczego. Lowiec pol., 13/14, 1957, s. 10-11
25. VALENTINCIC, S. I.: Resultate zweijähriger Beobachtungen und Studien über den idealen Zuwachs beim Feldhasen auf der Insel „Biserni otok“. Zeitschr. für Jagdwiss. 2, 1956, 3, s. 152-160
26. VELEK, J. — SEMIZOROVÁ, I.: Einfluß des Winters 1969—1970 auf die Vermehrung der Hasen (*Lepus europaeus* Pallas) in der ČSSR. In: Actes du X^e Congrès, Paris 3-7 mai 1971, s. 563-569
27. ZÖRNER, H.: Erste Ergebnisse dreijähriger Untersuchungen an der Hasenpopulation des Wildforschungsgebietes Hakel. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, VIII, 1973, s. 203-216
28. Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodesie a kartografie, 1958

**Биология размножения зайца-русака (*Lepus europaeus* Pall.)
в Центральной Чехии**

В 1968—74 гг. проводили исследования в области размножения зайца-русака в зоне высоты 200—400 м н. у. м. в области Центральной Чехии. Определяли половой цикл самцов и самок, численности зародышей, долю gravidных зайчих в отдельные месяцы периода размножения, количество оков в год. Всего обследовано 344 взрослых самцов и 398 взрослых самок.

У самцов начало половой активности на обследуемой территории приходится на декабрь и прекращается в августе. Месяцы сентябрь, октябрь и ноябрь у самцов являются периодом полового покоя. У зайчих начало половой активности приходится на январь, а конец — на сентябрь.

На основе кривой массы яичников можно констатировать, что у зайчих в наблюдаемой области распространения зайцев в период размножения насчитывается 4—5 оков.

У gravidных зайчих отмечено 1—7 зародышей, т. е. в среднем за период размножения 2,8 зародыша. Количество зародышей зависит от очередности сукрольности.

Как показывают количество пометов и средняя численность зародышей, зайчиха может принести в благоприятных условиях данной области в среднем 13 детенышей в один календарный год.

Суперфетация у зайчих макроскопически не установлена, ввиду чего в условиях популяционной динамики она не может иметь большого значения.

Reproduction Biology of Grey Hare (*Lepus europaeus* Pall.) in Central Bohemia

In 1968—1974 there was carried out an investigation of the reproduction of grey hare in altitudes 200—400 m in the area of central Bohemia. There was found out the sexual cyclus of males and females, number of germs, share of pregnant female hares in single months of the reproduction period and number of litters in one year. 344 male hares and 398 female hares were investigated.

The beginning of sexual activity of males in the area under study fell on December. Sexual activity quits in August. September, October and November are the months of sexual quiet for male hares. The beginning of sexual activity of female hares fell on January and the end of September.

It can be deduced from the course of ovary weight curve that female hares in the area under study have four to five litters during the reproduction period.

The occurrence of 1—7 germs was found out at pregnant female hares, e. i. 2.8 germs during the reproduction period. Number of germs is dependent on a sequence of pregnancy.

From number of litters and the average number of germs it may be judged that female hares in the area under study can have 13 young ones on the average under favourable climatic conditions.

Superfoetation in female hares has not been found out macroscopically and therefore it can not have any substantial influence on population dynamism.

**Biologie der Vermehrung von dem Feldhasen (*Lepus europaeus* Pall.)
in Mittelböhmen**

In den Jahren 1968—1974 wurde die Vermehrung des Feldhasen im Höhengebiet von 200—400 m über der Seehöhe im Gebiet von Mittelböhmen verfolgt. Es wurde der Geschlechtszyklus bei den Hasenmännchen und Hasenweibchen, die Anzahl von Fruchtkernen, der Anteil der graviden Mutterhasen in einzelnen Monaten des Vermehrungszeitabschnittes sowie die Anzahl von Würfen in einem Jahr verfolgt. Insgesamt wurden 344 adulte Hasenmännchen und 398 adulte Hasenweibchen untersucht.

Bei den Hasenmännchen kam der Anfang der Geschlechtsaktivität — in den beobachteten Gebieten — im Dezember. Die Geschlechtsaktivität endet im August. Die Monate September, Oktober und November sind bei den Hasenmännchen ein Zeitabschnitt der Geschlechtsruhe. Bei den Hasenweibchen kam der Anfang der Geschlechtsaktivität im Januar und das Ende im September.

Aus dem Kurvenverlauf der Masse von Eierstöcken kann man schlußfolgern, daß die Hasenweibchen, in dem verfolgten Gebiet des Vorkommens von Hasen, im Vermehrungszeitabschnitt 4—5 Würfe haben. Bei den graviden Hasenweibchen wurde das Vorkommen von 1—7 Fruchtkernen ermittelt, durchschnittlich im Vermehrungszeitabschnitt 2,8 Fruchtkerne. Die Anzahl von Fruchtkernen hängt von der Reihenfolge der Trächtigkeit ab.

Von der Anzahl der Würfe und der Durchschnittsanzahl der Fruchtkerne kann man schlußfolgern, daß das Hasenweibchen in dem verfolgten Gebiet unter günstigen Bedingungen des Kalenderjahres durchschnittlich 13 Junge werfen kann.

Die Superfétation wurde bei den Hasenweibchen makroskopisch nicht ermittelt und kann deswegen für die Populationsdynamik keinen grundsätzlichen Einfluß haben.

Biologie de reproduction du lièvre de plaine (*Lepus europaeus* Pall.) dans la Bohême centrale

Au cours des années 1968—1974 on a réalisé la recherche portant sur la reproduction du lièvre de plaine dans la zone dont l'altitude était de 200—400 mètres et qui se trouvait dans la Bohême centrale. On identifiait le cycle sexuel des mâles et des femelles, le nombre des embryons, la part des femelles gravides dans les mois particuliers de la période de reproduction et le nombre de portées par an. Au total on a exploré 344 lièvres mâles adultes et 398 femelles adultes.

Chez les mâles le début de l'activité sexuelle avait lieu dans le territoire observé au mois de décembre. L'activité sexuelle finit au mois d'août. Les mois de septembre, d'octobre et de novembre représentent chez les lièvres mâles la période de repos sexuel. Chez les femelles le début de l'activité sexuelle revenait au mois de janvier et à la fin du mois de septembre.

On peut conclure de l'allure de la courbe de poids de l'ovaire que les femelles ont dans la région observée d'apparition du lièvre, dans la période de reproduction, quatre ou même cinq portées.

Chez les femelles gravides on a identifié l'apparition de 1—7 embryons et en moyenne dans la période de reproduction de 2,8 embryons. Les nombres des embryons sont en fonction de l'ordre de gravidité.

Du nombre des portées et du nombre moyen des embryons on peut conclure que dans la zone observée la femelle peut avoir, dans les conditions favorables de l'année civile, en moyenne 13 jeunes par an.

La superfétation chez les femelles n'a pas été identifiée par voie macroscopique et ne peut pas par conséquent exercer l'influence notable sur la dynamique de la population.

Adresa autorů:

Ing. Jiří Velek, CSc., Ing. Irina Semizorová, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady

CELOSTÁTNÍ KONFERENCE O RACIONALIZACI V OCHRANĚ LESŮ

Československá vědeckotechnická společnost — Ústřední výbor společnosti lesnické a Dům techniky ČVTS v Českých Budějovicích — uspořádala ve dnech 25.—27. června 1975 za odborné garance oddělení ochrany lesů Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti v Jílovišti - Strnadlech celostátní konferenci s mezinárodní účastí na téma Racionalizace v ochraně lesů. Jednání se konalo v hotelu Ski v Novém Městě na Moravě.

Zdařilé konference se zúčastnilo na 120 pracovníků lesních závodů a vědeckých pracovišť ČSSR, 10 vědeckých pracovníků ze socialistických zemí (3 SSSR, 2 Polsko, 1 Maďarsko, 1 Rumunsko, 1 Jugoslávie, 1 NDR, 1 Bulharsko) a 2 pracovníci ze států kapitalistických (1 z NSR a 1 ze Švédska). Kromě toho zaslalo dalších 6 pozvaných zahraničních pracovníků na konferenci své zajímavé přednášky písemně.

V první tematické skupině přispěl podnětným příspěvkem zejména Ing. V. Novák, CSc. (VÚLHM Jíloviště - Strnady). V závěru svého vystoupení konstatoval, že v ČSSR stále zůstává při boji s klikorohem borovým hlavní obrannou metodou komplexní chemická ochrana kultur, a to jednak namáčením sazenic před výsadbou v suspenzních kontaktních insekticidech, jednak hubením brouků v lapacích pastích s otrávenou návnadou. Toto stanovisko bylo podepřeno i nejnovějšími sovětskými výzkumy, jak vyplynulo ze zasláního příspěvku Dr. Valenty z Litevské SSR.

Ve druhé tematické skupině promluvil více řečníků. Z nich hlavní přehled problematiky biologické obrany přednesl zejména Ing. J. Kudler, CSc. (VÚLHM Jíloviště - Strnady). Nastínil další výhled pro zavádění nových bakteriálních přípravků, jež by mohly nahradit dnešní praxi chemického ošetřování rozsáhlých ploch porostů. První poloproduční pokusy s aplikací biopřípravků na bázi *Bacillus thuringiensis* na jižní Moravě analyzoval Ing. M. Švestka, CSc. (VÚLHM Jíloviště - Strnady, pracoviště Pohořelice). Uvedl, že ošetřování lesních porostů bakteriálními přípravky je v současných podmínkách v porovnání s aplikací insekticidů ze skupiny organofosfátů o 50 až 360 % dražší. Biopřípravkům je však přesto nutno dát přednost, neboť nezanechávají v půdě a rostlinách škodlivá rezidua.

Prof. Dr. Kolomijec (Novosibirsk) informoval ve svém příspěvku o přípravcích, obsahujících bakterie typu *Bacillus thuringiensis* Berl., které tč. vyrábí sovětský průmysl.

Vcelku v diskusi vyplynulo, že zatím není v ČSSR ani v zahraničí k dispozici taková metoda biologické obrany proti holožirovým škůdcům lesa, která by mohla ve svém účinku spolehlivě nahradit dosavadní používání přípravků na bázi DDT, popř. organofosfátů. Ve státech RVHP není také dosud zajištěn centrální dodavatel těchto vhodných látek a dovoz většího množství obdobných látek ze států kapitalistických je tč. při omezené životnosti biopřípravků ekonomicky nevýhodný.

Vcelku v diskusi vyplynulo, že zatím není v ČSSR ani v zahraničí k dispozičnímu škůdcům prostředky biologickými, nezbývá než vyhledávat takové chemické účinné substance, jež by plně nahradily nebo v účinku se alespoň přiblížily látce DDT, která je dnes z ochrany rostlin vylučována. O této tematice pojednal např. Ing. M. Šrot, CSc., (VÚLHM Jíloviště - Strnady). Konstatoval, že světová paleta různých insekticidních látek skýtá dnes dostatek jiných vhodných substancí, které v lesním hospodářství mohou DDT plně nahradit. Snížení negativního působení různých pesticidů je možno dosáhnout i co nejúspornějším rozptylem, metodou ULV. I o těchto pro praxi lesního hospodářství velmi významných okolnostech informoval konferenci Ing. M. Šrot, CSc.

Zevrubně byla dále diskutována otázka možnosti nahrazení dosavadních metod chemického boje použitím nově syntetizovaných analogů juvenilního hormonu hmyzu nebo použitím synteticky vyráběných feromonů. Z čs. účastníků k tomuto tématu podnětně přispěl Ing. R. Hochmút, CSc. (VÚLHM Jíloviště - Strnady). Ze zahraničních účastníků na toto téma promluvil Dr. Ozols (Lotyšská SSR), Dr. I. Ceianu (Rumunsko) a jiní. Z diskuse vyplynulo, že zejména aplikace feromonů bude mít v ochraně lesů určitý význam, např. pro usnadnění kontroly některých škůdců, zejména mnišky, aniž by bylo třeba pracných domácích chovů lákajících

samiček škůdce, jak předpokládá metoda Dykova. K přímému boji na velkých plochách nemůže být zatím těchto látek využito.

Do okruhu diskutovaných otázek spadá i problematika moderního boje s lýkožroutem smrkovým a jinými kůrovci. Z čs. účastníků k tomuto tématu vystoupil zejména Ing. V. Novák, CSc. (VÚLHM Jíloviště - Strnady). Pojednal o možnostech ochrany dřeva před kůrovci za situace neodkorňování kulatiny po celý rok, při soustřeďování dřeva na dřevoskladech, o nutnosti dodržování sanitárního minima a o insekticidech neobsahujících DDT a použitelných proti podkornímu hmyzu.

Vedle čs. účastníků se k otázce lýkožrouta vyslovili i někteří zahraniční pracovníci, jako prof. Dr. H. Eidmann (Švédsko), a své vyjádření k dané tematice v horských lesích předložili v zaslaných příspěvcích Dr. Vasečko (Kyjev) a doc. Dr. Capecki (Krakov). Z diskuse vyplynulo, že boj s lýkožroutem smrkovým a dřevokazem musí být i do budoucna založen především na důkladné prováděné prevenci, tj. na zajištění čistoty (tzv. sanitárního minima) v lesích. Metody chemické obrany (přípravky na bázi gama-izomeru HCH) je nutno všude považovat spíše za opatření ve výjimečných, havarijních případech. Dotykové insekticidy však v boji proti broukům a tedy i proti kůrovcům nelze zatím zaměnit jinými látkami.

Značnou pozornost věnovala konference i formulaci příčin velkého poškození lesa abiotickými činiteli a nalezení cest možné obrany. Zkušenosti čs. pracovníků v otázce možnosti většího zpevnění smrkových porostů vůči vlivu bořivých větrů přednesl zejména Ing. Ivo Vicena, CSc., (Vojenské lesy a statky Praha). Uvedl, že je třeba vytvořit ucelený systém ochrany lesa před větrnými polomy a zejména se řídit určitými hlavními zásadami při hospodaření v lesích, jako je určení směrů bezpečného otírání porostů, vytypování oblastí, kde se škody vyskytují nejčastěji, zpracování kvalifikace zdravotního stavu stromů, stanovení ověřených způsobů výchovných zásahů apod. K danému tématu významně přispěl výbornou a obsažnou přednáškou zejména prof. Dr. S. Prien (Tharandt), zaslanou přednáškou pak prof. Dr. Stojko (Lvov) a další. Prof. Prien doporučil, aby lesní hospodář zaměřil své úsilí v zájmu stabilizace porostů zejména na volbu optimální skladby dřevin, regulování struktury porostů péčí o mladé porosty a aby bylo zamezeno poškozování tyčovin omezením stavů zvěře. Nutná je i péče o zlepšení zápoje, zvýšení ochrany porostních plášťů, vybudování porostních závor a dalších vnitřních zpevnění ohrožených porostů.

Problému zvýšení odolnosti smrkových a vůbec jehličnatých porostů vůči větru se podrobně ve svých příspěvcích věnovali i Ing. Konópka, CSc. (VÚLH Zvolen) a doc. Ing. J. Kodrlik, CSc. (lesnická fakulta Zvolen). Z bohaté diskuse vyplynulo, že odolnost lesních porostů lze podstatným způsobem zvýšit především vhodným pěstováním od nejmladšího věku.

Významnou tematickou skupinu tvořily dále přednášky, týkající se možnosti snížení škod námrazou a sněhem. Ing. Ivo Vicena, CSc. (Vojenské lesy a statky Praha) přednesl své zkušenosti s námrazovou kalamitou na Českomoravské vrchovině v lednu 1974 a vyvodil některé závěry, jak tyto porosty dále pěstovat, aby byly do budoucna odolnější.

Ing. M. Vávra (ředitel LZ Nové Město na Moravě) navrhl podrobné zásady hospodaření v oblastech ohrožovaných abiotickými činiteli, především námrazou. Tato část konference tedy značně přispěla i k řešení obdobných problémů v jiných částech republiky.

Ing. L. Chroust, CSc. (VÚLHM, Výzkumná stanice Opočno) pojednal podrobně o možnostech zvýšení odolnosti mladých smrkových porostů vůči poškození sněhem výchovnými zásahy a Ing. J. Pařez, CSc. (VÚLHM Jíloviště - Strnady) pak přispěl k témuž tématu z hlediska intenzity probírek. Autoři obou příspěvků vytyčili řadu pěstebních postupů, jejichž nedodržování může mít za následek poškozování dalších smrkových porostů.

Značnou část konference zaujaly dále přednášky o možnostech praktické ochrany i obrany lesních porostů proti václavce a červené hnilobě. Zde z čs. účastníků významně přispěl svými dlouholetými zkušenostmi mj. Ing. M. Kořínek (ÚHÚL, Frýdek-Místek). Uvedl, že včasnou obranou proti infekci dřevokazných hub lesní hospodář významně ovlivňuje i výši škod působených abiotickými činiteli, zejména větrem a sněhem. Protože mechanická poškození umožňují invazi dřevokazných hub právě v mladých porostech, je nutno zabránit poškozování stromů při odvozu, loupáním zvěří apod. Kde je však hnilobou poškozeno více než 70 % jedinců, je třeba tyto porosty považovat za trvale ohrožené, neboť ani dalšími pěstebními zásahy zde nelze zdravotní stav podstatně ovlivnit. Pro omezení vlivu sekundárních hnilob

je tedy nutno zajistit důkladnou prevenci již v mladých porostech, a to především opatřeními, zamezujícími poškozování kmenů. Je tedy bezpodmínečně nutné, aby v hospodářském lese byly mysliveckým zájmům přísně nadřazeny požadavky lesnické. Zejména je nutno zajistit zimní krmení lovné zvěře a upravit stavy zvěře na únosnou míru. V této spojitosti přispěl dále i doc. A. Černý, CSc. (lesnická fakulta, Brno) přednáškou na téma Zásady preventivní ochrany k zamezení šíření hnilob a dosažení větší odolnosti porostů vůči klimatickým výkyvům.

K problematice boje s václavkou a červenou hnilobou přispěl dále Dr. Heško (VÚLH Zvolen) přednáškou týkající se chemické obrany proti zmíněným houbám. Nejvíce perspektivními jsou přípravky obsahující bór; 30% kyselina bóritá je účinným fungicidem proti václavce a hlavně proti původcům červené hniloby, kde vy- stačuje již i 2% koncentrace. Boj proti jmenovaným houbovým činitelům je sice ještě značně obtížný, ale přece již v cenných porostech možný. Ze zahraničních pracovníků zaslal dále velmi podnětný a cenný příspěvek v tomto směru i Dr. Vasiljauskas (Litevská SSR). Ukázal v něm, že v SSSR jsou otázky zvyšování odolnosti lesních porostů vůči hnilobám i metody přímé obrany (především ošetřování čerstvých pařezů 10% roztokem močoviny) rozpracovány daleko cílevědoměji a s větš- šími praktickými dopady, než je tomu dnes v ČSSR.

Konference dále poukázala i na některé nové možnosti ochrany lesních kultur a porostů před poškozováním zvěří (Ing. B. Fanta, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady a Ing. M. Mazal, ÚHÚL Brno). Ing. Fanta ve svém příspěvku poukázal na ekonomická hlediska při ochraně lesa před poškozováním zvěří. Z jeho vystou- pení jasně vyplynulo, že plánování myslivosti v rámci lesního hospodářství je bezpodmínečně nutné. Musí mít za následek dosažení plánovaných normovaných stavů všech druhů lovné zvěře, popř. koncentraci chovu vybrané zvěře v těch les- ních oblastech, které nejsou z dřevařského hlediska tak zajímavé, ale pro chov zvěře je jejich bylinná a dřevinná skladba naopak vyhovující. Také podnětný př- íspěvek Ing. Mazala, který byl založen na konkrétních rozbořech situace v jiho- moravských lesích, vyústil v zjištění, že je naší velkou povinností sladit zájmy myslivosti a lesního hospodářství do té míry, abychom příštím pokolením zane- chali lesy poměrně zdravé.

Na závěr konference byly uspořádány dvě zdařilé exkurze do oblasti lesů Lesního závodu Nové Město na Moravě. Pod vedením ředitele tohoto závodu Ing. M. Vávry a pracovníka ochrany lesů Podnikového ředitelství Jihomoravských státních lesů v Brně Ing. A. Musila shlédli účastníci konference porosty poško- zené námrazou, prolámané mokrým sněhem i vyvrácené větrem. V bohaté diskusi byla ujasněna hlediska možné ochrany daných porostů do budoucna, mj. především péstebními metodami. V dalším průběhu exkurzí byly shlédnuty jiné objekty de- monstrující ochranu výsadeb před žírem klikoroha a před zvěří, některé smrkové tyčoviny poškozené loupáním jelení zvěří a starší smrkové kmenoviny prořezané větrem. Ve všech těchto případech došlo k bohatým a hodnotným diskusím o mož- nostech ochrany těchto lesů do budoucna.

Všechny přednesené příspěvky čs. účastníků konference byly již publikovány ve sborníku, vydaném pod názvem Racionalizace v ochraně lesů Domem techniky ČVTS v Českých Budějovicích, 1975.

Na závěr zasedání konference byla přijata rezoluce, která formuluje další úkoly v čs. ochraně lesů, a to nejen v oblasti teoretické, ale zejména v lesním pro- vozu. Zdůrazňuje se velký význam ochrany lesů v současném rozvoji národního hospodářství ČSSR a zejména se zdůrazňuje nutnost důslednějšího zajištění preven- tivní ochrany.

REZOLUCE

1. Racionalizační proces v lesním hos- podářství ČSSR postupně intenzivně za- sahne i do oblasti ochrany lesů. I když zde bude i nadále nutné přednostně za- jišťovat zvýšení dřevní produkce přede- vším důsledným zabezpečením ochrany preventivní, přece se tč. hlavní možnosti technické racionalizace budou moci pro- jevit především na poli zavádění nové

výkonnější ochranné přístrojové tech- niky, účelného rozvíjení chemizace, in- tegrovaných způsobů obrany a vůbec efektivnějších technologických postupů při boji s kalamitními lesními škůdci.

2. Preventivní ochrana, zejména inten- zivní dodržování tzv. sanitárního minima v porostech, zajištění důsledné kontroly výskytu škůdců, chorob a poškození, se

dnes stává obtížnější nejen z důvodů nedostatku pracovních sil v lesním hospodářství, ale současně i z důvodů zvětvování organizačních lesních jednotek. Konference proto zdůraznila, že ekonomika ochrannářských zásahů je těsně spojena zvláště s kontrolní činností lesníka, s včasným zjištěním škůdců a poškození. Bez dalšího zkvalitnění kontroly a signalizační služby v lesních porostech, bez včasného objevování škůdců a škod, by nebylo možno zabezpečit účinnou racionalizaci ochrannářských opatření.

3. Konference široce projednala i problém zakládání a výchovy jehličnatých porostů k větší odolnosti vůči poškození větrem, sněhem nebo námrazou. Zejména v souvislosti s přechodem od maloplošné obnovy k holosečnému hospodářství vyvstane aktuální otázka směru sečí s ohledem na abiotické činitele. Bylo konstatováno, že dnes již vědecko-výzkumná základna ČSSR i zahraničních zemí, jakož i zkušenosti četných odborníků z praxe snesly mnoho dokladů o tom, že větší odolnost zakládaných jehličnatých porostů vůči abiotickým činitelům může být cílevědomě a úspěšně zvyšována již od okamžiku sběru vhodného osiva, volbou řídkých sponů apod. Proto konference doporučila, aby významné čs. výsledky v tomto směru byly co nejdříve publikovány knižně kolektivem pracovníků, vedeným Ing. Ivo Vicensou, CSc.

4. Konference pojednala o otázce možnosti snížení ztrát působených hnilobami kmenů. Konstatovala, že cestu ke snížení škod hnilobami je nutno hledat především v používání stanovištně vhodných sort smrku, ve volbě větších sponů, v zamezení poškození tyčovin zvěří atd. Zvláště snížení procenta vrcholových zlomů smrku výběrem vhodných ekotypů by mohlo problém napadení poškozených kmenů hnilobou kladně ovlivnit.

5. Snížení škod abiotickými činiteli a hnilobami do značné míry závisí i na snížení škod zvěří. Proto konečné stanovení únosných stavů zvěře v každém lesním celku představuje podstatný krok k zamezení šíření hnilob a omezení výskytu zlomů. Opatření v ochraně lesů, týkající se omezení škod větrem a sněhem, hnilobami a zvěří, neležejí tedy jen v ruce ochránáře, ale i pěstitele, těžaře a myslivosti. Jejich vzájemná činnost musí být proto centrálně usměrňo-

vána vyššími řídicími orgány. Hlavní opatření, směřující k vyšší produktivitě lesů, musí být vetknuta jako závazné předpisy i do lesních hospodářských plánů.

6. Konference konstatovala, že i když studium obranných biologických metod, zejména užití bakteriálních přípravků, virů, popř. predátorů (hmyzožravého ptactva, mravenců apod.) intenzivně probíhá, přece chemická metoda bude ještě určitý čas (cca 10–15 let) v čs. lesním hospodářství udržívat vedoucí postavení. Nutno však ve výzkumu intenzivně usilovat o to, aby bylo užíváno chemických látek méně toxických a perzistentních a pokud možno pouze v havarijních případech nebo na malých plochách v počátcích přemnožení škůdců. Pozornost je třeba věnovat zejména zajištění nových účinných látek proti klikorohu a kůrovcům.

7. Výzkumně, popř. poloproduktivně, je nutno sledovat zvláště možnosti použití bakterií a virů, které by měly nejreálněji v blízké budoucnosti nahradit některé látky chemické, zvláště proti listožravým motýlím škůdcům. Nutno zde však počítat s tím, že biologická metoda obrany bude několikanásobně dražší než metoda chemická. Současně však budou splněny nároky na zachování čistoty prostředí, zvláště v rekreačních přírodních aglomeracích. Rovněž studium jiných forem biologické obrany, např. použití analogů juvenilního hormonu hmyzu, feromonů atd. je vysoce perspektivní a musí být ve výzkumu podporováno. V rámci biologických metod ochrany lesa je třeba věnovat na velkoplošných chráněných územích (CHKO) zvýšenou pozornost přirozené skladbě lesa, zejména na extrémních stanovištích.

8. Racionalizační proces v ochraně lesů má dnes však předpoklady pro svůj rychlý rozvoj především na poli intenzivního zavádění nové výkonné ochrannářské techniky. Nutno čs. lesnickou praxi co nejdříve vybavit především drobnou zářadovou nebo lehkou nesenou přístrojovou technikou s možností univerzálního použití, která může být použita již na malých lesních plochách, ve školkách, kulturách, počínajících ohniscích škůdců, v blízkosti vod apod. Vhodnou sestavu ochrannářských přístrojů pro čs. lesní provoz navrhuje příručka vydaná ve VÚLHM Strnady (cf. Lesnický průvodce VÚLHM, No. 1, 1975).

Doc. Ing. Vladislav Martinek, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady

Lochman V.: Vliv pěstebních zásahů na chemické vlastnosti humusu a jeho dynamiku v půdách smrkových porostů v objektu Želivka	861
Zakopal V.: Přírozená obnova v podrostním hospodářství ve smrko-bukovém stupni Orlických hor	881
Ferda J.: Využití stromové kůry k výrobě kůro-rašelinných substrátů pro pěstování semenáček a sazenic lesních dřevin	903
Velek J., Semizorová I.: Biologie rozmnožování zajíce polního (<i>Lepus europaeus</i> Pall.) ve středních Čechách	923

Aktuality

Martinek V.: Celostátní konference o racionalizaci v ochraně lesů	939
---	-----

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Rádl P.: Křivky vývoje. Růstové funkce.	95
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

Лохман В.: Влияние мероприятий по лесовыращиванию на химические свойства гумуса и его динамику в почвах еловых насаждений в объекте Желивка	878
Закопал В.: Естественное возобновление в подростном лесохозяйстве елово-букового пояса Орлицких гор	899
Ферда Я.: Использование коры деревьев для производства коро-торфяных субстратов	919
Велек И., Семизорова И.: Биология размножения зайца-русака (<i>Lepus europaeus</i> Pall.) в Центральной Чехии	937

Новости

Мартинек В.: Общегосударственная конференция о рационализации в области защиты лесов	939
--	-----

Приложение

Математические методы в лесоводстве

Радл П.: Кривые развития. Функции роста	95
---	----

CONTENTS

Lochman V.: The Influence of Silvicultural Treatments on Chemical Properties of Humus and Its Dynamism in Spruce Stand Soils in the Želivka Area	879
Zakopal V.: Natural Regeneration in Shelterwood System of Spruce-Beech Zone in Orlické hory	900
Ferda J.: Utilization of the Tree Bark for Production of Bark-Peat Substrates Used for the Growing of Tree Seedlings and Plants	920
Velek J., Semizorová I.: Reproduction Biology of Grey Hare (<i>Lepus europaeus</i> Pall.) in Central Bohemia	937

Topical News

Martinek V.: National Conference on Rationalization in Forest Protection	939
--	-----

Supplement

Mathematical Methods in Forestry

Rádl P.: Development Curves. Growth Functions	95
---	----

INHALT

Lochman V.: Einfluß der Pflegeeingriffe auf die chemischen Eigenschaften von Humus und dessen Dynamik in den Böden der Fichtenbestände im Objekt Želivka	879
Zakopal V.: Naturverjüngung in einem Vorverjüngungsbetrieb der Fichten-Buchenstufe im Adlergebirge	901
Ferda J.: Ausnutzung der Baumrinde zur Herstellung von Borke-Torf-Substraten für die Anzucht von Sämlingen und Sätzlingen der Waldhölzer	921
Velek J., Semizorová I.: Biologie der Vermehrung von dem Feldhasen (<i>Lepus europaeus</i>) Pall. in Mittelböhmen	937

Aktualitäten

Martínek V.: Gesamtstaatliche Konferenz über die Waldschutzrationalisierung	939
---	-----

Beilage

Mathematische Methoden in der Forstwirtschaft

Rádl P.: Die Entwicklungskurven. Die Wachstumsfunktionen	95
--	----

TABLE DES MATIÈRES

Lochman V.: Influence des éclaircies culturales sur les propriétés chimiques de l'humus et la dynamique de ce dernier dans les sols des peuplements d'épicéa sur les parcelles de recherche Želivka	An, Al 879
Zakopal V.: Régénération naturelle de l'étage <i>Piceeto-Fagetum</i> , soumis au traitement par coupes progressives dans les Monts d'Orlice	An, Al 900
Ferda J.: Utilisation de l'écorce d'arbre à la production des substrats composés d'écorce et de tourbe, destinés à la culture des semis et des plants des essences forestières	922
Velek J., Semizorová I.: Biologie de reproduction du lièvre de plaine (<i>Lepus europaeus</i> Pall.) dans la Bohême centrale	938

Actualités

Martínek V.: Conférence nationale sur la rationalisation de la protection des forêts	939
--	-----

Annexe

Méthodes mathématiques en sylviculture

Rádl P.: Courbes du développement. Fonctions de croissance	95
--	----

LESNICTVÍ č. 12/1976

otiskuje tyto práce:

- Vyskot M.: Probírky v exponované horské smrčíně na Šumavě
Chalupa V.: Ovlivnění fotosyntézy a růstu lesních dřevin vodním deficitem
Fanta J.: Ekologický a hospodářský význam fenotypové proměnlivosti původních populací smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link) v Krkonoších
Šrot M.: Některé nové poznatky o zakládání sesterského pokolení lýkožrouta modřínového (*Ips cembrae* Heer.) v ČR
Hromas J.: Zvěř a doprava
Prudký J.: Česká myslivecká mluva

Lesnictví č. 12/1976 stojí 12,- Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2

Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS – ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.

MATEMATICKÉ METODY V LESNICTVÍ

P. Rádl: Křivky vývoje. Růstové funkce

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 22 (XLIX), 1976. ČÍSLO 11

Je známo, že různé biologické, chemické a jiné procesy mají podle daných předpokladů specifický zákonitý průběh. Poznání zákonitosti těchto procesů a jejich matematická formulace umožňuje jejich praktické využití pro technické a hospodářské účely.

Zvláštní význam pro biometrické řešení základních produkčních otázek v lesnictví má poznání a matematická formulace průběhu růstových veličin stromů a porostů vzhledem k věku. Pro tuto formulaci a její ověření je předpokladem matematicko-statistické zpracování empirických údajů získaných dendrometrickým měřením růstových a přírůstkových veličin.

Vzhledem k velké teoretické a praktické důležitosti celé této složité problematiky vzniká v lesnictví řada studií o růstové a přírůstkové teorii. Některé nejdůležitější formulace a jejich matematický rozbor uvádíme v této práci.

ZÁKLADNÍ POJMY

Probíhá-li vývoj nějaké veličiny y v čase t , bez vnějších zásahů, můžeme vyjádřit vztah této veličiny k času jako funkci

$$y = h(t). \quad (1)$$

Přitom nás pochopitelně zajímá jen ta část funkce (1), která leží v 1. kvadrantu soustavy souřadnic $\langle P, t, y \rangle$.

Definice 1. Funkce $y = h(t)$, kde $t \geq 0$, $y \geq 0$ se nazývá zákon růstu. Grafické vyjádření zákona růstu se nazývá křivka vývoje.

Definice 2. Přírůstek růstové veličiny za elementární časový interval se nazývá rychlost růstu:

$$v = \lim_{(t_2 - t_1) \rightarrow 0} \left| \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1} \right| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta y}{\Delta t} \right| = \left| \frac{dy}{dt} \right| = |h'(t)|.$$

Rychlost růstu v libovolném bodě T je geometricky vyjádřena směrnici tečny křivky vývoje v bodě T . Je tedy $v = |\operatorname{tg} \alpha|$ (obr. 1).

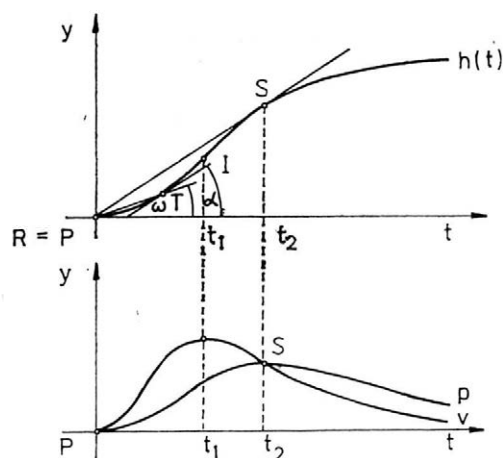
Věta 1. Rychlost růstu je největší, právě když směrnice tečny křivky vývoje je největší.

Položíme-li $h'(t) = q(t)$, je $h''(t) = q'(t)$ a z rovnosti $h''(t_1) = q'(t_1) = 0$ odvodíme větu 2.

Věta 2. Má-li křivka vývoje v čase t_1 inflexní bod, má křivka rychlosti růstu v čase t_1 extrém (obr. 1), a to maximum, je-li křivka vývoje v okolí inflexního bodu rostoucí, a minimum, je-li klesající.

Definice 3. Podíl růstové veličiny a času, za který narostla, se nazývá průměrný růst:

$$p = \left| \frac{h(t) - h(0^+)}{t} \right|, \text{ kde } t \neq 0, h(0^+) = \lim_{t \rightarrow 0^+} h(t).$$



Obr. 1

Průměrný růst v libovolném bodě T je geometricky vyjádřen směrnici průvodiče RT , kde $R = [0, h(0^+)]$, bodu T . Je tedy $p = |\operatorname{tg} \omega|$ — obr. 1.

Věta 3. Průměrný růst je největší, právě když směrnice „průvodiče“ bodu křivky vývoje je největší.

Nutná podmínka pro určení extrémů funkce p je

$$\frac{h'(t) \cdot t - h(t) + h(0^+)}{t^2} = 0.$$

Odtud

$$h'(t) \cdot t - h(t) + h(0^+) = 0$$

a

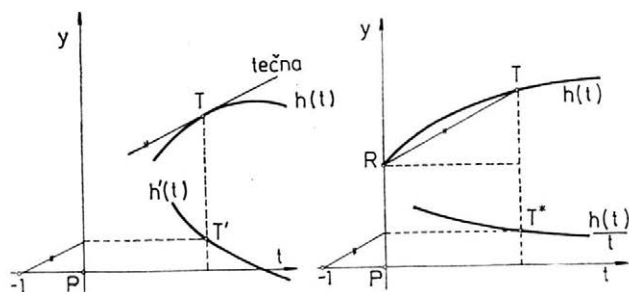
$$h'(t) = \frac{h(t) - h(0^+)}{t},$$

což je nutná a postačující podmínka pro určení průsečíků křivek rychlosti růstu a průměrného růstu.

Věta 4. Má-li křivka průměrného růstu v bodě S extrém, protíná v tomto bodě křivku rychlosti růstu (obr. 1).

V bodě S navíc zřejmě platí $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \omega$.

Křivku pro rychlost růstu a pro průměrný růst lze z křivky vývoje odvodit graficky pomocí grafické derivace a pomocí podobnosti (obr. 2).



Obr. 2

Definice 4. Podíl $\alpha = \frac{y'}{y} = \frac{h'(t)}{h(t)}$ se nazývá v lesnictví intenzita růstu.

Definice 5. Podíl $\tau = \frac{t_2}{t_1}$ časů maxima průměrného růstu a maxima rychlosti růstu se nazývá pružnost křivky vývoje.

V naší současné lesnické literatuře zabývající se růstem organických veličin se pro pojmy, které jsme dosud definovali, vžily tyto názvy:

zákon růstu — růstová funkce,
 křivka vývoje — růstová křivka,
 rychlost růstu — běžný přírůst.
 průměrný růst — poměrný přírůst.

Úmluva. Aby nedošlo k nedorozumění, budeme v dalším výkladu užívat tyto názvy.

RŮST LESNÍCH STROMŮ A POROSTŮ

Pro lesnickou praxi má velký význam matematické vyjádření vztahu základních taxačních veličin lesních stromů a porostů vzhledem k času.

Dosud nejdůkladnější rozbor všech snah o matematickou formulaci růstu a přírůstu z lesnického hlediska provedl v obsáhlejší studii W. Peschel. Ve své práci uvádí rozbor funkcí navrhovaných pro vyjádření růstu a přírůstu taxačních veličin, které byly uveřejněny do roku 1938 (z funkcí popsanych v další kapitole to byla funkce Robertsonova a Hegershova). Mnohé z těchto funkcí jsou však nevyhovující. Buď nejsou řádně teoreticky zdůvodněny, nebo nevystihují průběh růstu v celém životě stromu nebo porostu.

U nás se problematikou růstu a jeho matematickou formulací pro jednotlivé taxační veličiny zabývali zejména: Van der Vliet, Rychlý, Korsuň a Korf.

Na základě rozsáhlého bádání byly stanoveny podmínky, které musí růstová funkce splňovat, má-li být použitelná pro řešení produkčních otázek v lesnictví. Tyto podmínky můžeme stručně vyjádřit takto:

1. Růstová funkce (a tím i přírůstové funkce) musí být bezpodmínečně vyjádřena matematicky zdůvodněným vzorcem. Jen tak je totiž možno provádět s těmito funkcemi potřebné matematické operace a jen tehdy je možno provést jejich obecný rozbor.

2. Růstová i přírůstové funkce musí vyjadřovat život stromu, resp. porostu, v celém věkovém rozsahu, nemohou vyjadřovat jen nějaký úsek růstového děje.

3. Pro růstovou funkci a přírůstové funkce přitom musí platit:

$$a) h(0^+) = 0, v(0^+) = 0, p(0^+) = 0, \text{ kde } i(0^+) = \lim_{t \rightarrow 0^+} i(t) \text{ pro } i = h, v, p, \quad (2)$$

b) existuje právě jeden bod $t_1 \in (0, \infty)$ takový, že $h''(t_1) = 0$ a současně $v(t_1) = \max \{v(t), t \in (0, \infty)\}$,

c) $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = A > 0$, kde A je konstanta,

d) $\lim_{t \rightarrow \infty} v(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = 0$,

e) existuje právě jeden bod $t_2 \in (0, \infty)$, takový, že $p(t_2) = \max \{p(t), t \in (0, \infty)\}$ a současně $p(t_2) = v(t_2)$.

4. Růstová křivka i křivky běžného a průměrného přírůstu jsou asymetrické.

5. Růstová křivka je stále rostoucí a má tvar „protáhlého písmene S“ (obr. 1). V jistém čase t_1 má inflexní bod. V intervalu $(0, t_1)$ je konvexní a v intervalu (t_1, ∞) konkávní. Má asymptotu rovnoběžnou s osou t .

6. Přírůstové křivky (tj. křivky běžného ročního přírůstu a průměrného ročního přírůstu) mají obě „zvonovitý“ tvar (obr. 1). Zpočátku jsou rostoucí (křivka běžného přírůstu roste rychleji), potom dosahují maxima a dále jsou klesající. Mají asymptotu v ose t .

7. Aby měla růstová funkce obecnou platnost, nesmí vyjadřovat strnulou křivku, nýbrž musí být dostatečně pružná. Na tuto okolnost poukázal poprvé prof. V. Korf v roce 1939.

Z uvedených podmínek mimo jiné vyplývá, že růst lesních stromů, resp. porostů, můžeme rozdělit na tři fáze:

1. Od začátku růstu do času t_1 , kdy na růstové křivce je inflexní bod a kdy běžný roční přírůst dosahuje maxima — interval $(0, t_1)$.

2. Od času t_1 do t_2 , kdy dosahuje maxima průměrný roční přírůst, který je v té době roven běžnému ročnímu přírůstu — interval (t_1, t_2) .

3. Třetí fáze začínající od času t_2 je teoreticky neukončená a prakticky končí těžbou stromu, resp. porostu, interval (t_2, ∞) .

Poznámka. Místo podmínky (2) byla v naší lesnické literatuře uváděna tato podmínka:

$$h(0) = 0, \quad h'(0) = 0, \quad h''(0) = 0. \quad (3)$$

Domnívám se, že podmínka (3) nevystihuje zcela přesně reálnou skutečnost.

Poznámka. Dalším požadavkem donedávna kladeným na růstovou funkci bylo, aby neobsahovala příliš mnoho parametrů. Tento požadavek byl motivován náročností a zdoluhavostí výpočtů potřebných k určení těchto parametrů. Za optimální byly považovány funkce tříparametrové. Požadavek menšího počtu parametrů však dnes při možnosti použití samočinných počítačů ustupuje do pozadí.

NĚKTERÉ RŮSTOVÉ FUNKCE

Funkci (1) můžeme považovat za řešení obyčejné diferenciální rovnice 1. řádu

$$H(t, y, y') = 0, \quad \text{kde } y' = \frac{dy}{dt}.$$

Pro jednoduchost budeme předpokládat, že jde o diferenciální rovnici se separovatelnými proměnnými, tj. o rovnici

$$\frac{dy}{dt} = G(y)F(t),$$

a uvedeme některé příklady růstových funkcí.

$$1. \quad \frac{dy}{dt} = G(y) \quad (4)$$

1.1 $G(y) = k$, kde k je konstanta.

Dosazením do rovnice (4) dostaneme

$$\frac{dy}{dt} = k,$$

$$\text{odtud} \quad dy = k dt$$

$$\int dy = \int k dt$$

$y = kt + C$, kde C je integrační konstanta.

Při počáteční podmínce, aby v čase $t = 0$ bylo $y = y_0$, je $C = y_0$. Takže partikulární řešení rovnice (4) je

$$y = kt + y_0.$$

Růstovou funkci tedy zobrazuje přímka procházející bodem $[0, y_0]$ a mající směrnici $\text{tg } \alpha = k$.

$$1.2 \quad G(y) = ay + b, \quad a \neq 0.$$

V tomto případě má rovnice (4) obecné řešení

$$y = e^{at} C - \frac{b}{a} \quad (C \text{ je integrační konstanta})$$

a při počáteční podmínce $t = 0, y = y_0$ partikulární řešení

$$y = -\frac{b}{a} + \left(y_0 + \frac{b}{a}\right)e^{at}. \quad (5)$$

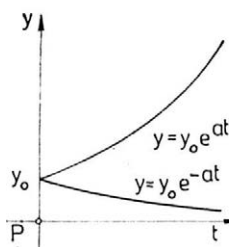
Růstovou funkci tedy zobrazuje exponenciální křivka, jdoucí bodem $[0, y_0]$. Pro $a > 0$ má vzhledem k hodnotám konstant b, y_0 růstová funkce (5) tyto speciální tvary:

a) $b = 0, y_0 \neq 0 \Rightarrow y = y_0 e^{at}$ obr. 3a;

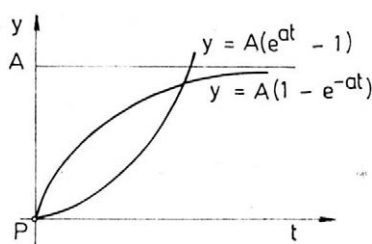
b) $b = 0, y_0 \neq 0 \Rightarrow y = y_0 e^{-at}$ obr. 3a;

c) $y_0 = 0, \frac{b}{a} = A \Rightarrow y = A(e^{at} - 1)$ obr. 3b;

d) $y_0 = 0, \frac{b}{a} = A \Rightarrow y = A(1 - e^{-at})$, zde je přímka $y = A$ asymptotou křivky a určuje tzv. stagnaci růstu (obr. 3b).



Obr. 3a



Obr. 3b

$$1.3 \quad G(y) = -ay^2 + by + c, \quad a > 0, b > 0, c > 0.$$

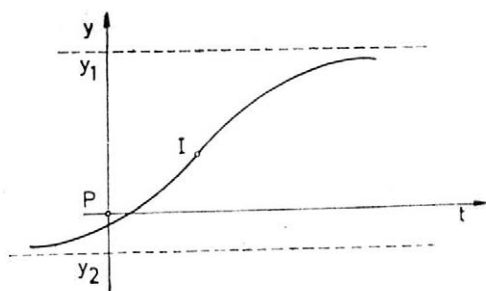
Jsou-li $y_1 \neq y_2$ kořeny kvadratické rovnice $G(y) = 0$, je $G(y) = -ay^2 + by + c = -a(y - y_1)(y - y_2) = a(y_1 - y)(y - y_2)$. Obecné řešení rovnice (4) je pak

$$y = y_2 - \frac{y_2 - y_1}{1 + C e^{(y_2 - y_1)at}}$$

Toto řešení lze upravit a růstovou funkci můžeme pak psát ve tvaru

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} + \frac{y_1 - y_2}{2} \text{tgh} \frac{y_1 - y_2}{2} (at + C).$$

Růstová křivka má tvar hyperbolické tangenty a nazývá se logistika (obr. 4).



Obr. 4

Křivka probíhá mezi asymptotami $y = y_1$, $y = y_2$ a je souměrná podle inflexního bodu $I = [u, v]$. Při počáteční podmínce $t = 0, y = y_0$ je

$$u = \frac{1}{a(y_1 - y_2)} \ln \frac{y_1 - y_0}{y_0 - y_2}, \quad v = \frac{y_1 + y_2}{2}, \quad C = -au.$$

Logistika na obr. 4 je stále rostoucí. Diferenciální rovnice

$$\frac{dy}{dt} = ay^2 - by - c, \quad a > 0, b > 0, c > 0$$

vede k logistice stále klesající.

Poznámka. Ostatní tvary kvadratické funkce $ay^2 + by + c$, $abc \neq 0$, lze transformací souřadnic převést na předchozí typy.

$$1.4 \quad G(y) = -ay^2 + by, \quad a > 0, b > 0.$$

Jde o specializaci obecného případu 1.3, když $c = 0$.

Je

$$G(y) = -ay^2 + by = y(b - ay) \text{ a rovnice } G(y) = 0$$

má kořeny

$$y_1 = \frac{b}{a}, \quad y_2 = 0.$$

Růstová funkce, která se nazývá Robertsonova, má tvar

$$y = \frac{\frac{b}{a}}{1 + C e^{-bt}}$$

nebo po úpravě

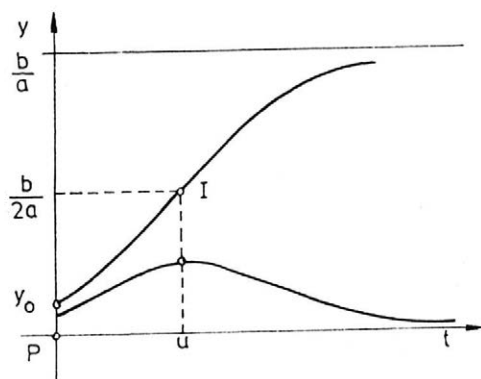
$$y = \frac{b}{2a} + \frac{b}{2a} \operatorname{tgh} \frac{b}{2a} (at + C).$$

Je určena dvěma parametry a, b .

Růstová křivka je rostoucí, probíhá mezi asymptotami $y = 0, y = \frac{b}{a}$ a je souměrná podle inflexního bodu $I = [u, v]$ – obr. 5.

Při počáteční podmínce $t = 0, y = y_0$ je

$$u = \frac{1}{b} \ln \frac{b - ay_0}{ay_0}, \quad v = \frac{b}{2a}, \quad C = -au.$$



Obr. 5

Pro prvou derivaci (běžný přírůst) Robertsonovy růstové funkce platí:

$$v = y' = \frac{b^2}{4a} \frac{1}{\cosh^2 \frac{b}{2a}(at + C)} = \frac{b^2}{4a} \frac{1}{\cosh^2 \frac{b}{2}(t - u)}$$

Křivka běžného přírůstu (obr. 5) má (podle věty 2) v čase $t = u$ maximum, je souměrná podle přímky $t = u$ (vzhledem k souměrnosti růstové křivky podle inflexního bodu a vzhledem ke geometrickému vyjádření rychlosti růstu) a má asymptotu v ose t (neboť $\lim_{t \rightarrow +\infty} v = \lim_{t \rightarrow -\infty} v = 0$).

Příslušná funkce pro průměrný přírůst má složité matematické vyjádření. Teoretické sledování jejího průběhu přesahuje rámec našeho výkladu a nebudeme se jím zabývat. Spokojíme se pouze s tím, že křivku průměrného přírůstu dovedeme graficky odvodit z růstové funkce nebo že ji můžeme sestavit bodově na základě tabulkových hodnot.

$$2. \quad \frac{dy}{dt} = F(t). \quad (6)$$

$$\text{Odtud } \int dy = \int F(t) dt$$

a $y = f(t) + C$, kde $f(t)$ je funkce primitivní k funkci $F(t)$ a C je integrační konstanta.

2.1 $F(t) = a$, kde a je konstanta.

Obecným řešením rovnice (6) je v tomto případě přímka

$$y = at + C.$$

2.2 $F(t) = at^n$, kde a, n jsou konstanty.

Zde je obecným řešením rovnice (6) mocninná křivka

$$y = \frac{a}{n+1} t^{n+1} + C.$$

Určení partikulárního řešení v případech 2.1 i 2.2 je pro čtenáře zajisté velmi snadné.

2.3 $F(t) = ae^{-kt}$, kde $a, k \neq 0$ jsou konstanty. Partikulárním řešením (při počátečních podmínkách $t = 0, y = 0$) rovnice (6) je exponenciální křivka

$$y = \frac{a}{k} (1 - e^{-kt}).$$

2.4 $F(t) = at^n e^{-kt}$, kde $a \neq 0$, $k \neq 0$ jsou konstanty a n je přirozené číslo.

Potom $f(t) = \int at^n e^{-kt} dt = a \int t^n e^{-kt} dt = a I_n$.

Budeme-li integrál I_n řešit metodou per partes,

$$I_n = \int t^n e^{-kt} dt = \left| \begin{array}{ll} u = t^n & v' = e^{-kt} \\ u' = nt^{n-1} & v = -\frac{1}{k} e^{-kt} \end{array} \right| = -\frac{t^n}{k} e^{-kt} + \frac{n}{k} \int t^{n-1} e^{-kt} dt,$$

dospějeme k rekurentnímu vzorci

$$I_n = -\frac{t^n}{k} e^{-kt} + \frac{n}{k} I_{n-1},$$

kde n je přirozené číslo a

$$I_0 = \int e^{-kt} dt = -\frac{1}{k} e^{-kt} + c_0.$$

Pomocí tohoto rekurentního vzorce můžeme integrál I_n vypočítat:

$$I_n = -\frac{e^{-kt}}{k^{n+1}} n! \sum_{i=0}^n \frac{k^i t^i}{i!} + c_1.$$

Takže obecné řešení rovnice (6) je

$$y = -\frac{an!}{k^{n+1}} e^{-kt} \sum_{i=0}^n \frac{k^i t^i}{i!} + C.$$

Při počátečních podmínkách $t = 0, y = 0$ je

$$0 = -\frac{an!}{k^{n+1}} \cdot 1 \cdot \frac{k^0 t^0}{0!} + C \Rightarrow C = \frac{an!}{k^{n+1}}.$$

Partikulární řešení rovnice (6) tedy je

$$y = \frac{an!}{k^{n+1}} \left[1 - e^{-kt} \sum_{i=0}^n \frac{k^i t^i}{i!} \right], \quad (7)$$

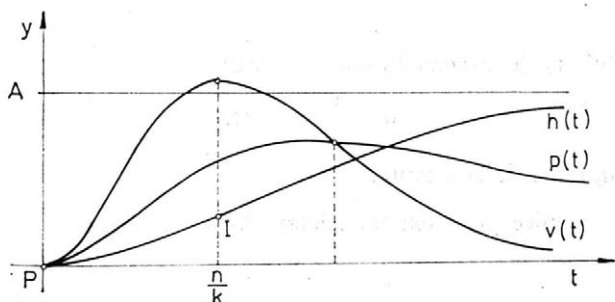
kde $a \neq 0$, $k \neq 0$ jsou konstanty a n je přirozené číslo.

Růstová funkce (7) je určena třemi parametry a, n, k , které jsou však vzájemně vázány vztahem $\frac{an!}{k^{n+1}} = A$ a kde navíc n je přirozené číslo.

Růstová křivka má tvar protáhlého písmene S a je asymetrická (obr. 6, kde $n = 2$, $k = 2$). Prochází počátkem soustavy souřadnic a je stále rostoucí. V intervalu $\left(0, \frac{n}{k}\right)$ je kovenxní, v čase $t = \frac{n}{k}$ má inflexní bod a v intervalu $\left(\frac{n}{k}, \infty\right)$ je konkávní. Má asymptotu $y = A$, kde

$$A = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = \frac{an!}{k^{n+1}}.$$

Křivka běžného přírůstu $v = at^n e^{-kt}$, kde $a \neq 0$, $k \neq 0$ jsou konstanty a n je přiro-



Obr. 6

zené číslo, je rovněž asymetrická. Opět prochází počátkem soustavy souřadnic, má jedno maximum v čase $t = \frac{n}{k}$ (věta 2), dva inflexní body v časech $t_{1,2} = \frac{n \pm \sqrt{n}}{k}$ a asymptotu v ose t (neboť $\lim_{t \rightarrow +\infty} v = 0$).

Protože

$$h(0^+) = \lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{an!}{k^{n+1}} \left[1 - e^{-kt} \sum_{i=0}^n \frac{k^i t^i}{i!} \right] = 0,$$

je průměrný přírůst

$$p = \frac{h(t)}{t} = \frac{an!}{tk^{n+1}} \left[1 - e^{-kt} \sum_{i=0}^n \frac{k^i t^i}{i!} \right],$$

kde $a \neq 0$, $k \neq 0$ jsou konstanty, n je přirozené číslo, $t \neq 0$. Průběh křivky průměrného přírůstu nebudeme (ze stejných důvodů jako v případě 1.4) podrobně vyšetřovat. Vzhledem k úvahám vysloveným v kapitole 1, zejména vzhledem k větě 3 a vzhledem k tvaru růstové křivky můžeme pouze říci, že křivka průměrného přírůstu má jedno maximum, dva inflexní body, asymptotu v ose t a pro $t \rightarrow 0^+$ je $p \rightarrow 0$ (obr. 6).

Na závěr tohoto odstavce uvedeme dva známé tvary růstové funkce (7):

a) Je-li $n = 2$, $k = 2$ dostaneme ze vztahu (7) Van der Vlietovu růstovou funkci

$$y = A [1 - e^{-2t} (1 + 2t + 2t^2)].$$

b) Je-li $n = 2$, $k \neq 0$ potom růstová funkce

$$y = \frac{2a}{k^3} \left[1 - e^{-kt} \left(1 + kt + \frac{k^2 t^2}{2} \right) \right]$$

se nazývá Hugershofova.

$$3. \quad \frac{dy}{dt} = y F(t).$$

$$\text{Odtud } \int \frac{dy}{y} = \int F(t) dt,$$

$\ln|y| = f(t) + C$, kde $f(t)$ je funkce primitivní k funkci $F(t)$ a C je integrační konstanta.

Je tedy

$$\ln|y| = \ln e^{f(t)} + \ln A$$

a

$$y = A e^{f(t)}.$$

Poznámka. Rovnicí (8) je určena intenzita růstu:

$$a = \frac{y'}{y} = F(t).$$

3.1 $F(t) = a$, kde a je konstanta.

Obecným řešením rovnice (8) je exponenciální křivka

$$y = A e^{at}.$$

$$3.2 \quad F(t) = \frac{1}{t}, \quad t \neq 0.$$

V tomto případě je obecným řešením rovnice (8) přímka

$$y = A e^{n1 t} = A t.$$

$$3.3 \quad F(t) = \frac{k}{t^n}, \quad \text{kde } k \neq 0, n > 1 \text{ jsou konstanty a } t \neq 0.$$

Zde je

$$f(t) = \frac{k}{(1-n)t^{n-1}}$$

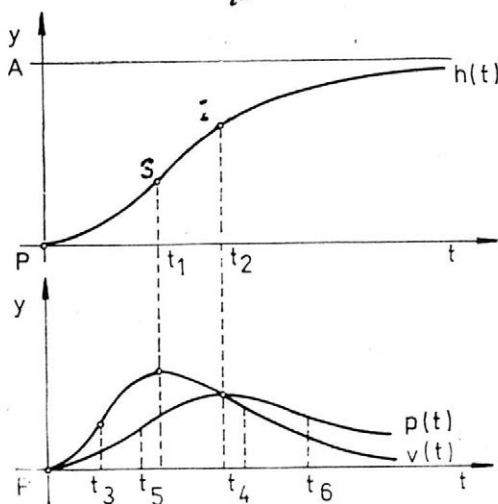
a obecným řešením rovnice (8) je Korfova růstová funkce

$$y = \frac{k}{A e^{(1-n)t^{n-1}}}.$$

Korfova růstová křivka má tvar protáhlého písmene S a je stále rostoucí. Pro $t \rightarrow 0^+$ je $y \rightarrow 0$. V intervalu $\left(0, \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}\right)$ je konvexní, v čase $t_1 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}$ má inflexní bod $I = \left[\sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}, A e^{\frac{n}{1-n}}\right]$ a v intervalu $\left(\sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}, \infty\right)$ je konkávní. Má asymptotu $y = A$ (obr. 7).

Křivka běžného přírůstu

$$v = A \frac{k}{t^n} e^{\frac{k}{(1-n)t^{n-1}}}$$



Obr. 7

je asymetrická (obr. 7). Pro $t \rightarrow 0^+$ je $v \rightarrow 0$. Křivka má jedno maximum v čase $t_1 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}$ (věta 2), dva inflexní body v čase

$$f_{3,4} = \frac{1-n}{2k} \sqrt{\frac{3n \pm \sqrt{5n^2 - 4n}}{2k}}$$

a asymptotu v ose t .

Protože

$$h(0^+) = \lim_{t \rightarrow 0^+} A \frac{k}{e^{(1-n)t^{n-1}}} = 0$$

platí pro průměrný přírůst

$$p = \frac{h(t)}{t} = \frac{A}{t} \frac{k}{e^{(1-n)t^{n-1}}}.$$

Křivka průměrného přírůstu je rovněž asymetrická (obr. 7). Má jedno maximum v čase $t_2 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}$, dva inflexní body v čase

$$t_{5,6} = \frac{n-1}{4} \sqrt{\frac{k}{n} (n+2 \pm \sqrt{n^2 + 4n - 4})}$$

a asymptotu v ose t . Pro $t \rightarrow 0^+$ je $p \rightarrow 0$.

Pro pružnost Korfovy růstové funkce platí:

$$\tau = \frac{t_2}{t_1} = \frac{\sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}}{\sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}} = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}.$$

Korfova růstová funkce je určena třemi parametry A, n, k . Ze souřadnic inflexního bodu růstové křivky snadno odvodíme, že

a) při konstantním n, k určuje A vzdálenost asymptoty od osy t . Inflexní bod se přitom pohybuje po přímce

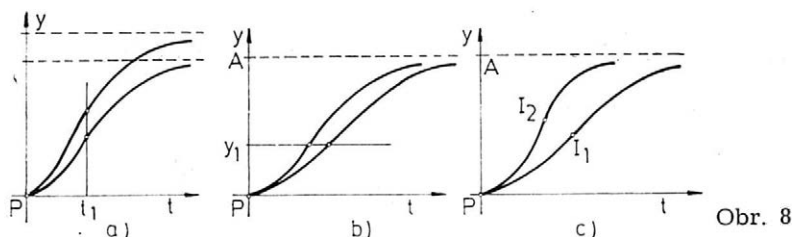
$$t = t_1 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}, \quad (\text{obr. 8a})$$

b) při konstantním n, A se inflexní bod pohybuje po přímce

$$y = y_1 = A e^{\frac{n}{1-n}}, \quad (\text{obr. 8b})$$

c) při konstantním k, A pro vzájemnou polohu inflexních bodů $I_1 = [t_1, y_1]$ a $I_2 = [t_2, y_2]$ platí:

$$n_2 > n_1 \Rightarrow t_2 < t_1, \quad y_2 > y_1. \quad (\text{obr. 8c})$$



Obr. 8

Parametry n , k tedy určují polohu inflexního bodu (nikoliv asymptoty) a parametr A určuje polohu asymptoty (nikoliv inflexního bodu).

Poznámka. Korfova růstová funkce byla využita ke zpracování československých růstových tabulek pro hlavní naše dřeviny. Výpočet parametrů a funkčních hodnot byl přitom proveden na samočinném počítači podle programů sestavených promovanými matematiky F. Burdou a F. Pánkem.

$$3.4 \quad F(t) = \frac{k}{t^2}, \text{ kde } k \neq 0 \text{ je konstanta a } t \neq 0.$$

Jde o specializaci případu 3.3, když $n = 2$. Obecným řešením rovnice (8) je pak Michajlovova růstová funkce

$$y = A e^{-\frac{k}{t}}.$$

Pro příslušné přírůstové funkce platí:

$$v = A e^{-\frac{k}{t}} \cdot \frac{k}{t^2},$$

$$p = A e^{-\frac{k}{t}} \cdot \frac{1}{t}.$$

Tvar růstové křivky i přírůstových křivek si čtenář jistě snadno odvodí z odstavce 3.3.

Poznamenejme ještě, že Michajlovova růstová funkce je na rozdíl od obecné Korfovy funkce ztrnulá

$$\tau = \frac{t_2}{t_1} = \frac{k}{\frac{k}{2}} = 2.$$

BACKMANOVA RŮSTOVÁ TEORIE

Teorii organického růstu se podrobně zabýval švédský lékař prof. Gaston Backman. Ve své práci vydané v roce 1943 stanovil podmínky, kterým musí růstová funkce vyhovovat, aby vystihovala biologické dění. (Tyto podmínky jsou v hlavních rysech uvedeny v kapitole 2 a nebudeme je zde opakovat). Velký důraz klade Backman na asymetrii růstové a přírůstové křivky. Uvádí, že symetrické růstové a přírůstové křivky nejsou při růstu rostlin a zvířat prokázány. Svou teorii Backman aplikoval mimo jiné na růst ryb, savců, lidí a lesních stromů. Matematicky však formuloval pouze přírůstovou a růstovou funkci. Průměrným přírůstkem se vůbec nezabýval, a proto také nezná pojem pružnosti křivky τ .

Při odvození přírůstové a růstové funkce vychází Backman z předpokladu, že „logaritmus rychlosti růstu je negativně proporcionální čtverci logaritmu času“:

$$\log H = k_2 \log^2 T \quad (9)$$

V této rovnici je čas T a běžný přírůst H vyjádřen vzhledem k času t_1 a běžnému přírůstu v_1 jako k jednotce. Při tom v bodě $[t_1, v_1]$ je maximum běžného přírůstu. Je tedy

$$T = \frac{t}{t_2}, \quad H = \frac{v}{v_1}$$

a rovnici (9) můžeme psát ve tvaru

$$\log v = \log v_1 + k_2 \log^2 t_1 - 2k_2 \log t_1 \log t + k_2 \log^2 t.$$

Pro danou přírůstovou funkci jsou t_1, v_1 konstanty, takže při označení

$$k_0 = \log v_1 + k_2 \log^2 t_1,$$

$$k_1 = -2k_2 \log t_1$$

je

$$\log v = k_0 + k_1 \log t + k_2 \log^2 t.$$

Odtud po úpravě a po substituci

$$\frac{k_0}{\log e} = s_0, \quad k_1 = s_1, \quad k_2 \log e = s_2$$

dostaneme pro běžný přírůst vztah

$$v = \frac{dy}{dt} = e^{s_0 + s_1 \ln t - s_2 \ln^2 t}.$$

Poměrně složitou integrací této diferenciální rovnice, kterou provedl švédský matematik Andersson, dostaneme růstovou funkci

$$y = K \int_{-\infty}^x e^{-x^2} dx,$$

kde k je konstanta a $x = \varphi(t)$.

Literatura

1. BACKMANN, G.: Wachstum und organische Zeit. Lipsko 1943
2. KORF, V.: Odvození celkové hmotové produkce lesních porostů. Lesnictví, r. 17, 1971, č. 10, s. 903
3. KORF, V.: Růst stejnověkých porostů a Backmanova růstová teorie. Lesnický časopis, r. 13, 1967, č. 10, s. 855-872
4. KORF, V. a kol.: Dendrometrie. Praha, SZN, 1972
5. KORSUŇ, F.: Zákon vzrůstu. Lesnická práce, r. 1950
6. REKTORYS, K. a kol.: Přehled užití matematiky. Praha, SNTL 1963

Petr R á d l, katedra matematiky LF VŠZ, Brno

