

Škody přibližováním a možnosti jejich omezení při maloplošném hospodaření

**Вопрос повреждений, причиняемых в насаждении трелевкой, и возможность
их ограничения при группово-выборочных рубках на малых площадях**

**Bringungsschäden und die Möglichkeiten ihrer Beschränkung bei der
Kleinflächenwirtschaft**

**Damage Caused to Stands by Skidding and Possibilities of Reducing this Damage
when Felling Small Areas**

Inž. Josef FANTA

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV, výzkumná stanice Opočno

Došlo dne 24. II. 1958

Úvod

Holá seč byla v lesním hospodářství příkladem jednoduchosti a správného systému v organizaci těžebních a pěstebních prací. Při jejím použití nebyly však dostatečně respektovány biologické předpoklady pěstování lesů. Její mechanické použití vedlo k poruchám, dotýkajícím se namnoze podstaty lesa. Proto lesní hospodářství ustoupilo od holé seče a přešlo k jiným způsobům těžby a obnovy porostů, založeným na skloubení biologických a ekonomických momentů v pěstování lesů. Při přechodu k maloplošnému hospodářství byla však zanedbána skutečnost, že pěstební techniku maloplošného hospodářství je nutno budovat na jiných, kvalitnějších metodách těžby a přibližování a nikoliv na metodách, používaných v holosečném hospodářství.

Jedním z důležitých hledisek, které je nutno v tomto směru respektovat, je poškození porostu při těžbě a přibližování. Mechanickým přenášením pracovních metod z hospodářství holosečného do hospodářství maloplošného s delší obnovní dobou vznikla možnost rozšíření škod na porostu na neúnosnou míru, a tím i k znehodnocení porostní zásoby do budoucna.

Z dřevin trpí poškozením především smrk, a to pro své povrchové kořeny, velké kořenové náběhy a poměrně slabou, hladkou kůru. Nejmarkantněji se tyto škody projevují v rozsáhlých a často dopravně špatně přístupných porostech ve svažitém terénu. V těchto porostech jsou škody způsobené přibližováním jedním z nejvážnějších současných problémů ochrany lesa. Závažnost problému vyvolala i nutnost jeho řešení. Bylo proto třeba vyřešit:

1. vnitřní prostorovou úpravu porostů a umístění obnovy tak, aby se zabránilo poškození nárostů i starého porostu při přibližování,

2. otázku kvality těžby a přibližování v porostech (z hlediska poškození).

První problém byl vyřešen návrhem na rozčlenění porostů sítí přibližovacích linií na pracovní pole.

Kvalita práce při těžbě a přibližování není uspokojivě vyřešena dodnes. Na úseku sladění pěstební techniky s těžbou a přibližováním jsme svědky značných disproporcí, které vedou při neorganizovaných, nesystematických těžbách často k rozsáhlému poškození porostů a ke značnému znehodnocení jejich produkční podstaty.

Literární přehled

Základy k plošné úpravě obnovovaných porostů propracoval především Ch. Wagner ve svém díle „*Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde*“ (31). Zde spojil požadavek prostorového uspořádání lesa s obnovou na porostním okraji. V poslední době se u nás těmito problémy zabývala řada lesníků a posléze i výzkumné ústavy a celostátní porady vědeckých i praktických pracovníků v lesnictví [Konias (16, 17), Doležal (5 a 6), MLDP (15) aj.]. Především Konias dospěl k praktickému návrhu rozčlenění porostů nejen z hlediska pěstební, ale i s ohledem na těžbu a přibližování dřeva. Možnost šetrného přibližování vytěžené hmoty z porostu po celou obnovnou dobu je považována za jedno z důležitých hledisek, která je nutno brát při rozčleňování porostů v úvahu.

Bližším rozбором šetrného přibližování se naše literatura nezabývá. Poškození porostu se uvádí jako běžný průvodní zjev těžby a potřeba šetrného přibližování jako nutnost. Nedostatkem je všeobecné pojetí této skutečnosti, bez bližšího rozboru a představy o rozsahu a příčinách poškození porostu.

Výjimkou jsou nepublikované diplomové práce, předložené Eflerem (8) a Grufou (11) na katedře ochrany lesů lesnické fakulty v Praze (prof. dr. inž. Pfeffer). Efler po probírkách zjistil značný rozsah poškození ve dvou smrkových porostech středního stáří. Práce se však nezabývá podrobnějším rozбором příčin poškození ani možnostmi jejich omezení. Grufa podal ve své práci podrobnější rozbor škod způsobených ve smrkových porostech při přibližování koňským potahem a traktorem. Příčiny velkého poškození porostů vidí především v nízké technické úrovni přibližování a ve špatné organizaci práce při těžbě a přibližování. V souhlase s dříve uvedenou literaturou na podkladě vykonaného šetření předpokládá, že rozčleněním porostů a přibližováním po přibližovacích liniích bude možno poškození porostů omezit.

Pokud jde o následné škody, budí pozornost především extrémní případy poškození porostu, k němuž dochází např. při gravitačním přibližování v horách [např. Zöhner (32), Starek (24)]. Nelze však přehlédnout skutečnost, že ke značnému poškození a ekonomickým ztrátám dochází i v normálních podmínkách, v porostech na rovinách a dopravně přístupných svazích [Efler (8), Grufa (11), Fanta (10)].

V souvislosti s přibližováním ve svažitém terénu se v literatuře uvádí význam místa manipulace a rozsahu výroby sortimentu v porostu pro jeho poškození při přibližování. V době konání našich pokusů však literatura bližší údaje neposkytla. Později se touto otázkou zabývala zvláštní anketa Technické komise lesnické při ČSAZV (prof. dr. inž. Matyáš). Rozbor rozsahu manipulace v porostu ve vztahu k otázkám pěstebně-ochranným zde podal Čížek (4).

Ve snaze po zvýšení technické úrovně přibližování byla konstruována řada pomocných přibližovacích prostředků — např. přibližovací zvony, šupky, vozíky atd. Vedle usnadnění práce mají umožnit i šetrnější přibližování. Popis a způsob jejich použití uvádějí podrobně Štaud - Holec (29) spolu s různými návrhy na ochranu stojících stromů před poškozením.

Vlastní ochrana poškozených stromů před infekcí dřevokaznými houbami spočívá jedině v použití ochranných nátěrů. K tomuto účelu se doporučují polotekuté dehtové přípravky [Leibundgut (18)], které konzervují povrchovou vrstvu dřeva a tím po určitou dobu brání infekci a pronikání hniloby do dřeva. Nezavalí-li se takto ošetřené rány během pěti až deseti let, je vhodnější poškozené stromy vytěžit.

Z přehledu dokumentované literatury vyplývá, že u nás se otázkám spojeným s poškozením porostů při těžbě a přibližování věnuje málo pozornosti, třebaže jde o závažný ekonomický problém (Zöhner, 32, Fanta, 10). Nedostatkem především je, že v našich poměrech nebyl dosud na konkrétních příkladech podán ucelený přehled o těchto otázkách, takže chybí představa o rozsahu škod,

o jejich příčinách a o možnostech omezení. Úkolem našich šetření bylo přispět k objasnění těchto otázek. Zvolili jsme metodu srovnání dvou pracovních postupů, a to:

1. běžné, neorganizované těžby v nerozčleněném porostu, přibližování celou délkou přibližovací dráhy porostem na vývozní cestu;

2. organizované směrové těžby v porostu rozčleněném na pracovní pole, přibližování po přibližovacích liniích.

Pokusné plochy a metodika práce

Srovnávací pokusné plochy o celkové rozloze 3,36 *ha* byly vylišeny ve smrkovém porostu v odd. 36, polesí Deštné, LZ Opočno. Terén je svažité, sklon svahu se pohybuje mezi 13–17° (29–38 %). Nadmořská výška je 850–950 *m*. Lokalita představuje středně obtížné horské poměry.

Taxační data porostu:

plocha	— 14,02 <i>ha</i>
stáří	— 118 let
zakmenění	— 0,6–0,8 0,7
zastoupení dřevin	— sm 0,9 jd 0,1 bk +, jv +
střední porostní výška (sm)	— 22–28 25 <i>m</i>
mezibonita	— 5
hmota/ <i>ha</i>	— 486 <i>plm</i>
hmota stř. kmene	— 1,81 <i>plm</i>

Porost je obnovován okrajovou a kotlíkovou sečí. Stáří skupin přirozených náletů je 1–15 let. Směr přibližování a způsob rozčlenění porostu je dán svažitým terénem. Poměry terénní a dopravní a situace porostu (obnova) jsou zakresleny na náčrtech, pořízených podle porostní mapy v měřítku 1 : 10 000 a 1 : 5 000.

Ve vybraném porostu byly vylišeny dvě shodné plochy rozměrů 120 × 140 *m* (1,68 *ha*). Jedna z nich („S“) byla určena pro směrovou těžbu a přibližování po přibližovacích liniích. Druhá, přiléhající ke svahové cestě, sloužila k běžnému vykonání prací jako plocha kontrolní („K“).

Obě plochy byly inventarizovány a vyznačena na nich těžba. Její vyznačení se řídilo požadavkem, aby byla co do počtu kmenů a hmoty na obou plochách přibližně vyrovnaná.

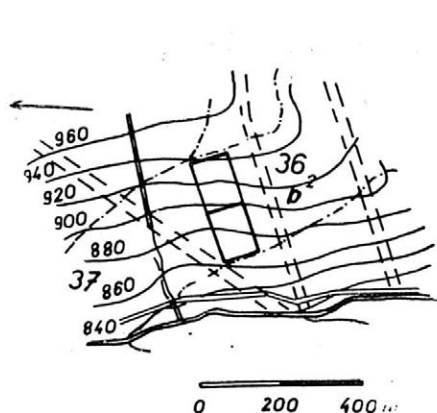
I. Zásoba a těžba na srovnávacích plochách

Porost — plocha	Zásoba / <i>ha</i>		Těžba / <i>ha</i>		Těžba v % zásoby	
	kmenů počet	hmota <i>plm</i>	kmenů počet	hmota <i>plm</i>	kmenů počet	hmota <i>plm</i>
nerozčl. — „K“	282	503	27	42	9,5	8,4
rozčleněný — „S“	288	470	26	39	9,1	8,4

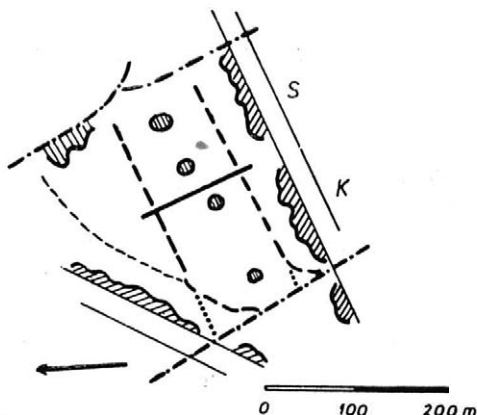
Na obou plochách byla busolou zaměřena orientační síť kmenů (asi 20×20 metrů), která sloužila k podrobnému zakreslení situace porostu (jednotlivých stojících stromů) a situace po těžbě a přibližování. Síť kmenů byla viditelně označena a očíslována.

Plochy byly určeny k těmto pracím:

1. Na ploše kontrolní (nerozčleněná část porostu) byl způsob práce při těžbě a přibližování ponechán na vůli dřevařů a povozníka. Prakticky to znamenalo,



1. Terénní a dopravní situace části oddělení 36 (porost b²)



2. Rozčlenění a situace obnovy (šraf) v porostu 36 b²

že těžené kmeny se kácely „do mezer“ bez ohledu na směr vyklizování dřeva z porostu. Vytěžená hmota se přibližovala běžným způsobem — na řetězu, vesměs oddenkem napřed, porostem k cestě.

2. Práce, spojené s těžbou a přibližováním na ploše v rozčleněné části porostu, byly řízeny tak, aby bylo zajištěno: a) kácení vrcholkem k přibližovacím liniím (tj. šikmo po svahu), ve směru vytahování vytěžené hmoty z porostu; b) vytahování výřezů slabým koncem napřed; c) přibližování nejkratší cestou na přibližovací linii a po ní na vývozní cestu.

Na obou plochách vykonala těžbu motorovou pilou tatáž tříčlenná zapracovaná dřevařská skupina. Výroba sortimentu v porostu nebyla pokusem nikterak ovlivňována. Vytěžená, zpracovaná hmota se přibližovala párovým koňským potahem. K pracím na ploše v rozčleněné části porostu (po předchozí instrukci dřevařů i povozníka), se přistoupilo až po skončení prací na ploše kontrolní.

Podle vyznačené pomocné sítě kmenů se v měřítku 1 : 500 zakreslila celá situace porostu na pokusných plochách v jednotlivých fázích pokusu. Při přibližování se sledovala dráha přibližovaných výřezů porostem a poškození stojících stromů. Cesta výřezů porostem se zakreslovala do situačního náčrtu. Podle náčrtu se zjišťovala délka dráhy jednotlivých výřezů porostem.

Poškozené stromy se označovaly tabulkami s číslem výřezu, který poškození způsobil, a zakreslovaly se do náčrtu. Plocha jednotlivých odřenin na kořenech a nákrčí stojících stromů se měřila pomocí čtvercové sítě a zaznamenávala se v manuálu odděleně pro každý jednotlivý výřez a poškozený strom. Odřeniny na přibližovacích liniích se zachytily sumárně po ukončení přibližování.

Rozsah poškození porostu byl měřítkem kvality těžby a přibližování při obou způsobech práce. Pro zjištění rozdílů ve spotřebě času na vykonání jednotlivých

úkonů při různých způsobech práce byly některé úkony zachyceny průvodním měřením spotřeby čistého času.

Podle záznamů a nákrešů se při kancelářském zpracování zjistily na obou plochách údaje o délce dráhy přibližovaných výřezů porostem nebo po přibližovací linii, počet a procento poškozených stojících stromů a jejich rozmístění po ploše, a údaje o ploše způsobených odřenin. Na materiálu, inventarizovaném na kontrolní pokusné ploše, jsme dále vyšetřovali vztahy mezi jednotlivými prvky manipulace (počtem, délkou a hmotností výřezů) a poškozením porostu.

Při porovnávání výsledků ze srovnávacích ploch jsou v tabulkách uvedeny kromě skutečně naměřených a zjištěných hodnot i údaje, přepočtené na 100 přibližovaných výřezů a 1 ha, aby se výsledky z obou ploch daly vzájemně srovnávat.

Výsledky šetření

Rozbor těžebních prací

Rozčlenění porostu na pracovní pole nepřináší s sebou jen změny v pracovním postupu při přibližování dřeva, které bezprostředně navazuje na těžbu, ale již samotná těžba a její způsob musí vytvářet předpoklady pro šetrné, snadné a ekonomické přiblížení vytěžené hmoty z porostu na přístupové cesty.

Na kontrolní ploše pracovali dřevaři zcela neorganizovaně, bez ohledu na sklon svahu, směr přibližování apod. Z vyznačených kmenů bylo skáceno:

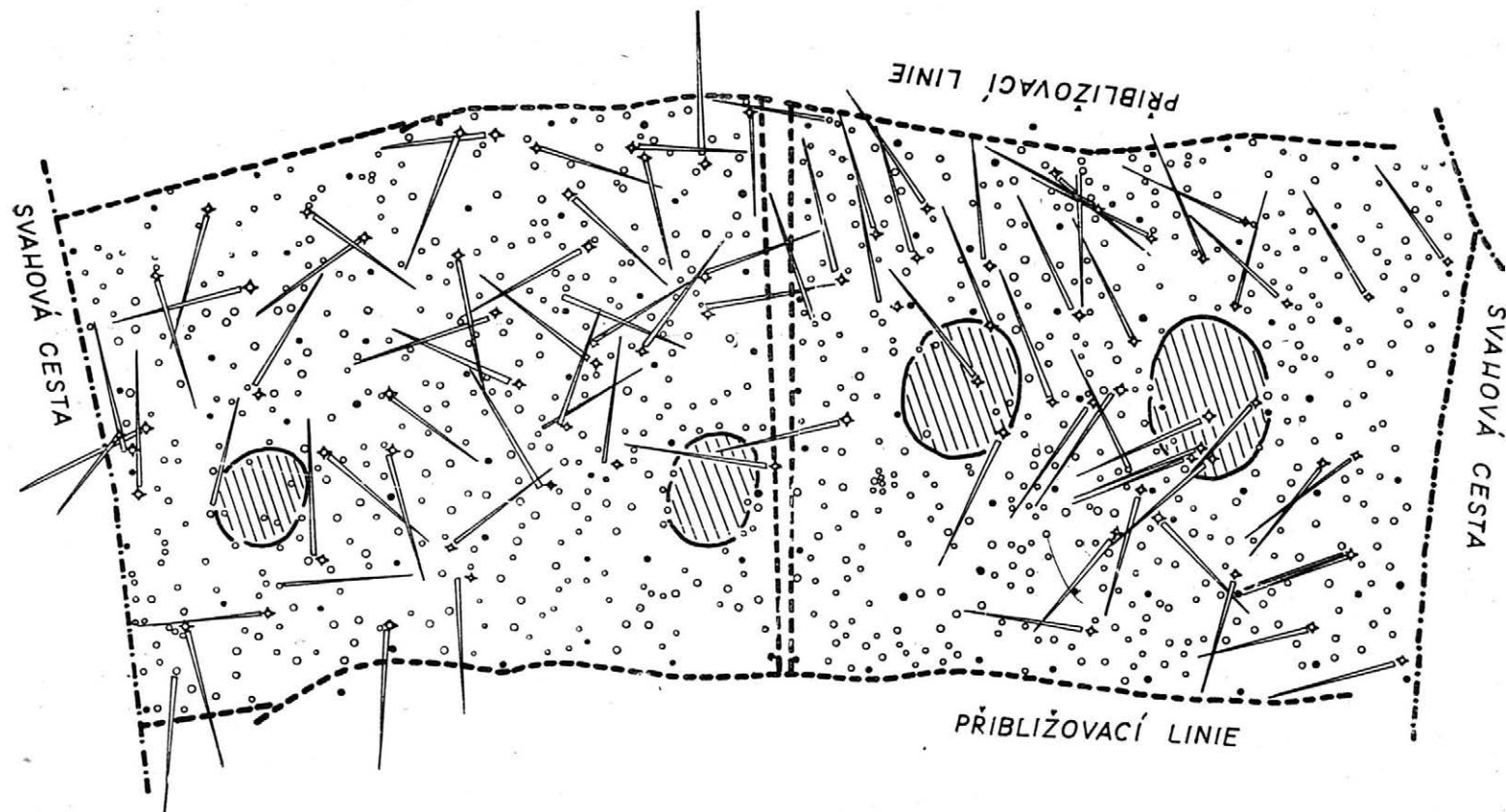
vrcholkem $\pm$ proti svahu	33 % kmenů,
$\pm$ napříč svahem (horizontálně)	38 % kmenů,
vrcholkem $\pm$ po svahu	29 % kmenů.

Z těchto údajů je vidět, že sklon svahu nebyl pro dřevaře při kácení překážkou. Kácení běžně „do mezer“, do míst nejmenšího odporu. Situace po těžbě na této pokusné ploše je patrna z obr. 3. Neorganizovaná těžba ztěžuje samotným dřevařům zpracování skácených kmenů a je překážkou hladkého přibližování. Mimo to neberou dřevaři při tomto způsobu práce ohled na zmlazení.

Těžební práce na ploše v rozčleněné části porostu se řídily požadavkem vytvoření příznivých podmínek pro snadné a šetrné přibližování, při současném ohledu na zmlazení. Kácení bylo usměrněno ve směru příštího přibližování. Kmeny se kácely šikmo dolů svahem, vrcholkem k přibližovacím liniím. Z vyznačených stromů bylo skáceno:

v požadovaném směru	84 % kmenů,
s menší odchylkou od vyznačeného směru	9 % kmenů,
napříč směru kácení a přibližování	7 % kmenů.

Ze situačního náčrtu této plochy (obr. 3) je patrný systém a daleko větší přehlednost než u plochy kontrolní. Víceméně rovnoběžná poloha poražených kmenů dřevařům umožňuje, aby je mohli snadněji po těžbě zpracovat. Kácení ve směru přibližování usnadňuje i práci při přibližování — kmen se totiž vytahuje přímo na přibližovací linii. Kromě toho kácení vrcholkem ve směru přibližování zkracuje o celou stromovou délku přibližovací vzdálenost. Zavedením tohoto systému do těžby v rámci pracovního pole se prakticky vylučuje možnost většího poškození zmlazení soustředěného na obnovní linii, jdoucí v našem případě přibližně středem pracovního pole.



3. Situační náčrt srovnávacích pokusných ploch po těžbě se zakreslením polohy skácených stromů (orig. inž. J. Fanta 1956)

Z pěstebníhoh hlediska je tedy těžební postup aplikovaný na této ploše mnohem vhodnější než neorganizovaná těžba na ploše kontrolní. Avšak ani ve spotřebě čistého času na skácení jednoho kmene jsme při obou způsobech práce nezjistili podstatné rozdíly (tabulka II).

II.

Porost — způsob těžby	Průměr řezu střed. káceného kmene	Průměrný čistý čas na porážení 1 kmene
kontrolní pl. — neorg. těžba	50 cm	2,99 min.
rozčl. porost — směr. kácení	47 cm	2,49 min.

Rozbor přibližování

Východím materiálem pro přibližování byly výsledky manipulace vytěžených kmenů. Pokusné práce manipulací nikterak neovlivnily, takže tato byla provedena v porostě podle místních potřeb a uzancí. Palivo se do pokusu nezahrnovalo.

Na kontrolní ploše se vyrobilo 71 výřezů s celkovou hmotou 49,65 *plm*, o průměrné délce jednoho výřezu 9 *m* a hmotě 0,70 *plm*.

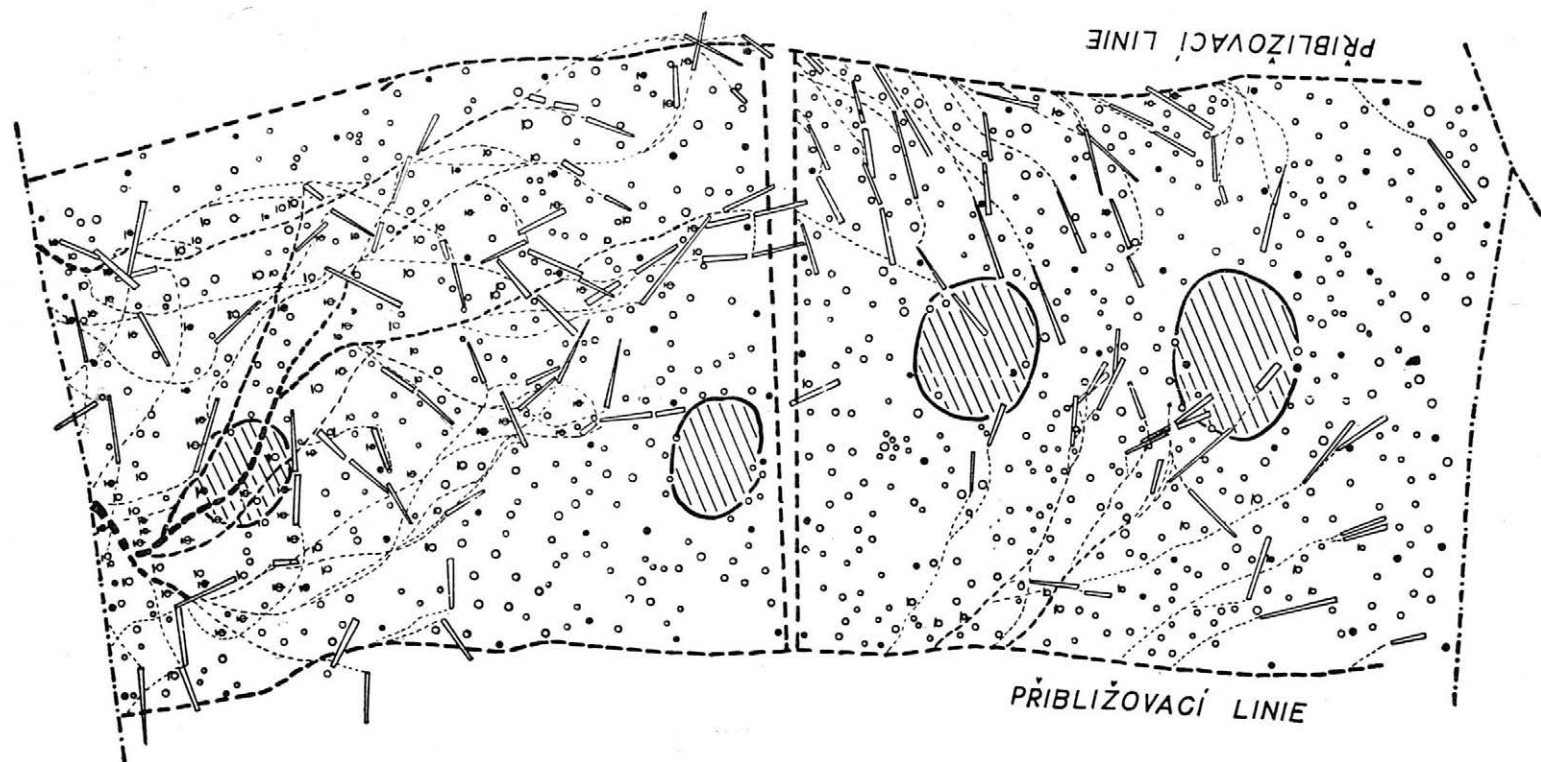
Na ploše v rozčleněné části porostu se vymanipulovalo 57 výřezů s celkovou hmotou 40,43 *plm*, o průměrné délce jednoho výřezu 10 *m* a hmotnosti 0,68 *plm*.

Při pokusu jsme porovnávali běžné přibližování porostem s organizovaným přibližováním po přibližovacích liniích v rozčleněném porostu. Na kontrolní ploše jsme proto ponechali způsob prací zcela na vůli povozníka. Na ploše v rozčleněné části porostu jsme naopak navázali přibližování na směrově nakácenou těžbu. O poměrech na obou plochách informuje tabulka III a obr. 4.

III. Dráha výřezů porostem při přibližování

Porost — plocha	Počet výřezů	Celková délka drah výřezů porostem		Poměr v %	Prům. délka dráhy 1 výř. v <i>m</i>	Délka dráhy 1 <i>plm</i> v <i>m</i>
		skutečná v <i>m</i>	100 výř. na 1 <i>ha</i> v <i>m</i>			
nerozčl. — kontrolní	71	6883	5760	100	96	139
rozčleněný	57	2349	2450	42	41	58

Na kontrolní ploše se přibližovaly výřezy porostem od místa zpracování celou délkou dráhy na svahovou cestu. V rozčleněné části porostu byly naopak vložením přibližovacích linií vytvořeny předpoklady pro to, aby se délka dráhy výřezů porostem při přibližování zkrátila na nejmenší míru. S výjimkou několika výřezů byl tento požadavek dodržen. Výsledkem je, že v rozčleněném porostu se délka dráhy přibližovaných výřezů zkrátila téměř o 60 %. Téměř polovina přibližovací dráhy (46 %) se přenesla z porostu na přibližovací linie (tabulka IV).



4. Situační náčrt srovnávacích pokusných ploch se zakreslením polohy jednotlivých vymanipulovaných výřezů a jejich dráhy porostem při přibližování (orig. inž. J. Fanta 1956)

IV. Délka přibližovací dráhy výřezů v porostě a na přibližovacích liniích na pokusné ploše v rozčleněném porostu

Celková délka dráhy výřezů v m		Průměrná délka dráhy 1 výřezu v m	Poměr v %
porostem	2349	41	54
po přibl. liniích	2016	35	46
celkem	4365	76	100

O průběhu drah jednotlivých výřezů podává nejlepší obrázek situační náčrt (obr. 4). U většiny výřezů na kontrolní ploše musel povozník hledat při jízdě porostem stále novou cestu. I v případě dvou výřezů ležících vedle sebe vytahoval často každý kmen z porostu jinou cestou, neboť cesta projatá s krátkým výřezem nebyla vhodná pro dlouhý a naopak. Vyhledávání vhodné cesty porostem a objíždění překážek bylo často příčinou otáčení se v porostě a zajíždění mimo vlastní směr přibližování. Tím se na této ploše značně prodloužila střední přibližovací vzdálenost a s jejím zvětšením vznikla i větší možnost poškození stojícího porostu.

Obtížná a dlouhá cesta porostem vedla povozníka k tomu, že se snažil vytahovat dva i více výřezů najednou (v rámci silových možností potahu) a používat vyjeté vhodné cesty k přiblížení více výřezů. Současné přibližování několika kmenů či výřezů je nutno zamítnout. Dochází při něm většinou k značnějšímu poškození porostu a ve svažitém terénu nevyhovuje ani z hlediska bezpečnosti práce. Snahu soustřeďovat hmotu z porostu na jednu nebo více smýkacích drah lze označit za správnou, neboť jde v principu o provizorní přibližovací linii. V našem případě se tím však na kontrolní ploše nedosáhlo žádoucího účinku. Povozník vedl tyto dráhy — stejně jako dráhy jednotlivých výřezů — naprosto živelně, bez ohledu na zmlazení na obnovní linii.

Zřetelným označením přibližovacích linií a zkrácením přibližovací dráhy v rozčleněné části porostu získal povozník daleko větší přehled o porostní situaci. To mu také umožnilo vyhledání co nejkratší cesty přibližovaného výřezu z porostu na přibližovací linii, vesměs ve směru polohy výřezu.

Poškození porostu

Jednotlivé výřezy při vytahování na obou plochách způsobily větší či menší poškození na povrchových kořenech a kořenovém nákrčí stojících stromů. Na kontrolní ploše se přiblížilo jen 12 % z celkového počtu výřezů tak, že nezpůsobilo poškození stojícího porostu. Na pokusné ploše v porostu rozčleněném se naproti tomu vytahalo z porostu 38 % kmenů, aniž způsobilo jakékoliv poškození.

Údaje o poškození porostu jsou uvedeny v tabulce V.

Poškození jednotlivých stromů dosáhlo v některých případech velkých rozměrů. Na kontrolní ploše přesahuje rozsah poškození porostu daleko rámec šetrného přibližování. Při procentickém porovnání jednotlivých ukazatelů poškození porostu na srovnávacích plochách vidíme, že na ploše v rozčleněné části porostu je toto rozsahem o více než 60 % menší než na ploše kontrolní. Uvedené výsledky jsou v souladu s údaji o délce dráhy výřezů porostem při přibližování, uvedenými v tabulce III. Toto zjištění vede tedy k závěru, že rozsah poškození po-

V. Poškození porostu na pokusných plochách (údaje na 1 ha)

Plocha v porostu	Počet stromů na 1 ha	Počet poškozených stromů		Počet odřenin	Celková plocha odřenin v cm ²	Plocha odřenin způsobených	
		celkem	v %			1 výře- zem v cm ²	1 plm hmoty v cm ²
nerozčl. — kontrolní rozčleněném	256	110	43	378	16.970	300	408
	262	42	16	135	6.650	160	144

rostu je v přímém vztahu s celkovou délkou přibližova-
cích drah v porostě. Tímto zjištěním docházíme k základnímu bodu zdů-
vodnění rozčleňování porostů: zkrácením délky přibližovací dráhy porostem se
přibližně ve stejném poměru zmenšuje i rozsah poškození porostu při přibližování.
Rozčlenění porostů vytváří tedy nejdůležitější předpoklady pro omezení škod na
porostu při přibližování na nejmenší únosnou míru.

VI. Rozmístění poškozených stromů
na kontrolní ploše

Pruh porostu (shora) m	Procento poškoze- ných stromů z cel- kového počtu stromů v pruhu
0— 20	8,4
20— 40	15,2
40— 60	24,2
60— 80	30,8
80—100	40,7
100—120	51,8
120—140	46,7

Pokud jde o rozmístění poškozených
stojících stromů na ploše porostu, byl po-
rost nejvíce poškozen v místech s nej-
větší frekvencí přibližovaných výřezů. Na
kontrolní ploše je to spodní část porostu
při svahové cestě, v rozčleněné části po-
rostu pruh podél přibližovací linie. Přeh-
led o této situaci na obou plochách po-
dávají tabulky VI a VII.

V nerozčleněné části porostu stoupá
množství poškozených stromů po svahu
až do maxima ve vzdálenosti 20—40 m
od spodního okraje plochy. V těchto
místech je přibližováním poškozena více
než polovina všech stojících stromů.

V rozčleněné části porostu je maximum počtu poškozených stromů (14—15 %
z celkového počtu) podél přibližovacích linií.

Zjištěná plocha odřenin je v obou případech rozdělena přibližně stejným
dílem na kořeny a kořenové nákrčí. Počtem shodně převládají drobné oděrky na
povrchových kořenech.

S výjimkou několika výřezů se veškerá hmota z plochy v rozčleněné části
porostu přibližovala po přibližovacích liniích. Při vleku výřezů po liniích došlo
rovněž k poškození okrajových stromů. Rozsah tohoto poškození je však menší
než v porostě. Odřeniny, způsobené při vleku po přibližovacích liniích, se kon-

VII. Rozmístění poškozených stromů na ploše v rozčleněné části porostu

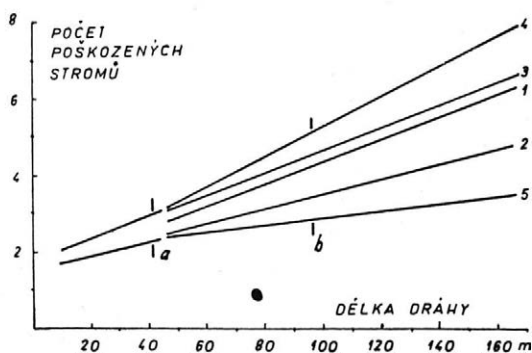
Pruh porostu (ve vert. směru)	0—20 m	20—40 m	40—60 m	60—80 m	80—100 m	100—120 m
procento poškozených stromů v pruhu	15,2	1,3	0	7,1	14,8	14,3 %

centrují i při opakovaném přibližování stále na tytéž stromy. Nehrozí nebezpečí rozšíření škod jako při neorganizovaném přibližování v porostu, kde může být poškozen každý kmen, čímž se škody na porostu násobí.

V poměrně obtížném svažitém terénu si přibližovací linie nevyžádaly zvláštních terénních úprav. Po projetí dráhy několika prvními výřezy velmi dobře vyhovovaly přiblížení veškeré hmoty z rozčleněného porostu. Při porovnávání snadnosti a rychlosti pohybu potahu s vlekem v porostě a po přibližovací linii jsme zjistili, že průměrný čistý čas, potřebný k absolvování dráhy 100 m po přibližovací linii je téměř o 30 % nižší než čas, potřebný k projetí téže dráhy v porostě (1,55 : 2,19 min.). Dále z časových měření vyplynulo, že průměrný čistý čas na přiblížení jednoho výřezu mimo plochu v rozčleněném porostu se rovná jen 80 % času, potřebného k témuž výkonu v porostu nerozčleněném. Zjištěné průměrné časy (rozčl. porost 2,08 min. : 2,62 min. nerozčl. porost) jsou navzájem ve stejném poměru jako průměrné délky přibližovacích drah na obou plochách (rozčleněný porost: 41 m porostem + 35 m po přibližovací linii = celkem 76 m; nerozčleněný porost 96 m). Rozčlenění porostu a využití přibližovacích linií vytváří tedy i správné předpoklady pro zlepšení organizace práce, pro usnadnění a urychlení přibližování dřeva.

Jedním z faktorů, které ovlivňují výši škod na porostu při přibližování, je i rozsah manipulace v porostu. Při dané výši těžby je výsledek manipulace dán jednak počtem, jednak délkou a hmotností vymanipulovaných výřezů. Vzájemný poměr těchto jednotlivých složek je vždy nutno řešit individuálně, s přihlédnutím k místním podmínkám. Činitelem, který ve většině případů ovlivní tuto volbu, bude sklon terénu a stav povrchu půdy. Podle pozorování, zaznamenaných při našem pokusu, je sklon terénu 30—35 % pravděpodobně maximem, kdy lze na suché půdě přibližovat koňským potahem odkorněnou kulatinu ve větších délkách slabším koncem napřed po svahu. V méně svažitém terénu bude možno zaměřit manipulaci v porostu na výrobu menšího počtu delších a hmotnatějších sortimentů (částečná manipulace) a manipulaci úplnou přenést na skládku. Ve svažitějším terénu, kde u dlouhých a hmotnatých výřezů hrozí nebezpečí samospádu, bude na místě úplná manipulace v porostu, neboť krátký a méně hmotnatý výřez má na svahu větší stabilitu.

Z hlediska šetření porostu je příznivější varianta první — menší počet delších a hmotnatějších výřezů, neboť délka přibližovací dráhy se na poškození porostu uplatňuje výrazněji než délka či kubatura výřezu (obr. 5).



5. Závislost poškození porostu (počtu poškozených stromů) na délce dráhy a délce výřezu:

- 1 — výřezy délky 4–5 m (rovnice vyrovnané přímky $y = 1,33 + 0,03x$),
- 2 — výřezy délky 6–8 m (rovnice vyrovnané přímky $y = 1,49 + 0,02x$),
- 3 — výřezy délky 9–10 m (rovnice vyrovnané přímky $y = 1,63 + 0,03x$),
- 4 — výřezy délky 11–13 m (rovnice vyrovnané přímky $y = 1,26 + 0,04x$),
- 5 — výřezy délky 14–16 m (rovnice vyrovnané přímky $y = 1,90 + 0,01x$),
- a — průměrná délka dráhy jednoho výřezu v rozčleněné části porostu,
- b — průměrná délka dráhy jednoho výřezu v porostu nerozčleněném

Souhrn výsledků

Předmětem výzkumných prací bylo posouzení prostorové úpravy obnovovaných smrkových porostů, navržené H. Koniasem a používané na LZ Opočno spolu s vhodnými metodami práce a posouzením významu rozčlenění porostu pro omezení škod přibližováním. Navržený způsob rozčleňování porostů řeší jejich plošnou úpravu nejen z hledisek pěstebních (především obnovy porostů), ale i s přihlédnutím k podmínkám a možnostem těžby a přibližování dřeva. Vykonané šetření plně potvrdilo vhodnost použitého způsobu rozčlenění porostu a v daných podmínkách poskytlo tyto výsledky:

1. Neorganizovaná těžba byla překážkou hladkého a šetrného přibližování vytěžené hmoty. Pro plné využití přibližovacích linií k vyklizování dřeva je nutná



6. Neorganizovaná těžba na kontrolní pokusné ploše, vzniklá kácením kmenů „do mezer“, bez ohledu na směr přibližování



7. Usměrněná těžba na pokusné ploše v rozčleněné části porostu. Kmeny leží ± rovnoběžně, vrcholkem šikmo k přibližovacím liniím

směrová těžba, tj. kácení ve směru přibližování. V podmínkách pokusu, při zakmenění porostu 07, byl při těžbě požadovaný směr kácení dodržen úplně nebo s menší odchylkou ve více než 90 % případů.

2. Při přibližování vytěžené hmoty celou délkou přibližovací dráhy porostem došlo k rozsáhlému poškození porostu i k poškození zmlazení na obnovní linii. Škody se koncentrovaly především v dolní části svahu. V těchto místech bylo poškozeno více než 50 % stojících stromů.

3. Na srovnávací ploše v rozčleněné části porostu byly směrovou těžbou a rozčleněním porostu přibližovacími liniemi vytvořeny příznivé podmínky pro šetrné přibližování vytěžené hmoty. Na této ploše se škody koncentrují kolem přibližovacích linií, kde však počet poškozených stromů nepřesáhl 15 % z celkového počtu stromů, rostoucích v pruhu podél přibližovací linie.

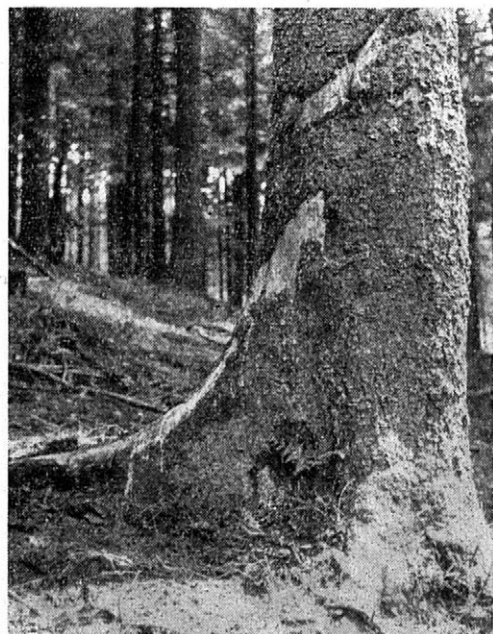
8. Přibližovací linie v horském smrkovém porostu na svahu o sklonu 29—38 %



9. Ochrana stromů podél přibližovací linie kleslem a nárazovou kulatinou před poškozením. Kulatina zároveň zamezuje kroužení vlečených výřezů po svahu při vleku napříč svahem



4. Rozsah poškození porostu na obou srovnávacích plochách je navzájem ve stejném poměru jako celková délka na plochách naměřených přibližovacích drah. V podmínkách pokusu, při šířce pracovního pole 120 m, byl zaznamenán poměr asi 100 : 40. Na kontrolní ploše byla naměřena celková délka drah výřezů porostem 5.760 m, v rozčleněném porostu jen 2.450 m. Ve stejném poměru se zmen-



10. Hrubé poškození smrkového kmene při nešetrném přibližování ve svažitém terénu. (Snímky inž. Fanta, 1956)

šil v rozčleněném porostu i rozsah jeho poškození: v nerozčleněné části bylo zaznamenáno 43 % poškozených stromů s celkovou plochou odřenin 16.970 cm², na ploše v rozčleněné části porostu pouze 16 % poškozených stromů s celkovou plochou odřenin 6.650 cm² (údaje přepočtené na 100 přibližovaných výřezů a 1 ha). Rozčlenění porostu vytváří tedy zkrácením délky drah výřezů porostem při přibližování základní předpoklady pro omezení škod přibližováním na nejmenší únosnou míru.

5. Rozbor vlivu rozsahu manipulace v porostu na jeho poškození prokázal, že při snaze omezit poškození je třeba klást větší důraz na rozčlenění porostu (zkrácení délky přibližovací dráhy) než na vlastní manipulaci. Vliv délky či kubatury výřezu není na krátké dráze tak výrazný jako na dráze dlouhé.

6. Průvodním časovým měřením při těžbě nebyly ve spotřebě čistého času na skácení jednoho stromu zjištěny při jednotlivých způsobech práce

podstatné rozdíly. V důsledku lepší organizace práce při přibližování a využitím přibližovacích linií na ploše v rozčleněné části porostu byl zaznamenán časový zisk ve prospěch této plochy. Rozčlenění porostu vytváří i správné předpoklady pro zlepšení organizace práce, usnadnění a urychlení přibližování.

Návrh opatření k omezení škod

I když se naše šetření nezabývalo naprosto vyčerpávajícím způsobem celou problematikou šetrného přibližování (neposuzovali jsme např. z tohoto hlediska význam použití různých pomocných přibližovacích prostředků), přesto poskytlo obsáhlý materiál, který ukázal hlavní cesty k omezení těchto škod na přijatelnou míru. Přitom je nutno uvést, že jde o opatření provozu lesního hospodářství ve směs známá, avšak nedůsledně uplatňovaná (resp. vůbec zanedbávaná) při praktickém hospodaření. Proto v návrhu ochranných opatření uvádíme nejen opatření dedukovaná z vlastního materiálu, ale podáváme návrh i na opatření jiná, vlastním materiálem nepodložená. O nich se však domníváme, že jsou pro šetření porostů při procesu užitkování dřeva nezbytná. Vycházíme přitom ze základního

předpokladu skloubení techniky pěstování, těžby a přibližování dřeva v tom smyslu, aby byly splněny základní podmínky maloplošného způsobu hospodaření.

Mezi navrhovaná opatření patří především:

1. Rozčleňování porostů na pracovní pole a vyklizování dřeva z porostu po přibližovacích liniích. Rozčlenění porostu vnáší systém jak do jeho obnovy, tak i do těžby a přibližování. Z hlediska poškození porostu má rozčlenění především ten význam, že podstatně zkracuje délku přibližovací dráhy jednotlivých kmenů či výřezů porostem. Na krátké dráze je pochopitelně i možnost jeho poškození podstatně menší.

Mají-li přibližovací linie splnit tuto funkci, musí plně vyhovovat především požadavku rychlého a bezobtížného přibližování. Jedině při správném vedení porostem se plně uplatní jejich funkce soustředovací linie pro hmotu, vytěženou v přilehlé části pracovního pole.

2. Směrová těžba v rozčleněných porostech. Rozčlenění porostu vnáší změny i do způsobu těžby, která musí vytvářet předpoklady pro šetrné, snadné a ekonomické přibližování. Toho se dá dosáhnout jediné kácením kmenů ve směru příštího přibližování dřeva. Základem správné těžby musí být zásada, aby se zpracovaný kmen nemusel před a při přibližování natáčet v porostu do správného směru, ale mohl být přímo, nejkratší cestou a nejužší stopou vyklizen z porostu na přibližovací linii. Podmínku směrové těžby je možno vždy v mýtných porostech dodržet ve vysokém procentu případů. V mnoha případech je zanedbání směru kácení vlastní příčinou poškození porostu při přibližování, jemuž pak bývá neprávem připisováno.

3. Volba správného druhu a rozsahu manipulace v porostu. Manipulace vytěžené hmoty ovlivňuje poškození porostu jednak počtem, jednak délkou a hmotností výřezů. Poměr mezi těmito prvky nutno řešit individuálně, v daných podmínkách, neboť zmenšení vlivu prvku jednoho (např. zkrácení délek úplnou manipulací) má za následek vzrůst vlivu prvku druhého (zvětšení počtu výřezů). Z místních podmínek jsou pro volbu rozsahu manipulace v porostu nejdůležitější: hustota porostu, sklonitost terénu, stav povrchu půdy. Ve svažitém terénu a v plně zapojených porostech bude z hlediska šetření porostů výhodnější úplná manipulace při pařezu. V méně svažitém terénu a v porostech s nižším zakmeněním bude naopak na místě výroba menšího počtu krácených kmenů (částečná manipulace). Úplná manipulace se pak přenese na lesní skládku.

Zvláštnosti povrchu půdy (rozmoklý, zledovatělý, kamenitý povrch) vyžadují v místních podmínkách takové přizpůsobení rozsahu manipulace, aby se při přibližování omezilo poškození porostu na minimum.

4. Vývoj a používání různých přibližovacích pomůcek v praxi. Význam těchto pomůcek pro usnadnění přibližování a omezení škod na porostu je všeobecně znám, ale jen výjimečně jsou používány v provozu. Pro přibližování porostem je z dosavadních pomůcek nejvhodnější přibližovací zvon. Jeho nedostatkem je však větší váha, pro kterou nedoznal — přes své velké přednosti — většího rozšíření. Proto jeho funkce bývá někdy nahrazována očelením kmene, což však vytváří zdroj ztrát na dřevní hmotě. Jiné pomocné prostředky — šupky, podvozky apod. — nalézají uplatnění především při šetření měkkých lesních cest při vyvážení přibližované hmoty.

5. Školení dřevařů a pracovníků v přibližování a jejich materiální zainteresování na směrové těžbě a še-

tření porostů. Získání vlastních výkonných pracovníků pro uvedené zásady má přímo zásadní význam. Nutno proto klást důraz na jejich školení a instruktáže přímo v porostech. Bylo by také na místě zainteresovat pracovníky na kvalitních pracích prémie.

6. Ošetřování odřenin má nepochybně své oprávnění, neboť se jím dá ve značné míře zabránit infekci poškozených stromů dřevokaznými houbami. Nevěnovala-li se dosud větší pozornost šetrným způsobům přibližování, nevěnovala se pochopitelně ani ošetřování odřenin. Přesto jde však o opatření účelné, alespoň u cenných dřevin a kvalitních kmenů a sortimentů. K tomuto účelu jsou vhodné odkyselené polotekuté dehtové nátěry, které určitým způsobem impregnují povrchovou vrstvu dřeva a tím po určitou dobu brání houbové infekci.

*

Důsledné uplatňování těchto opatření v provozu lesního hospodářství může zachránit do budoucna množství dřevní suroviny a tím i zvýšit celkový efekt hospodaření.

Souhrn

Přechod od velkoplošné holé seče k maloplošnému hospodářství přinesl s sebou řadu problémů, na jejichž vyřešení je závislý úspěch tohoto způsobu hospodaření. Jedním z nich je problém vzniku škod na stojícím porostu při procesu zužitkování dřeva. Vlivem nesprávných způsobů práce při těžbě a přibližování docházelo a dochází při maloplošném způsobu hospodaření s delšími obnovními dobami k nadměrnému poškození porostů. To je v současné době velmi vážným problémem ochrany lesů a vážným problémem ekonomickým.

Uvedené disproporce se pochopitelně projevují v hospodaření nežádoucím způsobem. Mnohde, zvláště v horských oblastech, dospěla např. situace tak daleko, že za jediné východisko z tohoto stavu se považuje návrat zpět k holoseči. Současný stav pěstební techniky maloplošného hospodářství v Československu však ukazuje, že východiskem z tohoto stavu nemůže být holoseč, ale správná prostorová úprava porostů, vhodně použitá mechanizace a dodržování zásad kvalitní práce při těžbě a přibližování vytěžené hmoty. Principy intenzivního maloplošného hospodářství jako pokrokového směru v lesním hospodářství musí být zachovány.

Cílem navrhovaných opatření — kromě vlastních úkolů, pro něž byla dedukována — je proto také přivést těžbu a přibližování na vyšší úroveň, která by vyhovovala pokrokové pěstební technice. Dosažení jejich vyšší úrovně je nutné k likvidaci rozporu mezi dosavadními metodami práce v těžbě a přibližování jako výkonných opatření pěstování lesů a zásadami intenzivního maloplošného hospodářství.

Literatura

1. Artner G.: Průzkum podmínek pro těžbu a přibližování v těžko přístupných oblastech, 1956, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 29, 10:711-720. — 2. Binder R.: O manipulaci dřeva so zretelom k jeho dopravě, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:205-209. — 3. Bossel H.: Forstseitiges Rücken von Stamm- und Schichtholz, 1956, Forstarchiv, 27, 1:7-13. — 4. Čížek J.: Manipulace dříví z hlediska pěstování lesů, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:188-192. — 5. Doležal B.: Rozbor problémů prostorové vnitřní porostní úpravy, 1952, Lesnická práce, 31, s.

340-347. — 6. Doležal B.: Smernice pre rozčleňovanie porastov na pracovné polia, 1952, Bratislava, PLDP. — 7. Douda V.: Vliv způsobu a místa manipulace na vývoj a využití lesnických mechanizačních prostředků, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:220-230. — 8. Efler J.: Šetření o rozsahu škod, způsobených na porostu při těžbě a sblížování dřeva, 1951, Diplomová práce na les. fakultě v Praze (prof. Pfeffer). — 9. Fanta J.: Diskusní příspěvek k tématu „Manipulace dříví z hlediska pěstební“, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:258-259. — 10. Fanta J.: Význam a ekonomické zhodnocení škod přibližováním na stojícím porostu, 1958, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 4 (31), 12:1053-1064. — 11. Grufa M.: Diplomová práce na téma: Zjistiti míru poškození porostu po provedeném sblížování, 1955, Diplomová práce na les. fakultě v Praze (prof. Pfeffer). — 12. Jandel R.: Manipulácia dreva z hľadiska ťažobnej techniky, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:195-201. — 13. Jindra J. a kol.: Kůň v lesním průmyslu, 1955, Praha, SZN. — 14. Kakuška S., Berka L.: Výrobní oblasti v lesním provozu, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:254-257. — 15. Kolektiv MLDP: Prostorové a časové plánování porostní obnovy, 1953, Praha, SZN. — 16. Konias H.: Lesní hospodářství, 1951, Praha, Brázda. — 17. Konias H.: Zkušenosti získané při praktickém provádění obnovy lesních porostů se zřetelem k jejich prostorové úpravě, 1952, Lesnická práce, 31, s. 363-367. — 18. Leibundgut H.: Zur Behandlung von Fällungs- und Rückschäden, 1947, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, s. 175-176. — 19. Matějů K. - Határ A.: Rozčleňování porostů k obnově z hlediska praxe úpravy lesního hospodářství, 1952, Lesnická práce, 31, s. 347-355. — 20. Matyáš K.: Anketa o umístění manipulace dříví v lese nebo na skladech s přihlédnutím k požadavkům celého lesního hospodářství - Programová stať, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:180-182. — 21. Pfeffer L.: Vztahy manipulácie dreva a obnovy lesa v pomeroch vysokohorských, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:192-195. — 22. Polanský B.: Vnitřní prostorová úprava porostní v pojetí lesního pěstitele, 1952, Lesnická práce, 31, s. 358. — 23. Rusnák M.: Manipulácia dreva z hľadiska celkovej organizácie práce, konanej rôznymi pracovnými postupmi, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:213-217. — 24. Starek E.: Následky gravitačného sblížovania dreva, 1955, Les, 2, 12:234-236. — 25. Steinlin H.: Probleme der Erschließung ganzer Gebirgswaldkomplexe unter den Bedingungen nachhaltiger Nutzung, 1955, Allgemeine Forstzeitung, 66, Nr. 21/22. — 26. Steinlin H.: Gelöste und ungelöste Probleme beim Holzlücken und Holztransport, 1955, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 106, 2/3:122. — 27. Stolařík R.: Hledisko hospodárnosti při mechanizaci přibližovacích prací v lesnictví, 1956, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 29, 10:721-733. — 28. Staud V.: Vybližovací linie z hlediska traktorového přibližování, 1954, Les, 1, 7/8:30-36. — 29. Štaud V. - Holec J.: Přibližování dříví traktory, 1954, Praha, SZN. — 30. Vondrášek J.: Manipulace dřeva z hlediska těžební techniky, 1957, Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3 (30), 3:201-205. — 31. Wagner G.: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, 1923, (4. Aufl.), Tübingen. — 32. Zöhner F.: Die Schäden durch Holzlücken im Hochgebirge, 1931, Forstwissenschaftliches Centralblatt, 53, s. 481-498.

Вопрос повреждений, причиняемых в насаждении трелевкой, и возможность их ограничения при группово-выборочных рубках на малых площадях

Механическое заимствование рабочих приемов, применяемых при сплошных рубках и трелевке, для проведения группово-выборочных рубок на малых площадях создало опасность увеличения повреждений в насаждении до хозяйственно недопустимых пределов. В настоящее время эти повреждения, главным образом в еловых насаждениях, являются одной из самых важных проблем защиты лесов. И все таки этим вопросам посвящается мало внимания, хотя (как показало наше предыдущее исследование) дело идет о важной экономической проблеме. Предлагаемая работа имеет целью принести обзор размеров и причин повреждения насаждений при трелевке и вывести заключения для практики лесного хозяйства.

Предметом исследования прежде всего была оценка пространственного устройства возобновляемых еловых насаждений, а вместе с тем и целесообразных методов работы при заготовках и трелевке в этих расчлененных насаждениях. Применяемый способ расчленения насаждений не только целесообразно решает вопрос их пространственного устройства с лесоводческой точки зрения (прежде всего

с точки зрения возобновления насаждения), но учитывает условия и возможности трелевки древесины.

С этой целью в еловых насаждениях были заложены сравнительные опытные площади, на которых по существу сравнивались два способа ведения работ:

1. Неорганизованная, несистематическая валка и трелевка по нерасчлененному насаждению,

2. Направленная валка и организованная трелевка в насаждении, расчлененном трелевочными линиями.

Главным критерием оценки обоих способов проведения работ был размер повреждений насаждения при трелевке. Обследование на опытных площадях принесло наглядный обзор размеров повреждений насаждения, в результате неорганизованной трелевки, а также дало и основной материал относительно возможностей ограничить эти повреждения до хозяйственно-допустимых пределов путем проведения целесообразных хозяйственно-организационных мероприятий.

Размеры повреждения насаждений

Обследование сравнительных площадей при данных условиях привело к следующим результатам:

1. Неорганизованная валка (рис. 3) являлась препятствием для гладкой трелевки заготовленной древесины с возможно меньшим ущербом для насаждения. Для полного использования трелевочных линий по своему назначению необходима направленная валка, т. е. валка деревьев в направлении трелевки. В условиях, при которых проводился опыт, т. е. при средней полноте насаждения равной 0,7, требуемое направление валки было соблюдено полностью или с небольшими отклонениями больше чем в 90 % случаев.

2. Неорганизованная трелевка заготовленной древесины прямо по насаждению на всю длину трелевочного расстояния (рис. 4) наносила значительный ущерб насаждению и повреждения молодяку на линии возобновления. Повреждения сосредотачивались главным образом в нижней части склонов. В этих местах трелевкой было повреждено более 50 % всех стоящих деревьев (табл. VI.).

3. На сравнительной площади направленной валкой и расчленением насаждения трелевочными линиями были созданы благоприятные условия для трелевки заготовленной древесины с меньшим ущербом для насаждения. На этой площади повреждения сосредотачивались около трелевочных линий, где, однако, число поврежденных деревьев не превышало 15 % всего числа деревьев, стоявших в полосе шириной в 20 м вдоль трелевочной линии (табл. VII.).

4. Обследование установило, что в данном случае размеры повреждений насаждения на обеих площадях стоят в том же соотношении, как и общая длина трелевочных расстояний, измеренных на этих площадях. В условиях проведенного опыта это соотношение было приблизительно 100 : 40. На контрольной площади общая длина трелевочных расстояний составляла 5.760 м, а в расчлененном насаждении всего лишь 2.450 м (табл. III). В такой же пропорции уменьшился и размер повреждений в расчлененном насаждении. В нерасчлененном насаждении было отмечено 43 % поврежденных деревьев с общей площадью поранений равной 16.970 см², а в расчлененном насаждении всего лишь 16 % поврежденных деревьев с общей площадью поранений 6.650 см² (табл. V.). (Данные приводятся в пересчете на 100 протрелеванных кряжей и на 1 га.)

5. Наибольшая частота поранений наблюдалась у самых малых по величине площади поражений.

6. Разницы в затрате чистого рабочего времени на отдельные рабочие операции при валке не было отмечено. Организованная трелевка по трелевочным линиям идет быстрее, чем неорганизованная трелевка прямо по насаждению.

Анализ причин повреждений насаждения

1. Самым важным слагаемым в повреждениях, причиняемых насаждению, являются число поврежденных деревьев и площадь отдельных поранений.

2. Были доказаны следующие зависимости:

а) зависимости числа поврежденных деревьев прежде всего от числа протрелеванных кряжей и от длины трелевочного расстояния,

б) зависимость площади поранений насаждения прежде всего от длины и кубатуры кряжей.

Из этих зависимостей вытекает, что для ограничения повреждений насаждения следует:

3. Сократить трелевочные расстояния до наименьшей возможной степени:

а) путем расчленения насаждения на рабочие поля и трелевки заготовленной древесины по трелевочным линиям,

б) валкой в направлении трелевки,

в) целесообразным установлением объема рабочих операций в насаждении сообразно местным условиям (рельеф местности, полнота насаждения, состояние поверхности почвы и т. д.).

4. Анализ причин повреждений показал, что при стремлении ограничить размер ущерба, причиняемого насаждению, нужно обращать больше внимания на расчленение насаждения, чем на вид и объем операций.

Проект мероприятий для ограничения ущерба

Материал обследования указывает главные пути к ограничению повреждений, наносимых насаждению трелевкой, до хозяйственно допустимой степени. Это прежде всего:

1. расчленение насаждения на рабочие поля и транспорт древесины из насаждения по трелевочным линиям,

2. направленная валка в расчлененных насаждениях,

3. правильный выбор вида и объема рабочих операций, выполняемых в насаждении,

4. конструктивное развитие вспомогательных трелевочных средств и их применение на практике,

5. подготовка повальщиков и трелевщиков и обеспечение их материальной заинтересованности в направленной рубке и в бережном отношении к насаждению,

6. уход за поранениями путем нанесения на них защитного покрытия.

Эти мероприятия, и прежде всего правильная пространственная организация насаждения и соблюдение правил качественной работы при валке и трелевке, помогут ликвидировать противоречие между проведением валки и трелевки, с одной стороны, и, с другой стороны, принципами передовой лесоводческой техники.

Bringungsschäden und die Möglichkeiten ihrer Beschränkung bei der Kleinflächenwirtschaft

Infolge mechanischer Übertragung der in der Kahlschlagwirtschaft bei der Nutzung und Bringung angewendeten Arbeitsmethoden in die Kleinflächenwirtschaft entstand die Möglichkeit der Schadenverbreitung in den Beständen auf ein nicht mehr erträgliches Maß. Zur Zeit stellen diese Schäden insbesondere in den Fichtenbeständen das wichtigste Problem des Waldschutzes dar. Trotzdem wird diesen Fragen wenig Aufmerksamkeit gewidmet, obwohl es hier um ein ernstes ökonomisches Problem geht. Die vorgelegte Arbeit soll eine Übersicht über das Ausmaß und Ursachen der Bestandsbeschädigung bei der Bringung geben und die Möglichkeiten deren Beschränkung beim praktischen Wirtschaften feststellen. Der Gegenstand der Forschungsarbeiten war vor allem die Beurteilung der Bedeutung einer räumlichen Ordnung der verjüngten Fichtenbestände zum Zwecke der Schadenbeschränkung. Es wurden daher Versuchsflächen angelegt, wo wesentlich zwei Arbeitsarten verglichen wurden:

1. eine nicht organisierte Nutzung und Bringung im Bestand, der nicht durch Linien zerteilt war,

2. eine Richtungsschwegelung und eine organisierte Bringung im Bestand, der durch Bringungslinien auf Arbeitsfelder zerteilt ist.

Das wichtigste Kriterium für die Beurteilung beider Arbeitsarten bildete der Umfang der Bestandesbeschädigung bei der Bringung. Die Beobachtungen ergaben eine Übersicht über den infolge nicht geregelten Transport entstandenen Schadenumfang im Bestand und bieten gleichzeitig Unterlagen für die Möglichkeiten einer Schadenbeschränkung durch geeignete wirtschaftlich-organisatorische Vorkehrungen auf ein annehmbares Maß.

Die Ergebnisse der Forschungen

Die angewendete Art einer Bestandeszerteilung löst in geeigneter Form die Flächeneinreihung der Bestände nicht nur vom Gesichtspunkt des Waldbaues (vor allem Bestandeserneuerung), aber auch mit Zusehung zu den Bedingungen und Möglichkeiten der Holzbringung.

1. Eine nicht organisierte Nutzung (Abb. 3) bedeutet ein Hindernis für eine leichte und sorgfältige Bringung der genutzten Holzmasse. Für eine volle Ausnützung der Bringungslinien zur Bringung ist eine Richtungsschwegelung notwendig, d. h. ein Schlagen in Richtung der Bringung. In den Versuchsbedingungen (bei Bestandesbestockung 07) war bei der Nutzung die angeforderte Richtung des Fällens gänzlich oder mit einer kleinen Abweichung in mehr als 90 % aller Fälle eingehalten.

2. Bei einer nicht organisierten Bringung der genutzten Masse entlang der ganzen Bringungsstrecke (Abb. 4) kam es zu einer umfangreichen Beschädigung des Bestandes sowie seiner Verjüngung an der Erneuerungslinie. Die Schäden konzentrierten sich vor allem im unteren Teil des Hanges. An diesen Stellen wurden durch die Bringung mehr als 50 % der stehenden Baumstämme beschädigt (Tabelle VI).

3. An der Fläche des zerteilten Bestandes wurden durch die Richtungsschwegelung und durch die Bringungslinien günstige Bedingungen für eine sorgfältige Bringung der genutzten Masse ausgebildet. An dieser Fläche konzentrieren sich die Schäden entlang der Bringungslinien, wo jedoch die Anzahl der beschädigten Baumstämme 15 % der im Streifen entlang der Bringungslinien stehenden Bäume nicht übersteigt (Tabelle VII).

4. Bei den Beobachtungen wurde festgestellt, daß der Umfang der Bestandesbeschädigung an beiden Flächen im gegebenen Fall ungefähr im gleichen Verhältnis steht, wie die Gesamtlänge der an den einzelnen Flächen gemessenen Bringungsstrecken. Beim Versuch wurde dieses Verhältnis mit etwa 100 : 40 vermerkt. An der Kontrollfläche wurde die Gesamtlänge der Bringungswege mit 5.760 m ermittelt, im zerteilten Bestandteil nur 2.450 m (Tabelle III). Im gleichen Verhältnis verringert sich auch der Schadenumfang im durch Linien zerteilten Bestand. An der Kontrollfläche wurden im nicht zerteilten Bestandteil 43 % beschädigte Baumstämme festgestellt mit einer Abschürfungsfläche von insgesamt 16.970 cm², an der Versuchsfläche im zerteilten Bestand nur 16 % beschädigte Baumstämme mit einer Abschürfungsfläche von 6.650 cm² (Tabelle V). Die angeführten Angaben sind auf 100 gekürzte Stämme und 1 ha umgerechnet.

5. Die Analyse des Manipulationseinflusses im Bestand auf dessen Beschädigung bewies, daß in der Bestrebung, die Beschädigungen einzuschränken, ein größeres Gewicht auf eine Verkürzung der Länge der Bringungsstrecke (durch Bestandeszerteilung) gelegt werden muß, als auf die eigene Manipulation. Diese Frage muß jedoch immer individuell gelöst werden und zwar im Rahmen der örtlichen Bedingungen (Dichte des Bestandes, Hängigkeit des Geländes, Stand der Bodenoberfläche).

6. Was die für die einzelnen Arbeitsphasen angewendete reine Zeit betrifft, wurden bei der Nutzung keine wesentlichen Unterschiede (Tabelle II) ermittelt. Durch eine bessere Arbeitsorganisation und bei Ausnützung der Bringungslinien in durch Linien zerteilten Bestand wurden Voraussetzungen für die Erreichung eines bestimmten Zeitgewinns zu Gunsten der Arbeit auf der Fläche im zerteilten Bestand ausgebildet. Die Bestandeszerteilung bildet daher eine richtige Voraussetzung für eine leichtere und raschere Holzbringung.

Vorschläge für Vorkehrungen zur Schadenbeschränkung

Das Beobachtungsmaterial zeigte die wichtigsten Wege zur Beschränkung der durch die Holzbringung verursachten Schäden auf ein erträgliches Maß. Es sind dies vor allem:

1. Die Aufteilung der Bestände auf Arbeitsfelder und die Räumung des Holzes aus den Beständen an den Bringungslinien,
2. eine Richtungsschwegelung in den zerteilten Beständen,
3. die Wahl eines richtigen Manipulationsumfanges im Bestand,
4. die Entwicklung und Anwendung verschiedener Bringungsgeräte in der Praxis,
5. Schulung der Holzarbeiter und Techniker in der Bringung; die Genannten an der Holznutzung in gewisser Richtung und sorgfältiger Bringung materiell zu interessieren,
6. die Behandlung der Abschürfungen durch Schutzanstriche.

Diese Vorkehrungen, vor allem eine richtige räumliche Ordnung der Bestände und die Einhaltung der Grundsätze einer Qualitätsarbeit bei der Nutzung und Bringung ermöglichen, die Widersprüche zwischen den Nutzungs- und Bringungsarbeiten einerseits und den Grundsätzen einer fortschrittlichen Anbautechnik andererseits zu liquidieren.

Damage Caused to Stands by Skidding and Possibilities of Reducing this Damage when Felling Small Areas

Purely mechanical application of working methods, used for cutting clear and skidding on larger areas, to timber felling and skidding on smaller areas involves the possibility of increased damage to the stand, exceeding economically reasonable limits. Nowadays these damages are one of the most pressing problems of forest protection, especially in spruce stands. Nevertheless, little attention is given to these problems although (as shown in our previous study) their economic importance is obvious. The purpose of the present work is to give an outline of the scope and reasons of this damage to the stand caused by skidding and to draw the necessary conclusions to be followed in practical forest management.

The first object of our investigation was to get a judgement over the organization in space of the area of regenerated spruce stands and to establish suitable methods of work for felling and skidding in these stands that have been divided into working circles. The method applied in dividing stands into working circles not only provides a suitable solution to the problem of their organization in space from the point of view of silviculture, (first of all - renovation of the stand), but also takes into account the conditions and possibilities of timber skidding.

For this purpose comparative testing areas have been organically created in spruce stands and two ways of organizing work have been compared.

1. Unorganized, unsystematic timber felling and skidding through an undivided stand,

2. Directed felling and organized skidding in a stand divided by skidding trails.

The scope of damage caused to the stand by skidding served as main standard in judging both methods of work. Investigations conducted in the testing areas provided a picture of the scope of damage to the stand caused by undirected skidding and at the same time provided also the fundamentals concerning the possibilities of reducing these damages to an economically reasonable level through appropriate measures.

Scope of Damage to the Stand

Investigation conducted under conditions given in the comparative areas supplied the following data:

1. Unorganized felling (Illustr. 3) was a hindrance to smooth and secure skidding of felled timber. In order to take full advantage of skidding trails directed felling is necessary, i. e. felling towards the direction of skidding. Under the conditions of the test — the average density of the stand being 0.7 — the required direction of felling has been actually observed, fully or with small derivations, more than in 90 p. c. of all cases.

2. Unorganized skidding of felled timber over the whole skidding distance through the stand (Illustr. 4) caused large damage to the stand and to its young regenerated part. The damage mainly concentrated in the lower part of slopes. In these places skidding damaged more than 50 p. c. of all standing trees (Tab. VI).

3. In the comparative area directed felling and division of the stand into working circles by skidding trails have created very favourable conditions for safely skidding felled timber. In this area the damage was concentrated near the skidding trails, where the number of damaged trees never exceeded 15 p. c. of all trees, standing in a 20 m wide belt along skidding trail (Tab. VII).

4. The investigation has shown, that in the given case the ratio between scopes of damage to stands in both areas was similar to the ratio of total lengths of skidding distances on those areas. Under the given conditions this ratio was approximately 100 : 40. The total length of skidding distances in the control area was

5 760 m; in the divided stand it was only 2 450 m (Tab. III). The scope of damage in the divided area was reduced in accordance to the same ratio. In the undivided area there were 43 p. c. of damaged trees with a total area of excortication equalling 16 960 cm²; in the divided stand there were only 16 p. c. of damaged trees, the total area of excortication being 6 650 cm² (Tab. V) (the figures are calculated for 100 skidded logs and 1 ha).

5. Small size excortications were more frequent than large ones. Illustr. 7).

6. There was no difference in net time required to perform separate operation. Organized skidding along skidding trails is quicker than unorganized skidding through the stand.

Analysis of Causes of Damage to Stand

1. The most important components in the total damage caused to the stand are the number of damaged trees and the total area of separate excortications.

2. The following causal relationships have been proved:

a) the number of damaged trees depends primarily on the number of skidded logs and on the length of the skidding distance,

b) the area of damage to the stand depends on the length and volume of logs.

Therefore the following conclusions have to be drawn in order to reduce the damage caused to stands:

3. It is necessary to shorten as much as possible the length of skidding distances through the stand:

a) by dividing the stand into working circles and by skidding the logs along skidding trails,

b) by felling the trees towards the direction of skidding,

c) by correctly establishing the scope of operations carried out in the stand, according to local conditions (terrain, density of stand, conditions of soil surface etc.).

4. The analysis of reasons of damages caused to the stand shows that in order to reduce this damage it is necessary to pay more attention to the division of the stand than to the kind and scope of operations carried out in it.

Proposed Measures to Reduce Damage

Evidence brought by investigation provides indication of the main ways to follow in order to limit and reduce to an economically reasonable level the damage caused by skidding to stands.

These ways are first of all:

1. division of stands into working circles and skidding logs from the stand along skidding trails,

2. directed felling in divided stands,

3. establishment of proper kinds and scope of operations performed in the stand,

4. designing and taking practical advantage of skidding facilities,

5. training forest workers, timbermen as well as drivers, and creating conditions for them to be materially interested in directed felling and safety for stand,

6. treating excortications by lying protective coats on them.

These measures, and first of all proper organization in space of the stands, as well as maintenance of rules of qualified work in felling and skidding, will help to eliminate the contradiction existing between felling and skidding operations on the one hand and principles of modern forest management on the other hand.

Generativní hybridizace břízy (*Betula sp.*)

Генеративная гибридизация березы (*Betula sp.*)

Generative Hybridization of Birches (*Betula sp.*)

Inž. Erich VÁCLAV, kandidát biologických věd
Lesnická fakulta ČVUT, Praha

Došlo dne 21. XI. 1957

Úvod

Bříza jako jedna z nejrychleji rostoucích dřevin má v lesním hospodářství stále větší význam. Pro svůj rychlý růst, dobrou čistitelnost, odolnost proti suchu, světlomilnost a nenáročnost na stanoviště je výbornou pomocnou a přípravnou dřevinou. Na severu (SSSR, Finsko, Švédsko) je dokonce dřevinou hlavní. Na chudých písčitých stanovištích jest zcela nepostradatelnou, neboť zlepšuje půdu a chrání jehličnaté dřeviny před polomy a požáry. (B. Polanský, 1940). Bříza je tedy hospodářsky významnou dřevinou a její porosty hlavně v severské oblasti se nepovažují za přechodné (P. Svoboda, 1957). Estetický význam břízy v porostních pláštích, parcích a stromořadích je dobře znám. Její dřevo je po buku nejlepším palivem (N. A. Ponomarev, 1932) a dobrým materiálem pro dřevozpracující průmysl (nábytek, lyže, kolářské výrobky), neboť se lehce zpracovává, dobře leští a moří.

Bříza vyniká výjimečnou morfologickou a ekologicko-biologickou proměnlivostí. Její některé cenné formy dřeva (karelská bříza, letecká bříza, plamenná aj.) jsou proto často vyhledávány. Také ve zdravotnictví a v chemickém průmyslu se uplatňují některé její produkty (listy pro vitamin A a C, kůra, pupeny, březová voda aj.).

Bříza se dále šlechtí proto, aby se získaly odrůdy, snášející extrémní podmínky prostředí, dále rychle rostoucí odrůdy s kvalitním dřevem, přímým kmenem a jemným ovětvením a konečně odrůdy s výborným osivem, ze kterého se zakládají semenné plantáže.

Proto se v některých zemích (SSSR, Švédsko, Německo aj.) i u nás přikládá velká pozornost jejímu šlechtění. Předložená práce je pokračováním a dokončením předcházejících pokusů z roku 1955, publikovaných v roce 1956 (výsledky z rozboru hybridního osiva). Proto je zkrácen hlavně metodická část, která byla v předešlé práci podrobně uvedena. V této práci je pojednáno o hybridním osivu, pocházejícím z křížení z roku 1956 a dále jsou uvedeny výsledky, získané při dvouletém pěstování hybridního potomstva. V závěru je souhrnně zhodnoceno křížení břízy podle vlastních i literárních poznatků. Na

práci se velkou měrou podíleli lesník s. Janás, vedoucí pracovníci VÚLH v Uherském Hradišti — Kostelanech a laboranti VÚLH ss. Kopřiva, Ottová a Panáčková.

Metodika práce

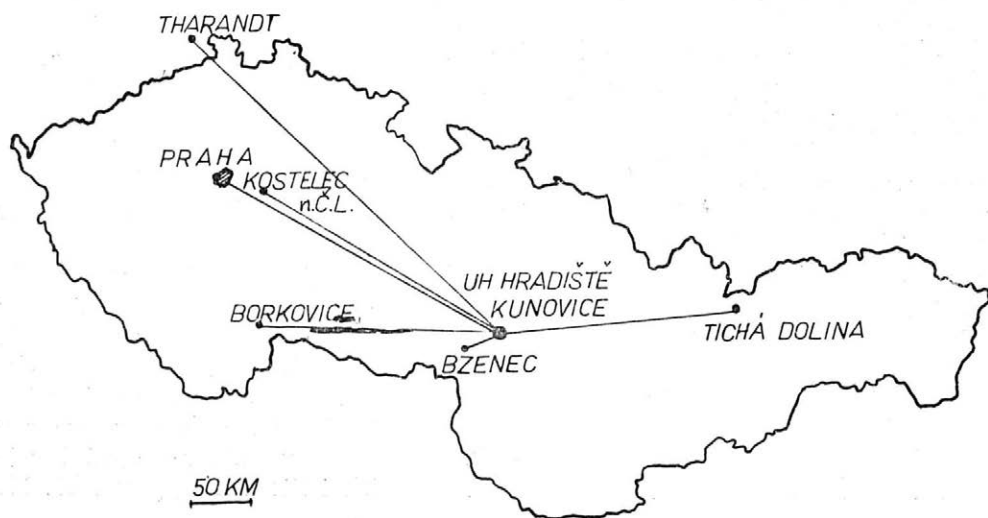
Sběr, zaklíčování a uskladňování pylu

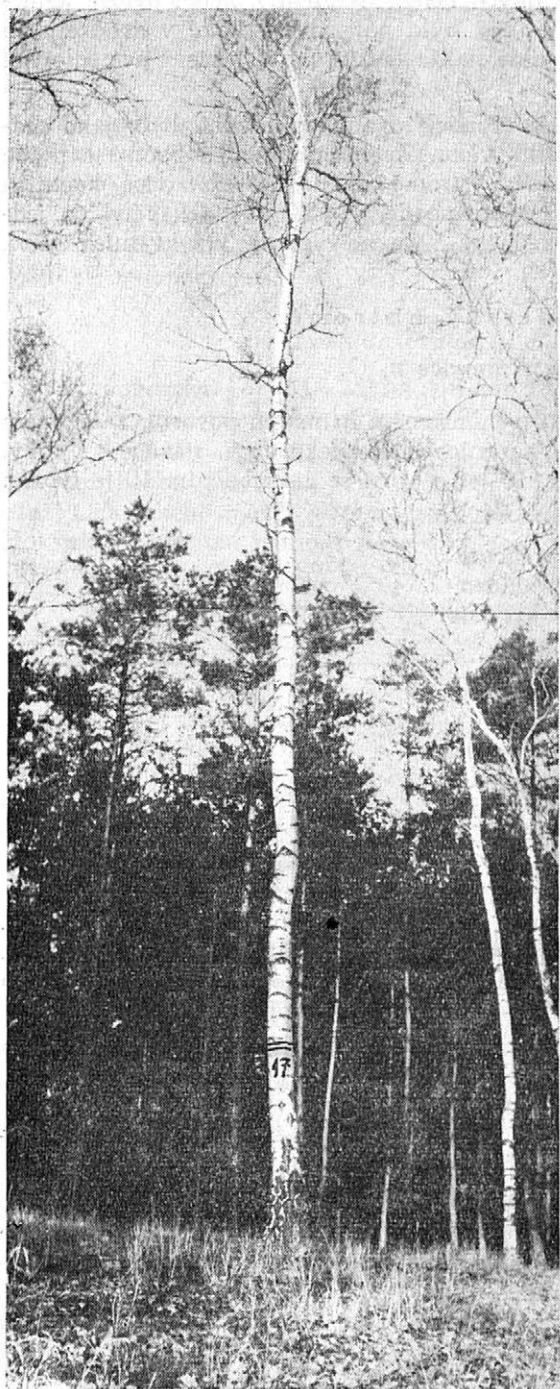
Pyl se sbíral z vodních kultur jako v roce 1955 a dopravoval se v květních větvích, obalených mechem nebo rašelinou, s výjimkou pylu z elitní břízy č. 20 (Tharandt — NDR), který došel čistý v obálce. Po jednorázovém zaklíčení byl pyl uskladněn v exikátoru nad CaCl_2 , umístěném v lednici při 0°C . Pak každých deset dnů byla zjišťována klíčivost pylu. O metodice a výsledcích práce s pylem pojednávají jiné práce (E. Václav, 1956, 1958).

Výběr rodičovských stromů ke křížení

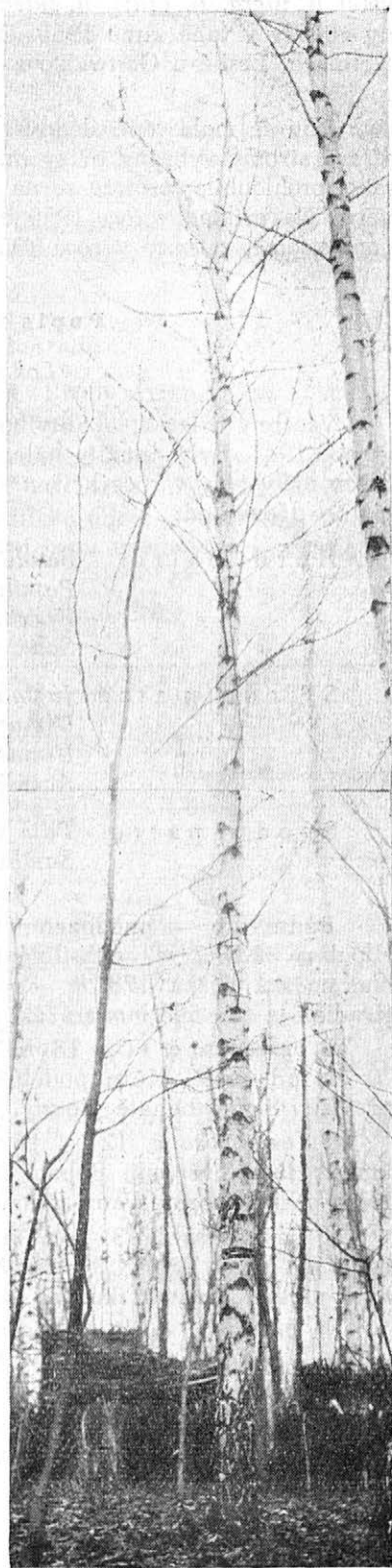
V roce 1955 byla zkoumána klíčivost semene z několika bříz, rostoucích v polesí Kunovice n. Olšavou. Po rozboru byly vybrány 4 mateřské stromy *B. verrucosa*. Mimo tyto byly vybrány dále břízy, rostoucí na extrémních stanovištích: na čistém písku (*B. verrucosa* č. 17 — Bzenec, viz obr. 2), na rašelině (*B. verrucosa* č. 19 — Borkovice), na hlinité půdě (*B. verrucosa* č. 15 — Kunovice), ve vysokých polohách (*B. verrucosa* č. 18 — Tichá dolina ve Vys. Tatrách) a konečně elitní *B. verrucosa* č. 792 z Tharandtu, v naší práci označovaná pod č. 20. Vzdálenost lokalit otcovských stromů byla od 18 do 360 km (viz obr. 1). Z jiných druhů byla nově použita *B. Gmelini*, rostoucí v Ďáblicích u Prahy. Mimo tyto otcovské stromy byly použity také *B. verrucosa* č. 4 a 10 z Kostelce n. Č. L. a *B. pubescens* a *B. Ermani* z botanické zahrady z Prahy, s kterými bylo pracováno již v roce 1955. Pylové jehnědy dalších exotů byly zmrzlé. Původně bylo také počítáno s pylem z Moskvy, Sofie a Curychu, který však pro technické potíže nedošel. Tímto pylem měl být sledován vliv geografické vzdálenosti na kvalitu osiva a potomstva. Rovněž z květních

1. Lokality otcovských stromů při křížení 1956





2. *Betula verrucosa* č. 17 (Bzenec) — foto E. Václav



3. *Betula verrucosa* č. 12 (Kunovice n. Olšavou) — foto E. Václav

větví *B. nigra*, *B. utilis*, *B. lutea* a jiných nebyl získán pyl, neboť pylové jehnědy zmrzly v tuhé zimě 1955—1956, což bylo pozorováno také v arboretu ve Křtinách, Lešné u Gottwaldova a jinde, takže mezidruhovému křížení nemohlo být rozšířeno.

Aby se mohl lépe sledovat vliv různých druhů opylování, byly jako mateřské stromy vybrány břízy mladšího věku. Zmenšením jejich počtu se práce také prohloubila, protože se na každém stromě mohlo izolovat více květních větví. Na příklad v roce 1955 bylo izolováno nejvýše 50 květních větví na jednom stromě, zatímco v roce 1956 nejméně 52 a nejvýše až 305 květních větví.

Popis mateřských stromů

Lokalita Kunovice n. O.

Všechny břízy z lokality rostou ve smíšeném listnatém porostu, založeném v roce 1941. Byly použity náletové sazenice z nedaleké obce, staré 2—4 roky. Břízy měly tedy v roce křížení 17—19 let. Porost se zakmeněním 10 je tvořen těmito dřevinami:

Horní patro: *Betula verrucosa*
Populus robusta
Fraxinus excelsior
Salix alba

Střední patro: *Juglans nigra*
Ulmus effusa
Ulmus campestris
Acer pseudoplatanus

Spodní patro: *Tilia cordata*
Sambucus nigra

Půdní typ — hnědozem, tvořena každoročními náplavy řeky Moravy. Hloubka půdy 2 m, jednotlivé horizonty nejsou zřetelné. Expozice — plošina. Nadmořská výška 178 m. Podle údajů meteorologické stanice v Uherském Hradišti je zde 598 mm srážek, prům. teplota 9° C a Langův dešťový faktor 66.

B. verrucosa č. 11 — 18 m, 21 cm. Koruna od 7 m, slabá borka vystupuje do 70 cm od země. Kůra podélně rozpraskaná, ovětvení řídké. Koncové větve převislé. Strom bohatě plodný. Přímý kmen. Průměr koruny je 2,9 m.

B. verrucosa č. 12 — 18 m, 22 cm. Koruna od 6 m, přímý, průběžný kmen. Husté ovětvení. Bohatě plodný strom. Borka slabá, vystupují do 80 cm. Kůra podélně rozpraskaná. Průměr koruny 3,4 m (viz obr. 3).

B. verrucosa č. 13 — 17 m, 20 cm. Koruna od 4 m. Slabá borka dosahuje do 2 m. Kmen přímý, s bohatým ovětvením. Pata kmene mírně prohnutá. Bohatě plodný. Průměr koruny 3,4 m.

B. verrucosa č. 14 — 16 m, 15 cm. Koruna od 4 m, husté ovětvení. Kmen přímý, s podélně rozpraskanou borkou, dosahující 80 cm od země. Bohatě plodný. Průměr koruny 3,4 m.

B. verrucosa č. 15 — 17 m, 20 cm. Koruna s řidším ovětvením začíná od 9 m. Kmen přímý, bez borky. Z této břízy se sbíral pyl pouze pro kontrolní opylování.

Popis otcovských stromů

Lokalita Kostelec n. Č. L.

B. verrucosa č. 4 — 40 let, 18 m, 23 cm. Přímý kmen s bílou kůrou. Roste na jižní expozici v březince široké 6–8 m společně s třešní, dubem, jasanem, osikou a brslenem.

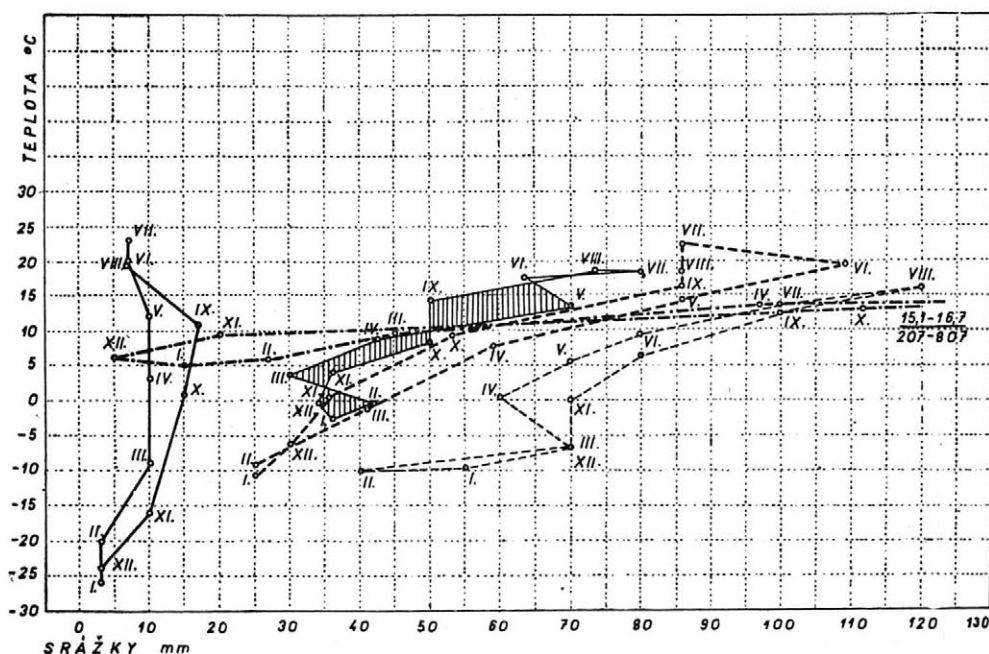
B. verrucosa č. 10–45 let, 18 m, 26 cm. Ovětvení od 8 m. Roste spolu s osikou, dubem a olší v borovém porostu na již. expozici. Přímý kmen, převyšující okolní porost.

Lokalita Praha — bot. zahrada

B. pubescens — 18–22 let, 10 m, 18 cm. Přímý kmen, kůra bílá bez borky. Koruna excentrická, začíná od 3 m. Roste na sev. expozici.

B. Ermani — 18–22 let, 8 m, 14 cm. Ovětvení od 3 m. Přímý kmen, kůra bílá bez borky. Roste na sev. expozici. Pochází ze Sachalinu, Kamčatky, pobřeží Ochotského moře, Koreje, Japonska. Klimatické údaje z Rubesibe (ostrov Hokkaido), kde má jedno z největších zastoupení, jsou uvedeny v klimogramu (obr. 4).

4. Klimogramy lokalit otcovských stromů břízy



Vysvětlivky:

- *B. Gmelini*
- *B. utilis*
- *B. papyrifera*
- *B. verrucosa*
- . - . - *B. Ermani*

Lokalita Ďáblice u Prahy

B. Gmelini — 24 let, 5 m, 14 cm (ve výši 1 m). Výška kmene 1 m, šířka koruny 4 m. Velmi husté ovětení. Kůra kmene i větví úplně černá. Borka schází. Roste na rovině ve školce. Pochází z jižní Sibíře a z Mongolska. Klimatické údaje jsou uvedeny v klimatogramu (viz obr. 4).

Lokalita Bzenec

B. verrucosa č. 17 — 55 let, 18 m, 20 cm. Koruna od 12 m, řídké ovětení. Slabá borka do 1 m. Jižní expozice. Roste na pískovém přesypu (mocném až 8 m). Čistá březina, uměle založená. Zakmenění 6—8. Nadmořská výška 173 m.

Lokalita Tichá Dolina — Vysoké Tatry

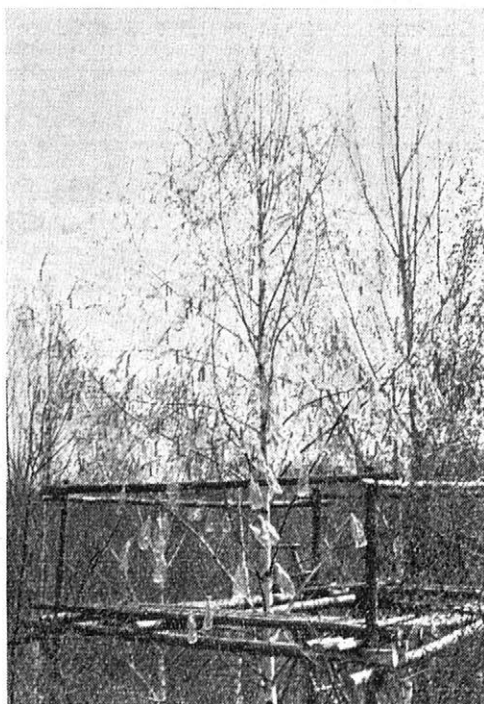
B. verrucosa č. 18 — 35 let, 13 m, 16 cm. Koruna od 8 m, kůra v dolní části pomístně rozpraskaná. Strom zdravý. Roste na okraji smrkového porostu ve výši 1240 m na štěrkovité — hlinité půdě, pomístně kamenité, sklon 35°, vých. expozice.

Lokalita Borkovice

B. verrucosa č. 19 — 38 let, 19 m, 32 cm. Kmen přímý, průběžný, hustá koruna od 11 m. Kůra bílá, borka vystupuje do 1 m. Válcovitý, málo spádný kmen. Roste na 11 m silné vrstvě rašeliny na Borkovických blatech. Nadmořská výška 425 m.



5. Opylovací věž u *B. verrucosa* č. 12 —
foto E. Václav



6. Izolace květů na *B. verrucosa* č. 12 —
foto E. Václav

Lokalita Tharandt (NDR)

B. verrucosa č. 20 — 25,5 m, 29–31 cm. Kmen přímý, průběžný, koruna úzká, začínající od 12,5 m. Strom roste 2 km od Tharandtu na vých. expozici, 15 m nad patou údolí. Nadmořská výška 240 m.

Kastrace, izolace a opylování květů

Květy byly opylovány na čtyřech vybraných mateřských stromech pomocí opylovacích věží (viz obr. 3), které umožnily značné rozšíření rozsahu práce (viz tab. I).

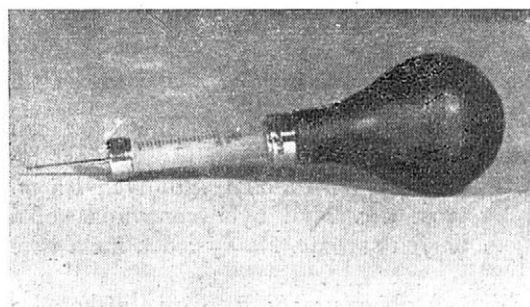
Opylovací věže jsou: a) postranní — pouze po jedné straně stromu,
b) obvodové — kolem celého stromu.

Výstup do pater věže je velmi pohodlný, neboť žebříky jsou pevně připevněny. Je možno opylovat květy po celém obvodu koruny v horizontálním a vertikálním směru. Kmen stromu se neničí a větve nelámou. Množství opylených květních větví je za stejnou dobu trojnásobné ve srovnání s opylováním pomocí žebříku nebo přímo v koruně, kde mimo to dochází ke značnému poškození kmene a větví. Pracovník se může přivázat k zábradlí, takže práce je bezpečná a pohodlná. Potřeby k opylování si může vhodně položit na podlaže.

Pro opylování v Kunovicích jsme zřídili 4 obvodové opylovací věže o dvou patrech. Výška 14 m, strana čtvercového půdorysu 4 m, trojúhelníkového 3,5 m. Z ekonomického zhodnocení opylování pomocí opylovacích věží vyplývá mnoho výhod ve srovnání s opylováním pomocí žebříku neb přímo v koruně, ke kterému došlo v roce 1955. Produktivita práce byla trojnásobná, což při krátké době květu dřevin je velmi významné. Náklady na mzdy činily asi 600 Kčs na jednu věž (bližší viz E. V á c l a v, 1957).

Květy se kastrovaly, izolovaly (viz obr. 6) a opylovaly podle stejné metodiky jako v roce 1955. Pokusně bylo také opylováno naším novým typem opylovacího přístrojku, který vznikl zjednodušením Rohmederova přístrojku (M. R o h m e d e r, 1954). Přístrojek je dobře rozložitelný, a tím i dobře čistitelný (viz obr. 7).

Nejdříve kvetla a rašila bříza č. 12, a to dne 10. IV. 1956, zatímco ostatní břízy až o 5 dnů později. Květy byly izolovány ve dnech 16.—21. IV. 1956 a opylovány v ranních hodinách (7—10,30 hod.) ve dnech 25.—30. dubna 1956.



7. Opylovací přístrojek z roku 1956 — foto
J. Machaniček

I.

Bříza č.	Počet izolovaných květních větví	Z toho ponecháno pro samoopylení
11	176	25
12	305	40
13	87	
14	52	
Celkem	620	65

Vnitrodruhových variant (kombinací) bylo 14, mezidruhových 4, z toho 3 byly směsí pylu s *B. verrucosa* č. 4. Samoopylení mělo 2 varianty, takže bylo celkem 20 variant. K úspěšnému oplození došlo na 97 % květních větví.



8. Hmyzem silně poškozená větev *B. verrucosa* č. 12. Na periferní části šišťice zcela chybí — foto E. Václav

Při červnové kontrole bylo shledáno, že značná část šišťic byla zničena různými škůdci (*Elasmucha Schiff.*, *Cymatophora flavicornis grisea* L., *Anisopteryx aescularia* L., *Brachionycha nubeculosa* Esp., *Biston hirtarius* Cl., *Biston pomonarius* Hb., *Himera plumaria* L., *Himera pennaria* L., *Maacosoma nubeculosa* Esp., *Hybernina auran-tiaria* Esp., *Hybernina marginaria* Bkh.). Šišťice i listy byly zničeny hlavně na koncových větvích jižní strany stromů (viz obr. 8). Největší škody byly na bříze číslo 14. Dne 28. června zůstalo toto množství úspěšně oplodněných a nepoškozených plodných větví (viz tab. II);

II.

Bříza č.	Oplodnění květních větví	
	stav k 7. V. 1956	28. VI. 1956
11	171	18
12	295	151
13	87	12
14	52	3
Celkem	605	184

Šišťice z 15 variant byly sbírány ve dnech 27. VII.—14. VIII. 1956. Ze zbývajících pěti variant (13 × *B. ermani* + *B. verrucosa*; 14 × 17; 14 × 18; 14 × 19) semena nebyla získána. Navíc se sbírala semena z otcovských stromů 4, 10, 17, 20 a *B. Gmelini*.

Vypěstování hybridního potomstva

Hybridní osivo, získané z křížení v r. 1955, bylo po semenářském rozboru vyseto dne 5. a 6. VI. 1956 do pařenišť VÚLH v Uherském Hradišti-Kostelanech. Vyseto bylo semeno ze 44 variant, každá v 1—2 řádcích, dlouhých 1,5 m. Ačkoliv osivo mělo po sběru dobrou klíčivost a výsevu byla věnována velká péče, bylo vypěstováno relativně málo jednoletých sazenic. Na výsledek měla jistě vliv tuhá zima 1955—1956.

Semenáčky vzešly po 14—16 dnech. Dobře vzešly z osiva, získaného z mezidruhového křížení na *B. verrucosa* č. 1, zatímco z téhož křížení na *B. verrucosa* č. 5 nevzešly žádné semenáčky.

Jak volné opylení na č. 10, tak varianta 1×10 měly dostatečně velkou vzcházejivost. Dne 7. května byly semenáčky asi 2–3 cm vysoké. Dne 27. června a 3. září byla výška semenáčků až 5 a pak 10 až 50 cm. V červenci a v srpnu byl tedy maximální výškový přírůstek. Dne 28. září byly odebrány listy pro herbář. Jednoletky byly vyzvednuty 12. listopadu, zároveň změřena výška osy, délka kořenů a průměr kořenového krčku. Dne 15. listopadu byly všechny jednoletky vysázeny do arboreta lesnické fakulty v Kostelci n. Č. L.

Semena z křížení 1956 byla vyseta 4. a 28. září 1956 v pařeništích na VÚLH v Uherském Hradišti — Kostelanech. Při výsevu bylo postupováno stejným způsobem jako při jarní siji s tím rozdílem, že všech 25 variant mělo větší počet vysetých řádků. Některé varianty měly až trojí opakování v různých pařeništích. Semeno z mezidruhového křížení, které bylo sklizeno v malém množství, bylo vyseto do pikýrovacích bedýnek ve skleníku.

Semenáčky z výsevu ze 4. září vzešly ve dnech 20.—23. září 1956. Některé varianty vzešly velmi hustě. Při další, listopadové kontrole výsevu nebyly zjištěny žádné změny v počtu a hustotě vzešlých semenáčků. Semenáčky z variant, vysetých 28. září, vzešly ve dnech 15.—18. října 1956. Do jednoho pařeniště bylo vyseto semeno ze svalcové (karelské) břízy, rostoucí na Valašsku. Semeno mělo 41,5 % klíčivosti. Semenáčky vzešly poměrně hustě. Při dalších kontrolách ve dnech 28. VI. 1957 a 2. VIII. 1957 byly zjištěny značné rozdíly ve vzcházejivosti semenáčků. Nejlépe vzešly varianty 12×15 , 12×17 , 12×19 a 4, 10, 12, 15 a 20 volné opylení. Naopak velmi špatně vzešly varianty 11, 13 a 14 volné opylení a 11×18 a 11×20 . Jednoleté semenáčky z jednoho pařeniště (celkem 15 variant) byly pak 11. XI. 1957 vyzvednuty, výsadby schopné byly proměřeny a založeny pro jarní výsadbu v Kostelci n. Č. L. Malé semenáčky (kolem 10 cm) byly ponechány pro šolkování. Semenáčky ze zbývajících 4 variant (4, 10, 15 a 20 volné opylení), které vzešly velmi hustě, nebyly vyzvednuty vůbec, neboť nebyly velké. Proto byly i pro další rok ponechány v pařeništi spolu s některými duplicitními variantami.

Rozbor výsledků

Rozbor hybridního osiva

Z křížení v r. 1956 bylo sklizeno semeno z 15 variant a a dále z 11 variant volného opylení (4 mateřské a 7 otcovských stromů). Množství sklizeného osiva kolísalo v jednotlivých variantách od 0,35 do 65,00 g (4—139 šištic). Váha šištice se pohybovala mezi 66—427 mg, jejich délka od 16 do 29 mm. Poměr šířky křídélka k průměru semen kolísal od 1,4 do 2,44. Absolutní váha 1000 semen se pohybovala od 0,0630 do 0,1400 g, energie klíčení od 0 do 23,2, klíčivost od 0,5 do 29,0 % a průměrná doba klíčního klidu od 4,1 do 9,5 dne. (Bližší viz tab. III.)

a) Morfologický rozbor osiva

Již v předcházející naší práci byla studována možnost rozlišení obou našich bříz pomocí poměru křídélka k průměru semene. Rozbor z r. 1956 umožnil zpřesnit dosud získaný poznatek v tom smyslu, že poměr má při rozlišování obou druhů pouze pomocný charakter. Na příklad semeno z volného opylení *B. verrucosa* č. 17 mělo průměr od 0,8 do 1,5, čili v hranicích *B. pubescens*,

Číslo stromu	Číslo stromu	Celková doba izolace	Počet				Datum							Počet				Celková váha šištic	Průměrná délka 1 šišlice	Průměrná váha 1 šišlice	Absolutní váha semene	Energie klíčení	% technické klíčivosti	Průměrná doba klíčení
			izolovaných větví	opýlených květ. větví	oplozených a odšáčkovaných větví	oploz. z počtu opyl. květ. větví	izolace květů (sáčkování)	odšáčkování	sběru pylu	prvního opýlení	druháho opýlení	třetího opýlení	sběru šištic	plodných větví v době sběru šištic	sklizených šištic	šištic na 1 větev								
																	ks							
11	samoopýlení volné	16—17	25	25	25	100	19.—20. 4.	5. 5.	—	—	—	—	14. 8.	1	4	4,0	0,35	1,6	101	0,0860	1,0	1,0	5,2	
	4	16—17	49	49	48	98	19.—20. 4.	5. 5.	17. 4.	28. 4.	29. 4.	—	—	9	15	1,6	61,80	2,1	299	0,1235	15,2	15,7	4,1	
	18	16—17	51	51	47	92	19.—20. 4.	5. 5.	19. 4.	28. 4.	29. 4.	—	—	4	12	3,0	2,25	1,9	159	0,0992	1,7	2,0	5,9	
	20	16—17	51	51	51	100	19.—20. 4.	5. 5.	20. 4.	28. 4.	29. 4.	—	—	4	7	1,7	1,60	1,8	135	0,0940	4,0	4,5	5,3	
	Σ (∅)	—	176	176	171	97								18	38	2,1	1,25	1,7	152	0,1107	3,0	4,2	7,0	
12	samoopýlení volné	16—19	40	40	39	97	16.—19. 4.	4. 5.	—	—	—	—	27. 7.	11	25	2,2	8,26	2,2	335	0,1257	5,2	7,5	6,8	
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41,56	2,3	328	0,1400	23,2	29,0	6,9	
	10	16—19	8	8	8	100	16.—19. 4.	4. 5.	17. 4.	25. 4.	26. 4.	27. 4.	—	4	9	2,2	2,33	2,3	275	0,1162	12,5	15,7	6,8	
	15	16—19	50	50	50	100	16.—19. 4.	4. 5.	19. 4.	25. 4.	26. 4.	27. 4.	—	28	139	4,9	27,62	2,0	205	0,0937	9,5	15,7	8,9	
	16	16—19	53	50	50	100	16.—19. 4.	4. 5.	20. 4.	25. 4.	26. 4.	27. 4.	—	23	46	2,0	14,21	2,3	334	0,1385	17,7	23,5	7,1	
	17	16—19	51	50	49	98	16.—19. 4.	4. 5.	16. 4.	25. 4.	26. 4.	27. 4.	—	24	86	3,5	24,66	2,3	292	0,1312	14,7	23,5	7,7	
	18	19	50	47	47	100	17. 4.	5. 5.	19. 4.	28. 4.	29. 4.	—	—	31	126	4,0	45,78	2,2	371	0,0960	8,0	13,0	8,5	
	19	16—19	53	53	52	98	16.—19. 4.	4. 5.	17. 4.	25. 4.	26. 4.	27. 4.	—	30	99	3,3	24,46	2,3	249	0,1120	13,7	18,0	7,4	
	Σ (∅)	—	305	298	295	99								151	530	3,5	188,88	2,2	298	0,1197	13,0	18,2	7,5	
13	volné B. Gmelini	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4. 8.	—	—	—	42,76	2,6	345	0,1062	1,2	1,5	6,1	
	B. verr.+ B. pub.	17	42	42	42	100	21. 4.	7. 5.	17. 4.	29. 4.	30. 4.	—	—	4	10	2,5	1,30	2,0	202	0,0950	0,0	0,5	9,5	
	B. verr.+ B. Erm.	17	8	8	8	100	—	—	—	—	—	—	—	2	16	8,0	3,10	2,3	217	0,1125	1,7	2,0	7,1	
	B. verr.+ B. Gm.	17	7	7	7	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		17	30	30	30	100	—	—	—	—	—	—	—	6	20	3,3	5,49	2,3	275	0,1087	0,5	0,5	5,0	
	Σ (∅)	—	87	87	87	100								12	46	3,8	52,65	2,3	259	0,1056	0,8	1,1	6,9	
14	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4. 8.	—	—	—	38,11	2,5	270	0,0935	0,5	0,5	6,0	
	10	15	10	10	10	100	21. 4.	5. 5.	17. 4.	28. 4.	29. 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	15	15	11	11	11	100	—	—	20. 4.	—	—	—	—	1	7	7	0,71	2,2	181	0,1155	1,5	1,5	5,0	
	17	15	10	10	10	100	—	—	16. 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18	15	10	10	10	100	—	—	19. 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	19	15	11	11	11	100	—	—	17. 4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Σ (∅)	—	52	52	52	100								1	7	7,0	38,82	2,3	225	0,1045	1,0	1,0	5,5	
4	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14. 9.	—	—	—	27,50	2,1	326	0,1630	56,5	66,2	6,2	
10	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14. 9.	—	—	—	46,51	2,4	325	0,1600	37,5	39,0	5,4	
15	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18. 8.	—	—	—	65,00	2,9	427	0,1307	15,0	16,5	5,6	
16	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7. 8.	—	—	—	23,60	2,5	333	0,1340	9,2	9,5	5,4	
17	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5. 9.	—	—	—	5,99	2,6	264	0,1255	15,7	18,2	5,7	
20	volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21. 8.	—	—	—	19,65	2,1	66	0,0630	31,0	36,5	6,4	
	B. Gmelini — volné	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17. 10.	—	—	—	27,20	2,1	323	0,3957	0,0	0,0	—	

ačkoliv roste na čistém písku! Také kolísání poměru u různých jedinců je značné. Semeno z volného opylení břízy č. 12 a č. 13 mělo velmi rozdílný poměr (č. 12—1,6 až 2,9; č. 13—1,1 až 1,8). Nelze tedy z poměru šířky křídélka k průměru semene vyvozovat druhové rozdíly, nýbrž je třeba brát celý komplex znaků a rovněž i vliv prostředí.

Dále bylo zjištěno, že varianta křížení jen velmi málo ovlivňuje tvar semen a šupin. Ve všech vnitrodruhových a mezidruhových variantách vždy převládal tvar mateřského stromu. Rozdíly byly shledány mezi jednotlivými stromy, přičemž poměr v jednotlivých letech může být na těchto stromech proměnlivý. (Blíží viz tab. IV.)

IV.

Varianta křížení	Poměr křídélka k semenu	Varianta křížení	Poměr křídélka k semenu
11 — samoopylení	1,41	13 × B. Gm + B. verr.	1,58
11 — vol. opylení	1,43	13 × B. pub. + B. verr.	1,61
11 × 4	1,44	14 — vol. opylení	1,65
11 × 18	1,44	14 × 15	1,55
11 × 20	1,40	4 — vol. opylení	1,84
12 — samoopylení	2,44	10 — vol. opylení	1,77
12 — vol. opylení	2,20	15 — vol. opylení	1,76
12 × 4	2,23	17 — vol. opylení	1,14
12 × 10	2,20	20 — vol. opylení	1,37
12 × 15	2,35		
12 × 17	2,18	r. 1955	
12 × 18	2,28	11 — vol. opylení	1,59
12 × 19	2,12	12 — vol. opylení	2,57
13 — vol. opylení	1,47	13 — vol. opylení	1,95
13 × B. Gmelini	1,52	14 — vol. opylení	1,95

b) Rozbor osiva podle druhů opylování

Semeno ze samoopylení mělo i v r. 1956 minimální klíčivost (viz tab. III). Nelze je tedy sbírat ze solitér nebo vtroušených stromů v porostu jiné dřeviny. S tímto závěrem souhlasí mnoho autorů, i když výsledky jsou poněkud odlišné. V některých případech bylo semeno vůbec neklíčivé nebo jehnědy po opylení vlastním pylem odpadly (A. Acatay, 1938). Minimální hodnoty udává S. Saarnijoki (1946, 1947) a J. Kantor (1956), který ve vlastních pokusech získal semeno pouze s 2—9 % klíčivosti. U samoopylení není lhotejně, byl-li použit pyl z téže větve (autogamie) nebo z jiné části koruny (geitenogamie). V prvním případě je klíčivost semene zpravidla nižší, ve druhém vyšší (G. D. Frolova, 1956, A. M. Kolesnikov, 1939, S. Z. Kurdiani, 1914). Podobně je tomu i v jiných pokusech. U *B. pubescens*, rostoucí na rašelině i při geitenogamním samoopylení nebyla klíčivost semene vyšší 2 %. Semeno z *B. verrucosa* II. věkové třídy bylo klíčivější než ze IV. tř. Na klíčivost má tedy vliv jednak stáří stromu, stanoviště a charakter samoopylení (autogamie nebo geitenogamie). Tento poznatek platí také i pro karelskou břízu (A. J. Ljubavskaja, 1952, 1956, 1957). Srovnáním několika údajů lze si udělat celkový přehled o kvalitě semene ze samoopylení i ostatních druhů opylení (viz tab. VIII).

Semeno z volného opylení mělo opět vyšší klíčivost než semeno ze samoopylení (viz tab. III). Snížená kvalita osiva bříz č. 11–14 z volného opylení proti r. 1955 je patrna jak z absolutní váhy, která je ve všech případech pod údajem z čs. normy, tak z klíčivosti, která byla třikrát menší než v r. 1955. Rozdíl ve výsledcích z obou let je uveden v tab. V.

V.

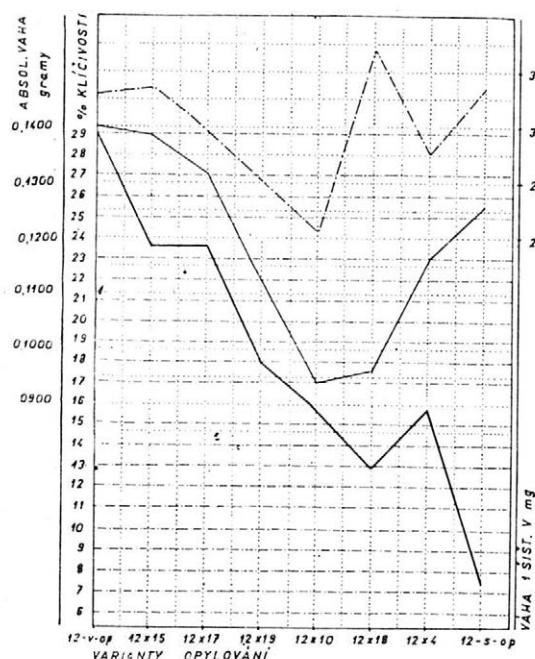
Bříza č.	1955	1956
	% klíčivosti	
11	43,0	15,7
12	33,0	29,0
13	36,0	1,5
14	28,0	0,5
Aritm. průměr	35,0	11,6

Pokles klíčivosti mohl být způsoben buď nedostatečným opylením nebo pylem nižší kvality. Množství a kvalita semen z volného opylení může být tedy rozdílná v jednotlivých letech, na různých stromech a v různých oblastech.

Z otcovských stromů měly nejvyšší klíčivost semena břízy č. 4 a 10 a bříza č. 20 (Tharandt).

Také již dříve jmenovaní autoři uvádějí shodně s našimi výsledky daleko vyšší kvalitu osiva, pocházejícího z volného opylení proti osivu ze samoopylení (A. Acatay, 1938, G. D. Frolova, 1956, J. Kantor, 1956, A. J. Ljubavskaja, 1952, 1956, 1957), jak je vidět z celkového přehledu v tab. VIII.

Vnitrodruhové křížové opylení mělo v roce 1956 poměrně dobré výsledky na stromě č. 12 (viz obr. 9). Na břízách č. 11, 13 a 14 nebyla v žádném případě klíčivost semene vyšší než 4,5 %. Na stromě č. 12 kolísala klíčivost mezi 13–23,5 % (Bližší viz tab. III.) Procento klíčivosti na stromě č. 12 je více než dvakrát vyšší než součet průměrných procent na stromech č. 11, 13 a 14, což zřejmě souvisí i s vysokým množstvím oplodněných šištic na bříze č. 12. Ve váze šištice, absolutní váze semen a



9. Absolutní váha, váha 1 šištice a % klíčivosti semen *B. verrucosa* č. 12

— Absolutní váha
 - - - - - Váha 1 šištice
 % klíčivosti

klíčním klidu nebyly rozdíly mezi jednotlivými mateřskými stromy tak velké.

Z křížení různých ekotypů lze uvést jen dílčí výsledky, získané na bříze č. 12, neboť všechny reprízy na stromě č. 14 se nezdařily. Materiál je tedy neprůkazný a může být vyhodnocen až v pozdějších letech při studiu potomstva. Předběžně lze říci, že klíčivost semene klesá se zvyšující se vzdáleností lokality otcovského stromu a se stoupáním jeho nadmořské výšky (viz tab. VI a VII a obr. 10 a 11).

VI.

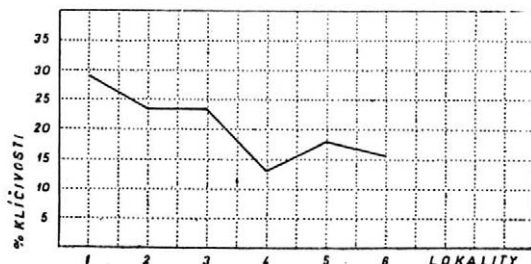
Varianta	Vzdálenost lokality otcovského stromu od místa opylování (v km)					
	0	18	180	210	220	220
12×15	23,5	23,5	13,0	18,0	15,7	15,7
12×17						
12×18						
12×19						
12×4						
12×10						

VII.

Varianta	Nadmořské výšky otcovských stromů (v m)			
	do 200	do 400	do 600	přes 600
	% klíčivosti			
12×15	23,5	15,7	18,0	13,0
12×17				
12×4				
12×10				
12×19				
12×18				

Lze ale předpokládat, že potomstvo z křížení zeměpisně vzdálených forem bude mít v souladu s mičurinskou biologií heterózní růst. Proto byly v r. 1958 založeny pokusy, kdy bylo opylováno pylem z SSSR, Polska, NDR, NSR, Francie a Belgie, aby tato otázka mohla být blíže prostudována.

Určité zkušenosti ze studia vzdáleného křížení a křížení ekotypů jsou už známy z literatury. U břízy mají kříženci dvou odlehlých proveniencí (severní Švédsko × jižní Švédsko) význam jak pro sever (zvýšení přírůstu), tak pro jih



10. Klíčivost semen z ♀ stromu č. 12 ve vztahu ke vzdálenosti lokality otcovského stromu

Vysvětlivky:

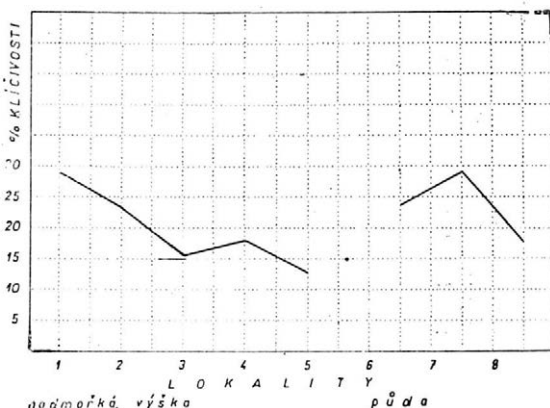
- | | |
|-------------------|--------|
| 1 — Kunovice vop. | 0 km |
| 2 — Kunovice kř. | 0 km |
| 3 — Bzenec | 18 km |
| 4 — Tichá | 180 km |
| 5 — Borkovice | 210 km |
| 6 — Kostelec | 220 km |

(kvalitativní zlepšení). Tím se získává cenný šlechtitelský materiál (H. J o h n s o n, 1951). Rovněž A. J. L j u b a v s k a j a (1952, 1957) potvrzuje prospěšnost křížového opylení různých ekotypů, kdy klíčivost semene byla až sedmkrát větší než z volného opylení (dosahovala až 96 %). Není to ovšem pravidlem, neboť při použití matky i otce z nepříznivých podmínek (rašelina) bylo semeno klíčivé pouze z 6,5–7,5 %. Klíčivost se nezvýšila ani při použití pylu z bříz,

11. Klíčivost semen z ♀ stromu č. 12 ve vztahu k nadmořské výšce a druhu půdy otcovského stromu

Vysvětlivky:

- 1 — Kunovice — vop. —178 m
- 2 — Bzenec —173 m
- 3 — Kostelec —340 m
- 4 — Borkovice —425 m
- 5 — Tichá —1240 m
- 6 — Bzenec — čistý písek
- 7 — Kunovice — hlinitá lesní půda
- 8 — Borkovice — čistá rašelina



rostoucích na dobrých stanovištích. Pronikavý vliv vnitrodruhového křížení na kvalitu osiva podtrhuje i J. K a n t o r (1956). Z jeho 36 křížení mělo semeno pouze ve 3 případech klíčivost menší než 50 %, zatímco z některých kombinací se získalo až 83 a 95 %.

Při použití vnitrodruhové směsi pylu bylo získáno semeno s nižší klíčivostí než při opylování pylem z jednoho stromu (J. K a n t o r, 1956, E. V á c l a v, 1956). Směs pylu má ale pronikavý vliv při překonávání nekrížitelnosti, jak bude uvedeno dále.

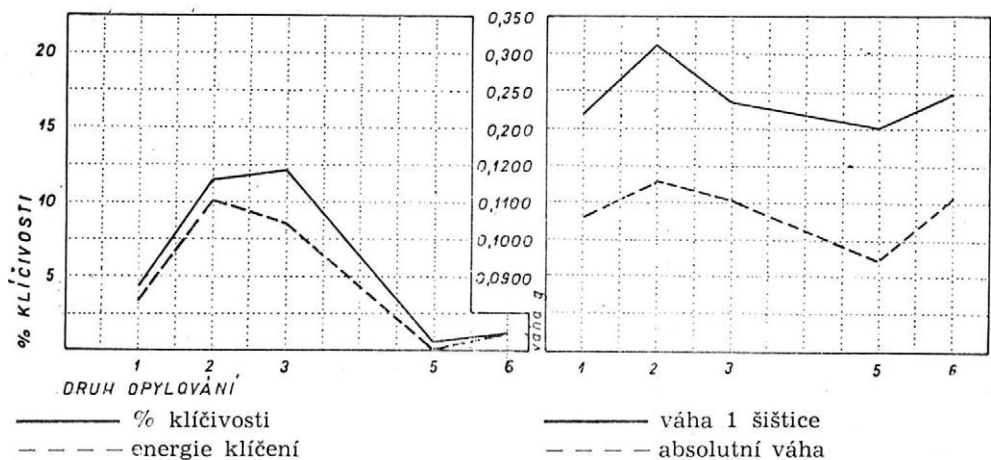
Lze tedy shrnout: Nejlepší výsledky byly získány u křížového opylení, pak z volného opylení a nakonec se samoopylení (viz obr. 12 a 13). Jsou ovšem výjimky, kdy i u samoopylení může dojít k dobrým výsledkům, jestliže

VIII.

Druh opylení	S. Z. Kurdiani	A. Acatay	A. M. Kolesnikov	S. Saarnijoki	G. D. Frolova	A. J. Ljubavskaja	J. Kantor	naše výsledky z let 1955 – 56
	% klíčivosti							
samoopylení (autogamie) (geitenogamie)	16	0	2	1	1 – 10 do 48	pod 16 2 – 29	2 – 9 3 – 9	1 – 5
vol. opylení		10		15 – 43	15 – 57	10 – 38	22 – 43	0 – 73
kříž. opylení		20			83 – 85	6 – 96	30 – 95	1 – 67
kř. op. směsí pylu							50 – 59	2 – 32

P o z n á m k a : Volné opylení v našem pokusu mělo hodnotu 73 % pouze v jednom výjimečném případě, jinak nemělo v žádném případě klíčivost vyšší než 50 %.

12. Energie klíčení, % klíčivosti, absolutní váha a váha 1 šišťice vzhledem k různému druhu opylování 1956



1 = samoopylení, 2 = volné opylení, 3 = křížové opylení vnitrodruhové pylem z jednoho stromu, 5 = křížové opylení mezidruhové pylem z jednoho stromu, 6 = křížové opylení mezidruhové směsí pylu, 4 = křížové opylení vnitrodruhové směsí pylu.

a) jedinci před opylením byli vegetativně rozmnoženi a žili v rozdílném prostředí,

b) jedinci společných rodičů žili v rozdílném prostředí a pak se teprve sprášili.

V obou případech se pohlavní buňky natolik rozrůznily, že vzájemné oplodnění nesnižuje kvalitu potomstva.

Křížové opylení může být naopak nevýhodné:

a) mají-li rostliny společné předky,

b) rostly-li dlouho vedle sebe na stejném stanovišti,

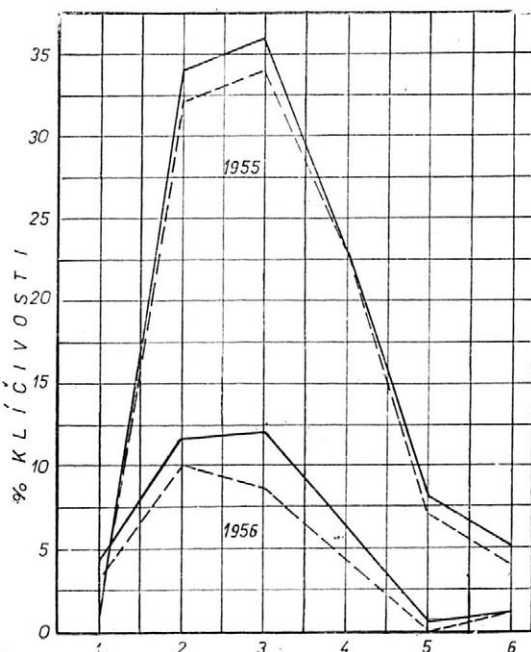
c) jsou-li komponenti vývoje příliš vzdáleni (A. S. Jablokov, 1952).

Obecně platná prospěšnost křížového opylení na kvalitu semene břízy vyplývá z celkového zhodnocení různých druhů opylení, které bylo sestaveno z výsledků několika autorů (viz tab. VIII).

13. Energie klíčení a % klíčivosti v r. 1955 a 1956 vzhledem k různému druhu opylování

— % klíčivost
- - - energie klíčení

Druh opylování — (Vysvětlivky viz obr. 12)



Z rozboru tedy jasně vyplývá pozitivní vliv křížového opylení na kvalitu osiva u břízy. Protože cílevědomé získávání hybridního osiva je i ekonomicky reálné, je třeba používat je při zakládání semenných porostů a při zlepšování odrůdové skladby našich lesů.

Mezidruhové křížení mělo pro nedostatek pylu pouze 3 varianty. Získané semeno mělo stejně jako v r. 1955 nízkou klíčivost (viz tab. III). Nižší kvalita semene je v jistém stupni podmíněna systematickou vzdáleností obou komponentů, což odpovídá i jiným autorům (A. A c a t a y, 1938, H. J o h n s s o n,

IX.

Varianta opylování	% tech. klíčivosti semen	Počet vy- zvednu- tých sazenic	Počet heter. sazenic	Průměrná výška osy		Průměr. délka kořenů	Průměr. kořen. krčku
	%	ks	ks	1956	1957		
				cm	cm	cm	mm
1 – volné	47	2	0	4,5	—	6,5	4,0
1×8	27	7	1	15,5	44,8	11,4	5,7
1×9	37	4	0	13,7	49,2	10,0	5,4
1×10	27	8	2	23,2	65,8	12,0	7,1
1×3+10	55	20	7	24,8	74,9	13,7	6,8
1×B. pub.	12	4	2	30,7	68,2	15,0	6,0
1×1+B. pub.	14	3	1	24,3	56,6	7,6	6,3
1×5+B. Er.	3	4	0	16,5	58,3	21,0	5,4
4 – volné	47	6	0	9,1	34,1	6,8	4,5
4×3	59	11	6	28,5	64,3	15,8	8,2
4×10	67	3	2	37,6	91,5	17,3	9,3
5 – volné	7	14	2	19,0	64,2	9,9	5,7
5×4	11	16	6	23,7	65,2	12,8	6,8
5×3+10	32	12	7	34,0	73,2	16,5	6,3
6 – volné	13	6	2	25,5	68,6	14,1	6,1
9 – volné	18	2	0	21,0	52,5	14,0	6,5
9×3+4	31	1	0	6,0	—	13,0	4,0
10 – volné	32	9	1	18,7	59,4	11,8	5,5
10×9	38	7	3	30,1	76,5	14,2	6,8
11 – volné	43	15	2	18,9	72,9	13,4	6,2
12 – volné	33	14	4	20,6	67,9	12,2	6,2
13 – volné	36	12	1	17,8	55,3	11,0	6,2
14 – volné	28	7	2	27,4	67,4	17,8	7,1
Průměr				22,5	64,9		

1945, J. Kantor, 1956, A. Ljubavskaja, 1952, 1957). J. Kantor uvádí, že klíčivost semene i z mezidruhového křížení na vodních kulturách není vyšší než 5 %, a že ve většině případů bylo sklizeno neklíčivé semeno. Bližší rozbor křížitelnosti břízy bude uveden v souhrnném zhodnocení v závěru práce.

Rozbor hybridního potomstva břízy

a) Rozbor sazenic z vnitrodruhového křížení

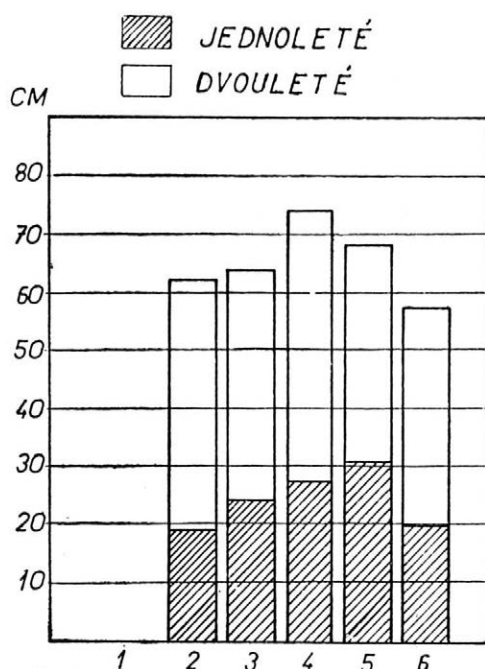
Z osiva, pocházejícího z křížení v roce 1955 bylo získáno 187 jednoletých sazenic (viz tab. IX).

Nejvíce sazenic na 1 řádek bylo získáno ze semen, pocházejících z vnitrodruhového křížového opylení směsí pylu, ačkoliv klíčivost semen nebyla u tohoto druhu opylování nejvyšší. Dále následuje počet sazenic z volného opylení a křížového opylení.

Z celkového počtu sazenic mělo 27,8 % heterózní růst, tj. byly větší než 30 cm. Tato hranice se stanovila proto, že je asi o 50 % větší než průměrná výška všech sazenic. Výška březových sazenic není v prvním roce velká, asi 6–8 cm. Dokonce ani hybridní jednoleté potomstvo, pěstované v pařeništi, nebylo vyšší než 7 cm (J. Kantor, 1956). Hranice 30 cm byla tedy dostatečně velká při určování heteróze v roce 1956.

Ze samoopylení nebyly v roce 1956 získány žádné sazenice. Jak z vnitrodruhového, tak i z mezidruhového křížení měly sazenice větší výšku a větší procento heterózních sazenic než z volného opylení (viz tab. X a obr. 14). Vzájemný poměr různých druhů opylování se nezměnil ani po druhém roce života potomstva.

Na rychlost růstu potomstva mohou mít značný vliv také individuální vlastnosti rodičovských stromů. Dobré vlastnosti bříz č. 4 a 10 se projeví ve výšce sazenic, neboť z varianty



14. Průměrné výšky osy u dvouletých sazenic *B. verrucosa* z křížení 1955
Druh opylování — (Vysvětlení viz obr. 12)



15. Dvouletí kříženci břízy na pokusné ploše v Kostelci n. Č. l. — foto J. Dobrý

4 × 10 byly získány největší sazenice — 37,6 cm. Tato varianta měla také v druhém roce největší výškový přírůst. Vliv pylu ze starších nebo mladších stromů na výšku sazenic se v prvním ani ve druhém roce neprojevil.

Po výsadbě v Kostelci n. Č. l. (viz obr. 15) byly u dvouletých sazenic naměřeny výšky, uvedené rovněž v tabulkách IX a X. Ze 175 vysazených sazenic jich zbylo 167. Průměrná výška sazenic z vnitrodruhového křížení (včetně volného opylení) byla 65,2 cm. Roční přírůst (42,8 cm) je tedy takřka dvojnásobný než výška jednoletých sazenic. Na několika příkladech je vidět prospěšný vliv křížového opylení: Varianta 4 volné opylení má výšku sazenic 34,1 cm, varianta 10 volné opylení 59,4 cm, zatímco jejich vzájemný kříženec 4 × 10 má již 91,5 cm. Stejně je tomu i u varianty 10 × 9, kde výška činila 76,5 cm (9 volné opylení pouze 52,5 cm). Velmi pěkné přírůstky mají sazenice z variant křížového opylení směsí pylu.

X.

Druh opylení	Počet vzved. sazenic	% hete- rónních sazenic	Průměrná výška osy		Průměr. délka kořenů	Průměr kořen. krčku
			1956	1957		
	ks	%	cm	cm	cm	mm
volné opylení	87	16,0	19,2	62,4	11,9	6,0
kříž. opyl. vnitr.	56	35,7	24,4	64,2	13,3	7,0
kř. op. vn. směs pylu	33	42,4	27,6	74,2	15,7	6,5
kříž. opylení mezidr.	4	50,0	30,7	68,2	15,0	6,0
kř. op. mezidr. směs pylu	7	14,2	19,8	57,5	15,2	5,8
			22,5	64,9		
z toho vnitrodr. křížení (včet. volného opylení)			22,4	65,2		
mezidruhové křížení			23,8	61,8		

Z křížení v roce 1956 bylo získáno 342 sadby schopných sazenic, které byly vzvednuty 11. XI. 1957. Z tohoto počtu bylo 40 sazenic svalcové břízy o průměrné výšce 31,6 cm. Bližší údaje viz tabulky XI a XII.

Celkem 19,5 % sazenic mělo heterózní růst (150 % průměrné výšky = větší než 45 cm). Nejvíce heterózních sazenic bylo získáno z varianty 12 × 15 — 42,5 % a z varianty 12 volné opylení — 40 %, čili z místních stromů a jejich kříženců. Na rozdíl od roku 1956 byly získány sazenice i ze samoopylení, z toho jedna heterózní (4,1 %). Přesto ale procento heterózních sazenic ve srovnání s volným opylením (24,4 %) a křížovým opylením (19,0) je 5–6krát nižší. Také výška sazenic ze samoopylení je ve srovnání s volným opylením na témže stromě č. 12 dvakrát nižší.

Dále se ukázalo, že sazenice z volného opylení (vesměs místní stromy č. 11 až 14) mají v průměru vyšší osy než sazenice z křížového opylení, i když nepatrně. Dá se to vcelku vysvětlit tím, že prostředí růstu sazenic lépe odpovídalo semenu z volného opylení z místních stromů než u variant křížového opylení, kde otcovský strom pocházel často z extrémních půdních nebo klimatických podmínek.

XI.

Varianta opylování	% tech. klíčivosti semen	Počet vyzvednutých sazenic	Počet heteros. sazenic	Průměr. výška osy	Průměr. délka kořenů	Průměr kořen. krčku
	%	ks	ks	cm	cm	mm
1 volné	1,0	20	4	33,0	24,0	5,8
11 samoopylení	15,7	1	0	8,0	16,0	2,0
11 × 4	2,0	20	2	28,5	22,5	5,5
11 × 20	4,2	3	1	29,3	22,0	6,0
11 × 18	4,5	16	2	28,2	26,5	6,6
12 volné	29,0	40	16	42,1	22,9	5,1
12 samoopylení	5,2	23	1	21,5	22,8	4,9
12 × 4	15,7	20	2	19,2	19,5	3,9
12 × 10	15,7	25	4	29,5	21,1	3,4
12 × 15	23,5	40	17	41,6	24,0	6,0
12 × 17	23,5	20	2	28,0	19,1	4,3
12 × 18	13,0	20	4	33,4	26,4	5,9
12 × 19	18,0	20	1	19,8	18,5	4,0
13 volné	1,5	30	3	23,2	19,3	4,0
14 volné	0,5	4	0	19,2	18,2	3,7
Průměr				30,2		

XII.

Druh opylení	Počet vyzved. sazenic	% heteroz. ních sazenic	Průměrná výška osy	Průměrná délka kořenů	Průměr kořen. krčku
	ks	%	cm	cm	mm
samoopylení	24	4,1	21,0	22,5	4,7
volné opylení	94	24,4	33,0	21,8	4,8
křížové opylení vnitrodruhové	184	19,0	30,0	22,3	5,0
Průměr			30,2		

U sazenic z křížového opylení jsou vidět téměř stejné závislosti jako u klíčivosti semen. Předběžně lze říci, že výška sazenic klesá se stoupající vzdáleností lokality otcovského stromu se stoupáním nadmořské výšky a se zhoršováním stanoviště. Výjimku u prvních dvou případů tvoří vždy varianta 12 (Kunovice) × 18 (Vysoké Tatry), která má také spolu s variantou 11 × 18 nejvyšší kořenové krčky. Že by se projevovala spádnost kmene již v raném mládí?

V délce kořenů a v průměru kořenových krčků nebylo mezi jednotlivými druhy opylení podstatných rozdílů.

Srovnáme-li výsledky z obou let práce, vidíme, že některé údaje jsou rozdílné. V prvním roce nebyly na příklad získány sazenice ze samoopylení. Také sazenice z volného opylení z téhož roku měly pouze 16 % heterózních sazenic proti 39,3 % sazenic z křížového opylení, zatímco v druhém roce byl jejich poměr opačný, když rozdíl byl nepatrný. Podobně je tomu i s výškou jednoletých sazenic, které byly v druhém roce daleko vyšší, neboť průměrná výška činila 150 % výšky sazenic z předcházejícího roku. Sazenice byly tedy v průměru vyšší než heterózní z roku 1956.

Jelikož v předcházejících kapitolách bylo možno se přesvědčit, že v jednotlivých letech křížení bylo dosaženo rozdílných výsledků také u klíčivosti semene a poměru křídélka k průměru semene, je třeba brát dosažené výsledky vždy jako orientační, které musí být zpřesňovány ještě dalším usilovným studiem daného problému. Je proto třeba každý poznatek, získaný ve šlechtění lesních dřevin (a vůbec v přírodních vědách) v dalších letech vždy prověřovat, zda není náhodný, aby pak mohly být vysloveny obecně platné závěry pro práci lesního šlechtitele.

b) Rozbor sazenic z mezidruhového křížení

Jak již vyplynulo z předcházejícího rozboru, bylo získáno z mezidruhového křížení v roce 1955 semeno s menší klíčivostí. Je tedy zřejmé, že bylo také získáno méně sazenic. Všech 11 sazenic pochází z křížení, kde mateřským stromem byla *B. verrucosa* č. 1. Strom č. 5 se vůbec neosvědčil, stejně jako *B. pubescens* a *B. papyrifera*. Neúspěšné křížení na *B. papyrifera* uvádí také A. J. Ljubavskaja (1957), která podtrhuje heterózní růst mezidruhového potomstva z křížení na *B. verrucosa*.

Nízké procento klíčivosti a malý počet vypěstovaných sazenic lze si vysvětlit dvěma příčinami:

a) technického rázu — nedostatečné opylení, případně nevhodná doba k opylení, dlouhá doba skladování semen, nedostatečná péče o výsev aj.,

b) biologického rázu — vzájemná nekřížitelnost nebo malá křížitelnost, nejstejná doba květu, špatná jakost pylu aj.

Na úspěch mezidruhového křížení má tedy pozitivní vliv

a) použití pylu vysoké jakosti a opylení ve vhodné době,

b) individuální vlastnosti dřeviny,

c) příbuzenský vztah. Bližší druhy se snadněji kříží, než vzdálenější. Záleží také na volbě mateřského druhu. Při použití domácího stromu jde křížení lépe než na cizokrajním stromě, který zpravidla není v dané oblasti plně aklimatizován.

Výška jednoletých sazenic z křížení *B. verrucosa* × *B. pubescens* byla 30,7 cm, při použití směsi pylu s mateřským druhem 24,3 cm. Sazenice z křížení *B. verrucosa* × *B. Ermani* + *B. verrucosa* byly pouze 16,5 cm vysoké. Z opačného křížení *B. pubescens* × *B. verrucosa* nebylo získáno hybridní potomstvo, přestože semeno mělo 4 % klíčivosti. Pro pozdní dobu květu byla *B. pubescens* opylována naposled a pyl *B. verrucosa* měl již sníženou kvalitu. Ve výšce jednoletých sazenic z vnitro- a mezidruhového křížení nebyly zjištěny podstatné rozdíly (pouze 1,4 cm). Po výsadbě v Kostelci n. Č. l. měly v druhém

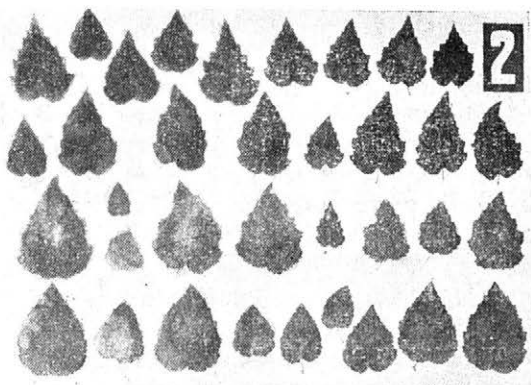
roce hybridní sazenice v průměru ze všech tří variant výškový přírůst 38,0 cm, takže výška sazenic z mezidruhového křížení činila 61,8 cm, čili byla o 3,4 cm nižší než sazenice z vnitrodruhového křížení. Při rozboru sazenic z mezidruhového křížení bylo také sledováno předávání znaků potomstvu, hlavně na tvaru a ochmýření listů a prýtů (viz obr. 16).

U varianty *B. verrucosa* × *B. pubescens* je tvar listů podobný *B. verrucosa*, listy jsou ale protáhlejší a mají větší počet postranních nervů (6 párů), což souhlasí s *B. pubescens*, jsou bohatě pýřité, místy ostřeji zubaté. Také osa je bohatě pýřitá. Při křížení se tedy plně předaly některé znaky *B. pubescens*.

U potomstva z křížení *B. verrucosa* × *B. pubescens* + *B. verrucosa* pýřitost osy a listů u některých sazenic chybí. Listy mají stejný tvar i počet postranních nervů jako mateřský strom. Zde je vidět, že se zčásti projevila výběrovost samičích orgánů, které přijaly pyl stejného druhu, a vliv příměsi *B. pubescens* se tak v každé sazenici neprojevil.

Na sílu předávání znaků a vlastností má velký vliv stáří rodičovských rostlin. Při opylování karelské břízy staré 45—50 let pylem *B. verrucosa* a *B. pubescens* téhož věku mělo potomstvo výlučně znaky obou otcovských druhů. Při opylení téhož stromu karelské břízy pylem *B. platyphylla* Sukacz, starého pouze 14 let, mělo potomstvo po 4 letech z 80 % vlastnosti karelské břízy (I. N. Nikitin). Potomstvo z křížení *B. verrucosa* × *B. Ermani* + *B. verrucosa* má zakončení listů méně ostré než u mateřského druhu. Okraj listů je méně zubatý, listy jsou oválnější, větší a mají také větší počet postranních nervů než listy mateřského druhu. Zde je vidět silný vliv *B. Ermani* na utváření listů hybridního potomstva.

Z mezidruhového křížení v roce 1956 nebylo získáno mnoho potomstva. Výška několika semenáčků nepřevyšovala ke dni 11. XI. 1957 5 cm. Tyto semenáčky byly ponechány i pro příští rok ve skleníku.



16. Listy hybridních sazenic břízy: Odshora: *Betula verrucosa* č. 1. × *B. verrucosa* č. 3 + *B. verrucosa* č. 10, *Betula verrucosa* č. 1 × *B. pubescens* + *B. verrucosa* č. 1, *Betula verrucosa* č. 1 × *B. Ermani* + *B. verrucosa* č. 5
— foto S. Navrátil

Souhrnné zhodnocení křížitelnosti břízy

Po uvedení našich výsledků z mezidruhového křížení břízy je třeba si blíže osvětlit otázku křížitelnosti břízy vůbec, hlavně obou základních druhů — *B. verrucosa* a *B. pubescens*.

Jak je tomu v přírodě? Velká proměnlivost břízy se již dávno vysvětlovala s p o n t á n n í m křížením, umožněným častým společným výskytem obou druhů (E. R e g e l, 1866, H. M o r g e n t h a l e r, 1915, J. G. G u n n a r s s o n, 1925, J. K a n t o r, 1950 a j.). Podle J. G. Gunnarssona nabývají pak hybridní formy převahy a mohou být potomky až šesti rodičů. Rozdíly mezi hybridními

formami a „čistými“ druhy jsou často založeny na morfologii herbářového materiálu. Jsou proto uměle vykonstruovány a nikam nevedou. Takto popsané druhy a křížence určí zpravidla pouze autor, který je popsal. Proto se dnes stále častěji považují oba druhy za varianty *B. alba*, jak to činil již E. Regel (P. S v o b o d a, 1957).

Se snadnou křížitelností obou druhů však mnozí autoři nesouhlasí. J. S z a f e r o w a (1938) uvádí, že u *B. verrucosa* je jen velmi malá možnost opylení pylem *B. pubescens*, která kvete později. Proto je *B. verrucosa* většinou čistý druh, zatímco *B. pubescens* je velmi proměnlivá, neboť může být v malém procentu opylena pylem *B. verrucosa* a hybridů. Podobný názor zastávají i jiní autoři (H. J o h n s s o n, 1945, I. E i f l e r, 1956). H. Johnsson se domnívá, že spontánní kříženci jsou sterilní. Přechodné formy charakterizuje jako přechodné formy *B. pubescens*, která je velmi variabilní a má mnoho znaků *B. verrucosa*. Tyto formy mají většinou stejný počet chromozómů jako *B. pubescens* a nikoliv přechodný počet mezi oběma druhy, jak se často udává. Je třeba ovšem poznamenat, že formální genetika nepovažuje za křížence formy, které mají stejný počet chromozómů, jako jeden z rodičů.

Námítky proti spontánnímu kříženci *B. verrucosa* $\times$ *B. pubescens* a opačně jsou většinou jednostranné. Ty, které vyplývají z umělého křížení, jsou získány na základě pouze několikaletého materiálu a z malého množství pokusů. Také rozdílná doba květu nemusí být rozhodující. Vždyť na severních expozicích se jistě časový rozdíl doby květu snižuje na minimum, stejně jako na různých extrémních stanovištích, zvláště na severu, což uznává také i J. Szaferowa. Začátek doby květů může být vlivem dlouhotrvající zimy u obou druhů společný, nebo se může stát, že *B. verrucosa* kvete později a podobně (R. S a r v a s, 1952). Břízy ze severnějších proveniencí také dříve raší a kvetou a už v srpnu zakončují růst a ztrácejí listy, zatímco břízy z jižních proveniencí rostou a mají listy až do konce října (W. W e t t s t e i n, 1954). Mohou tedy termoperiodické a fotoperiodické reakce podstatně ovlivňovat dobu květu, což se společným výskytem obou druhů může vytvářet optimální podmínky pro jejich křížení.

Vývoj druhu není věcí několika let, ale staletí. Během této doby existuje tolik možností, kdy může dojít ke křížení, že jen velmi těžko lze říci, že oba hlavní druhy břízy se z různých příčin spontánně nekříží.

Z umělého křížení břízy vyplývá, že generativní hybridizace obou bříz je možná a že není důvodů pochybovat o tom, že v přírodě k ní také dochází. Přesto existuje mnoho odpůrců tohoto názoru.

Naše výsledky ukazují, že umělé křížení je možné. Tento závěr potvrzují také jiní autoři. Z varianty *B. verrucosa* $\times$ *B. pubescens* bylo získáno semeno až s 73 % klíčivosti, při opylení směsí pylu *B. verrucosa* a *B. pubescens* dokonce až s 89,7 % klíčivosti. Také z opačného křížení *B. pubescens* $\times$ *B. verrucosa* mělo semeno vysokou klíčivost — 86,3 % z křížení *B. pubescens* $\times$ *B. verrucosa* + *B. pubescens* až 83,5 % (A. J. L j u b a v s k a j a, 1952, 1957). Z křížení *B. verrucosa* $\times$ *B. pubescens* získala I. E i f l e r (1956) semeno s vysokou klíčivostí, když v pokusech před dvěma roky bylo semeno neklíčivé. Přesto se ale domnívá, že spontánní křížení pro rozdílnou dobu květu není možné.

Někteří autoři však možnosti umělého křížení popírají a dokazují, že mezi oběma druhy je „sterilní bariéra“ (H. J o h n s s o n, 1945). Z křížení v obou směrech (přímé a opačné) získal H. Johnsson osivo ze 6 variant, které bylo většinou neklíčivé. Největší klíčivost byla 1,5 %. Autor pokus již neopakoval a tak ze 73 opylených jehněd činí závěr o naprosté, extrémní sterilitě.

Též při křížení *B. verrucosa* (formy *bircalensis* a *sublobulata*) $\times$ *B. pubescens*, var. *urticifolia* se získalo semeno s klíčivostí, která nepřesahovala 0,4 % (S. Saarnijoki, 1946, 1947), kdežto I. Eifler (1956) uvádí, že z křížení *B. verrucosa* $\times$ *B. pubescens*, var. *urticifolia* mělo potomstvo 2–3krát rychlejší růst než kontrolní potomstvo.

Bezvýsledné křížení obou druhů břízy uvádí rovněž F. U. Klahn (1952), ačkoliv při křížení s jinými druhy bylo získáno hybridní potomstvo.

Je zajímavé, že právě autoři, kteří popírají možnosti křížení *B. verrucosa* s *B. pubescens* a opačně, nepoužívali nikdy směsi pylu, pomocí které lze s úspěchem překonávat nekřížitelnost různých druhů břízy. Lze považovat za jisté, že při použití správných metod by uvedení autoři nemohli kategoricky zastávat stanovisko o extrémní sterilitě při křížení. Zkušenosti jiných naprosto přesvědčivě ukazují, že v přírodě za určitých podmínek dochází ke spontánnímu křížení (samozřejmě i směsí pylu), což se dá také potvrdit i při umělém křížení, které je u obou bříz plně možné.

*

B. verrucosa a *B. pubescens* se také kříží i s jinými cizokrajnými druhy bříz, hlavně s těmi, které dosahují ve svých zemích vysoké hospodářské užitkovosti. Tyto druhy patří především do sekce *Albae* a *Costatae*. Ze sekce *Albae* se používají předně *B. japonica* (morfologicky velmi blízká *B. verrucosa*) a *B. papyrifera*, která je rovněž blízká našim břízám. Ze sekce *Costatae* jsou to hlavně *B. Ermani*, která má velmi kvalitní tvrdé dřevo, a *B. lutea*, která má ze všech bříz nejlepší užitkové dřevo. Pak je známo křížení bříz i z jiných sekcí (*B. Maximowicziana* ze sekce *Acuminatae*, *B. Gmelini* ze sekce *Fruticosae* aj.).

Variantu *B. verrucosa* $\times$ *B. japonica* uvádí mnoho autorů (H. Johnson, 1945, 1951, F. U. Klahn, 1952, A. J. Ljubavskaja, 1952, 1957, J. Kantor, 1956). Bylo získáno osivo s vysokou klíčivostí (H. Johnson 53 %, A. J. Ljubavskaja 88 %), i když jsou i opačné případy (J. Kantor 1 %, při křížení směsí pylu s *B. verrucosa* 5–7 %). Z opačného křížení má osivo nižší kvalitu (H. Johnson 28 %, A. J. Ljubavskaja 28,5 %). Z Johnsonových zkušeností při pěstování hybridního potomstva břízy (sadba 1943) vyplývá, že tento kříženec má více než dvojnásobnou hmotu ve srovnání s čistými domácími druhy (viz tab. XIII).

XIII.

Varianta	m ³ (ha) na podzim 1950
<i>B. verrucosa</i> $\times$ <i>B. japonica</i>	73,9
<i>B. verrucosa</i> — volné opylení	35,7
<i>B. pubescens</i> — volné opylení	32,2

Těmto výsledkům je třeba přikládat velký význam, neboť jde o dosud nejstarší hybridní potomstvo břízy. H. Johnson doporučuje zavedení hybridu *B. verrucosa* $\times$ *B. japonica* přímo do praxe. Uvádí, že kříženci z opačného křížení (sije 1947) patří svým rychlým růstem k nejlepším ve srovnání s potomstvem z vnitrodruhového křížení na *B. verrucosa* a *B. pubescens*.

Také zkušenosti z Německa ukazují, že hybrid *B. verrucosa* × *B. japonica* měly již v prvním roce dvojnásobné výšky, než potomstvo *B. verrucosa* (F. U. K l a e h n, 1952).

Dalším úspěšným křížencem je *B. verrucosa* × *B. papyrifera*, i když kvalitě semene není vždy nejlepší (H. Johnsson 8,8 %, J. Kantor 6 %, při použití směsi pylu s *B. verrucosa* 5 %). Hybridní potomstvo má však rychlý růst jako *B. papyrifera*, ale stromky mají přímý tvar kmene s malými větvemi, což u *B. papyrifera* schází. Také u tohoto hybridu rychlost růstu značně převyšuje růst *B. verrucosa* a *B. pubescens* (H. J o h n s s o n, 1951), jak vyplývá z tab. XIV.

XIV.

Varianta	m ³ (ha) na podzim 1950
<i>B. verrucosa</i> × <i>B. papyrifera</i>	48,5
<i>B. verrucosa</i> — volné opylení	35,7
<i>B. pubescens</i> — volné opylení	32,2
<i>B. papyrifera</i> — volné opylení	59,3

Dvaapůlkrát větší výšku jednoletého potomstva z téže varianty křížení oproti *B. verrucosa* udává také F. U. K l a e h n (1952), kterému se podařilo i opačné křížení. Také v našem pokusu jsme získali z opačného křížení semeno se 7—14% klíčivostí. Nebyly však získány žádné hybridní sazenice. Podobně i A. J. L j u b a v s k a j a (1957) uvádí, že křížení na *B. papyrifera* bylo bezúspěšné.

Dalšími vhodnými variantami jsou křížení se zástupci sekce *Costatae*, s *B. Ermani* a *B. lutea*.

Křížení *B. verrucosa* × *B. Ermani* dává převážně semeno s nižší klíčivostí (A. Acatay 6 %, H. Johnsson 0,9%). Jsou však i případy, kdy se získalo semeno s vysokou klíčivostí, což dokazuje, že křížení zástupců různých sekcí je plně možné. Na příklad z varianty *B. verrucosa* × *B. Ermani* bylo získáno semeno s 36 %, z křížení *B. verrucosa* × *B. Ermani* + *B. pubescens* + *B. platyphylla* s 23% klíčivostí (A. J. L j u b a v s k a j a, 1952, 1957).

V naší práci jsme získali z varianty *B. verrucosa* × *B. Ermani* + *B. verrucosa* semeno s 3—4% klíčivostí a několik hybridních sazenic o průměrné výšce 16,5 %.

Křížení obou druhů je tedy možné, a i když se obě břízy obtížně kříží, je třeba dále v něm pokračovat, neboť vlastnosti *B. Ermani* jsou velmi dobré.

Ještě obtížněji se kříží *B. verrucosa* × *B. lutea*. Získané osivo je většinou neklíčivé (A. Acatay, 1938, J. Kantor, 1956). Také potomstvo z výsevu semene z Kanady a USA je velmi málo kvalitní a má značně pomalý růst (H. J o h n s s o n, 1951).

Křížení *B. verrucosa* s ostatními druhy břízy nemají již takový význam, neboť otcovské druhy zpravidla nejsou hospodářsky použitelné (sleduje se na příklad předávání znaků bříz s dřipatými listy, s odlišným počtem chromozómů, s černou barvou kůry kmene a větví aj.) nebo se vyskytují v malé míře aj. Mimo naše dříve uvedené varianty (*B. utilis*, *B. Gmelini*) byla *B. verrucosa* křížena s *B. Maximowicziana* (H. J o h n s s o n, 1945), s *B. latifolia* a *B.*

glanduliflora (J. Kantor, 1956), *B. platyphylla* (A. J. Ljubavskaja, 1957) a s jinými břízami. Z těchto křížení se získalo semeno s malou klíčivostí, výše uvedené druhy jsou systematicky velmi vzdálené a patří do různých sekcí (*B. utilis* - *Albae*, *B. Gmelini* - *Fruticosae*, *B. Maximowicziana* - *Acuminatae*). Výsledky však ukazují, že mezidruhovú hybridizace je možná v poměrně širokém rozsahu s mnoha druhy ze všech sekcí. To dokazují také stejné nároky pylu různých druhů břízy na živnou půdu a její koncentraci při zaklíčování (G. D. Frolova, 1956).

*

Také z křížení na *B. pubescens*, které je méně časté než na *B. verrucosa*, se získalo v posledních letech mnoho důležitých poznatků. Z křížení *B. pubescens* × *B. papyrifera*, provedených ve Švédsku, mělo semeno 1,4 až 30,4 % klíčivosti. Hybridní potomstvo má velmi dobrý růst a jeho rychlost se nijak neliší od kříženců *B. verrucosa* × *B. papyrifera*. Oba čisté druhy jsou v kubatuře velmi pozadu za hybridním potomstvem, jak vyplývá z tabulky XV (H. Johnson, 1951).

XV.

Varianta	m ³ (ha) na podzim 1950
<i>B. pubescens</i> × <i>B. papyrifera</i>	55,4
<i>B. pubescens</i> — volné opylení	32,2
<i>B. verrucosa</i> — volné opylení	35,7

Rychlejší růst těchto kříženců před *B. verrucosa* × *B. papyrifera* potvrzují jiné pokusy, při kterých se zdařilo i opačné křížení *B. papyrifera* × *B. pubescens* (F. U. Klahn, 1952). Zdařilé křížení *B. pubescens* × *B. japonica* uvádí rovněž F. U. Klahn (1952). Opačné křížení dalo semeno s 18,5 % klíčivosti (A. J. Ljubavskaja, 1957).

Z křížení *B. pubescens* × *B. Ermani* bylo získáno semeno s minimální klíčivostí (0–9,9 %). Také křížení s dalšími zástupci sekce *Costatae* (*B. lutea* a *B. lenta*) dává většinou neklíčivé semeno (H. Johnson, 1945). Podle H. Johnsona tvoří hranice sekcí silnou překážku při křížení, i když i z jeho výsledků vyplývá, že se obtížně kříží břízy také ze stejné sekce (na příklad *B. verrucosa* × *B. pubescens*). Z křížení *B. pubescens* × *B. Ermani* malolistá + *B. Ermani* velkolistá se však získalo semeno s 27,5 % klíčivosti, což je o 10 % více než při opylování pouze jedním pylem *B. Ermani*. Při použití směsi pylu *B. Ermani* + *B. platyphylla* + *B. pubescens*, čili s pylem mateřského druhu, bylo získáno semeno dokonce s 51 % klíčivosti!

Směs pylu s mateřským druhem má tedy silný vliv při překonávání nekrížitelnosti dvou systematicky vzdálených druhů (A. J. Ljubavskaja, 1952, 1957). Její pokusy vyvracejí názor, že křížení druhů z různých sekcí je nemožné. Obtížné křížení nelze tedy vysvětlit ani příslušností k určité sekci (přesto, že se břízy obtížněji kříží), ani odlišným počtem chromozómů (viz výborný růst hybridů z křížení *B. verrucosa* × *B. papyrifera*, kde mateřský druh je diploidní a otcovský hexaploidní formou břízy).

V lesnické literatuře dosud vůbec neznámé varianty mezirodového křížení uvádí A. J. Ljubavskaja (1957). Podařilo se jí získat klíčivé osivo a hybridní potomstvo z křížení se zástupci dalších rodů břízovitých, hlavně s olší šedou. Při křížení *B. verrucosa* × *Alnus incana* získala semeno s 8,3–25,0 % klíčivostí. Zatímco křížení s lískou a habrem bylo bezúspěšné, podařilo se opylením směsí pylu získat klíčivé semeno a také semenáčky. Klíčivost semene z těchto variant je následující:

B. verrucosa × *Alnus incana* + *Carpinus betulus* 8,3 %, *B. verrucosa* × *A. incana* + *C. betulus* + *B. Ermani* až 48,2 %! Také křížení jiných druhů břízy s olší bylo úspěšné. Křížení *B. japonica* × *A. incana* dalo semeno s 3,25 % klíčivostí. Opylování jednotlivým pylem lísky a habru rovněž nedalo pozitivních výsledků, ale při použití směsi pylu bylo opylování úspěšné, jak je vidět z procenta klíčivosti:

B. japonica × *A. incana* + *C. betulus* + *C. avellana* 2,5 %. *B. japonica* × *A. incana* + *C. betulus* + *C. avellana* + *B. verrucosa* až 15 %.

Opylení pylem *A. incana* se zdařilo i na *B. excelsa* (klíčivost 8,3 %). Tyto dosud nevidané poznatky mohou přispět platnou měrou k osvětlení problému vzniku nových druhů a otvírají generativní hybridizaci velké možnosti při získávání nových kvalitních odrůd a druhů dřevin.

Uvedené výsledky ukazují, že vnitrodruhové, mezidruhové i mezirodové křížení má velký vliv na kvalitu osiva břízy. „Je proto jasné, že cesta k vysoce produktivnímu typu břízy s dobrými kvalitativními vlastnostmi vede k mezidruhovým hybridům“ (H. Johnson, 1951).

V přírodě dochází k opylení zpravidla pylem, který rostlině vyhovuje. Biologická vhodnost se však nemusí ztotožňovat s hospodářskou vhodností. Proto je zcela na místě využívání všech pokrokových metod mičurinské biologie k překonávání nekřížitelnosti hospodářsky významných druhů břízy. Ve Švédsku a Německu nebylo pracováno se směsí pylu. Právě používání této Mičurinovy metody při křížení může pronikavěji zvýšit kvalitu hybridů a lépe překonávat nekřížitelnost systematicky a zeměpisně vzdálených druhů.

Z celého srovnání je vidět, že rozmanité podmínky silně ovlivňují kvalitu osiva z mezidruhového a mezirodového křížení břízy. Záleží na umění pracovníka, aby správně volil oba komponenty, v příhodné době opyloval kvalitním pylem na dobře vybraných květních větvích atd. a vhodnými způsoby postupoval při výchově hybridního potomstva. Nelze se tedy spokojit s malými úspěchy nebo s dočasnými neúspěchy, nýbrž usilovněji používat pokrokové metody a hledat nové, jak oslabovat konzervativnost některých druhů a tím rozšiřovat sortiment vhodných odrůd a druhů břízy pro lesní hospodářství.

Souhrn

Z rozboru hybridního osiva z let 1955–1956 a z rozboru 1–2letého potomstva lze uvést několik získaných poznatků:

1. Poměr šířky křidélek k průměru semene je pouze pomocným znakem při rozlišování *B. verrucosa* a *B. pubescens*. Poměr nezávisí tolik na druhu opylování, jako na mateřském jedinci.

2. Se stoupáním váhy jedné šištičky, absolutní váhy, energie klíčení a klíčivosti semene stoupá počet jednoletých hybridních sazenic.

3. Samoopylení má naprosto negativní vliv na kvalitu osiva, a tím i na množství vypěstovaného potomstva. Není tedy vhodné sbírat semeno ze solitér a stromů ojediněle vtroušených v porostu jiné dřeviny.

4. Semeno z volného opylení (které má většinou charakter křížového opylení) je daleko kvalitnější než ze samoopylení a vyrovnává se často i semenu z umělého opylení.

5. Nejjakostnější osivo se získalo z umělého křížového opylování. Opylování pylem ze starších stromů a pylem ze stromů rostoucích na odlišném stanovišti zlepšuje kvalitu a zdravotní stav osiva.

6. Semeno z mezidruhového křížení mělo nižší kvalitu než z volného a vnitrodruhového křížového opylení. Úspěch křížení závisí na volbě druhů a stáří rodičovských stromů. Křížení se lépe provádí, použije-li se jako mateřského stromu domácí druh. V letech 1955–1956 bylo získáno klíčivé semeno z těchto variant křížení:

<i>B. verrucosa</i>	× <i>B. pubescens</i> ,
	× <i>B. Gmelini</i> ,
	× <i>B. pubescens</i> + <i>B. verrucosa</i> ,
	× <i>B. Ermani</i> + <i>B. verrucosa</i> ,
	× <i>B. utilis</i> + <i>B. verrucosa</i> ,
	× <i>B. Gmelini</i> + <i>B. verrucosa</i> .
<i>B. pubescens</i>	× <i>B. verrucosa</i> .
<i>B. papyrifera</i>	× <i>B. verrucosa</i> ,
	× <i>B. verrucosa</i> + <i>B. verrucosa</i> .

7. Výška potomstva závisí na zvolené variantě. Posouzení druhu opylení na výšku sazenic je obtížné. Předběžně lze říci, že nejnižší sazenice pocházejí ze samoopylení, pak z volného opylení a z křížového opylení. Mezi volným a křížovým opylením nejsou však v průměru podstatné rozdíly, neboť výška sazenic může být ovlivňována volbou nevhodné varianty u křížového opylení nebo naopak volbou jedince s kvalitním semenem u volného opylení. V roce 1956 mělo 39,3 % sazenic z vnitrodruhového křížového opylení heterózní růst a volné opylení pouze 16,0, zatímco v příštím roce byl průměr opačný (19,0 : 24,4 %). Značný vliv na výšku sazenic má použití směsí pylu.

8. Z mezidruhového křížení bylo získáno hybridní potomstvo z těchto variant:

<i>B. verrucosa</i>	× <i>B. pubescens</i> ,
	× <i>B. pubescens</i> + <i>B. verrucosa</i> ,
	× <i>B. Ermani</i> + <i>B. verrucosa</i> .

Sazenice z křížení *B. verrucosa* × *B. pubescens* mají dobrý růst. Listy a prýty mají znaky otcovského druhu. Sazenice z křížení směsí pylu *B. pubescens* + *B. verrucosa* mají listy se znaky otcovského druhu. Kříženci *B. verrucosa* × *B. Ermani* + *B. verrucosa* mají intermediální tvar listů.

Literatura

Acatay A.: Untersuchungen über Menge und Güte des Samenansatzes in verschiedenen Kronenteilen einheimischen Waldbäume. Thar. Forstl. Jahrb., Bd. 89,5, 1938. — Albenskij A. V.: Metody ulučšenija drevesnych porod. M.-L. 1954. —

Černáč E. M.: Trubkové konstrukce Stavovýroby, n. p. Praha. - Trubková věž stavebního výtahu. Praha 1955. — Durski K.: Hodowla sadzonek brzozy w szkółkach. Las Polski 8, 1953. — Eifler I.: Artkreuzungen bei Birken. Ztschr. f. Forstgen. u. F. pflanzenzücht. Bd. 5, 3, 1956. — Frolova G. D.: Voprosy cvetenija nekotorych berez. Bot. žurnal 6, 1956. — Gunnarsson J. G.: Monografi över Skandinavians Betulae. Malmö 1925. — Jablokov A. S.: Selekcija drevesnych porod. M.-L. 1952. - Šlechtění dřevin se základy lesního semenářství. Praha 1954. — Jaroš P.: Sklizeň březového semene. Čs. les 30, 1950. — Johnsson H.: Interspecific hybridization within the genus Betula. Hereditas, Bd. XXXI, 1945. - Avkommeprovning av björk - preliminära resultat fran unga försöksplanteringar. Svensk Papperstid. 54, 11-12, 1951. — Kantor J.: Příspěvek k pěstění břízy. Les. práce 9-12, 1950. - Kdy sklízíme březové semeno. Les. práce 7, 1953. - Příspěvek k hybridisaci břízy. Sborník ČSAZV - Lesnictví, XXIX, 7-8, 1956. — Klaehn F. U.: Kreuzungsfähigkeit einiger Birkenarten und Möglichkeiten ihres Anbaues. Allg. Forstzeitschr. 44, 1952. — Kolesnikov A. M.: K voprosu o samoopylenii u lesnych porod i jeho značení dlja lesnoj genetiki i selekcii. Tr. Vsesojuz. soveščanija po genetike, TOM II, 1939. — Kořínek J.: Kamenná bříza. Les. práce 9, 1956. — Kurdiani S. Z.: Iz biologii plodonosenija lesnych porod. O partenokarpii i partenogeneze. Selskoe choz. i lesovodstvo, 1-3, 1914. — Ljubavskaja A. J.: Vlijanije samoopylenija i perekrestnogo opylenija na posevnyje kačestva semjan berezy. Les i step, 7, 1952. - Vliv samoopylení a křížového opylení na jakost březového osiva. Sov. věda - Lesnictví 5, 1953. - Osobnosti selekcii i semenovodstva karelskoj berezy. Les. chozjajstvo, 12, 1956. - Vlijanije perekrestnogo opylenija i samoopylenija na kačestvo semjan berezy. Nauč. tech. informacija 24, Moskovskij lesotech. inst., Moskva 1957. — Messer W.: Untersuchungen über das Fruchten und Saatguteigenschaften der Sandbirke (*B. verrucosa*). Allg. Forstzeitschr. 12-13, 1954. — Morgenthaler H.: Beitrag zur Kenntnis des Formenkreises der Sammelart *Betula alba* L. mit variationstatistischer Analyse der Phaenotypen. Vierteljahrschr. d. Naturforsch. Ges. i. Zürich, 1915. — Mottl J.: Bříza. Rychle rost. dřeviny a jejich pěst., Praha 1953. — Nord F.: Androgyn *Betula verrucosa* Ehrh. Svensk Bot. Tidskr. X, 1916. — Polanský B.: Poznámky o pěstebním významu břízy. Les. práce 19, 1940. — Ponomarev N. A.: Berezy SSSR. M.-L. 1932. — Regel E.: Bemerkungen über die Gattungen *Betula* und *Alnus*, nebst Beschreibung einiger neuer Arten. Bull. Soc. natur. Moscou, 28, 1866. — Rohmeder M.: Ein zweckmäßiges Bestäubungsgerät. Ztschr. f. Forstgen. u. F. pflanzenzücht., Bd. 3, 3, 1954. — Saarnijoki S.: Die Schlitzblättrigkeit der Erlen und Birken im Lichte von Rückschlägen und einigen Kreuzungen. Comm. Inst. forest. Fenn. 34, 1946, 1947. — Sarvas R.: On the flowering of birch and the quality of seed crops. Comm. Inst. forest. Fenn. 40, 7, 1952. — Schröck O., Kootz F. W., Hoffmann K.: Forstliche Samenplantagen. Radebeul-Berlin 1954. — Svoboda P.: Lesní dřeviny a jejich porosty, III. část. Praha 1957. — Szaferowa Jentys J.: O możliwości krzyżowania się gatunków *Betula verrucosa* Ehrh. i *Betula pubescens* Ehrh. Rozpr. i sprawozd., Inst. Badawczy Lasów Państw., 40, Ser. A, Warszawa 1938. — Václav E.: Vliv umělého opylování břízy na kvalitu osiva. Sborník ČSAZV - Lesnictví, XXIX, 7-8, 1956. - Generativní hybridisace břízy (*Betula* sp.) a olše (*Alnus* sp.). Disertač. práce, Praha 1957 - Sběr, zakličování a uskladňování pylu břízy. Sborník ČSAZV-Lesnictví, XXXI, 11, 1958. — Wettstein W.: Auslese bei Birkennachkommenschaften. Holzforsch. 5, 1951. - Vegetationsverlauf auf der Birke (*Betula verrucosa* Ehrh.) in Abhängigkeit von der geographischen Breite. Ausgew. Pflanzensoziologie, 1, 1954.

Ostatní literatura byla již uvedena u práce z roku 1956.

Генеративная гибридизация березы (*Betula* sp.)

В 1956 г. опыление проводилось таким образом, чтобы наряду с влиянием способа опыления (самоопыление, свободное опыление и перекрестное опыление) установить также влияние отдаленности местоположения отцовского дерева от места скрещивания, влияние высоты над уровнем моря и влияние типа местообитания на качества посевного материала и на свойства гибридного потомства. Цветы опылялись с опылительных вышек на 4 материнских деревьях *Betula verrucosa*, растущих в лесничестве. Куновицы в южной Моравии. Пыльца собиралась с 7 деревьев *Betula verrucosa* и с 1 дерева ют видов *Betula pubescens*, *B. Ermani* и *B. Gmelini*. Всего было изолировано 620 цветочных ветвей. Перекрестное опыление имело 18 вариантов, самоопыление 2 варианта. Из 4 вариантов междувидового скрещивания было 3 варианта, полученных применением смеси пыльцы.

Для семеноводческой оценки были использованы семена 15 вариантов искусственного опыления и 10 вариантов свободного опыления.

Самые лучшие результаты дало внутривидовое опыление скрещиванием и свободное опыление. При самоопылении снова как и в 1955 г., семенной материал был низкого качества.

Семенной материал меньшей всхожести был получен из межвидового опыления от следующих вариантов:

Betula verrucosa Ehrh. × *Betula Gmelini* Bge
× *Betula pubescens* Ehrh. — *Betula verrucosa* Ehrh.
× *Betula Gmelini* Bge — *Betula verrucosa* Ehrh.

В 1956 г. были засеяны семена, полученные от скрещивания в 1955 г. (весенний посев) и в 1956 г. (осенний посев). Из весеннего посева было получено 187 саженцев со средней высотой варианта 17,8—30,7 см, длиной корней 10,5—15,7 см и толщиной шейки корня 5,5—7 мм. От самоопыления не было получено никаких саженцев. Самые лучшие результаты были получены у саженцев, происходивших от внутривидового скрещивания смесью пыльцы, а потом у саженцев от внутривидового скрещивания одной пыльцой от свободного опыления, и от межвидового скрещивания. Гибридные саженцы были выращены из следующих вариантов межвидового скрещивания:

Betula verrucosa × *Betula pubescens*
× *Betula pubescens* — *Betula verrucosa*
× *Betula Ermani* — *Betula verrucosa*

Из осеннего посева (семена от скрещивания в 1956 г.) было получено 342 однолетних саженца, пригодных для посадки. Дальнейшие 1700 штук были оставлены для пересадок в питомнике или в парнике для будущего года. Средняя высота саженцев колебалась от 8,0 до 42,1 см, длина корней от 16,0 до 26,5 см, а толщина шейки корня от 2,0 до 6,6 мм. На этот раз было получено и потомство, происходившее от самоопыления. Средняя высота его была, однако, на 30 % ниже, чем высота саженцев от перекрестного и свободного опыления. Высота саженцев от перекрестного опыления была на 3 см ниже, чем у саженцев от свободного опыления. Саженцы, полученные от скрещивания в 1956 г., были в среднем на 25 % выше, чем саженцы, полученные от скрещивания в 1955 г.

Generative Hybridization of Birches (*Betula* sp.)

Pollination was operated in 1956 so as to ascertain not only the influence of the way in which it was accomplished (self-pollination, free pollination and cross-pollination) upon the qualities of seed stock and properties of hybrids, but also to learn the different influence exerted by other factors, such as remoteness of the father tree from the place of cross, height of sea level and type of locality. Flowers have been pollinated from pollination devices on 4 *Betula verrucosa* mother trees, growing in the forest of Kunovice in Southern Moravia. The pollen had been collected from 7 *Betula verrucosa* trees and from 1 tree of each of the species *Betula pubescens*, *Betula Ermini* and *Betula Gmelini*. Altogether 620 flower branches have been isolated. There were 18 variations of cross-pollination and 10 variations of self-pollination. Among 4 interspecies crosses there were 3 variations when a mixture of pollen was used.

Seeds of 15 variations of artificial pollination and 10 variations of free pollination have been appreciated for seed production purposes.

The best results have been obtained with intraspecific cross-pollination and with free pollination. Self-pollination again, so as in 1955, produced seed stock of inferior quality.

Seed stock of inferior germinability has been obtained from the following variations of interspecies cross-pollination:

Betula verrucosa Ehrh. x *Betula Gmelini* Bge
x *Betula pubescens* Ehrh.
— *Betula verrucosa* Ehrh.
x *Betula Gmelini* Bge
— *Betula verrucosa* Ehrh.

In the year 1956 seeds obtained from the 1955 cross had been sown in spring and those obtained in 1956 have been sown in autumn. The spring sowing produced 187 saplings averaging 17.8—30.7 cm in height, with roots averaging 10.5—15.7 cm length and root collars 5.5—7.0 mm in diameter. No saplings have been obtained from self-pollination. The best results were obtained with saplings descending from intraspecific cross-pollination with mixture of pollen. Second were those descending from intraspecific pollination with one kind of pollen, then those descending from free pollination and from interspecies pollination. Hybrid saplings have been grown from the following variations of interspecies cross:

Betula verrucosa x *Betula pubescens*
x *Betula pubescens* — *B. verrucosa*
x *Betula Ermani* — *B. verrucosa*.

The autumn sowing (seeds of the 1956 cross) gave 342 one year old saplings good for planting. Further 1700 saplings have been left for tree nurseries or in hot-beds till next year. The average height of sapling was 8.0—42.1 cm, the length of their roots was 16—26.5 cm and the diameter of their root collars was 2.0—6.6 mm. This time self-pollination also produced descendants. But their average height was 30 per cent less than that of saplings obtained by cross-pollination and free pollination. The height of sapling obtained by cross-pollination was 3 cm less than that of saplings obtained by free pollination. Saplings from the 1956 cross on the average were 25 per cent higher than those obtained in the 1955 crossing.

Skladování semen jehličnanů v uzavřených lahvích

Хранение семян хвойных пород в закрытых бутылках

Die Lagerung der Nadelholzsamen in geschlossenen Gefäßen

Inž. dr. Gustav VINCENT

*Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV, výzkumná stanice
v Uherském Hradišti*

Došlo dne 13. IX. 1958

Úvod

Lesní dřeviny neplodí v tak pravidelných obdobích, jaká jsou žádoucí pro plánovanou obnovu lesa. Soběstačné lesní závody skladují lesní osivo z úrodných let pro neúrodná. Proto snaha zachovat semena lesních dřevin tak, aby neztrácela na klíčivosti, vedla již v minulých stoletích k různým návodům. Přece však teprve studiemi, jimiž se zhodnotily dědičné vlastnosti jednotlivých odrůd a typů hlavních dřevin, nabylo účelné skladování lesního osiva na významu. Lesní hospodáři dbají o to, aby v lesních porostech, svěřených jejich péči, zachovali stanovitně vhodné typy a odrůdy jednotlivých dřevin, a tím také věnují větší pozornost skladování osiva z nich získaného.

Přesto dosavadní výsledky, získané při skladování lesního osiva, v mnohém směru neuspokojují. Tato skutečnost vedla k tomu, že na podkladě dřívějších zkušeností i pokusů jsme založili nové pokusy se skladováním jehličnanů v uzavřených lahvích. Výsledky těchto pokusů shrnujeme v předložené práci.

Dřívější pokusy

Z odborné literatury nám dosažitelné lze soudit, že kolébkou skladování semen v uzavřených lahvích je Rakousko. F. H a b e r l a n d t (15) věnoval pozornost jednak dávným zkušenostem ve starém Řecku a ve Španělsku v době velkého vzestupu jejich kultury, jednak zkušenostem novějším z krajin stepního klimatu: jižního Ruska, Uher a severní Afriky. Upozornil, že ve všech těchto zemích se obilí často ukládalo do hliněných nádob, umístěných buď v suchých stodolách nebo zakopaných do země. Nádoby s obilím se zakopávaly do půdy suché, tj. jen v krajích, kde nebylo nebezpečí, že hlubší půdní vrstvy nasáknou srážkovou vodou.

Když — podle Haberlandta — semena v pouštích Afriky zakopali do země tak hluboko, že nebyla vystavena teplotním výkyvům, a že se neměnil jejich obsah vlhkosti, byly to bezpochyby nejpříznivější podmínky k uchování klíčivosti. V podobných podmínkách byla uložena i pšenice uvnitř pyramid Horního

Egypta, která vzešla i po tisíciletích. Haberlandt věnoval také pozornost částečnému vysušení semen ještě před jejich skladováním. Přesvědčil se, že obilí částečně vysušené uchovalo při skladování klíčivost déle než obilí proschlé jen na vzduchu. Toto pozorování pravděpodobně vedlo jmenovaného k tomu, že prosušená semena chránil před vnější vlhkostí, tj. že je vkládal do uzavřených lahví.

Haberlandt předstihl bystrými pozorováními svou dobu. G. Wilhelm (38) pokračoval v Haberlandtových studiích. Pokusně skladoval semena obilovin.

Semena lesních dřevin skladoval na sklonku XIX. století A. Cieslar (8). Upozornil, že semena smrku obecného, borovice lesní a borovice rakouské, která byla prosušena při teplotě 30–40° C, uchovávají v uzavřených lahvích klíčivost lépe než semena proschlá na vzduchu při stejném způsobu skladování. Přiznal však, že tento zjev lze sotva uspokojivě vysvětlit.

Pokusy se skladováním semen, úspěšně začaté v Rakousku, daly popud k podobným pokusům i v jiných státech. Rozsah těchto prací se do třicátých let tohoto století podstatně nelišil od pokusů rakouských. Proto z těchto prací, konaných v prvních desetiletích XX. století, uvádíme stručně jen několik významnějších závěrů.

L. Maquenne (23) potvrdil, že semena v uzavřených lahvích podržují déle klíčivost, a proto zkoušel skladovat dobře prosušená semena v uzavřených lahvích, z nichž vyčerpал vzduch. Soudil, že diastázy, obsažené v semenech, se uplatňují jen za přítomnosti vody a že za sucha získávají takovou stabilitu, že nejsou porušeny ani teplotou vyšší 100° C.

F. Haack (14) na podkladě vlastních pokusů, konaných hlavně se semeny borovice lesní, vyzdvihl skutečnost, že skladováním v uzavřených lahvích, umístěných v prostorách stejnoměrně chladných, je život semen značně prodloužen.

Příznivé výsledky tohoto skladování doložil pokusně také Clemens (9), který pamatoval i na použití těchto pokusů v lesním provozu a proto skladoval větší množství semen. Upozornil, že lesní provoz — nemá-li chladírnu — může uzavřené láhve se semeny umístit v chladných sklepích, a sdělil, že v uchování klíčivosti se nepříznivě odrážejí především teplotní výkyvy, které jednou životní činnost semen povzbuzují, podruhé ji brzdi.

E. N. Munnis (26) doporučil, aby semena lesních dřevin byla před skladováním zbavena spor různých hub a mořena formaldehydem, který z tehdy známých mohl dal nejlepší výsledky.

C. R. Tillotson (33) skladoval semena jehličnanů jednak v zapečetěných lahvích, jednak v parafinových sáčkích. Přesvědčil se, že po pětiletém skladování byla klíčivost semen v sáčkích průměrně o 22 % nižší než klíčivost semen v uzavřených lahvích.

A. Guillaumin (12) se vrátil k pracím Maquennovým. Výsledky svých pokusů prokázal, že olejnatá semena lze s úspěchem skladovat v uzavřených lahvích, z nichž byl vyčerpán vzduch. J. Houdas (16) a o něco později C. J. Romanes*) a P. Becquerel*) rozšířili tyto pokusy o skladování semen v inertních plynech: v kyslíčnicku uhličitém, v dusíku a také ve vodíku. Zjistili, že skladování semen v prostředí zbaveném kyslíku je stejně úspěšné jako ve vakuu.

Do skupiny těchto pokusů patří také práce J. Busseho (7), který skladoval semena jehličnanů ve vakuu a ve zředěném vzduchu. Semena, skladovaná v uzavřených lahvích s normálním tlakem vzduchu, klíčila po čtyřech letech

*) cit. podle A. Guillaumina (13).

o 4–7 % hůře než semena uložená ve vakuu nebo ve zředěném vzduchu. Naproti tomu rozdíl mezi klíčivostí semen, skladovaných ve vakuu, a klíčivostí semen, uložených ve zředěném vzduchu (tlak 10 mm, 40 mm), se pohybovaly v mezích pozorovacích chyb.

C. G. Bates (4) po ročním skladování semen vejmutovky tvrdí, že semena před vložením do lahví mají proschnout v prostředí o nízké vlhkosti (30 %), a že láhve je třeba umístit v prostředí, jehož teplota je něco nad bodem mrazu.

Novější pokusy Boyce Thompsonova ústavu pro výzkum rostlin v Yonkers (USA) i Lesnické a pastvinářské výzkumné stanice v Berkeley (Kalifornie) byly založeny na širším podkladě než pokusy dřívější.

O výsledcích šestnáctiletých pokusů, konaných v prvním ústavu, podala zprávu v roce 1953 L. V. Bartonová. Skladovala borová semena buď v otevřených lahvích nebo v lahvích zavřených s normálním tlakem vzduchu a v lahvích se zředěným vzduchem. Láhve umístila jednak v laboratoři, jednak v chladírně při 5° C, jednak v mrazírně při –4° C. Ze semen nestejně skladovaných vzala v rozdílné době vzorky, z nichž jednu část vysela bez předosevní přípravy do humózní prsti ve skleníku, druhou část smísila s rozmělněnou rašelinou, čímž se směs ovlhčila, dále ji uložila na měsíc v chladu při 5° C a teprve poté semena této části vysela do humózní prsti ve skleníku. Výsledek skladování byl hodnocen podle počtu vzešlých semenáčků.

Bartonová sdělila, že skladování semen v laboratoři, a to jak v otevřených, tak i v uzavřených lahvích (s normálním tlakem vzduchu), se neosvědčilo. Klíčivost semen takto skladovaných klesla silně již ve třetím roce. Lepší výsledky byly získány, když semena byla skladována za laboratorní teploty ve zředěném vzduchu. Avšak i tehdy semena klíčila hůře, než když byla v uzavřených lahvích v prostředí o teplotě 5° C nebo –4° C. Semena ve zředěném vzduchu a v prostředí o stálé teplotě uchovala svou klíčivost nejlépe, byla-li teplota prostředí 5° C, klíčila po šestnácti letech 43 nebo 36 %, byla-li tato teplota –4° C, klíčila po stejné době 30 % nebo 68 %.

Výsledky pokusů, konané v Berkeley, uveřejnil C. H. Schubert (32). Semena byla opět skladována v uzavřených nádobách při 5° C. Vzduch nebyl z nádob vyčerpán a přece po šestnáctiletém skladování semena *Pinus attenuata* klíčila 87 %, semena *Pinus balfouriana* 95 % a semena *Pinus ponderosa* 94 %.

Nové pokusy

Bylo třeba blíže určit, jak správně postupovat při přípravě osiva ke skladování. Proto jsme ve stanici Výzkumného ústavu lesního hospodářství v Uherském Hradišti sledovali změny v obsahu vody prosušených semen jehličnanů, která jsme ponechali po deset dnů v prostředí o nestejné vzdušné vlhkosti a teplotě.

Tři vzorky semen smrkových, borových a modřínových jsme v plochých, otevřených miskách vložili do sušárny, kde byly ponechány při teplotě 30° C v mírném proudu vzduchu po 48 hodin. Každý vzorek semen téhož druhu byl na dvou miskách. Po vyjmutí misek ze sušárny byly z jednotlivých prosušených vzorků semen odebrány dva rozborové vzorky ke stanovení obsahu vody a každá miska byla se zbylým osivem zvážena.

Jedna miska s prosušeným osivem každého vzorku byla pak ponechána v suché místnosti, jejíž vzdušná vlhkost i teplota byly měřeny registračním termohygrografem. Druhá miska s prosušeným osivem každého vzorku byla umístěna ve sklepě, zapuštěném z poloviny do země a krytém vrstvou zeminy o mocnosti 1,5 m. I zde se vzdušná vlhkost a teplota měřila registračním termohygrografem. Misky s osivem byly váženy v intervalu 24 hodin po devět dnů. Obsah vody byl stanoven gravimetricky ihned po prosušení osiva a po devítidenním uložení v „suché“ místnosti a ve sklepě.

Teplotní a vlhkostní podmínky obou prostorů, měřené termohygrografy uvádíme v tabulce I.

I.

Datum	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
	den uložení semen										
„Suchá místnost“:											
Teplota max.	28	30	30	30	30	28	26	24	25	26	26°C
min.	25	28	25	26	25	25	24	23	23	24	25°C
Vlhkost max.	74	73	70	65	48	60	63	67	66	74	70%
min.	46	45	52	54	30	37	49	57	63	60	68%
Sklep:											
Teplota téměř bez denních výkyvů	10	10	11	11	11	11	11	15	15	15	16°C
Vlhkost téměř bez denních výkyvů	98	97	97	96	95	94	94	95	96	96	97%

Vážením misek se semeny v intervalu 24 hodin jsme se přesvědčili, že jak prosušená semena borová, tak modřínová i smrková nasávají velmi rychle vzdušnou vlhkost (viz tab. IV a V).

Za tři dny zvýšila semena svou váhu:	borová	modřínová	smrková
v „suché místnosti“ průměrně o	1,08 %	1,74 %	0,84 %
ve sklepě průměrně o	3,47 %	5,04 %	3,09 %
Za devět dnů zvýšila semena svou váhu:			
v „suché místnosti“ průměrně o	1,49 %	2,15 %	1,19 %
ve sklepě průměrně o	5,49 %	8,30 %	5,03 %

Váha prosušených semen se v prvních třech dnech po jejich uložení v „suché místnosti“ nebo ve sklepě poměrně rychle zvýšila. V dalších dnech byl přírůstek váhy menší. Prosušená semena nasávala vzdušnou vlhkost v prvních třech dnech rychleji než ve dnech dalších. Prozrazuje to, že podíl vody v semenech jehličnanů se poměrně rychle mění podle vlhkosti prostředí, v němž jsou semena skladována.

U borových semen byl po prosušení průměrný obsah vody stanoven na 5,5 %. Devítidenním uložení těchto semen v místnosti s červencovou teplotou 23–30°C a vzdušnou vlhkostí 30–70 % byl obsah vody zvýšen na 7,03 %. Stejně dlouhým uložení borových semen ve sklepě s teplotou 10–16°C a vzdušnou vlhkostí 96–98 % byl obsah vody zvýšen na 12,3 %.

U smrkových semen byly stanoveny podobné rozdíly. Jejich obsah vody byl zvýšen ze 6,6 % na 7,8 % v „suché místnosti“ a na 12,47 % ve sklepě.

U modřínových semen byly stanoveny větší rozdíly. Jejich obsah vody se zvýšil ze 7,65 % na 11,1 % v „suché místnosti“ a na 17,2 % ve sklepě.

Modřínová semena nasávala z okolního prostředí více vlhkosti než semena borová a smrková. Rozdílné nasávání vody semeny zmíněných druhů lze vysvětlit tím, že modřínová semena mají silnější osemení než semena smrková a borová.

Uvedená pozorování dokazují, že semena je třeba vkládat do lahví ihned po prosušení.

Při pokusném skladování semen jsme měli na zřeteli hlavně takový způsob skladování, který by byl snadno použitelný v lesním provozu. Nezkoušeli jsme skladovat semena lesních dřevin ve vakuu, ve zředěném vzduchu nebo v inertních plynech. Podle nám přístupné odborné literatury se v roce 1952 a 1953 — tj. v době založení našich pokusů — dalo soudit, že ve vakuu, ve zředěném vzduchu nebo v inertních plynech je nutno ukládat semena za předpokladu, že jejich klíčivost se má uchovat alespoň po deset let, tj. když jde o výjimečně dlouhé skladování. O takové uskladnění lesního osiva může lesní provoz mít zájem jen zcela výjimečně. Později uveřejněné výsledky pokusů, založených G. H. Schubertem, poukázaly, že v uzavřených lahvích lze uchovat borová semena s vysokou klíčivostí po šestnáct let, aniž by z těchto lahví bylo nutno čerpat vzduch nebo jej nahrazovat jiným plynem. Účelnost našeho postupu při pokusech byla tím ověřena.

Semena borová, modřínová a smrková jsme volili i k pokusnému skladování. Pokusy, založené s těmito semeny, navázaly na výsledky pokusů, které autor uveřejnil v roce 1948 (viz G. V i n c e n t, 37). Při založení nových pokusů jsme použili semen určitého původu, která jsme vyluštili ze šišek dodaných lesními závody neb která jsme získali od Semenářského závodu v Českých Budějovicích.

Šišky, dodané lesními závody, se luštily při teplotě 35–40° C. Vyluštěná semena jsme odkřídli v suché místnosti na sítěch lehkým drhnutím a odkřídlená semena pak fukarem (vývěvkou) zbavili nečistot a hluchých semen.

Semena dodaná Semenářským závodem byla ponechána po několik dnů ve vytápěné, dobře větrané místnosti v kalikových sáčcích. Sáčky s jednotlivými oddíly jsme vážili v denních intervalech. Když jsme se přesvědčili, že dvě nejbližší vážení u téhož oddílu se neliší o více než 0,2 % váhy tohoto oddílu, vložili jsme semena do lahví.

Vyluštěná nebo na vzduchu proschlá semena jsme ihned vložili do lahví a láhve uzavřeli. Láhve byly před vložením semen dobře vyčištěny a vysušeny. Před vložením semen do lahví byly z jednotlivých oddílů odebrány průměrné vzorky pro stanovení obsahu vody, čistoty, energie klíčení a klíčivosti. Po vložení semen byly láhve uzavřeny korkovou zátkou, která byla zalita parafinem.

Při rozboru průměrných vzorků se postupovalo podle pravidel, platných pro rozboru semenářské jakostní kontroly (viz ČSN 48 1211).

Energii klíčení jsme přepočítali na energii klíčení plných semen, klíčivost pak na klíčivost plných semen. Přitom jsme použili těchto rovnic:

$$e : e_1 = (100 - p) : 100$$

$$k : k_1 = (100 - p) : 100$$

kde:

- e = procento energie klíčení,
- e_1 = procento energie klíčení plných semen,
- k = procento klíčivosti,
- k_1 = procento klíčivosti plných semen,
- p = procentický podíl prázdných semen.

Láhve se semeny byly umístěny v chladírně o teplotě 4° C. Obvyklé teplotní výkyvy v letech 1952–1955 zpravidla nepřesáhly $\pm 2^\circ \text{C}$ a byly větší jen v době vypínání elektrického proudu. V letech 1956 a 1957 nebylo chladicí zařízení

v provozu. V těchto letech byly láhve se semeny uloženy v chladném sklepě, kde teplotní výkyvy kolísaly v zimním období mezi 2–8° C, v letním mezi 8–16° C.

Přibližně v ročních intervalech jsme jednotlivé láhve otevřeli a vzorkovačem vzali z každé průměrný vzorek semen. Všechny láhve jsme po odebrání vzorků opět uzavřeli korkovou zátkou a zátku zalili parafinem. Průměrné vzorky, odebrané v jednotlivých letech, jsme stejným způsobem analyzovali jako průměrné vzorky, vzaté před vložením semen do lahví.

Výsledky rozborů, získaných pro jednotlivé oddíly skladovaných semen, jsme sestavili v tabulce VI a z těchto výsledků jsme pro energii klíčení a klíčivost semen, stanovenou v témže roce a u týchž druhů, vypočítali průměrné hodnoty. Tyto průměrné hodnoty jsme sestavili do tabulky II.

II.

Druh	Energie klíčení v r.					Klíčivost v r.				
	1952	1954	1955	1956	1957	1952	1954	1955	1956	1957
<i>Picea excelsa</i> L.	86	32	47	31	18	94	93	94	91	90
<i>Pinus silvestris</i>	69	11	43	44	21	84	81	82	78	73
<i>Larix europaea</i>	25	16	15	14	10	29	29	30	25	26

Podobně jsme vypočítali průměrné hodnoty pro energii klíčení plných semen a pro klíčivost plných semen. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce III.

III.

Druh	Energie klíčení plných semen v roce					Klíčivost plných semen v roce				
	1952	1954	1955	1956	1957	1952	1954	1955	1956	1957
<i>Picea excelsa</i> L.	88	32	48	33	18	96	95	95	95	92
<i>Pinus silvestris</i> L.	71	11	44	45	23	85	83	83	83	74
<i>Larix europaea</i> Lam. DC	56	43	46	44	25	68	81	74	80	60

Průměrné číslce dokazují, že jak energie klíčení, tak energie klíčení plných semen klesá u osiva déle skladovaného. Semena, skladovaná v uzavřených lahvích, bobtnala po zaklíčení pomaleji než semena z nové sklizně. Nejvíce je to patrné u smrkových semen, jejichž energie klíčení plných semen klesla po pěti letech z 88 % na 18 %. U borových semen klesla tato energie za stejnou dobu z 71 % na 23 % a u modřínových z 56 na 25 %.

Jinak tomu bylo u klíčivosti a u klíčivosti plných semen. Klíčivost po pětiletém skladování u smrkových semen klesla průměrně jen o 4 %, u borových o 11 % a u modřínových o 3 %. Klíčivost plných semen se za stejnou dobu u smrkových semen snížila průměrně jen o 4 %, u borových o 11 % a u modřínových o 8 %. Celkový výsledek skladování je velmi příznivý. Stanovené průměrné rozdíly mezi klíčivostí semen před a po pětiletém skladování se pohybují u semen smrkových, borových a modřínových téměř v mezích pozorovacích chyb. Podobně je tomu i u klíčivosti plných semen smrkových a borových. Klíčivost

plných semen modřínových je zkreslována tím, že vzorky vzaté před a po pětiletém uložení pravděpodobně neměly stejný podíl prázdných semen. Přepočtení klíčivosti na klíčivost plných semen dává pak méně přesné hodnoty, než je tomu u semen smrkových nebo borových.

Porovnejme tyto výsledky s výsledky dřívějších pokusů (viz G. Vincent, 37). Podle dat, uveřejněných v roce 1948, byla klíčivost smrkových semen, stanovená v roce 1930 na 94,3 %, čtyřletým uložením v šískách na vzdušné půdě snížena na 72,7 %. Klíčivost vylustěných a odkřídlených semen, stanovená v roce 1930 na 85 %, byla po čtyřletém skladování na vzduchu a v chladu snížena na 54 % nebo na 55 %. V prvním případě byl pokles klíčivosti určen v průměru na 21,6 %, v druhém na 29,5 %, nebo na 31 %. Tento pokles je nepoměrně větší než pokles, stanovený po pětiletém uložení v uzavřených lahvích. Lze proto tvrdit, že výsledky, získané obvyklým skladováním semen jehličnanů na vzduchu, vyzdvihují přednosti skladování těchto semen v uzavřených lahvích.

Souhrn

Výsledky našich prací stručně shrnujeme takto:

1. Dlouholeté zkušenosti, získané při skladování semen jehličnanů, poučují, že tato semena uchovávají svou klíčivost nejlépe tehdy, když jsou uložena v prostředí se stálou teplotou a stejnou vlhkostí vzduchu. Tato zkušenost vede k tomu, aby semena s nízkým obsahem vody byla skladována v prostředí s málo kolísající teplotou a v uzavřených lahvích, v nichž vlhkost vzduchu se prakticky nemění.

Výklad Cieslarův (8), že semena v uzavřených lahvích proto lépe uchovávají klíčivost, že je k nim omezen přístup zárodků hub, nesouhlasí s dlouholetými zkušenostmi a s poznatky moderní biologie. Dnešnímu biologickému pojetí je bližší výklad L. Maquennův (24), který poukázal na to, že diastázy semen si za sucha uchovávají svou „stabilitu“ déle než za vlhka.

Lze soudit, že teplotními a vlhkostními výkyvy, které jednou činností enzymů, obsažených v semenu, urychlují, podruhé brzdí, jsou enzymy narušovány a že klíčivost takových semen postupně klesá (srovnej Clements, 9). Přesvědčili jsme se o tom, že podíl vody v semenech je v rovnováze s vlhkostí prostředí, v němž tato semena jsou skladována. Mění-li se vlhkost prostředí, mění se i podíl vody v semenech. Změny v obsahu vody se odrážejí v enzymatické činnosti, a je-li tato činnost opakovanými změnami narušena, klesá klíčivost semen.

Byly-li uzavřené láhve se semeny umístěny v prostředí s kolísající teplotou (viz G. Vincent, 37), byl úspěch skladování podstatně menší, než když láhve byly v chladárně s teplotou 4°C , jejíž výkyvy nebyly zpravidla větší $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

2. Při pokusném skladování lesního osiva jsme se nezabývali uložením semen ve vakuu, ve zředěném vzduchu nebo v inertních plynech. Taková skladování, nesnadno použitelná v lesním provozu, se považovala do roku 1950 za účelná pro semena, jejichž klíčivost se měla uchovat po dobu delší desíti let. Výsledky nových, široce založených pokusů, uveřejněné G. H. Schubertem (32) a L. V. Bartonovou (3), však ukázaly, že v uzavřených lahvích lze uchovat borová semena s vysokou klíčivostí po šestnáct let, aniž by z těchto lahví bylo nutno čerpat vzduch nebo jej nahrazovat jiným plynem.

3. Výsledky skladování borových, modřínových a smrkových semen v uzavřených lahvích jsou v odborné literatuře uváděny jako velmi příznivé. I naše výsledky dokazují, že borová, modřínová a smrková semena čtyřletým skladová-

Vzorek číslo	Obsah vody po prosušení	Váhový přírůstek v procentech váhy vzorku po prosušení po									Obsah vody po devítidenním uložení		
		1—	2—	3—	4—	5—	6—	7—	8—	9—	a*)	b**)	$\frac{a + b}{2}$
		denním uložení v „suché“ místnosti											
		Borovice lesní <i>Pinus silvestris</i> L.											
1	5,4	0,71	1,08	1,03	0,66	0,83	0,95	1,11	1,27	1,47	6,87	7,00	6,94
2	5,5	0,70	1,04	1,11	0,73	0,90	1,04	1,19	1,40	1,54	7,04	7,00	7,02
3	5,5	0,69	1,03	1,09	0,67	0,83	0,97	1,12	1,32	1,47	6,97	7,10	7,04
průměr	5,5	0,70	1,05	1,08	0,67	0,85	0,98	1,14	1,33	1,49	6,96	7,03	7,00
		Modřín evropský, <i>Larix europaea</i> Lam. DC.											
1	8,35	1,14	1,72	1,76	1,31	1,35	1,51	1,67	1,89	2,04	10,39	11,90	11,15
2	7,30	1,07	1,62	1,72	1,26	1,50	1,68	1,88	2,09	2,28	9,58	11,00	10,29
3	7,30	1,05	1,59	1,73	1,27	1,50	1,47	1,76	1,95	2,12	9,42	10,30	9,86
průměr	7,65	1,08	1,64	1,74	1,28	1,45	1,55	1,77	1,98	2,15	9,75	11,10	10,43
		Smrk ztepilý, <i>Picea excelsa</i> L.											
1	6,50	0,48	0,82	0,83	0,44	0,64	0,71	0,90	1,09	1,21	7,71	8,10	7,91
2	6,60	0,49	0,82	0,84	0,50	0,63	0,77	0,86	1,05	1,19	7,79	8,10	7,95
3	6,70	0,51	0,83	0,84	0,50	0,62	0,77	0,89	1,05	1,17	7,87	7,20	7,54
průměr	6,60	0,49	0,82	0,84	0,48	0,63	0,75	0,88	1,06	1,19	7,79	7,80	7,80

*) Obsah vody, vypočítaný na podkladě obsahu vody semen po prosušení a váhového přírůstku po devítidenním uložení v „suché“ místnosti.

***) Obsah vody stanovený novou analýzou.

Vzorek číslo	Původ	Obsah vody po prosušení	Váhový přírůstek v procentech váhy vzorku po prosušení po									Obsah vody po devítidenním uložení		
			1—	2—	3—	4—	5—	6—	7—	8—	9—	a*)	b**)	$\frac{a+b}{2}$
			denním uložení ve vlhkém sklepě											
Borovice lesní, <i>Pinus silvestris</i> L.														
1	Bilovice	5,4	1,37	2,40	3,72	4,17	4,50	4,97	5,18	5,27	5,54	10,94	11,80	11,37
2	Hořice	5,5	1,36	2,30	3,39	3,94	4,35	4,70	4,95	5,18	5,43	10,93	13,40	12,17
3	Buchlovice	5,5	1,24	2,20	3,30	3,88	4,20	4,50	5,06	5,30	5,49	10,99	11,60	11,30
Průměr		5,5	1,32	2,30	3,47	4,00	4,35	4,72	5,06	5,25	5,49	10,95	12,30	11,63
Modřín evropský, <i>Larix europaea</i> Lam. DC.														
1	Hradec	8,35	1,90	3,24	5,36	6,23	7,02	7,20	7,74	8,15	8,60	16,95	17,40	17,18
2	Svitavy	7,30	1,97	3,28	4,90	5,53	6,16	6,55	7,20	7,70	8,15	15,45	16,90	16,18
3	Příbram	7,30	2,20	3,54	4,87	5,75	6,20	6,95	7,45	7,63	8,16	15,46	17,40	16,43
Průměr		7,65	2,02	3,35	5,04	5,84	6,46	6,90	7,46	7,83	8,30	15,95	17,20	16,57
Smrk ztepilý, <i>Picea excelsa</i> L.														
1		6,50	1,25	2,09	3,16	3,70	4,00	4,41	4,63	4,81	5,21	11,71	11,90	11,81
2		6,60	1,15	2,00	3,07	3,60	3,89	4,27	4,52	4,76	4,84	11,44	13,60	12,52
3		6,70	1,26	2,09	3,05	3,56	3,85	4,26	4,56	4,64	5,03	11,73	11,90	11,82
Průměr		6,60	1,22	2,06	3,09	3,62	3,91	4,31	4,64	4,74	5,03	11,63	12,47	12,05

*) Obsah vody, vypočítaný na podkladě obsahu vody semen po prosušení a váhového přírůstku po devítidenním uložení ve vlhkém sklepě.

**) Obsah vody stanovený novou analýzou.

VI.

Číslo oddílu	Původ	Rok sklizně	Datum rozboru	Výsledek rozboru						Energie klíčení	Klíčivost
				obsah vody	energie klíčení	klíčivost	semena abn. vykl.	semena prázdná	semena špatná		
				%						semen plných	
Picea excelsa L.											
1	Kamenice n. L.	1951/52	2. 6. 1952	6,0	88	95	—	1	4	89	96
			7. 8. 1952		63	92	—	2	6	64	94
			16. 3. 1954		33	95	—	1	4	33	96
			24. 3. 1955		46	93	—	2	5	47	95
			2. 6. 1956	6,5	30	85	—	10	5	33	94
			21. 7. 1957		35	93	—	—	7	35	93
2	Nepomuk	1951/52	5. 6. 1952	6,3	84	92	—	1	7	85	93
			7. 8. 1952		64	93	—	2	5	65	95
			16. 3. 1954		40	88	—	5	7	42	93
			24. 3. 1955		54	91	—	—	9	54	91
			2. 6. 1956	6,6	40	92	—	2	6	41	94
			21. 6. 1957		7	85	2	4	9	7	88
3	Řečany n. L.	1951/52	5. 6. 1952	6,4	86	96	—	2	2	88	98
			7. 8. 1952		58	94	—	2	4	59	96
			16. 3. 1954		22	96	—	1	3	22	97
			24. 3. 1955		41	97	—	1	2	41	98
			2. 6. 1956	6,7	24	95	—	1	4	24	96
			21. 6. 1957		12	93	—	2	5	12	95
Pinus silvestris L.											
633	Třebíč	1951/52	7. 8. 1952	6,8	48	72	—	—	28	48	72
			16. 3. 1954		11	74	1	—	25	11	74

			24. 3. 1955 2. 6. 1956 21. 6. 1957	7,4	35 43 16	75 73 65	1 — —	— 6 2	24 21 33	35 46 16	75 78 66
644	Chudoslavice	1951/52	7. 8. 1952 16. 3. 1954 24. 3. 1955 2. 6. 1956 21. 6. 1957	—	65 7 25 27 2	87 88 79 70 59	— — — — 1	1 2 — 5 1	12 10 21 25 39	66 7 25 28 2	88 90 79 74 60
4	Nepomuk	1951/52	1. 7. 1952 7. 8. 1952 16. 3. 1954 24. 3. 1955 2. 6. 1956 21. 6. 1957	6,9	76 54 15 60 47 43	81 70 79 78 76 80	— 1 1 — — —	3 — 1 — 8 —	16 29 19 22 16 20	78 54 15 60 51 43	83 70 80 78 83 80
5	Chlum u Třeboně	1951/52	3. 6. 1952 7. 8. 1952 16. 3. 1954 24. 3. 1955 2. 6. 1956 21. 6. 1957	5,7	74 49 8 52 44 22	79 68 74 84 77 76	— 1 1 — — —	5 6 3 3 4 4	16 25 22 13 19 20	78 52 8 54 46 23	83 72 76 86 80 79
6	Mníšek	1951/52	5. 6. 1952 7. 8. 1952 16. 3. 1954 24. 3. 1955 2. 6. 1956 21. 6. 1957	6,1	94 65 12 61 59 43	95 83 90 92 92 87	— 1 — — — —	1 4 4 3 4 —	4 12 7 5 4 13	95 68 12 63 61 43	94 86 93 95 96 87

Číslo oddílu	Původ	Rok sklizně	Datum rozboru	Výsledek rozboru						Energie klíčení	Klíčivost
				obsah vody	energie klíčení	klíčivost	semena abn. vykl.	semena prázdná	semena špatná		
				%						semen plných	
677	Kašperské Hory	1951/52	7. 8. 1952	—	58	88	—	2	10	59	89
			28. 3. 1955		26	82	1	—	17	26	82
			2. 6. 1956		36	79	—	8	13	39	85
			21. 6. 1957	7,2	2	72	1	1	26	2	73
Larix europaea Lam DC											
7	Rachoty u Příbramě	1951/52	5. 6. 1952	9,4	23	28	—	54	18	50	61
			7. 8. 1952		17	28	—	51	21	35	57
			16. 3. 1954		15	32	—	53	15	32	68
			24. 3. 1955		13	30	—	50	20	26	60
			2. 6. 1956	10,3	16	27	—	65	8	46	76
			21. 6. 1957		5	28	—	52	20	12	58
8	Litošice u Ronova	1951/52	5. 6. 1952	8,0	18	24	—	64	12	50	67
			7. 8. 1952		7	16	—	67	17	21	48
			16. 3. 1954		7	18	—	78	4	32	82
			24. 3. 1955		9	22	—	70	8	60	73
			16. 8. 1956	8,5	5	14	—	80	6	25	70
			21. 6. 1957		5	17	—	62	21	13	45
9	Nepomuk	1951/52	5. 6. 1952	7,4	33	36	—	52	12	69	75
			7. 8. 1952		23	38	—	48	14	44	73
			16. 3. 1954		25	36	—	61	3	64	92
			24. 3. 1955		23	38	—	57	5	53	88
			16. 8. 1956	7,7	21	35	—	63	2	61	93
			21. 6. 1957		21	33	—	58	9	50	78

ním v uzavřených lahvích svou klíčivost prakticky nezměnila. Klíčivost takto skladovaných semen poněkud poklesla teprve v pátém roce.

4. Pokles energie klíčení se u osiv déle skladovaných často připisuje tomu, že déle uložená semena ztratila značný podíl vody, a že proto vodu potřebnou k bobtnání nasávají pomaleji než čerstvě sklizená semena. U semen, uložených v uzavřených lahvích, se však obsah vody po dvou, třech nebo čtyřech letech často nesnížil, ale přece i takto skladovaná semena klíčila pomaleji než před skladováním.

Semena ve stavu anabiózy nejsou vyloučena ze zákonů, platných pro živou hmotu. Delším skladováním stárnou. Prozrazují to pomalejším klíčením. Lze však tvrdit, že v prostředí stejnoměrně chladném a stejně vlhkém stárnou pomaleji, než když jsou vystavena opakovaným výkyvům teplotním a vlhkostním.

5. Výsledky našich pokusů dokazují, že semena borová, modřínová a smrková lze s úspěchem skladovat v uzavřených lahvích jen tehdy, když se do nich vloží proschlá. Lze tvrdit, že obsah vody osiva, uloženého v uzavřených lahvích, se odráží pronikavě ve výsledku skladování.

Semena je nutno vkládat do lahví ihned po prosušení, neboť poměrně rychle nasávají vlhkost ze vzduchu. Byla-li semena jehličnanů uložena ve vlhké místnosti, zvýšila svůj podíl vody již po třech dnech o 2–3 %.

Modřínová semena svým silným osemněním nasávají z okolního prostředí více vlhkosti než semena borová a smrková. Proto, zvláště u modřínových semen, je třeba předejít tomu, aby byla před vložením do lahví několik dnů uložena, např. v sáčkích, i v poměrně suché místnosti.

Literatura

1. Bartels H.: Über den Wassergehalt der Nadelholzsamen, Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1956, str. 124. — 2. Barton L. V.: Relation of certain air temperatures and humidities to viability of seeds, Contrib. Boyce Thompson Inst., Bd. 12, 1941-1942, str. 85. — 3. Barton L. V.: Seed storage and viability, Contr. Boyce Thompson Inst., 1935, str. 87-103. — 4. Bates C. G.: The precise expression of dryness, Bd. 69 (1929), str. 497. — 5. Becher M.: Transport und Lagerung von Getreide und Mühlenerzeugnissen, Leipzig, 1955. — 6. Bernfus: Lagertechnik, Die Bodenkultur, 1950, Wien, str. 317. — 7. Busse J.: Samenaufbewahrung im Vakuum, Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1935, str. 321-326. — 8. Cieslar A.: Versuche über Aufbewahrung von Nadelholzsamen unter luftdichtem Verschlusse, Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Bd. XXIII, 1897, Wien, str. 162-174. — 9. Clemens: Beiträge zur forstlichen Samenkunde, III. Einfluß tiefer Temperatur unter gleichzeitigem Luftabschluß auf die Erhaltung der Keimfähigkeit, Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft, 1911, str. 402-409. — 10. Crocker W., Barton L. V.: Physiology of seeds, 1953. — 11. Delavan C. C.: The relation of the storage of the seeds of some oaks and histories to their germination, Mich. Acad. Sci. 17th Rept., str. 161-163. — 12. Guillaumin A.: Le vide comme moyen de prolonger la faculté germinative des graines, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Vol. 176, 1923, str. 1737-1739. — 13. Guillaumin A.: Les maintiens des graines dans un milieu privé d'oxygène comme moyen de prolonger leur faculté germinative, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Vol. 187, 1928, str. 571-572. — 14. Haack F.: Der Kiefernnsamen, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Jhg. XLI, Berlin, 1909, str. 353-381. — 15. Haberlandt F.: Der allgemeine landwirtschaftliche Pflanzenbau, Wien, 1879. — 16. Houdas J.: Sur la conservation des graines dans les gaz inertes, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Vol. 176, str. 1407-1409. — 17. Heinrich M.: Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit, der Wärme und des Sauerstoffes der Luft auf lagerndes Saatgut, Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 81, 1913, str. 289-376. — 18. Holten A.: Tosarig Opbevaring of Agern (Storing of acorns two years), Dansk Skovforenings Tidsskr., Vol. V, str. 191-198, 1920. — 19. Isaac L. A.: Cold storage prolongs life of noble fir seed, Journal of Forestry, Vol. XXVIII, Washington, 1930, str. 571. — 20.

Johanson W.: Orienterende Forsøg med Opbevaring af Agern og Bøysolden (Preliminary experiments on storing acorns and beechnuts), Det forstlige Forsøgswesen i Danmark, V, 1921, str. 372-390. — 21. Kjaer A.: Storage of Larix seeds, Mitt. d. Internationalen Vereinigung f. Samenkontrolle, Bd. 16, 1950, str. 95. — 22. Kors-tian C. F.: Acorn storage in the southern states, Journal of Forestry, Vol. XXVIII, Washington, 1930, str. 858-863. — 23. Maquenne L.: Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Vol. 134, Paris, 1897, str. 1243. — 24. Maquenne L.: Sur la conservation du pouvoir germinatif des graines, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Vol. 135, 1902, str. 208-209. — 25. Messer H.: Untersuchungen über das Fruchten der europäischen Lärche (Larix europea Mill.), Allg. Forst- und Jagdzeitung, Jahrg. 127, 1956, str. 8. — 26. Munns E. N.: Studies in forest tree seeds; seed storage and chemical treatment, Journal of Forestry, Vol. XX, Washington, 1922, str. 316-317. — 27. Schmidt W.: Zur Wirtschaftlichkeit der Lagerungstechnik von Laubholzsamen, Der Deutsche Forstwirt., Jhg. 13, 1931, str. 562-565. — 28. Rohmeder E.: Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen, Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 1951. — 29. Rohmeder M.: Mehr-jährige Erhaltung der Lebensfähigkeit des Weißtannensamens, Allg. Forstzeitschrift, 1953, str. 117-119. — 30. Rohmeder M.: Amerikanische Aufbewahrungsversuche mit forstlichem Saatgut bei niedriger Temperatur, Allgemeine Forstzeitschrift, Jhg. 9, München, 1954, str. 139-141. — 31. Romanes C. J.: Proceed. Roy. Soc. of London, t. 54, 1893, str. 335. — 32. Schubert G. H.: Germination of various coniferous seeds after cold storage, Forest Research Notes, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, California Forest and Range Experiment Station, Nr. 83, 1952. — 33. Til-lotson C. R.: Storage of coniferous tree seed, Journal of Agricultural Research, Vol. XXII, 1921, ref. Journal of Forestry, Vol. XX, 1922, str. 642-646. — 34. Toumey J. W.: Some Notes on Seed Storage, Journal of Forestry, Vol. XXVIII, 1930, str. 394-395. — 35. Vincent G.: Stárnutí semen jehličnanů, Sborník Československé aka-demie zemědělské, roč. IV., Praha, 1929, str. 453-492. — 36. Vincent G.: Lesní seme-nářství v pěstební technice, Vědecké spisy vydávané Českou akademií zemědělskou, Praha, 1940. — 37. Vincent G.: Rozbory nestejně uskladněných šišek a semen les-ních dřevin, Ročenka 1948, Zpráva Státních výskumných ústavov lesníckých ČSR, Praha 1948. — 38. Wilhelm G.: Die Erhaltung der Keimkraft durch Luftabschluß und durch Austrocknen der Samen bei höherer Temperatur, Fühling's Landwirtschaft-liche Zeitschrift, Jhg. XXXIII, 1884, str. 261-267, 321-325. — 39. Zederbauer E.: Versuche über Aufbewahrung von Waldsämereien, Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Wien, 1910.

Хранение семян хвойных пород в закрытых бутылках

Работа состоит из трёх частей. В первой части работы автор подытоживает результаты опытов с хранением семян лесных древесных пород, проведенных другими авторами. Во второй части проводится оценка новых результатов, полученных на основании опытов с хранением сосновых, лиственничных и еловых семян в закрытых бутылках. В третьей части автор изучает изменения в содержании воды в сосновых, лиственничных и еловых семенах, хранимых как в сравнительно сухом помещении, так и во влажном.

I.

В первой части автору удалось установить, кому необходимо присудить первенство в проведении опытов с хранением семян в закрытых бутылках. Автор приписывает это Ф. Габерляндту, профессору Сельскохозяйственного института в Вене. Венский профессор исходил из результатов опытов, проводимых в южных областях Советского Союза с хранением зерна, затем в Венгрии и в северной Африке, где сосуды с зерном закапывались в землю. На основе этих обследований он пришел к заключению, что таким способом зерно можно хранить только в тех областях, где не возникает опасения, что атмосферные осадки могут проникнуть в более глубокие слои почвы. Поэтому автор начал хранить зерна предварительно частично просушенные и, когда убедился в том, что просушенные зерна сохраняют свою способность к прорастанию, как и непросушенные, он сохранял просушенные семена от проникновения внешней влажности тем, что их хранил в закрытых бутылках.

Опыты Габерляндта продолжали в Австрии Вильгельм (1884 г.) и Цизляр (1897 г.). Результатами их работ заинтересовались научные работники и других стран. Во Франции это был Л. Макен (1902 г.) и А. Гилломен (1923 г.), в Германии — Ф. Гакк (1909 г.) и Клеменс (1911 г.), а позже — И. Буссе (1935 г.), в США — Е. Н. Маннс (1922 г.), Ц. Р. Тиллотсон (1922 г.) и Ц. Г. Бейтс (1930 г.). Объем их опытов существенно не отличался от опытов австрийских.

Только новейшие опыты Бейтса в Научно-исследовательском институте Томсона по исследованию растений в Йонкерсе и в Лесной пастбищной исследовательской станции в Берклей (США) проводились на более широкой базе. О результатах опытов, проводимых в течение 16-ти лет в институте Томсона, отчет был представлен Л. В. Бартон. Результаты опытов, проводимых в Берклей, опубликовал Г. Х. Шуберт (1952 г.).

II.

На станции Научно-исследовательского института лесного хозяйства в Угерском Градище в 1952 году автор проводил новые опыты с целью проверки ранее установленных данных о хранении сосновых, лиственничных и еловых семян, причем он исходил из результатов опытов, опубликованных им в 1948 году (см. Г. Винцент, 1948 г.).

Семена известного происхождения при сушке шишек или при их хранении в сухом, хорошо проветриваемом помещении, были просушены и всыпаны в бутылки. Каждая бутылка была закупорена пробкой, которая затем заливалась парафином. У средних образцов, взятых перед наполнением семян в бутылки, устанавливалось содержание воды, чистота семян, энергия прорастания и способность к прорастанию. При этом работа проводилась согласно правилам, действительным для анализов качественного контроля семян (см. Чехословацкий стандарт 48 1211).

Энергия прорастания семян пересчитывалась на энергию прорастания полных семян, а способность к прорастанию — на способность к прорастанию полных семян. Для этой цели были использованы следующие уравнения:

$$e : e_1 = (100 - p) : 100,$$

где «e» выражает процент энергии прорастания, «e₁» — процент энергии прорастания полных семян и «p» — процентную долю семян пустых и

$$k : k_1 = (100 - p) : 100,$$

где «k» выражает процент способности к прорастанию, а «k₁» — процент способности к прорастанию семян полных и «p» — процентную долю семян пустых.

Бутылки с семенами укладывались в холодильники с температурой 4° Ц. Обыкновенные температурные колебания в период 1952—1955, как правило, не превышали ± 2° Ц, только в период выключения электрического тока колебания были большими. В 1956 и 1957 гг. холодильное оборудование не было в эксплуатации. В эти годы бутылки с семенами хранились в холодном погребе, где колебания температуры в зимний период не превышали 2—8° Ц, а в летний период 8—16° Ц.

Анализы средних образцов, взятых из отдельных бутылок, повторялись приблизительно ежегодно. Результаты анализов приведены в известном порядке в таблицах IV, V и X.

III.

Автор хотел убедиться в том, поступает ли он правильно при подготовке посевного материала для хранения и при его укладке в бутылки. Поэтому он изучал изменения в содержании воды в просушенных хвойных семенах, которые оставлял в течение 10 дней в среде с различной влажностью воздуха и температурой.

Эти образцы сосновых, лиственничных и еловых семян насыпались в плоские открытые миски и переносились в сушильню, где оставались при температуре 30° Ц с умеренным притоком воздуха в течение 48 часов. Каждый образец семян одного и того же вида насыпался в две миски. Одна из мисок с просушенными семенами каждого образца затем оставлялась в просторном помещении, где влажность воздуха и температура измерялись регистрирующим термогидрографом. Вторая миска с просушенными семенами каждого образца помещалась в погреб, находящемся наполовину под поверхностью земли и покрытом слоем земли толщиной в 1,5 метра. Точно так же и здесь влажность воздуха и температура измерялись регистрирующим термогидрографом. Миски с семенами взвешивались по истечении 9-ти дней. Содержание воды в семенах устанавливалось у анализирую-

важных образцов, взятых немедленно после просушки семян и после 10-дневного хранения в «сухом» помещении и в погребе (см. табл. XIII — IV).

Результаты всех этих работ автор подытоживает так:

1. Многолетний опыт, полученный при исследовании посевного материала, нам говорит о том, что семена лучше сохраняют свою способность к прорастанию, когда они хранятся в среде с постоянной температурой и постоянной влажностью воздуха. Эти наблюдения приводят нас к тому, что семена с малым содержанием воды сохранялись в среде с малоколеблющейся температурой и в укупоренных бутылках, в которых влажность практически не меняется.

Доля воды в семенах выравнивается с влажностью среды, в которой хранятся семена. Если меняется влажность среды, меняется и доля воды в семенах. Изменения содержания воды в семенах отражаются на их энзиматической деятельности и, если она нарушается повторными изменениями, понижается и способность семян к прорастанию.

Если укупоренные бутылки с семенами помещены в среде с колеблющейся температурой (см. Г. Винцент, 1948 г.), эффективность их хранения гораздо меньше, чем у бутылок, сохраняемых в холодильнике с температурой 4°C , колебания которой, как правило, не превышали $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

2. Из лесных семян в укупоренных бутылках еще недавно хранились главным образом сосновые, лиственничные и еловые семена. О результатах этого хранения в литературе приводятся весьма благоприятные данные. Результаты американских опытов, опубликованные Г. Х. Шубертом и Л. В. Бартоном, показывают, что в укупоренных бутылках можно хранить сосновые семена с высокой способностью к прорастанию в течение даже 16-ти лет. Результаты новых опытов доказывают, что сосновые, лиственничные и еловые семена в результате 4-летнего хранения в укупоренных бутылках, помещенных в холодильник при температуре 4°C , практически не изменили своей способности к прорастанию. Способность к прорастанию хранимых семян несколько понизилась только на пятом году после того, как семена были помещены в погреб с более резкими колебаниями температуры.

3. Снижение энергии прорастания у семян, хранимых более продолжительное время, часто приписывается тому, что эти семена потеряли значительную долю воды и что в результате этого необходимую для набухания воду они всасывают медленнее, чем свежесобранные семена. У семян, хранимых в укупоренных бутылках, содержание воды в течение 2—3 или даже 4-х лет не снижается (напротив, в большинстве случаев даже несколько повышается), но все же и таким способом сохраняемые семена прорастали медленнее, чем до хранения.

Семена в состоянии анабиоза не исключаются из законов, действительных для живой массы. В результате более продолжительного хранения семена стареют, что проявляется в более медленном их прорастании. Можно, однако, утверждать, что в среде равномерно холодной и одинаково влажной семена стареют медленнее, чем в том случае, когда они экспонированы повторным колебанием температуры и влажности. Между снижением энергии прорастания семян, хранимых в бутылках, и семян, хранимых в мешочках, наблюдалось явное различие. В виде заключения присоединен проект инструкций по хранению лесного посевного материала с малым содержанием воды. Эти инструкции предназначены для органов лесной эксплуатации.

Die Lagerung der Nadelholzsaamen in geschlossenen Gefäßen

Die Arbeit hat drei Teile. Der erste Teil führt die wichtigsten Ergebnisse von jenen Versuchen an, die von anderen Autoren angelegt wurden. Die übrigen Teile fassen die Ergebnisse der neuen Versuche zusammen. Der zweite Teil bewertet die Lagerung der Fichten-, Kiefern- und Lärchensamen, der dritte Teil verfolgt die Änderungen des Wassergehaltes der im feuchten und trockenen Raume gelagerten Fichten-, Lärchen- und Kiefernssamen.

I.

Im ersten Teile gelang es dem Autor — nach einer eingehenden Untersuchung der Fachliteratur — festzustellen, daß die Priorität der versuchsweisen Lagerung von Samen in geschlossenen Gefäßen dem Professor der Hochschule für Boden-

kultur in Wien F. Haberlandt zugeschrieben werden kann. Haberlandt hat die Erfahrungen berücksichtigt, die bei der Samenlagerung in Südrussland, in Ungarn und in Nord-Afrika erzielt wurden. In diesen Ländern — dort, wo das Wasser der spärlichen Niederschläge die tieferen Bodenschichten nicht erreicht — werden die Samen in Tongefäßen im Boden eingegraben. Die Lagerung hat Haberlandt nachgeahmt und dabei festgestellt, daß das leicht getrocknete Saatgut bei der Lagerung eine hohe Keimfähigkeit länger behält als jenes gleicher Art, das vor der Lagerung nicht vorgetrocknet wurde. Deshalb wollte er das abgetrocknete Saatgut vor der Luftfeuchtigkeit „schützen“ und hat dieses in geschlossenen Gefäßen gelagert.

Die Haberlandt'schen Beobachtungen wurden in Österreich durch weitere, von Wilhelm (1884) und Cieslar (1897) angelegte Versuche erweitert. Ihre Ergebnisse haben das Interesse von weiteren Wissenschaftlern erweckt. Zu diesen gehört in Frankreich L. Maquenne (1902) und Guillaumin (1923), in Deutschland F. Haack (1902), Clemens (1911) und J. Busse (1933), in USA F. N. Munns (1922), C. R. Tillotson (1922) und C. G. Bates (1932). Diese Versuche unterschieden sich dem Ausmaße nach nicht viel von den österreichischen Versuchen.

Erst die neuen in Yonkers und Berkeley (USA) gegründeten Versuche wurden auf eine breitere Grundlage gestellt. Die Ergebnisse dieser Versuche wurden von A. Barton (1953) und C. H. Schubert (1952) veröffentlicht.

II.

In der Station des Forschungsinstitutes für Forstwirtschaft in Uherské Hradiště hat der Autor im Jahre 1952 neue Versuche mit der Lagerung von Fichten-, Kiefern- und Lärchensamen angelegt, wobei er die Ergebnisse seiner früheren Versuche (siehe G. Vincent, 1948) berücksichtigt hat.

Die Samen wurden entweder bei der Klengung der Zapfen oder durch das Ausbreiten im geheizten gut gelüfteten Raume getrocknet und nachher in die Flaschen eingelegt. Jede Flasche wurde durch einen mit Parafin eingegossenen Korkstößel geschlossen. Bei den vor dem Einlegen in die Flaschen entnommenen Durchschnittsproben hat man den Wassergehalt, die Reinheit, die Keimenergie und die Keimfähigkeit festgestellt. Die Analysen wurden nach den für die Samenkontrolle geltenden Regeln durchgeführt (siehe die tschechoslowakische Norme 48 1211).

Die Keimenergie hat man auf die Keimenergie der vollen Samen und die Keimfähigkeit auf die Keimfähigkeit der vollen Samen umgerechnet. Es wurden dabei folgende Gleichungen benützt:

$$e : e_1 = (100 - p) : 100$$

und

$$k : k_1 = (100 - p) : 100,$$

wobei:

e = dem Prozentsatze der Keimenergie

e_1 = dem Prozentsatze der Keimenergie der vollen Samen

k = den Prozentsatzen der Keimfähigkeit

k_1 = den Prozentsatzen der Keimfähigkeit der vollen Samen

p = dem Prozentanteile der leeren Samen

entspricht.

Die Flaschen mit den Samen wurden im Kühlraume bei 4°C gelagert. Die Temperaturschwankungen in Jahren 1952—1955 waren gewöhnlich nicht größer als ±2°C. Nur beim Ausschalten des elektrischen Stromes waren die Schwankungen größer. In den Jahren 1956 und 1957 war die Kühlvorrichtung außer Betrieb. In diesen Jahren waren die Gefäße mit den Samen in einem kühlen Keller, wo die Temperaturschwankungen in den Wintermonaten zwischen 2—8°C, in den Sommermonaten zwischen 8—16°C schwankten, aufbewahrt.

Die Analysen der Durchschnittsproben wurden annähernd in jährlichen Intervallen wiederholt. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle II, III und VI geordnet.

III.

Der Autor verfolgte auch die Zunahme des Wassergehaltes der leicht getrockneten Nadelholzsamen, die 10 Tage lang im feuchten und trockenen Raume belassen wurden.

Drei Proben der Fichten-, Kiefern- und Lärchensamen wurden in offenen Schalen im Darrschrank bei 30°C 48 Stunden lang getrocknet. Jede Probe einer Art befand sich in zwei Schalen. Eine Schale mit den abgetrockneten Samen wurde im trockenen Raume, die zweite Schale im feuchten Raume (im Keller) 9 Tage lang belassen. Die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit beider Räume hat man mit registrierenden Hygrothermometern gemessen. Die Schalen mit den Samen wurden täglich während 9 Tagen gewogen. Den Wassergehalt der Samen hat man gleich nach der Trocknung und gleich nach der neuntägigen Lagerung im trockenen und feuchten Raume festgestellt. Die bei den Sorptionsversuchen festgestellten Angaben sind in den Tabellen IV und V eingereiht.

Abschließend werden alle Ergebnisse der bisherigen Versuche mit der Lagerung der Nadelholzsaamen folgend zusammengefaßt:

1. Der Wassergehalt der Samen ändert sich mit der Luftfeuchtigkeit des Raumes, in welchem die Samen aufbewahrt sind. Die Änderungen der Luftfeuchtigkeit spiegeln sich im Wassergehalte der Samen und dadurch auch in der Tätigkeit ihrer Enzyme wider. Es ist anzunehmen, daß diese Tätigkeit durch wiederholte Änderungen des Wassergehaltes gestört wird und daß dadurch auch die Keimfähigkeit der Samen herabgesetzt wird.

Im Raume mit einer konstanten Luftfeuchtigkeit nimmt der Wassergehalt einen Wert an, der im Gleichgewichte mit dieser Luftfeuchtigkeit steht. Im Raume mit einer veränderlichen Luftfeuchtigkeit ändert sich auch der Wassergehalt der hier offen gelagerten Samen. Im Raume mit konstanter Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur behalten die Samen ihre Keimfähigkeit besser als im Raume mit veränderlicher Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur. Diese langjährigen Erfahrungen gaben Anlaß zur Lagerung in geschlossenen Gefäßen, die in gleichmäßig kalten Räumen (Kellern) aufgehoben werden.

2. Der Erfolg der Lagerung der Nadelholzsaamen in geschlossenen Gefäßen tritt hervor, wenn wir die dadurch erzielten Ergebnisse mit jenen vergleichen, die bei der Lagerung der Samen in relativ trockenen Räumen (in Jute- oder Kalikosäcken) erreicht wurden. Der Forstbetrieb rechnet noch heute damit, daß die Keimfähigkeit der Fichten-, Lärchen- und Kiefernsaamen nach vierjähriger Lagerung um 40—50 % herabgesetzt wird. Demgegenüber sichert die Lagerung in geschlossenen Gefäßen bei den erwähnten Nadelholzsaamen zu, daß deren Keimfähigkeit vier Jahre lang praktisch unverändert bleibt.

3. Jedoch auch die Samen mit niedrigem Wassergehalt können gewöhnlich nur dann mit Erfolg in geschlossenen Gefäßen gelagert werden, wenn diese Samen vor ihrem Sinlegen in die Gefäße vorgetrocknet werden. Der für die Lagerung optimale Wassergehalt wurde bei den Fichtensaamen auf 6—8 %, bei den Lärchensaamen auf 7—10 % und bei den Kiefernsaamen auf 6—8 % festgestellt.

Die Nadelholzsaamen saugen ziemlich schnell die Luftfeuchtigkeit an. Im feuchten Raume erhöhen die Nadelholzsaamen ihren Wassergehalt nach drei Tagen schon um 2—3 %. Die Samen müssen deshalb gleich nach ihrer Vortrocknung in die Flaschen eingelegt werden. Dies gilt besonders für die Lärchensaamen, deren Sorption der Luftfeuchtigkeit größer als die der Fichten- und Kiefernsaamen ist.

4. Die Keimenergie der in Säcken gelagerten Samen sank während der Lagerung bedeutend schneller als die Keimenergie der in geschlossenen Gefäßen aufbewahrten Samen. Jedoch auch diese Samen keimten im zweiten Jahre etwas langsamer, als sie gleich nach der Ernte gekeimt haben.

Die kleinere Keimenergie, dh. die langsamere Keimung der länger gelagerten Samen, wird oft dem Wassergehalt dieser Samen während ihrer Lagerung zugeschrieben. Man hat vorausgesetzt, daß die Lagerung der Samen mit ihrer Vortrocknung verbunden ist und daß deshalb die länger aufbewahrten Samen mehr Wasser zu ihrer Quellung und Keimung als die frisch geernteten ansaugen müssen. Es wurde aber festgestellt, daß die in geschlossenen Gefäßen gelagerten Samen ihren Wassergehalt nach drei oder vier Jahren nicht erniedrigt, sondern oft etwas erhöht haben, daß aber diese Samen trotzdem langsamer als die frisch geernteten gekeimt haben.

Man muß deshalb annehmen, daß die Samen auch in geschlossenen Gefäßen infolge mehrjähriger Aufbewahrung altern, dh. daß die Samen auch im Zustande der Anabiose denselben Gesetzen unterliegen, die für die entwickelten Organismen gelten.

Obnova porostů přírodních rezervací na příkladu východních Krkonoš

Возобновление насаждений естественных заповедников по образцу восточных
Крконош

Die Verjüngung der Naturreservationen am Beispiel des östlichen Riesengebirges
(Krkonoše)

Theodor LOKVENC

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV, výzkumná stanice Opočno

Došlo dne 22. V. 1958

Úvod

Posláním přírodních rezervací je zachovat určitý úsek biocenózy ve stavu odpovídajícím charakteru přírody, neovlivněné zásahem člověka. Je však třeba si uvědomit, že některé z rezervací, bez správného zásahu člověka — lesníka spolu s ochránářem, ztratí svůj ráz, neboť je nutné, aby jejich rekonstrukcí byl obnoven původní, žádaný stav. Příkladem druhého případu je Krkonošský přírodní park, kde přibližně původní stav je zachován na některých lokalitách, které jsou zhruba zahrnuty do úplných rezervací. Zbývající, převážná plocha řízených rezervací vyžaduje úpravy porostů — jejich rekonstrukce.

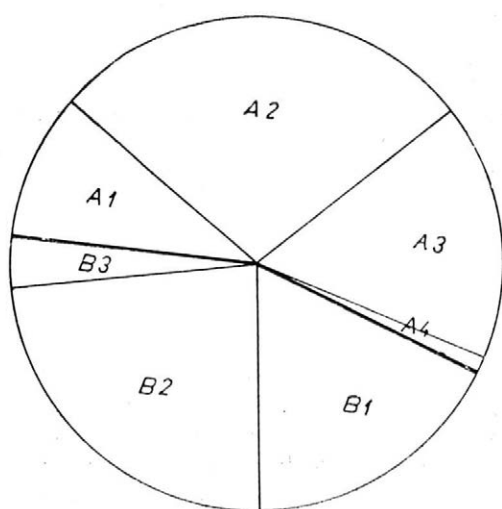
Krkonošský přírodní park je největší přírodní rezervací v Českých zemích. Zřízení první etapy bylo vyhlášeno v Úředním listě ČSR částka 28 ze dne 4. III. 1952. Jsou v něm obsaženy řízené přírodní rezervace východokrkonoská a západokrkonoská a uvnitř těchto 6 úplných přírodních rezervací: Obří důl, Úpská rašelina, Kotelné jámy, Pančická louka, Labský důl a Černohorská rašelina.

Celá oblast nad horní hranicí lesa je zahrnuta do Krkonošského přírodního parku a leží v ní všechny úplné přírodní rezervace, mimo Černohorskou rašelinu, zaujímající izolovanou rašeliniště Černé hory. Z toho je patrné, že z hlediska ochrany přírody je oblast nad horní hranicí lesa nejdůležitější. Udržely se zde totiž vzácné biocenózy i jednotlivé flóristické i fanunistické prvky, v nichž zaujímají hlavní postavení glaciální relikty a endemity. Jsou zde ovšem i památné a zajímavé objekty geologické a pedologické, jako glaciální půdy (polygony, tu-fury, girlandové půdy) solifliční zjevy, periglaciální kamenná moře, zbytky ledovcové činnosti (kary, morény), mury apod.

Zmíněná oblast je však rovněž jedním z nejvyhledávanějších turistických a rekreačních objektů. Z hlavních center Pec, Špindlerova Mlýna a Harrachova přichází sem tisíce rekreatantů a turistů. Podle Heuflera (1955) dostoupil

absolutní počet návštěvníků Krkonoš v posledních letech 210.000 za rok. V samotné oblasti nad horní hranicí lesa je rozmístěno 57 bud, které během své existence byly hlavními středisky devastace porostů. Důsledkem osídlení oblasti a později i turistického ruchu jsou jednak rozsáhlé odlesněné plochy, jednak čtenitá síť cest. Stav cest je neutěšený. Jsou z větší části špatně nebo vůbec neudržované. Přeměňují se v hluboké rýhy, které nepříznivě ovlivňují vodní režim v půdě. Jejich neschůdnost je pak příčinou vzniku nových tras cest. Funkcí a vzhledem působí v krajině rušivě. Jenom v oblasti Labské louky zjistil V á l e k (1955) 2.000 m těchto rýh.

Současný stav přírodní rezervace je od ideálního stavu značně vzdálen. Původní porosty dřevin byly z velké části zničeny hospodářskými zásahy, jejichž počátek spadá do období prospektorských důlních prací v patnáctém století. Největší devastace nastala rozkvětem tak zvaného budního hospodářství (Baudenwirtschaft) v 18. a 19. století. Změnilo se plošné i druhové zastoupení dřevin



Poměr ploch podle kategorií

a fytocenózy vůbec. K největšímu odlesnění došlo v oblastech náhorních planin Labské a Bílé louky. Poněvadž není dostatek historických údajů o druhovém i prostorovém uspořádání porostů, je původnost dnešních biocenóz často příčinou rozporů. Devastace, ať již náhlými zásahy do fytocenózy (vysekání nebo vypálení kleče) nebo trvalým hospodářským působením na porosty (sklizeň sena, pastva apod.) způsobilo změnu mikroklimatických i půdních poměrů. Řízené rezervace zahrnují zbytky původních fytocenóz, ovšem buď částečně zasažených lidskou činností nebo ovlivněných změnou okolního biotopu. Odlesnění nezpůsobilo pouze pokles vědecké a rekreační hodnoty celé oblasti, ale i značné snížení její retenční schopnosti. Tento důsledek působí na vodní režim

rozsáhlé části Čech i Polska a samozřejmě ovlivňuje i samotný biotop. Je proto třeba ze všech tří důvodů, a to z důvodů ochrany přírody, turistiky a hlavně z důvodů vodohospodářských, porosty na základě dokonalého průzkumu oblasti zrekonstruovat. Poněvadž se zde střetávají tři zájmy, zdánlivě částečně protichůdné, je třeba dokonale je sladit. Snahy lesníků byly velmi často v rozporu se snahami ochranářů přírody a zástupců turistiky. Rozpory pramenily však ve většině případů z neznalosti, která vyvolala zdánlivou protichůdnost jednotlivých zájmů. Rekonstrukce původního stavu porostů je v této oblasti z hlediska ochrany přírody žádoucí a vyhovuje zároveň plně požadavkům vodohospodářským, proto se tyto zájmy nikterak nekříží a jsou totožné. Z důvodů rekreačních je samozřejmě třeba vyloučit menší plochy sportovních zařízení, enkláv, bud apod. ze zalesnění, což je i z hlediska vodohospodářského malou ztrátou. Díváme-li se na tento ústupek z hlediska ochrany přírody, bývá někdy částečnou ztrátou — v případech, kdy jsou v enklávách bud luční porosty, v kterých se sekundárně rozšířily některé vzácné komponenty praluk apod. (*Viola lutea ssp. sudetica* — Modrý a Obří důl, *Rhodiola rosea* — Zadní Rennerovky apod.) je stav i z tohoto hlediska příznivý.

Vypracování podkladů pro plán obnovy porostů

Při stanovení zásahu ve zmíněných oblastech, v našem případě zalesňování, je třeba důkladně studovat přírodní poměry, zjistit a koordinovat speciální požadavky jednotlivých zainteresovaných složek.

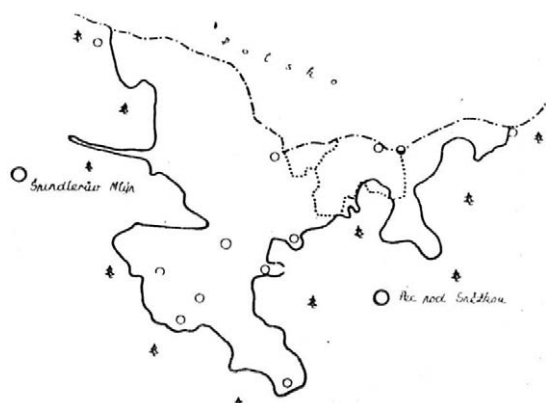
Výsledkem je zjištění těchto činitelů:

1. historie oblasti s hlavním zřetelem na porosty dřevin,
2. stanovištních poměrů,
3. ekologie a rozšíření autochtonních dřevin.

Teprve na tomto základě je možno přistoupit k detailnímu návrhu úprav biotopu a biocenózy, v našem případě převážně zalesněním.

Oblast nad horní hranicí lesa — oblast subalpínská, zaujímá v Krkonoších na české straně celkem 3.900 *ha* (Schmidt, 1883). Rozpadá se ve dvě, sedlem u Špindlerových bud odělené části, západní a východní. Jako příklad vodohospodářského zalesnění, při němž jsou plně respektovány i ostatní dříve uvedené požadavky, uvedu východní část Krkonoš.

Východní část oblasti od boudy Jelenky až po sedlo u Špindlerových bud, na severu ohraničená československo-polskou hranicí, zaujímá 2.718 *ha*. Je vylíšena horní hranicí lesa, probíhající průměrně v 1237 *m n. m.* Maximálně dosahuje 1350 *m n. m.* a klesá na minimum do 960 *m n. m.* Je to horní hranice lesa empirická, poněvadž spojuje nejvyšší body lesa, bez zřetele na jejich vznik (Svoboda, 1952). Je tedy hranicí částečně přirozenou (61 % délky), částečně umělou (39 % délky).



2. Východní část oblasti nad horní hranicí lesa v Krkonoších

- ~ horní hranice lesa
- hranice úplných rezervací
- o boudy, skupiny bud
- hlavní rekreační střediska

Prvním závažným bodem, který bylo nutné předběžně zpracovat, byla historie oblasti. Znalost geneze ploch, a tím i rostlinných společenstev, sloužila při výzkumu ekologie a rozšíření dřevin, posuzování původnosti té které biocenózy i při posuzování současných stanovištních poměrů. Při stanovení techniky přípravy půdy a volby dřevin poslouží znalost hospodářského využívání ploch, jejich dřívější kultivace, mohutnost ochuzení půdy pravidelnou sklizní trávy apod. Aby byl získán přehled o průběhu i rozsahu antropogenních zásahů, byla sestavena historická mapa oblasti. Do ní byly zakresleny boudy s vyznačením století vzniku, případně i zániku, směry a postup devastace i pravděpodobné původní rozšíření a skladba porostů.

Jako další mapový poklad pro plán zalesnění byla vypracována mapa současného stavu porostů. Pracovní postup byl tento: Nejprve byla provedena infor-

mativní pochůzka po zmíněné oblasti. Na základě pochůzky a studia literatury byla sestavena podrobná metodika a porosty zakresleny podle leteckých snímků do map. Zákres byl upraven při dalším podrobném terénním průzkumu. Potom byl stav definitivně zakreslen do vrstevnicových přehledových map jednotlivých polesí v měřítku 1 : 10.000. Současně při terénních pracích byly zjišťovány podklady k vypracování dalších map, a to stanovištní poměry ploch, stav eroze, výskyt dřevin, účel plochy, současný způsob jejího využití apod. Výměry ploch byly zjišťovány planimetricky.

Na základě tohoto mapování bylo zjištěno toto: Subalpinská oblast je v současné době kryta z 68,3 % porosty dřevin s dominující klečí (*Pinus mugho* ssp. *mughus*) a smrkem (*Picea excelsa*). Zbývající část 31,7 %, tj. 860,5 ha je bez souvislejších porostů dřevin. Při plánu zalesnění budou nás zajímat hlavně tyto neporostlé plochy a dále plochy, kde porosty jsou mezernaté — uměle proředěné.

Do mapy současného stavu porostů byly vyznačeny plochy bez porostů dřevin a plochy s řídkými, mezernatými porosty, které z různých důvodů, hlavně vodohospodářských, přicházejí v úvahu ke kompletaci porostů. Jsou to místa, kde je zalesnění žádoucí z hlediska zábrany eroze nebo jejího dalšího šíření, kde jde o bezprostřední oblast pramenišť, kde ovšem nejde o stav stanovištně podmíněný.

Plochy bez porostů dřevin byly zařazeny do dvou kategorií a tyto rozděleny na skupiny.

A. Plochy navržené k zalesnění:

1. plochy stanovištně nejprůzračnější nebo bezprostředně ohrožené erozí,
2. plochy stanovištně méně příznivé nebo s malým ohrožením erozí,
3. plochy stanovištně nepříznivé,
4. plochy vyžadující zvláštních opatření (protilavinové zábrany apod.).

B. Plochy vyloučené ze zalesnění:

1. plochy, které nebyly s největší pravděpodobností uměle odlesněny, jejich stav je původní a jejich zalesnění je proto nežádoucí nebo neekonomické (periglaciální kamenná moře, skalnaté partie, původní lavinové dráhy apod.).
2. plochy vyloučené z důvodů ochrany přírody (lokality vzácných druhů rostlin, živočichů, původní nelesní biocenózy, geologické zajímavosti apod.) a turistiky (rekreační plochy, sjezdové dráhy apod.),
3. plochy vyloučené z hospodářských důvodů (kosené louky, manipulační plochy bud apod.).

Vodítkem při tomto dělení byly stanovištní poměry a stav plochy z hlediska vodohospodářského. Plochy jednotlivých kategorií byly pro přehlednost vyznačeny barevně a všechny průběžně očíslovány.

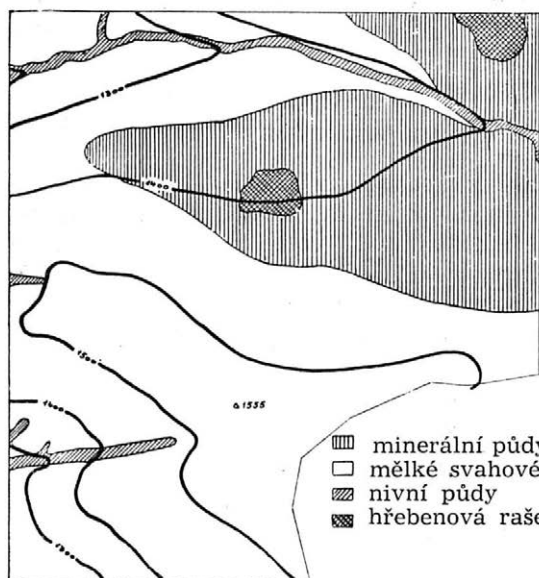
Zařazením ploch a jejich změřením byl získán následující přehled:

I.

	Kategorie A					Kategorie B				Celkem AB
	1	2	3	4	celkem A	1	2	3	celkem B	
ha	86,56	251,55	153,15	5,00	496,26	162,99	214,62	26,72	404,33	900,59
%	17,4	50,7	30,9	1,0	100,0	40,3	53,1	6,6	100,0	
%					55,1				44,9	100,0

Z tabulky vyplývá, že k zalesnění přichází v úvahu 496,26 ha, to je 55,1 % z celkové plochy. Z toho je podle výsledků podrobnějšího průzkumu 456,17 ha skutečných produktivních holin a 40,09 ha produktivních holin redukovaných.

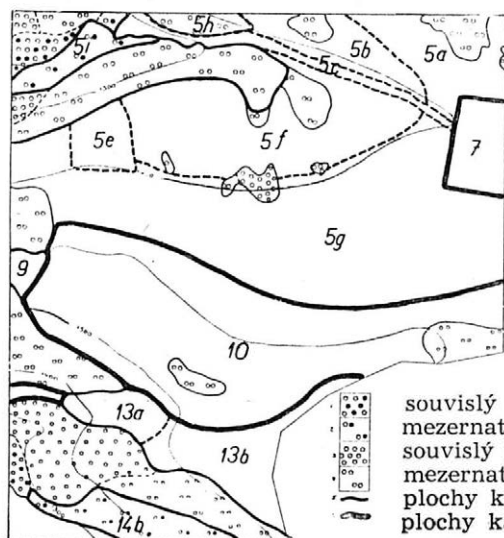
Z kategorie A — ploch navržených k zalesnění, zaujímají největší výměru 251,55 ha, tj. 50,7 %, plochy zařazené do skupiny 2, to znamená plochy s prů-



3. Příklad půdněekologického rozdělení v oblasti Bílé louky

4. Příklad zmapování současného stavu se zakreslením holých ploch (oblast Bílé louky)

Zařazení na mapě zakreslených ploch do kategorií a skupin a návrh procentického zastoupení dřevin:



- 5 a A 2 smrk 30 %, kleč 70 %
- 5 b A 2 smrk 50 %, kleč 40 %, jeřáb 10 %
- 5 c A 1 smrk 30 %, kleč 50 %, střemcha a vrby 20 %
- 5 e A 1 smrk 30 %, kleč 70 %
- 5 f A 2 smrk 50 %, kleč 40 %, jeřáb 10 %
- 5 g A 3 smrk 30 %, kleč 70 %
- 5 h A 2 smrk 60 %, kleč 30 %, jeřáb 10 %
- 5 i A 1 smrk 80 %, kleč 10 %, jeřáb a vrby 10 %
- 7 B 2, B 3
- 9 A 3 kleč 90 %, vrby 10 %
- 10 B 2
- 13 a A 2 kleč 80 %, vrby 20 %
- 13 b A 3 smrk 10 %, kleč 90 %
- 14 b A 2 smrk 50 %, kleč 30 %, jeřáb 10 %

souvislý porost smrku a kleče
mezernatý porost smrku a kleče
souvislý porost kleče
mezernatý porost kleče
plochy kategorie A
plochy kategorie B

měrnými stanovištními podmínkami. Převážná část holých ploch kategorie A je tvořena holemi v oblasti Bílé louky. Převládajícím rostlinným společenstvem je zde *Nardetum strictae*.

Zbývající část plochy 404,33 ha je navržena do skupiny B. Znamená to, že tyto plochy mají být ponechány nezalesněné a má na nich být hospodařeno takovým způsobem, který nejlépe vyhovuje určení ploch. Většina ploch této kategorie patří do 2. a 3. skupiny. Zájmy ochrany přírody, rekreace i hospodářského využití se ve většině případů vzájemně překrývají. Tak ku příkladu louka s *Viola lutea* ssp. *sudetica* nebo *Anemone narcissiflora* je kosena. Překrývá se zde tedy zájem ochrany přírody se zájmem hospodářského využití, které lze vhodným obhospodařováním plochy zladit. V takových případech byla plocha rovnoměrně rozdělena při mapování do příslušných skupin.

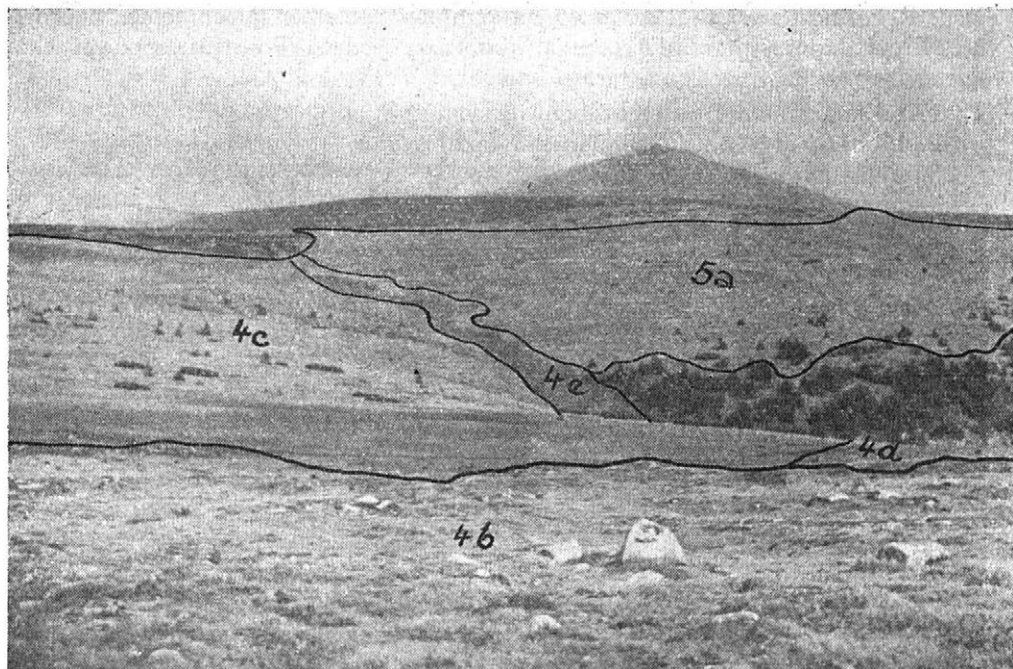
Studovaná oblast, jak již bylo řečeno v úvodní kapitole, je důležitou oblastí rekreační a turistickou. Původní boudy a hospodářská sídliště, případně i jiné objekty (hornické, lovecké), změnily se mnohaletým vývojem podle potřeb lidské společnosti v rekreační střediska. Většina objektů má také dnes pouze tento význam. V několika málo případech je k objektům připojeno hospodářství, spočívající v chovu hovězího dobytka pro potřebu stálých obyvatel (správců, vedoucích bud apod.). Ve zpracovávané oblasti je celkem 38 bud rozmístěných takto:

v ý š k o v ý s t u p e ň	1100	1200	1300	1400	1500	1600
	1200	1300	1400	1500	1600	—
p o č e t b u d	14	17	4	1	1	1

Pro potřebu bud vykácené a na pastviny a louky přeměněné plochy jsou v současné době v málo případech hospodářsky využívány a slouží jako plochy pro letní rekreaci. Zimní rekreace není na tyto plochy v podstatě vázána. Při sestavování plánu byla vzata v úvahu tato funkce bud a enklávy byly z větší části vyloučeny ze zalesnění. Podle výsledku měření činí enklávy bud 216,26 ha (v případě Luční boudy nebyla počítána celá plocha Bílé louky, ale pouze plocha podle katastrální mapy k boudě patřící). Na jednu boudu připadá 5,69 ha hospodářské a rekreační plochy. Realizací návrhu zalesnění zmenší se plocha na 177,09 ha, to je 4,65 ha na jednu boudu. K zalesnění byly navrženy ty části ploch, které nejsou v současné době využívány pro rekreaci ani hospodářsky, případně jejichž zalesnění je nutné z důvodu zabránění erozi a zabezpečení pramenišť.

Z předešlého je patrné, že zájem turistiky a rekreace je plně respektován. Pokud se týká zimních sportů, nebude zalesnění na závadu, poněvadž nově vytvořené porosty, které asi během 100 let dospějí své maximální výšky, nebudou žádnou překážkou. Vrstva sněhu pohybuje se od 2 do 3 m výšky a porosty, s výjimkou smrků, dokonale kryje. Rádus plánovaného mezinárodního výcvikového střediska zasahuje pouze částí do zpracované oblasti a ani tomuto nebude zalesnění na závadu.

Se strany orgánů ochrany přírody nebylo v předběžných jednáních k plánu připomínek. Přírodní jevy, které by byly zalesňovacími pracemi porušeny, byly ze zalesnění vyloučeny a plochy zařazeny do skupiny B 2. Jsou to hlavně vzácná společenstva rostlinná, jako např. tak zvaná „*Hieracieta*“ s endemickými plemeny *Hieracium alpinum*, společenstva karů, porosty *Juncus trifidus*, *Viola lutea* ssp. *sudetica* apod. Z hlediska ochrany geologických památek byly vyloučeny ze zalesnění glaciální jevy, jako polygonové, gyrlandové a zčásti i tufurové půdy, kary apod. Vyloučením těchto ploch jsou plně respektovány ochranné podmínky rezervací, v kterých je pod bodem 2 v Úředním listě stanoveno, že původní alpinské a subalpínské porosty se nebudou zalesňovat,



5. Příklad rozdělení odlesněné plochy v oblasti Stříbrné bystřiny. 4 b — A 3, 1; 4 c — A 2; 4 d — A 2; 4 e — A 1; 5 a — A 2. — Foto T. Lokvenc

Menší lokality vzácných druhů rostlin, které se nalézají na plochách navržených k zalesnění, jsou v popisu ploch zvlášť uvedeny a vymíněna jejich ochrana. Jsou to ku příkladu lokality se *Siewersia montana*, *Pedicularis sudetica*, živá rašeliniště apod.

Klimatický charakter ploch je nejlépe dokumentován délkou vegetační doby. Poněvadž přesná detailní měření v Krkonoších prozatím nejsou, uvádím pro hrubou charakteristiku údaje G r e g o r a (Příroda v Krkonoších 1948) pro jednotlivé výškové stupně:

II. Délka vegetační doby charakterizovaná průměrnou teplotou nad 10° C

Výška n. m.	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Začíná	25. 5.	30. 5.	6. 6.	15. 6.	24. 6.	3. 7.	14. 7.	—
Končí	12. 9.	8. 9.	31. 8.	23. 8.	13. 8.	4. 8.	28. 7.	—
Trvá dní	111	102	87	70	51	33	15	—

Délka vegetační doby i možnost započetí zalesňovacích prací přímo závisí na délce trvání sněhové pokrývky. Tyto údaje jsou proto u každé plochy sledovány a uvedeny.

Pohraniční hřeben s přilehlými partiemi Bílé louky je vytvořen normálním kyselým granodioritem, kdežto Český hřeben horninami série rulové. I když substrát je po chemické stránce rozdílný, je tento rozdíl v půdě setřen silnou podzo-

lizací. Rozdílnost substrátu se proto na půdních poměrech ploch téměř neproje-
vuje. Převládajícím půdním typem je humusový podzol. Po stránce půdně eko-
logické lze rozdělit plochy do těchto kategorií:

1. mělké kamenité půdy hřebenů a svahů,
2. hlubší půdy náhorních planin a úpatí svahů,
3. nivní půdy,
4. půdy zrašelinělé a rašeliniště.

První kategorie v oblasti převládá.

Půdy netrpí v převážné většině nedostatkem vláhy, i když některé partie
možno charakterizovat jako suché. Je to relativní údaj. Výše srážek, pohybující
se okolo 1300–1400 mm, i značná vzdušná vlhkost jsou dostatečnou zárukou
vlhkosti půd.

Volba dřevin pro zalesňování

Podmínkou správné volby dřevin je znalost:

1. stanovištních poměrů,
2. ekologie a rozšíření autochtonních dřevin,
3. speciálního účelu plochy.

Stanovištní poměry byly zjištěny při mapování ploch i z údajů v literatuře
(Zlatník, 1928, Hueck, 1939, Macko, 1952 etc.). Ekologie dřevin

III. Rozsah použitelnosti dřevin při zalesňování

Půdně ekonomické poměry	Výškové stupně m n. m.					
	1000 1100	1100 1200	1200 1300	1300 1400	1400 1500	1500 1600
Minerální půdy náhorních planin	×	×	1, 2, 5, 7, 9	1, 2, 5, 7, 9	1, 2, 7, 9	1, 2
Mělké svahové půdy	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9	1, 2, 5, 7, 9	1, 2, 5, 7, 9	1, 2, 7, 9	1, 2
Sutové půdy	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1, 2, 5, 7, 9, 10	1, 2, 7, 9	1, 2
Nivní půdy a břehy vodotečí	2, 4, 8, 9, 10, 11, 12	2, 4, 8, 9, 10, 11, 12	2, 8, 9, 10, 11, 12	2, 9, 10, 11, 12	2, 9, 10	2
Svahová rašeliniště	2, 9, 10, 11	2, 9, 10	2, 9, 10	2, 9, 10	2, 9	2
Hřebenová rašeliniště	×	×	×	1, 2	1, 2	1, 2

1. *Picea excelsa* LINK
2. *Pinus mugo* TURRA ssp. *mughus* (SCOP) DOMIN
3. *Fagus sylvatica* L.
4. *Betula pubescens* EHRH. ssp. *vulgaris* (AIT) DOM.
4. *Betula pubescens* EHRH. ssp. *carpatica* (W. K.) DOM.
6. *Acer pseudoplatanus* L.

7. *Sorbus auscuparia* L. var. *glabrata* GILIB.
8. *Padus racemosa* (LAM.) C. K. SCHN. ssp. *petraea* (TAUSCH) DOST.
9. *Salix silesiaca* WILLD.
10. *Salix lapponum* L. ssp. *eulapponum* DOST.
11. *Salix aurita* L.
12. *Salix caprea* L.

a jejich rozšíření byly zjištěny podrobným průzkumem, který předcházal návrhu zalesnění. Pro zalesňování byly uvažovány zásadně dřeviny autochtonní. Je to žádoucí jak z hlediska lesnického, poněvadž zdejší dřeviny jsou nejlépe přizpůsobeny místním stanovištním poměrům a při dostatečné znalosti jejich ekologie je zaručen úspěch zalesňování, tak i z hlediska ochrany přírody, která tento požadavek kategoricky prosazuje. V ochranných podmínkách Krkonošského přírodního parku je stanoveno:

„Obnova lesů se děje podle stanovištních poměrů a v případě umělé obnovy sazenicemi nebo semenem místního původu.“

„Vysévání nebo vysazování rostlin cizích Krkonošům je zakázáno.“

Na základě podrobného studia dřevin i stanovištních poměrů vychází pro různé půdně ekologické jednotky a jednotlivé výškové stupně následující výběr dřevin, podle tab. III.

Je samozřejmé, že je možno uvažovat i o některých, v této oblasti vzácných dřevinách, které po dokonalém prostudování jejich ekologie i způsobu praktického rozmnožování mohou mít speciální použití. Jsou to např.: *Ribes petraeum*, *Lonicera nigra*, *Rosa pendulina*, *Sorbus chamaemespilus* ssp. *sudetica* etc.

Prozatím použitelných dřevin, jak je patrné z tabulky, je dvanáct, z nichž přichází hlavně v úvahu: *Picea excelsa*, *Pinus mugho* ssp. *mughus*, *Sorbus aucuparia* a *Salix silesiaca*, které mají poměrně širokou ekologickou amplitudu, semena jsou snadno dosažitelná a způsob jejich pěstování je znám. U některých druhů, např. u *Salix lapponum* a *Padus racemosa* ssp. *petraea*, bude v případě jejich rozsáhlejšího použití nutné získat řízky i semena z polské strany Krkonoš, kde jsou tyto dřeviny více rozšířeny.

Návrh zalesnění

Na základě detailního průzkumu, který byl výše popsán, byl ke každé ploše sestaven detailní popis, v němž jsou vyčerpány tyto body:

1. **Plocha číslo:** Plochy byly jednotlivě označeny arabskými čísly, větší komplexy s různými podmínkami prostředí nebo různého charakteru byly rozděleny na menší celky, označené malými písmeny.
2. **Místní název:**
3. **Velikost plochy:** Zjištěna planimetricky s přesností na 0,01 ha.
 - a) skutečná,
 - b) redukována.
4. **Zařazení do kategorie:** podle dříve uvedeného rozdělení
5. **Výška nad mořem:**
 - a) od—do,
 - b) průměrná.
6. **Expozice:**
7. **Vlastní popis plochy:**
 - a) doba odtání sněhu,
 - b) klimatické zvláštnosti,
 - c) charakter půdy,
 - d) vodní poměry: charakterizována vlhkost půdy a eroze (vodní, sněhová), projevuje-li se na ploše,
 - e) vegetační kryt: uvedena hrubá klasifikace dominujících fytocenóz.

8. Historie plochy:

- a) vznik,
- b) dřívější způsob využití,
- c) současný způsob využití.

9. Návrh na zalesnění:

- a) volba dřeviny: vyjmenovány dřeviny a jejich procentické zastoupení,
- b) počet sazenic podle druhů: jak bude dále uvedeno, byly voleny dvě formy obnovního cíle, a to porosty souvislé, kde je počítáno 2.500 ks na ha a porosty skupinovitě s 1.200 ks/ha,
- c) způsob zalesnění: Stanoven rámcový postup zalesnění plochy a prostorové rozmístění dřevin,
- d) zvláštní opatření: uvedena opatření, vyplývající z umístění plochy vzhledem k turistickému ruchu, terénní úpravy apod.

10. Poznámka:

Příloha I.

Příklad popisu plochy:

1. Plocha číslo: Š 14 c
2. Místní název: jižní svah Luční hory, odd. 45 a, b, c
3. Velikost plochy:
 - a) skutečná: 22,99 ha,
 - b) redukována: 17,00 ha.
4. Zařazení do kategorie: A 1
5. Výška nad mořem:
 - a) od — do: 1180—1430 mm,
 - b) průměrná: 1280 mm.
6. Expozice: jižní až jihovýchodní.
7. Vlastní popis plochy:
 - a) doba odtání sněhu: polovina dubna,
 - b) klimatické zvláštnosti: osluněná chráněná expozice,
 - c) charakteristika půdy: mělká kamenitá svahová půda s menšími plochami kamenných polí,
 - d) vodní poměry: svěží až suchá půda, nepatrné množství prameništ, větší množství erozivních nátrží (asi 40) s obnaženou minerální půdou,
 - e) vegetační kryt: převládá *Myrtilletum* a *Calamagrostidetum villosae*, roztroušené plošky *Calluna vulgaris* a *Nardus stricta*. Po celé ploše roztroušené skupiny smrku a kleče.
8. Historie plochy:
 - a) vznik: seniště Sv. Petra a Klínových bud,
 - b) dřívější způsob využití: sklizeň sena, ojedinelé pastva,
 - c) současný způsob využití: nevyužívá se.
9. Návrh na zalesnění:
 - a) volba dřeviny: 50 % smrk, 40 % kleč, 10 % jeřáb, bříza, vrba,
 - b) počet sazenic podle druhů: 2.500 ks/ha, 21.200 ks smrk, 17.000 ks kleč, 3.200 ks jeřáb, 1.000 ks bříza, 1.000 ks vrba slezská,
 - c) způsob zalesnění: Do dvou třetin výšky plochy zalesnit smrkem s menšími skupinami kleče. Asi 60 % smrk, 40 % kleč. V horní třetině plochy procento smrku snížit (asi na 30 %). Ze zalesnění vyloučit plošky s *Viola lutea* ssp. *sudetica* a kamenná pole. Erozivní nátrže biologicky stabilizovat. K zpevnění obnažené minerální půdy použít
 - d) zvláštní opatření: v případě nutnosti stabilizovat erozivní nátrže menšími technickými úpravami.
10. Poznámka: — —

Při návrhu zalesňování byly uvažovány pouze hlavní dřeviny. Sumarizací dostáváme následující přehled potřeby sazenic:

IV.

Smrk	Kleč	Jeřáb	Vrba	Střemcha	Buk	Javor	Bříza	Celkem
v tisíci kusech								
401,8	481,0	34,4	18,6	0,6	4,5	0,1	1,0	942,0
v procentech								
42,6	51,1	3,6	2,0	0,1	0,5	0,0	0,1	100

Pro výsadbu byl volen převážně spon 2×2 m. Některé plochy byly navrženy k celoplošnému zalesnění, to znamená při jednotlivé sadbě sazenic spotřeba 2.500 ks/ha, některé ke skupinovitému zalesnění s 1.250 ks/ha, při čemž je počítáno s tím, že skupiny zaujmou 50 % plochy. Na některých lokalitách bude však nutno použít vícečetné, pravděpodobně trojčetné sadby, čímž se zvýší počet potřebných sazenic. Provozu je třeba předběžně stanovit počet a procentické zastoupení druhů dřevin, které je nutno vypěstovat. Během doby potřebné k vypěstování výsadbyschopných sazenic, to je 4–7 let, je možno vyřešit techniku výsadby i další potřebné údaje.

Rozdělení ploch na celoplošně a skupinovitě zalesněné bylo provedeno na základě průzkumu stanoviště. Snahou při návrhu zalesnění bylo zvýšení horní hranice lesa a zvýšení vodohospodářské funkce celé oblasti — omezení erozivních procesů, zvýšení zasakovací mohutnosti půdy zalesněním a biologickým zajištěním prameništ a nakonec i zvýšení estetiky krajiny.

Souhrn

Krkonošský přírodní park je v současné době největší přírodní rezervaci v Českých zemích. Jeho centrum tvoří oblast nad horní hranicí lesa — oblast subalpínská, o rozloze 3.900 ha (Schmidt, 1883). Zásahem člověka, počínajícím ve 14. století, byl původní stav této oblasti značně pozměněn. Devastací porostů se snížila retenční schopnost těchto vodohospodářsky velmi důležitých ploch. Klesl do značné míry i jejich význam pro vědu i rekreační hodnota. V zájmu těchto tří požadavků je třeba porosty obnovit. Je však nutná důkladná koordinace těchto požadavků, aby nedošlo k porušení některého z nich. Je přitom třeba především dbát vodohospodářských zájmů, jejichž zlepšením se zlepší i stanovištní podmínky oblasti. Z těchto důvodů je oblast nad horní hranicí lesa instruktivním příkladem pro jiné přírodní rezervace, kde je podobný stav.

V práci je jako příklad uvedeno zpracování východní části oblasti nad horní hranicí lesa Krkonoš, o celkové výměře 2.718 ha.

Před vlastním zpracováním plánu obnovy bylo třeba prostudovat:

1. historii oblasti,
2. stanovištní poměry,
3. ekologii a rozšíření dřevin.

Na základě těchto studií byl vypracován hlavní mapový i průvodní materiál, a to:

1. mapa pravděpodobného původního rozmístění a skladby porostů s vyznačením postupu devastace a osidlování,
2. mapa současného stavu porostů,
3. mapa obnovního cíle.

Mapování bylo provedeno na základě leteckých snímků a terénního průzkumu na vrstevnicové přehledové mapy 1 : 10.000.

Zmapováním a klasifikací ploch bylo zjištěno, že 68,9 % oblasti je kryto porosty dřevin a 860,5 ha, tj. 31,7 % je bez porostů. Z této plochy bylo vyloučeno 404,33 ha ploch, které nebudou z důvodů ochrany přírody, rekreace a turistiky zalesňovány nebo jejichž zalesnění je nežádoucí a neekonomické (kamenná moře, skalnaté partie apod.).

Plocha produktivních holin skutečných uvažovaná pro zalesnění činí 456,17 ha, k čemuž přistupuje ještě 40,09 ha produktivních holin redukových, tj. ploch, kde je nutná kompletace porostů.

Pro zalesňování byly navrženy pouze autochtonní dřeviny a při jejich použití byla plně respektována jejich ekologie. Hlavní použité dřeviny zaujímají při zalesňování tento podíl:

<i>Picea excelsa</i>	43 %
<i>Pinus mugho</i> ssp. <i>mughus</i>	51 %
<i>Sorbus aucuparia</i>	4 %
<i>Salix silesiaca</i> , <i>lapponum caprea</i>	2 %
<i>Padus racemosa</i> ssp. <i>petraea</i>	+
<i>Fagus silvatica</i>	+
<i>Betula pubescens</i>	+
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+

Každá jednotlivá plocha byla zvláště na mapě vyznačena a uveden k ní podrobný popis, v němž jsou shrnuty stanovištní poměry, historie plochy, návrh způsobu zalesnění a volba dřeviny.

Respektováním ekologie dřevin i speciálního poslání jednotlivých ploch bylo vyhověno všem střetávajícím se zájmům. Je tak rovněž částečně vyloučen neúspěch zalesňování, vyplývající ze zanedbávání ekologie dřevin a neznalosti stanovištních poměrů. Z těchto důvodů má plán obnovy porostů východní části subalpínské oblasti Krkonoš sloužit jako příklad pro řešení otázek obnovy a úpravy porostů i v jiných přírodních rezervacích, kde je třeba řešit tuto otázku.

Literatura

1. Heufler V., 1955: Horské oblasti v Československu a jejich využití. ČAV, Praha. — 2. Hueck K., 1939: Botanische Wanderungen im Riesengebirge. Jena. — 3. Klečka A., 1936: Příspěvek k synekologii Nardet. Sborník ČSAZ X. p. 586-7. — 4. Klika J., 1948: Plánujeme s přírodou. Brázda, Praha. — 5. Klika J., 1955: Nauka o rostlinných společenstvech. ČAV, Praha. — 6. Lokvenc T., 1955: K zalesňování vysokohorských oblastí Krkonoš. Lesnická práce, R. 34, č. 2. — 7. Ma-

karov V. N., 1951: Ochrana přírody v SSSR. Přírodovědecké vydavatelství, Praha. — 8. Macko S., 1952: Zespoly roślinne w Karkonoszach. Acta societatis botanico-rum Poloniae. Vol. XXI, Nr. 4, Warszawa. — 9. Ochrana Československé přírody a krajiny. I. II. 1954, ČAV, Praha. — 10. Příroda v Krkonoších. 1948, Praha. — 11. Schmidt L., 1879: Statisticko-topografický popis velkostatku Jilemnice, Praha. — 12. Schmidt L., 1883: Mitteilungen über Vorkommen, Anbau und Benutzung des Knieholzes in böhmischem Anteil des Riesengebirges, Jahrb. d. schl. Forstv. — 13. Schustler F., 1918: Krkonoše, Praha. — 14. Svoboda P., 1952: Život lesa. Brázda, Praha. — 15. Stejskal-Pelíšek, 1956: Lesnická geologie. St. zeměděl. nakl. Praha. — 16. Veselý J., 1952: Ochrana přírody a krajiny v ČSR, Osvěta, Praha. — 17. Vodohospodářský význam našich lesů na příkladu Beskyd. 1953, Praha. — 18. Válek Z., 1955: Výzkum bystrinové eroze. Ochrana přírody X. 1:2-8. — 19. Wang F., 1903: Grundriß der Wildbachverbaug. Hierzel, Leipzig. — 20. Zlatník A., 1928: Aperçu de la végétation des Krkonoše. Preslia, Vol. VII, Praha.

Возобновление насаждений естественных заповедников по образцу восточных Крконош

Крконошский природный парк в настоящее время представляет собой самый крупный естественный заповедник в Чешских областях. Его центром является область над верхней границей леса — область субальпийская, площадью в 3900 га (Шмидт, 1883 г.). Начиная с 14 столетия с вмешательством человека первоначальное состояние этой области существенно изменялось. Опустошение насаждений снизило задерживающую способность этих весьма важных для водного хозяйства площадей. В значительной степени упало и их значение для науки и курортная ценность. Для удовлетворения этих трех требований необходимо возобновить насаждения. Однако, нужно основательно координировать эти требования, чтобы не нанести ущерба ни одному из них. В первую очередь необходимо соблюдать интересы водохозяйственные, с их улучшением улучшатся и условия местопроизрастания самой области. Если учесть все эти обоснования, можно прийти к заключению, что область над верхней границей леса является образцовым примером для природных заповедников с аналогичными условиями.

В работе в качестве примера приведена разработка восточной части области над верхней границей леса в Крконошах, площадью в 2718 га.

Перед самой разработкой плана необходимо было проштудировать:

1. историю области
2. условия местопроизрастания
3. экологию и распространение древесных пород.

На основании этого изучения был разработан главный картографический и сопроводительный материал, в том числе:

1. карта предполагаемого первоначального распространения и состава насаждений с обозначением процесса деградации и заселения,
2. карта современного состояния насаждений,
3. карта заданий по возобновлению.

Картографирование было проведено на основе авиаснимков и обследования местности по наглядной карте в масштабом 1 : 10 000 с горизонталями.

При картографировании и классификации площадей было установлено, что 68,9 % области покрыто древесными породами, а 860,5 га т. е. 31,7 % — без насаждений. Из этой площади было исключено 404,33 га площадей, которые в целях защиты природы, мест для отдыха и туризма будут облесены, потому что их облесение нежелательно и неэкономично (сплошь каменистая и скалистая почва и т. п.).

Производительные безлесные площади, предназначенные для облесения, составляют 456,17 га, к этому относится еще 40,09 га производительных редуцированных лесосек, т. е. площадей, где необходимо дополнение насаждений.

Для облесения были предложены только местные древесные породы и при их применении полностью учитывалась их экология. Главные использованные при облесении древесные породы представлены в % так:

<i>Picea excelsa</i>	43 %
<i>Pinus mugho ssp. mughus</i>	51 %
<i>Sorbus aucuparia</i>	4 %
<i>Salix silesiaca, lapponum caprea</i>	2 %
<i>Padus racemosa ssp. petraea</i>	+
<i>Fagus silvatica</i>	+
<i>Betula pubescens</i>	+
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+

Каждая отдельная площадь была обозначена на карте особо и было к ней приведено подробное описание, в котором суммированы условия местопроизрастаний, история площади, проект способа облесения и выбор древесной породы.

Благодаря тому, что учитывалась экология древесных пород и специальное назначение отдельных площадей, были удовлетворены все сталкивающиеся здесь интересы.

Возможность неуспеха облесения, вызываемого незнанием экологии древесных пород и условий произрастаний также частично исключается. На тех же основаниях план возобновления насаждений восточной части субальпийской области Крконош должен служить образцом при решении вопросов возобновления и устройства насаждений и в других естественных заповедниках, где необходимо решить этот вопрос.

Die Verjüngung der Naturreservationen am Beispiel des östlichen Riesengebirges (Krkonoše)

Der Naturpark im Riesengebirge (Krkonoše) ist in der Gegenwart die größte Naturreservaton in den böhmischen Ländern. Sein Zentrum bildet das Gebiet über der oberen Waldgrenze — das subalpine Gebiet, mit einem Ausmaß von 3.900 ha (Schmidt 1883). Durch den Eingriff des Menschen, vom 14 Jahrhundert an beginnend, war der ursprüngliche Zustand dieses Gebietes bedeutend abgeändert. Infolge Devastation der Bestände wurde die Retentionsfähigkeit dieser wasserwirtschaftlich sehr wichtigen Flächen herabgesetzt. Bis zu einem bestimmten Maße sank auch ihre Bedeutung für die Wissenschaft sowie ihr Rekreatiowswert. Im Interesse dieser drei Forderungen müssen die Bestände verjüngt werden. Es ist jedoch eine Koordination dieser Forderungen notwendig, damit nicht eine von diesen Forderungen gestört

wird. Hierbei müssen in erster Reihe die wasserwirtschaftlichen Interessen berücksichtigt werden, durch deren Verbesserung sich auch die Standortbedingungen des Gebietes selbst verbessern. Demzufolge ist das Gebiet über der oberen Waldgrenze ein instruktives Beispiel für andere Naturreservationen, wo ein ähnlicher Stand herrscht.

In der Abhandlung ist als Beispiel die Bearbeitungsfrage des östlichen Gebietsteiles über der oberen Waldgrenze im Riesengebirge angeführt, mit einem Gesamtausmaß von 2.718 ha.

Vor der eigenen Bearbeitung des Erneuerungsplanes mußte studiert werden:

1. die Historie des Gebietes,
2. die Standortverhältnisse,
3. die Ökologie und Verbreitung der Holzarten.

Auf Grund dieser Studien wurde das wichtigste Karten-sowie Begleitmaterial ausgearbeitet und zwar:

1. Karte der wahrscheinlichen ursprünglichen Verteilung und Zusammensetzung der Bestände mit der Verzeichnung des Fortschreitens der Devastation und Besiedlung.

2. Karte des gegenwärtigen Bestandeszustandes.

3. Karte des Verjüngungszieles.

Die Kartierung wurde auf Grund von Luftaufnahmen und Geländeerforschung auf einer übersichtlichen Höhengschichtenkarte 1 : 10 000 durchgeführt.

Durch die Kartierung und Klassifikation der Flächen wurde festgestellt, daß 68,9 % des Gebietes mit Holzartenbeständen bedeckt ist, 860,5 ha, d. i. 31,7 % ist ohne Bestand. Aus dieser Fläche wurden 404,33 ha der Flächen ausgeschieden, die aus Gründen des Naturschutzes, der Rekreation und Turistik nicht aufgeforstet werden, oder deren Aufforstung unerwünscht und nicht ökologisch ist (Steinmeer, felsige Teile usw.).

Die Fläche der tatsächlichen produktiven Kahlschläge, die für die Aufforstung in Frage kommt, beträgt 456,17 ha. Hiezu treten noch 40,09 ha der reduzierten produktiven Kahlschläge, d. s. Flächen, wo eine Komplettierung der Bestände notwendig ist.

Für die Aufforstung wurden nur ursprüngliche Holzarten vorgeschlagen und bei ihrer Verwendung ihre Ökologie voll respektiert. Die verwendeten Hauptholzarten haben bei der Aufforstung diesen Anteil:

<i>Picea excelsa</i>	43 %
<i>Pinus mugho ssp. mughus</i>	51 %
<i>Sorbus aucuparia</i>	4 %
<i>Salix silesiaca, lapponum caprea</i>	2 %
<i>Padus racemosa ssp. petraea</i>	+
<i>Fagus silvatica</i>	+
<i>Betula pubescens</i>	+
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+

Jede einzelne Fläche wurde gesondert auf der Karte eingetragen und mit einer genauen Beschreibung versehen, wo die Standortverhältnisse, die Historie der Fläche, der Vorschlag für die Aufforstungsart und Holzartenwahl zusammengefaßt sind.

Durch die Respektierung der Holzartenökologie sowie der speziellen Aufgabe der einzelnen Flächen wurden allen sich hier begegnenden Interessen entsprochen.

Es wird so auch teilweise ein Mißerfolg in der Aufforstung ausgeschieden, der sich aus der Vernachlässigung der Holzartenökologie und Unkenntnis der Standortverhältnisse ergeben kann. Demzufolge soll der Bestandeserneuerungsplan des östlichen Teiles des subalpinen Gebietes in Krkonoše als Beispiel für die Lösung der Probleme der Erneuerung und Bestandeszurichtung dienen und zwar auch für andere Naturreservationen, wo es notwendig ist, diese Fragen zu lösen.

Použití umělých polyelektrolytů v půdních melioracích

Применение искусственных полиэлектролитов в почвенной мелиорации

Anwendung von künstlichen Polyelektrolythen bei Bodenmeliorationen

Dr. inž. Miloš HOLÝ, kandidát technických věd
katedra meliorací Českého vysokého učení technického, Praha

Dr. inž. Jan DVOŘÁK, kandidát technických věd
Výzkumný ústav meliorací ČSAZV, Praha

V minulých letech lze pozorovat v celém světě snahu o zlepšení půdních vlastností. Tato snaha sleduje především vytvoření, případně uchování příznivé půdní struktury. Půdní struktura působí na fyzikální vlastnosti půdy: ovlivňuje její vodní režim, poměr množství vody a vzduchu v půdě, soudržnost půdy, půdní teplotu atd. Tím působí přímo na vývoj a růst vegetace.

Velmi dobrých výsledků ve snaze o zlepšení nepříznivé a udržení příznivé půdní struktury se dosáhlo v určitých podmínkách zavedením travopoložného systému. Avšak i když se použije komplexu účinných opatření v tomto systému, zůstává určitá část půdy delší nebo kratší časové období vystavena bez účinné ochrany činitelům, kteří mohou svým působením rozrušit příznivou půdní strukturu. Nejnebezpečnějším z těchto činitelů je voda, a to zejména ve formě přívalových srážek. Její destruktivní účinky na půdní drobtý vyvolané kinetickou energií dopadajících kapek na půdní povrch se stupňují sklonem a délkou nechráněných půdních celků, kdy působí nepříznivě i unášecí síla povrchové odtékající vody. Nejúčinnější zbraní proti působení srážkových vod je krytí povrchu vegetací. Poněvadž tento způsob není však možno vzhledem k různým požadavkům zemědělské výroby uplatňovat ve všech potřebných případech, vznikly snahy působit na vytváření a udržení příznivé půdní struktury — struktury drobtovité — přidáváním různých chemických prostředků do vegetací nechráněné nebo nedokonale chráněné půdy.

Umělé prostředky k vytváření a stabilizaci půdní struktury vznikly na základě podrobného usilovného studia vlastností a činnosti půdních koloidů. V současné době jich existuje již celá řada. Nejznámější jsou prostředky americké, jejichž účinky byly již podrobně zkoumány, dále některé prostředky západoněmecké, italské aj. V poslední době se začalo i v Německé demokratické republice s jejich zkoušením a výrobou. Společným znakem všech těchto výrobků je jejich nesporně příznivý vliv na vytváření a stabilitu půdní struktury, nevýhodou je jejich poměrně vysoká výrobní cena, která nedovoluje používat jich na větších plochách. Poněvadž výzkum účinnosti umělých chemických prostředků na půdní strukturu je již ve světovém měřítku v podstatě ukončen, nastává snaha snížit jejich výrobní náklady.

V naší republice byly rovněž, avšak pouze v malém měřítku, konány pokusy s použitím těchto umělých prostředků. Získané výsledky jsou však pouze dílčí a nelze z nich činit obecné závěry. K tomu by bylo třeba ještě celé řady zkoušek, které by si vyžádaly značnou dobu i finanční náklady. Poněvadž vědeckí pracovníci některých zemí, mezi nimi v poslední době i pracovníci NDR, dospěli v této otázce prakticky ke konečným výsledkům, domníváme se, že by bylo účelné se s nimi seznámit a po jejich zhodnocení aplikovat tyto výsledky pro naše poměry. Je pravděpodobné, že se dospěje v tomto smyslu k příznivým výsledkům, neboť zkoušky s německým prostředkem

„Verdickung AN“ byly konány ve srovnání s našimi poměry v přibližně stejných klimatických, půdních i územních podmínkách.

Pokusíme se podat na základě světové literatury (použitím zejména dokumen-

tace dr. Fiedlera z Ústavu zemědělské chemie university v Jeně), na základě diskuse s tímto vědeckým pracovníkem a na základě poznatků z různých ústavů a pokusných objektů v NDR přehled o současném stavu této důležité otázky.

Látky působící na půdní strukturu

Především je nutno se zmínit o anorganických a organických látkách, které svou přítomností v půdě mohou ovlivnit vznik půdní struktury a její stabilizaci.

Z anorganických látek je nutno uvést *jíl, jedno- a vícemocné ionty a hydroxydy kovů*.

Jíl

Jíl. Otázce působení jílových částic v půdě byla věnována ve světové i naší literatuře značná pozornost. Zejména byla zkoumána otázka působení těchto částic na půdní agregaci a její stabilitu. Hagin a Bodman (92) poznali při svých pokusech se směsí jílu a písku, že stoupající množství bentonitu zvyšuje značně stabilitu směsi; pro kaolinit toto však neplatilo. McCalla (155) zjistil, že zvýšení obsahu jílu na 50 % u spráše z hlubších vrstev vedlo ke zvýšení stability půdních agregátů. Baver (14, 15) poukázal na to, že v jílovitých půdách je jíl hlavním agregacním činitelem, pokud zde nepřekročí organická substance 2 %. Menší stabilnější půdní agregáty jsou obsahem jílu v půdě ovlivněny výrazněji než velké agregáty. Jakým způsobem váže jíl půdní částice není však zatím dostatečně vysvětleno. Joffe (115) mluví v této souvislosti o faktoru vazby a faktoru stabilizace, přičemž pokládá jíl za hlavní prostředek vazby, zatímco stabilizaci agregátů způsobují podle něho organické látky ve spojení s dvou- a třímocnými kationy. Z uvedených tvrzení vyplývá jasně vliv jílových částic na půdní agregaci.

Jílové částice se v suchém stavu vyznačují na svém povrchu velkými přitažlivými silami, které podle Wicht-

man na (234) mohou dosáhnout za určitých podmínek takové hodnoty, že jim lze přisoudit v jílovitých půdách hlavní agregacní působení. Na toto tvrzení však není jednotný názor; Russel (197) např. předpokládá, že jílové částice jsou vzájemně poutány spojením orientovaných molekul vody mezi disociovanými kationy a negativními náboji povrchu jílových částic. Podle Henina (101) je však tato vazba možná též orientovanými molekulami vody bez účasti kationů. Bylo prokázáno, že kohezivní síla povrchu jílových částic je tím větší, čím těsnější je jejich spojení. Agregáty, které vznikají vysušováním dispergované půdy, jsou obvykle stabilnější než ty, které vznikají vyvločkováním jílu. To lze vysvětlit podle rentgenových analýz tím, že u dispergovaných jílových částic je silnější vzájemná orientace ojedinelých částic, což u vloček neexistuje v takové míře. To má významný důsledek pro praxi, neboť ve většině zemědělsky využívaných půdách jsou jílové částice bez pevnější vzájemné orientace.

Z těchto několika různých údajů o vlivu jílových částic na půdní agregaci a její stabilitu vyplývá, že je nutno uvážit jejich působení při hledání umělých prostředků pro zlepšení a udržení příznivé půdní struktury.

Jedno- a vícemocné ionty

Jedno- a vícemocné ionty. Chování jílových částic v půdě je ovlivněno přítomností jedno- a vícemocných iontů různých látek. Tak např. přítomnost Na-iontu v půdě způsobuje při dostatečném množství vody a současně nízké koncentraci solí půdní disperzi. Vyvločkování je možné, přidají-li se Ca-ionty. V přírodních podmínkách byla v polních půdách pozorována ztráta soudržnosti jílových částic při dostatečné vlhkosti zejména u půd, které měly vysoký ob-

sah výměnných Na-iontů. Podle Russela (197) může však k tomuto jevu dojít i u půd s vysokým obsahem výměnného K, resp. Mg. O významu výměnného K a Mg v půdě nemají zatím vědečtí pracovníci jednotný názor. Někteří jim připisují podobné vlastnosti jako má Na, vedoucí ke zhoršení půdní struktury, např. Smith (213), Buehrer (26), Joffe a Zimmerman (116), jiní, např. Aldrich a Martin (6), tyto nepříznivé vlastnosti popírají.

Všichni jsou však jednotni v tom, že *Na*-ionty za uvedených podmínek způsobují nepříznivý stav půdní struktury a hledají způsoby, jak omezit nebo odstranit toto nepříznivé působení. Russel (197) ukazuje dvě možnosti; buď náhradu výměnných *Na*-iontů *Ca*-ionty vápněním nebo vytvoření dostatečné koncentrace solí v půdě použitím závlahové vody a malým obsahem solí. Tento druhý způsob je možný pouze ve vláhově nedostatečně zásobených krajích.

Ca-ionty mohou svou vložkovací schopností zlepšit fyzikální stav půdy, zejména odolnost půdy s velkým obsahem *Na* vůči destruktivnímu působení vody. Aby bylo možno i v takových půdách vytvořit drobtovitou strukturu, je nutno, aby kromě *Ca*-iontů působily další faktory. Na strukturu půd s malým obsahem *Na* nemají však dvoumocné kationty jako Ca^{2+} i přes částečnou náhradu výměnných *H*-iontů ionty Ca^{2+} výraznější vliv.

Vliv různých kationtů na tvorbu agregátů z koloidního jílu nasyceného *H*-ionty zkoumal Mazurak (154). Zjistil, že průměrná velikost vznikajících agregátů roste s ubývajícím hydratačním kationtem:



Ca^{2+} ovlivňovalo vznik agregátů střední velikosti. Při zkoumání stability agregátů zjistil Mazurak, že tato byla největší u půd nasycených *H*-ionty, zatímco Ca^{2+} ionty ji snižovaly tím více, čím větší byla jejich koncentrace. Zajímavé je, že za podmínek, v nichž bylo celé šetření prováděno, působily Ca^+ a Rb^+ dokonce výrazněji koagulačně než Ca^{2+} . Tyto údaje potvrzuje i Mayers (170) a Baver (15). Rovněž Kappen (121, 122) udává, že vápno působilo v jílovité půdě, která vykazovala komplexy nasycené *H*-ionty, jen nepatrně na zlepšení struktury. Náhradou H^+ -iontů Ca^{2+} ionty nedosáhl ve svých pokusech půdní drobtovitosti. Podobné údaje uveřejnil i Lutz (137), Robinson a Page (194), Russel (197) aj. Russel poukázal na to, že agregáty kyselejších jílů jsou ve vodě stabilnější než agregáty *Ca*-jílů a usuzuje z toho, že kyselejší půdy mají vyšší permeabilitu a méně lehce dispergují než půdy bohaté na *Ca*. Důvod spatřuje Russel v silnějším vložkovacím účinku *Al*-iontů než je *Ca*-iontů.

Uvedené údaje jsou většinou vyvozeny z výsledků laboratorních pokusů, které

byly doplněny řadou pokusů na zemědělsky využívaných půdách. Baverovi (14), který hledal vztah mezi drobtovitostí půdy a množstvím výměnného vápna, se jej nepodařilo nalézt ani v 77 různých půdách. Jeho zjištění potvrzuje řada dalších autorů. Gasparini a Alinari (76) i Aldrich s Martinem (6) poukázali na to, že v mnoha případech nevykázaly jílovité půdy s vysokým obsahem $CaCO_3$ a $CaSO_4$, jakož i jílovité půdy s vysokým stupněm nasycení *Ca*, resp. *Mg* příznivé fyzikální vlastnosti. Peele (177, 178) dokonce zjistil, že v některých případech působilo vápno na půdní agregáty disperzně a snížilo permeabilitu vyšetřovaných půd.

Řada různých šetření ukázala, že jílovité půdy mají i při poměrně vysokém obsahu vápna nepříznivé vlastnosti. Dokazuje to Bradfield (20) na půdách v Ohio, Schiller (201) na půdách v Alpském předhoří, Russel (197) na půdách v Anglii, Ghani (84) na kyselejších lateritových půdách atd.

Při vyšetřování účinku vápna v půdě doporučuje Russel (197) oddělit otázku náhrady výměnného *Al* ve výměnném komplexu výměnným *Ca* a otázku působení volného $CaCO_3$.

Volný $CaCO_3$ v půdě působí totiž podle Schachtschabela (199) na stabilitu drobtů. K podobnému výsledku došel i Homrighausen (105), když zkoumal mechanickou podobnost půdních agregátů.

Uvedené údaje různých autorů ukazují, že pro půdy s malým obsahem organických látek není správný názor, podle něhož vede přítomnost dostatečného množství vápna a tím rozsáhlá výměna iontů vodíku, resp. *Al*-iontů za *Ca*-ionty ve výměnném komplexu ke tvorbě drobtů a tím drobtovité půdní struktury. Vliv vápna na vytváření drobtovité struktury četných půd souvisí úzce s obsahem organických látek, které umožňují v půdě mikrobiální život, čímž přímo působí na produkci přirozených organických stabilizátorů struktury a tak umožňují vznik *Ca*-humátů.

Tímto byl stručně osvětlen vliv vápna na vznik a stabilitu půdní struktury. Údaje nejrozumnějších autorů ukazují, že při posuzování jeho účinku musíme postupovat vždy velmi opatrně a prozkoumat podrobně veškeré okolnosti a půdní vlastnosti, které mohou ovlivnit jeho působení v půdě.

Hydroxydy kovů

Z hydroxydů kovů jsou pro tvorbu půdních agregátů důležité hydroxydy železa, které vznikají vedle solí a gelů

bázických solí při hydrolytickém štěpení jílové suspenze vlivem solí trojmocných prvků.

Zkušenosti s tropickými a lateritickými půdami ukazují, že volné sesquioxidy v nich mohou být důležitým činitelem vazby půdních částic. Bližší údaje uveřejňují Swaby (222), Lutz (138), Joffe (115), Kroth a Page (126), Weldon a Hide (232) aj., kdežto v podzolizační zoně, jak uvádí Joffe (115) nejsou tímto činitelem sesquioxidy, ale organické substance.

Na základě těchto zjištění a dalších pokusů, navrhuje Gasparini a Alinari (75, 76) používat železitého a amonného kamence ke zlepšení struktury silně jílovitých půd s malým obsahem organických látek. Ve vyšetřovaných půdách došlo při použití železitého kamence vlivem půdního pH k vysrážení železa, které jako hydratační gel vytvoří po své hydrataci účinný prostředek vazby. Ke vzniku takto působících hydroxydů je v přírodě nutné střídavé zvlhčování a vysychání půdy, což způsobuje, že se působení železa na půdní strukturu projevuje teprve po delší době. Bližší údaje uvádí Fiedler a Bergman (58). Fiedler a Bergman (59) i Kalovoulos

(119) srovnávali velikost půdních agregátů vznikajících působením železa s agregáty, vzniklými působením lineárních koloidů a zjistili, že jejich rozměry jsou nepatrné vzhledem k rozměrům agregátů, vzniklých činností lineárních koloidů. Gasparini a Alinari (76) uvádějí, že tyto rozměry nepřekročí průměr 0,1 mm. V takovém případě nelze tedy mluvit o tvorbě struktury v pravém slova smyslu, ale pouze o tvorbě mikrostruktury.

Těto vlastnosti trojmocného železa využili někteří pracovníci k výrobě umělého prostředku ke zlepšení půdní struktury. Prostředek se rozšířil pod názvem flotal. Jeho složení a účinky budou probírány později.

Uvedené údaje ukazují, že na vytváření drobtovité struktury jílovitých půd chudých na humus jsou zúčastněny jedno- a vícemocné ionty i anorganické gely. Tito činitelé nevedou však sami o sobě k dostatečné tvorbě půdních agregátů a zabezpečení jejich stability. Je nutno je doplnit organickými substancemi, na které je nutno obrátit pozornost.

Organické látky

Ačkoliv je všeobecně uznáván velký význam, který mají v půdě organické látky, není zatím plně vysvětlena jejich činnost, hlavně pokud se týká vlivu na tvorbu půdní struktury.

Četné pokusy ukazují, že mezi drobtov

vitostí půd a obsahem humusu v půdě existuje úzký vztah. Russel (198) došel dvacetipětiletými pokusy s dodáváním humusu do půdy ke vztahu mezi obsahem humusu a množstvím stabilních půdních agregátů:

Mrva v tunách na 1 akr	0	10	20	40
Stabilní agregáty v %	8,0	10,0	12,3	15,6

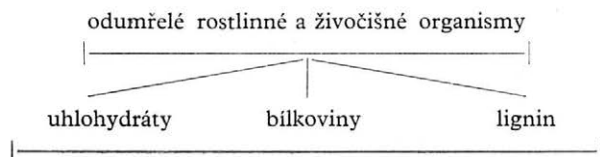
Při těchto pokusech byl zároveň zjištěn i růst množství organicky vázaného uhlíku. Podobné výsledky ukázaly dlouholeté pokusy v Rothamstadtu (197), při nichž byl ročním dodáváním 14 tun mrvy na 1 akr zvýšen v těžké půdě obsah stabilních agregátů > 0,5 mm z 54 % na 70 %, kdežto při podobných pokusech v Ohio s dvacetiosmiletým dodáváním mrvy v množství 16 tun na akr byl zjištěn jen nepatrný příznivý vliv na půdní strukturu.

Sovětská autoři (17) poukazují na to, že obsah organických látek v půdách SSSR má úzký vztah ke stabilním agregátům.

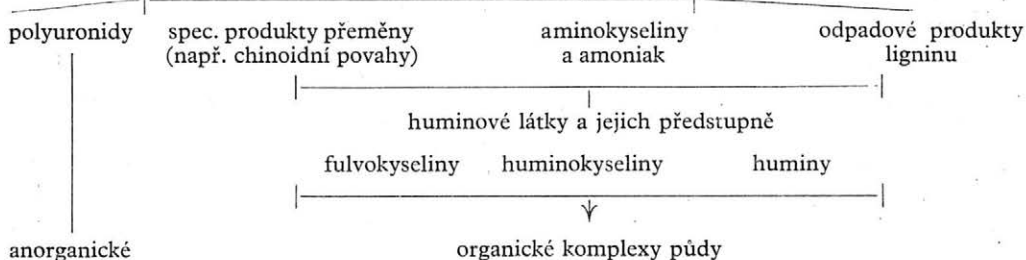
Neal (172) prokázal, že tento vztah existuje u půd, které obsahují méně než 25 % jílů.

Je tedy prokázáno, že organické látky v půdě mají vliv na půdní agregaci. Důležitá je však otázka, zda na půdní agregaci působí veškerá organická hmota nebo pouze její určitý díl. Při rozkladu organické hmoty vzniká celá řada látek i se značně rozdílnými vlastnostmi a pravděpodobně i různým účinkem na tvorbu a stabilitu půdních drobtů.

Fiedler uvádí tato schéma rozkladu organické hmoty:



přeměna působením mikroorganismů



Pokusy ukázaly, že všechny formy organických látek nepůsobí na půdní agregaci. Tak nepůsobí např. některé druhy rašeliny, starý koloidní humusový materiál aj. Je to zřejmě z rozboru některých půd, které přesto, že mají poměrně vysoký obsah organických látek, vykazují pouze nízký stupeň agregace (např. slatinné půdy aj.). Neal (172) uvádí, že v rámci určitých hranic nezáleží tak na kvantitě, jako na kvalitě organických látek. Agregaci schopnost pouze určitých skupin organických látek prokazují Martin (140), Renni, Truog a Allen (191), Swaby (222), Beutelspacher (17) aj. Většina těchto i jiných autorů uvádí, že účinnou částí humusu jsou uronidové produkty.

Další otázkou je, zda tato účinná část humusu pochází z rostlinného materiálu nebo je-li produktem mikrobiální činnosti. Kdyby uronidové produkty dodávalo vyšší rostlinstvo přímo organické substanci půdy, musely by odpovídající látky vykazovat určité znaky, které by byly ve vztahu ke druhu vegetace. To vyšetřoval Fuller (71), kterému se však takový vztah nepodařilo zjistit. Předpokládá proto, že rostlinné polyuronidy byly rozkladným procesem tak silně přeměněny, že ztratily svou totožnost nebo byly zcela rozrušeny a nahrazeny uronidy půdních mikroorganismů. Vzhledem k poměrně snadnému působení mikroorganismů na rostlinné polyuronidy je druhá možnost pravděpodobnější. Předpokládáme-li, že půdní uronidy jsou mikrobiálního původu, musí být závislé na těch porostech, které ovlivňují charakteristicky půdní mikrofloru. Zde je nutno připomenout, že druh uronidů se silně liší podle různých půdních typů.

Dále bylo prokázáno, že půdní mikroorganismy mohou produkovat polysacharidové hleny, které obohacují uronové skupiny a předpokládá se, že tyto hleny jsou příčinou obsahu uronidů v organických půdních substancích. Fuller (72) připouští tuto domněnku proto, že průběh dekarboxylizace částic uronidů v pů-

dě souhlasí s tímž pochodem u bakteriálních hlenů.

Zatím není ještě vyjasněna otázka vzta- hu druhů rostlinných zbytků a druhu polyuronidů, vyráběných mikroorganismy. Lze však předpokládat, že se na organickém materiálu, který je ve svém chemickém složení různý, vyvíjejí rozdílné populace mikrobů, čímž se mění i druh syntetizovaných, ve vodě rozpustných produktů. Rozdílnost ve vodě rozpustných látek vznikajících při rozkladném procesu rozmanitých organických substancí prokázal Martin (140).

Podle údajů četných autorů lze oprávněně říci, že podstatná část půdních polyuronidů je mikrobiálního původu. V přírodních podmínkách ustupuje často do pozadí vliv různých osevních postupů a tím vliv rozmanitých zbytků vegetace v půdě na druh syntetických polyuronidů vzhledem k ostatním podmínkám při jejich vzniku. Při kompostování rostlinných zbytků je však zřejmá souvislost mezi druhem výchozího materiálu a mikroby vytvořenými polysacharidy.

Pro půdní agregaci a stabilitu půdních drobtů je důležitá znalost, kdy se účinné látky v půdě tvoří a jak dlouho zůstávají v účinné formě. Podle Browninga a Milama (25) působí organické látky, které se činností mikrobů lehce rozkládají, již dva dny po vpravení do půdy zřetelně na zvýšení půdní agregace. Maximální účinek se projevuje mezi 20 až 30 dny, načež opět postupně klesá. Inertní látky nemají téměř vliv. Potvrzují to i výsledky pokusů Martina a Waksmana (148, 149). Martin se dále domnívá, že některé organické substance se stávají ve spojení s anorganickými půdními částicemi rezistentními k rozkladu.

Waksman a Martin (229) se zabývali rozsáhlým působením různých druhů organického materiálu na půdní strukturu. Použití vojtěšky, slámy a mrvy vedlo k rychlému vzestupu procenta odolných půdních agregátů, při čemž nejvýraznější působila vojtěška. Použití rašeliny vedlo

pouze k nepatrnému zvýšení agregace. Po tříměsíčním rozkladu slámy a rašeliny za příznivých podmínek téměř zmizel jejich agregační účinek, u mrvy se ještě v určité míře projevoval a pouze u vojtěšky byl dosud výrazný. Neal (172) usuzuje, že pro vznik a stabilitu drobtovité půdní struktury je třeba pravidelně přivádět nové, relativně lehce se rozkládající látky do půdy. Podle Rennie, Truoga a Allena (191) lze v některých případech zvýšit agregační schopnost organických látek v půdě přidáním vápna, které úpravou hodnot *pH* upraví podmínky pro jejich mikrobiální aktivitu.

Z uvedeného vyplývá, že tvorba půdních drobtů závisí převážně na střídavém působení anorganických a organických koloidů v půdě. Polysacharidy, resp. polyuronidy mají jako lineární koloidy pro vznik drobtovité struktury pravděpodobně větší význam než huminové kyseliny, resp. humáty. Lineární koloidy jsou přímo sorbovány jílovými krystaly, což umožňuje zvětšení ojedinělých částic, zatímco střídavé působení mezi jílovými částicemi a organickými sferokoloidy je

možné na povrchu jílových částic pravděpodobně teprve po sorpci oxydovaných vazeb železa a hliníku. Tyto pochody nejsou však zatím spolehlivě vysvětleny.

Organické lineární koloidy jsou v podstatě mikrobiálního původu. Organické látky, které se působením bakterií lehce rozkládají, zvyšují již několik dnů po vpravení do půdy zřetelně její agregaci. Přídavek vápna může agregaci příznivě stupňovat podporou mikrobiální aktivity v půdě. Ačkoliv určité známky nasvědčují, že některé organické agregačně působící látky dosahují spojením s ostatními částicemi v půdě určité rezistence k rozkladu, je pro vytvoření dobré a trvalé drobtovité struktury nezbytné dodávat lehce se rozkládající organické látky v pravidelných a časově ne příliš vzdálených dávkách.

Organických látek je v mnoha půdách nedostatek. Vzhledem k této skutečnosti i vzhledem k jejich rychlému rozkladu ve většině případů, projevuje se v zemědělství silný zájem o syntetické produkty s odpovídajícími vlastnostmi, ale vyšší rezistencí k rozkladu.

Umělé přípravky ke zlepšení půdní struktury a udržení její stability

Z rozboru vlivu jílových částic, jedno- i vícemocných iontů, hydroxydů kovů i organických látek na vznik a stabilitu drobtovité struktury vyplývá, že všechny tyto faktory mají značný vliv na půdní strukturu. Protože se v půdách často nevyskytují v potřebném množství i vhodném seskupení, objevují se již delší dobu snahy přivést je do půdy umělým způ-

sobem. Pozornost se soustředila na hydroxydy kovů a na organické látky. Vývoj výroby těchto prostředků a četné pokusy s nimi na různých půdách vedly k odklonu od použití hydroxydů kovů ke zlepšování strukturního stavu půd a postavily do popředí použití umělých organických látek.

Použití hydroxydů kovů ke zlepšení půdní struktury

Z hydroxydů kovů působí nejpríznivěji na tvorbu drobtovité struktury půdy hydroxyd trojmocného železa. Podniky „Chemische Werke Rombach“ v Oberhausen a „Italian Company of Chemical Products-Rumianca“ vyrobily látku, kterou nazvaly „flotal“. Flotal obsahuje kromě 85 % železitohlinitého kamene ještě 10 % organické substance, která má zvýšit agregační schopnost přípravku. Na zemědělských pozemcích se používá 20 q flotalu na 1 ha. Jeho účinek se projevuje po 2 až 3 měsících, nevyskytne-li se po jeho použití delší doba sucha nebo vlhka.

Abý byla vyzkoušena účinnost flotalu, konala se řada pokusů s jeho použitím v přírodních podmínkách. Zjistilo se, že flotal opravdu zlepšuje půdní strukturu, jeho účinek ve srovnání s účinkem organických lineárních koloidů je však značně nižší.

O výsledcích pozorování při použití flotalu je v literatuře řada údajů. O jeho příznivých účincích píše Kalovoulos (119), Hanka (96) aj. Mc Naught (159) však opačně zjistil při svých pokusech, že se při použití flotalu půdní struktura nezlepšila a při bližším zkoumání objevil snížení obsahu *Na* a *Mg* v rostlinstvu. Další pokusy zaměřené na zjištění vlivu flotalu na rostlinstvo ukázaly zvýšení obsahu *Mn*. Scheffer a Klocke (200) uvádějí, že flotalu lze použít ke zlepšení půdní struktury do 15 q/ha, aniž by se projevil jeho vedlejší nepříznivé účinky. Vyšší dávky vedou podle něho k zakyselení půd, zvýšení obsahu P_2O_5 a K_2O , aniž způsobují současně vzrůst procenta stabilních drobtů. Schmitt a Jungermann (202) zkoumali při pokusech s půdou v nádobách i v přirozených podmínkách vliv flotalu na vegeta-

ci a zjistili, že flotal v menších dávkách neovlivňuje vztah mezi rostlinstvem a živinami. Veron a (227) zjistil při použití flotalu vzestup počtu půdních bakterií a Knickmann (125) objevil určením CO₂ vzestup biologické činnosti v půdách.

Z dosavadních pokusů s použitím flotalu pro zlepšení a udržení půdní struk-

tury nelze činit definitivní závěry. Pokusy s tímto prostředkem nejsou zatím konány ve větším množství a na jednotné základně. Ačkoliv vliv sloučenin železa na půdní strukturu je za určitých podmínek význačný, zdá se, že flotal nebude mít ve srovnání s organickými prostředky ke zlepšení půdní struktury velké použití.

Organické prostředky ke zlepšení půdní struktury

Umělých stabilizátorů půdní struktury, využívajících působení organických látek na půdní agregaci a její stabilitu, byla vyrobena celá řada. Podle výsledků výzkumu jsou k tomuto účelu nejvhodnější polysacharidy a polyuronidy. Vznikají za přirozených podmínek rozkladem organických látek v půdě činností mikrobu. V půdách dochází však k příliš rychlému rozkladu organických látek, čímž je účinnost vznikajících faktorů časově velmi omezena. Z toho důvodu vznikla snaha nahradit přirozené vazby účinných látek umělou syntézou dlouhořetězových substancí, které jsou vůči působení mikrobu odolnější a rozklad postupuje volněji, čímž se zvýší doba jejich působnosti.

S ohledem na chemické složení rozdělujeme tyto substance na dvě skupiny, a to na polymery a kopolymery. Uvedené látky však nepůsobí příznivě na půdní agregaci samy o sobě, určitý význam při agregacním procesu má i spoluúčast jílových částic, jedno- a vícemocných iontů, hydroxydů kovů a organických látek v půdě.

Působení umělých organických prostředků na vznik a stabilizaci půdní agregace není zatím spolehlivě vysvětleno. Proto byla konána celá řada teoretických a praktických pokusů. Zajímavé jsou modelové pokusy Fischera a Rentschlera (60). Autoři se zabývali působením vysocepolymerních substancí na vložkování půdních suspenzí. Použili umělých suspenzí polystyrol-latexu a kaolinitu.

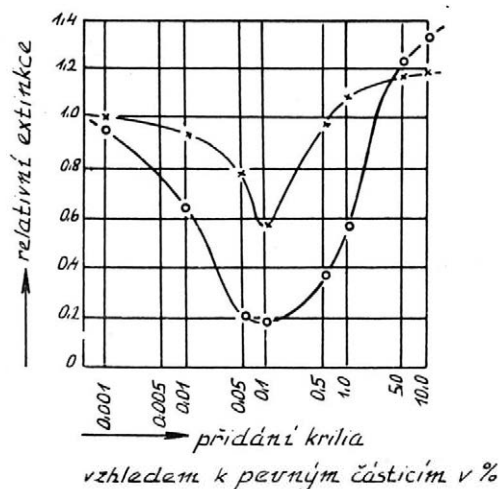
Suspenze polystyrol-latexu o průměru kulových částic 0,188 μ stabilizovali anionovou substancí, čímž jí dali záporný náboj. K takto připravené suspenzi přidávali různou koncentraci roztoku metylcelulózy (tylózu) a krilia (Ca-sůl-kopolymer z vinylacetátu a částečně metylinové kyseliny maleinové). Suspenze byla v určitých časových úsecích podrobena elektromikroskopickému pozorování. Výsledky pozorování ukázaly zřetelně vliv různého množství metylcelulózy na agregaci polystyrol-latexových částic. (Viz obr. 1-4.) Sledování změny disperzního stavu substance s přibývajícím obsahem

tylózy ukázalo, že při přidání 1 % tylózy (vztaženo na váhové množství polystyrolu) se vytvořily větší agregáty, při 2 % se již prakticky nevyskytly primární částice. Přidání většího množství metylcelulózy však opět vedlo k suspenzi agregátů.

Elektromikroskopické pozorování bylo doplněno sedimentačními pokusy, které daly téměř stejné výsledky. Měření zákalu suspenze ukázalo, že zákal je minimální při přidání 1,75 až 2 % tylózy.

Dále bylo zjištěno, že agregace polystyrol-latexových částic je zjev čistě povrchový. K agregaci dochází jen v relativně nízkém rozmezí koncentrace polymerních látek. Překročili-li se určitá hranice těchto látek v suspenzi, vede to k jejímu stabilizování.

Podobné pokusy byly konány se suspenzí kaolinitu. Měla se zjistit souvislost



5. Závislost relativní extinkce suspenze, vztažená k extinkci při přidání krilia 0 % do suspenze, na přidaném množství krilia, vztaženém na množství kaolinitu (60)

○ — zakalení hrubé frakce po pětihodinové sedimentaci

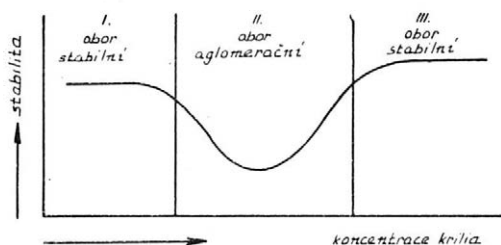
x — zakalení jemné frakce po dvaceti-hodinové sedimentaci

koncentrace krilia se strukturou příslušné suspenze. Pokusy se konaly opět elektromikroskopicky a byly doplněny sedimentačními pokusy.

Výsledky ukazuje obr. 5. Opakované měření dalo odchylku až 10 % od uvedených hodnot, charakter křivek však zůstal týž.

Tyto pokusy ukázaly stejně jako pokusy s polystyrol-latexem, že suspenze může být stabilizována přidáním vyššího obsahu krilia.

O kriliu lze tedy říci, že působí ve 3 oborech (viz obr. 6).



6. Obory působnosti krilia v suspenzi (60)

V prvním oboru nepůsobí krilium na agregaci částic v suspenzi, ve druhém oboru způsobuje jejich agregaci a ve třetím oboru dochází ke stabilizaci suspenze. Zde byl tedy přidáním příliš vysokého množství krilia dosažen nežádoucí výsledek.

Při vysoušení suspenze v jednotlivých oborech působnosti krilia bylo dosaženo jeho mechanického tmelícího působení. Vzniká tím, že v roztoku se přebytkem

krilium vysuší do vláken nebo filmů, které váží vzájemně půdní částice. Někteří autoři, např. Beutelspacher (18) a Flaig (62) se domnívají, že účinek krilia závisí v této jeho činnosti. Tomu však odporuje zjištění Fischera a Rentschlera (60), kteří tvrdí, že tato vlastnost krilia se uplatňuje pouze v oboru III., zatímco v agregačním oboru II. působnosti krilia vzniká odlišná morfologická struktura. Tato otázka je významná pro stabilitu vzniklých agregátů. Pokusy prokázaly, že přidáním vody při vysušení suspenze v oboru III. působení krilia dochází k rozpojení mechanicky spojených částic opět v primární částice a ke vzniku stabilní suspenze. V oboru II. nedochází k rozrušení agregátů v primární částice, agregáty poměrně dobře odolávají působení vody. Nelze tedy agregaci částic vysvětlovat jejich mechanickým stmelováním.

Při uvedených pokusech bylo zjištěno, že ke stabilizaci suspenze při vyšších množstvích krilia dochází vlivem adsorpcí molekul. Adsorpční vrstvy zabráňují v takovém případě vzájemnému přiblížení suspenzovaných částic.

Michaels (165) pracoval dále tuto otázku a zabýval se zejména zjišťováním závislosti agregace na náboji makromolekul. Zjistil, že agregace částic je v podstatě způsobena možností jejich adsorpcí na více částicích při příznivém množství polymerních látek.

Uvedené výsledky jsou zajímavé a mají velký význam pro praktické použití umělých prostředků.

Dosud nejužívanější umělé prostředky používané ke zlepšení půdní struktury jsou:

Preparát — obchodní název	Firma
Krilium 6 a 9	Monsanto Chemical Co.
Aerofloc 548 a 552	American Cyanamid Co.
Ekofan	EKOF-Erz-Kohle Flotation
DT 120	Farbwerke Hoechst AG.
Separan 2610	Dow Chemical Co.
CMC 70 1 a 120 H	Hercules Powder Co. a Svenska Cellulosa Aktielolaget
Verdickung AN	VEB Buna Werke

V praxi se setkáváme často s označením HPAN a VAMA. Název HPAN označujeme hydrolyzované polyakrylnitrily, VAMA kopolymery z částečného metylesteru kyseliny maleinové a vinylacetátu.

Uvedené prostředky přicházejí do ob-

chodů ve formě prášku nebo vysoce viskózních roztoků. Z těchto roztoků se připravuje roztok 1—2 %, který se před použitím zředí na 0,1—0,04 %.

S umělými prostředky byla konána řada pokusů. Všechny ukazují, že k umožnění dostatečného zlepšení půdní struk-

tury je nutná koncentrace polyanionů od 0,02 do 0,2 %. Polyakryláty působí zhusťa již při nižší koncentraci než produkty VAMA. Působnost umělých agregačních prostředků ovlivňuje vedle druhu půdy zejména obsah humusu a vápna v půdě. VAMA - produkty jsou na vápno poměrně málo citlivé, působení HPAN - produktů je však vysokým obsahem vápna v půdě silně redukováno. Z toho důvodu se na různých místech pracuje na výrobě polyakrylátů, odolných vůči působení vápna.

Umělé prostředky způsobily v praxi u středně těžkých a těžkých půd zřetelné zlepšení struktury. Zejména se zlepšila stabilita drobtů a propustnost půdy na vodu, čímž se silně omezilo rozbrzdění

pro vodu, čímž se silně omezilo rozbrzdění půdního povrchu. Kutílek (128) zjistil i vysokou pórovitost agregátů, preparovaných polymery; průměrná pórovitost se pohybovala kolem 48–50 %. Byl zlepšen i poměr vody a vzduchu v půdě. Obdělávání půd se značně usnadnilo.

Velmi důležitá je možnost použití syntetických lineárních koloidů v boji proti půdní erozi. V NDR se snížily při pokusech na umělých svazích s látkami HPAN ztráty půdních částic vlivem povrchově stékající vody. Pokusy byly konány na lateritických půdách na svazích o sklonu 30° a ploše 2,5 m². Smyv půdy byl měřen po 3 intenzivních přívalových srážkách. (Viz tabulka I. podle Fiedlera a Bergmanna.)

I.

		Svahy bez použití umělých prostředků		Svahy, na nichž byl použit HPAN	
		1	2	3	4
16. 6. 1955	Sediment suspenze	311,0 g 39,0 g	538,5 g 39,10 g	59,5 g —	57,0 g —
	Celkem	350,0 g	577,6 g	59,5 g	57,0 g
25. 6. 1955	Sediment suspenze	503,0 g 124,5 g	619,5 g 96,5 g	65,0 g 2,5 g	74,5 g 2,0
	Celkem	627,5 g	716,0 g	67,5 g	76,5 g
13. 7. 1955	Sediment suspenze	1288,0 g 34,5 g	1200,0 g 32,0 g	96,0 g —	122,0 g —
	Celkem	1322,5 g	1232,0 g	96,0 g	122,0 g

Tabulka ukazuje zřetelně vliv látek HPAN na snížení půdního smyvu a tím možnost silného omezení erozní činnosti povrchově stékající vody.

Pokusy s omezením půdní eroze v přirozených podmínkách konal v NDR Illner a Heinrichsdorf z Berlína ve sprašovém území v okolí Magdeburgu, silně ohroženém vodní erozí.

Při použití prostředků HPAN na svahové půdě klesl smyv půdy z 50 q/ha téměř až na 2 q/ha; tento pokles intenzity erozního procesu je tím zajímavější, že půda, na níž se pokusy konaly, byla nedostatečně kryta ječmenem. Uvedená správnost ukazuje, jak důležité je všimnout si této otázky, a to především na cen-

ných půdách, např. na vinicích, na zahradních pozemcích apod., ale i na technických stavbách, např. na zemních hrázích před vzrůstem vegetačního krytu apod.

Výsledky německých pokusů odpovídají do určité míry americkým pokusům s kriliem, zaměřeným na omezení erozní činnosti povrchově stékající vody. Při amerických pokusech byla zkoušena účinnost krilia na těžkých jílovitých půdách na uměle založených svazích o sklonu 22 až 34° ve srovnání s účinky slaměného krytu (Weeks, Colter 231). Průběžně bylo sledováno množství smyté půdy při přirozených i umělých srážkách. Použití různých druhů umělých polyelektrolytů

ukázalo, že mají vzájemně poněkud odlišné vlastnosti. Zvláště vhodným se jevil prostředek CRD-189, Na-sůl kyseliny polyakrilové - krilia, jehož účinek byl prakticky týž, jako když byl pokryt svah slamou. Při tom se ukázalo, že je výhodnější rozpráší krilium po půdním povrchu než vmísit ho do půdy. Podařilo se snížit množství smyté půdy z 225 t/ha na přibližně 12,5 t/ha.

Dalšími pokusy byl zkoumán vliv krilia ve spojení s přídatným osevem travin. Bylo zjištěno, že nejlepší byl vzrůst travin na parcelách, na nichž bylo použito CRD-189. Škodlivý vliv prostředku na kořenový systém travin nebyl zjištěn. Lepší vzrůst vegetace lze přičíst pravděpodobně zlepšenému vláhovému režimu v půdě a vyšší vlhkosti půdního povrchu jako důsledku příznivější struktury těchto půd. Mimoto netrpí klíční traviny nedostatkem světla jako pod slamou.

Pro použití těchto prostředků ke zlepšení půdních vlastností byly v USA vyrobeny pojízdné agregáty, které zároveň s polyelektrolyty rozpuštěnými ve vodě rozstříkují travní semena a hnojiva na čerstvě nasypané hráze. Pro zvláště sklonité svahy se dobře osvědčilo použít kombinovaného slabého krytu slamou s postříkem krilia. Silná tmelící působnost krilia rovněž zamezila, aby byl odnesen slaměný kryt větrem.

Použití nových syntetických prostředků ke zlepšení půdní struktury v zemědělství nesmí v žádném případě vytlačit

přírozené hnojení půdy. Výzkumy v půdní chemii v souvislosti s hledáním nových možností, jak vytvořit drobtovitou strukturu v zemědělských půdách ukázaly i nové cesty v použití hnojiv. Dříve se často předpokládalo, že přidání vápna samo o sobě může v půdě vést k vytvoření drobtovité struktury; v této souvislosti se mluvílo o komplexu jíl-Ca-humus. Dnes však víme, že působení vápna je více nepřímé, a že záleží především v podpoře mikrobiálního rozkladu a výstavbě organické půdní substance, čímž přispívá k vytváření lineárních koloidů. Půdní struktura se zlepší pravidelným přidáváním ne příliš rozložených organických látek podstatně více než dodáváním zetlelé mrvy ve větším časovém odstupu. To vše si musíme jasně uvědomit, dříve než použijeme k tomu účelu umělých přípravků, neboť jsou vzhledem k přirozeným hnojivům drahé. Je proto účelné použít umělých syntetických prostředků až tehdy, nedosáhneme-li žádoucího účinku správným využitím hnojiv.

Zatím jich lze s výhodou použít pouze na půdách s cennými kulturami, zejména ve vinařství a v zahradnictví, ale i tam, kde toho vyžadují speciální účely, např. v boji proti půdní erozi apod. V NDR bylo použití látek HPAN rentabilní i na řepařských půdách při dávce 15 kg/ha, při nákladu asi 75 východoněmeckých marek za 1 libru.

Na světovém trhu se pohybuje cena těchto látek mezi 1 centem a 5,0 \$ za 1 libru.

Německý prostředek Verdickung „AN“ a jeho účinky

Údaje o složení a účinku umělých syntetických prostředků ke zlepšení půdní struktury najdeme v zahraniční literatuře. Některé zkoušky s nimi byly konány i u nás. Prostředky vyráběné západními firmami jsou však pro nás poměrně těžko dostupné. Pracovníci NDR vyrobili v posledních letech přípravky „Verdickung AN“, který se svými účinky vyrovná ostatním dosud vyráběným prostředkům. Poněvadž tento prostředek je pro nás dnes nejdostupnější, pokládáme za účelné seznámit naši technickou veřejnost s pokusy, které s ním byly v NDR konány.

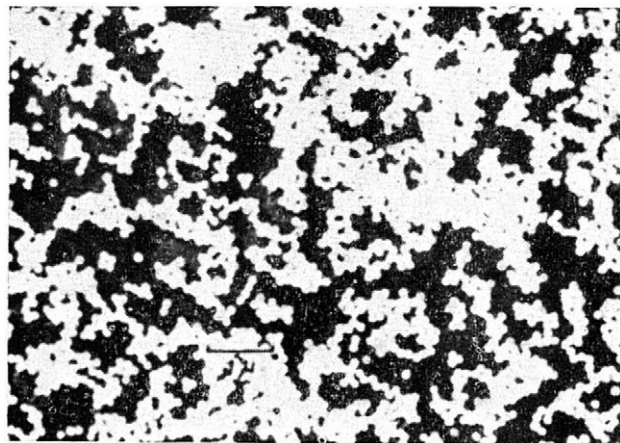
„Verdickung AN“ je Na-NH₄ polyakrilát, vyráběný jako viskózní tekutina podnikem CHEMISCHE WERKE BUNA. Jeho účinky jsou podobné účinkům amerického krilia. Cena je podle údajů ústavu meliorací zemědělsko-zahradnické fakulty university K. Marxe v Lipsku přibližně 45 východoněmeckých marek za 50 kg. Vzhledem k výrobním nákladům

je zatím jeho použití omezeno pouze na případy, u nichž lze prokázat rentabilitu, tj. např. ve vinařství, v zahradnictví apod.

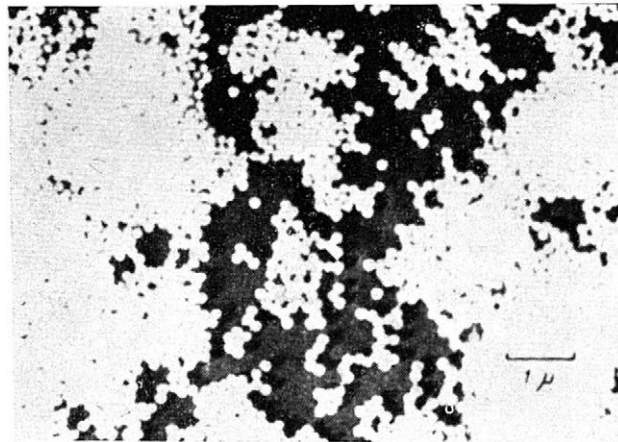
Aby lépe vynikly vlastnosti tohoto prostředku, byly konány pokusy s jeho použitím ve srovnání s účinky krilia a železitého kamence.

První pokusy byly konány v laboratoři a jejich cílem bylo získat údaje o vlivu tohoto prostředku na půdní agregaci. Tak bylo podle údajů Fiedlera (58) 10 gr umělých půdních drobtů o průměru 3 až 4 mm vloženo na sadu sít s oky 1 mm, 0,5 mm a 0,2 mm a krátce za sebou bylo prolito 500 ccm vody ve zvlášť upraveném Sekyrově kapilárně-zavlažovacím přístroji. Zbytek půdní hmoty na jednotlivých sítích byl vysušen a zvážen. Výsledky pro jílovité a sprašové půdy podává tabulka II.

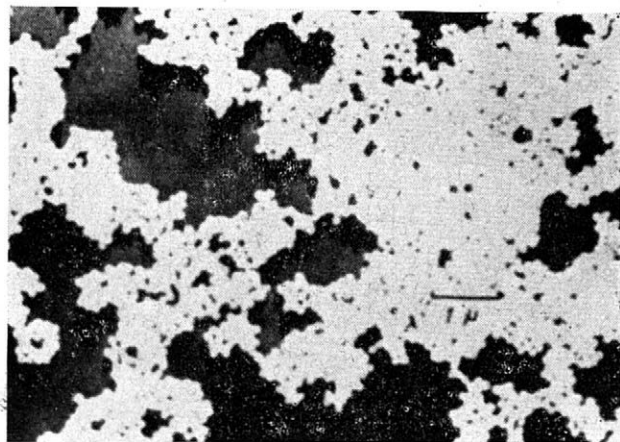
Z tabulky vyplývá: 1. procento drobtů > 0,2 mm je při použití umělých prostředků vyšší než bez jejich použití; vliv na



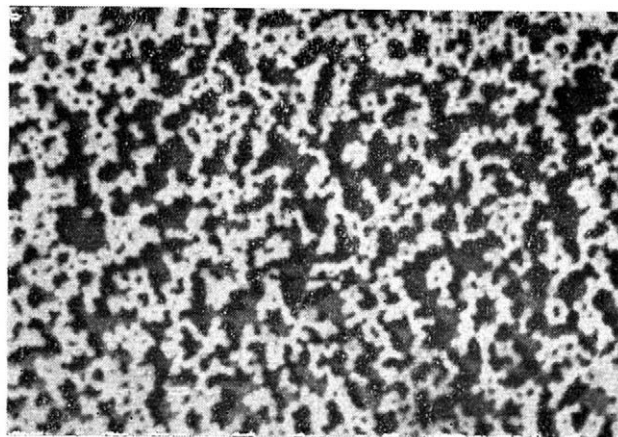
1. Polystyrolová suspenze (60)



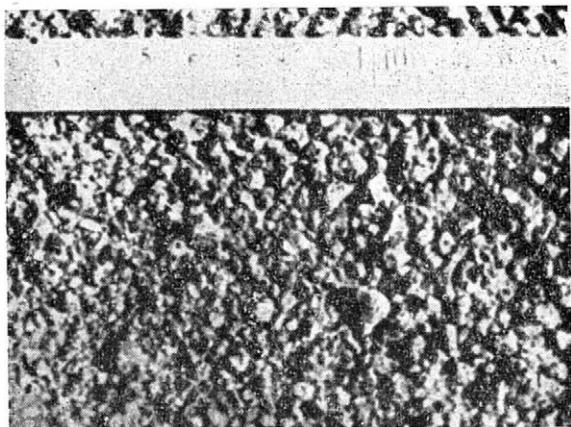
2. Polystyrolová suspenze po přidání 1 % tylózy (60)



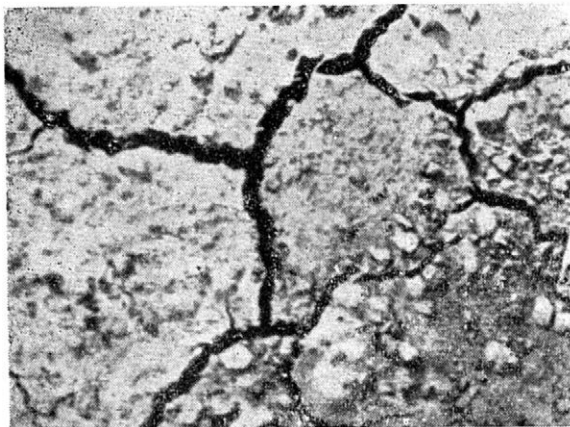
3. Polystyrolová suspenze po přidání 2 % tylózy (60)



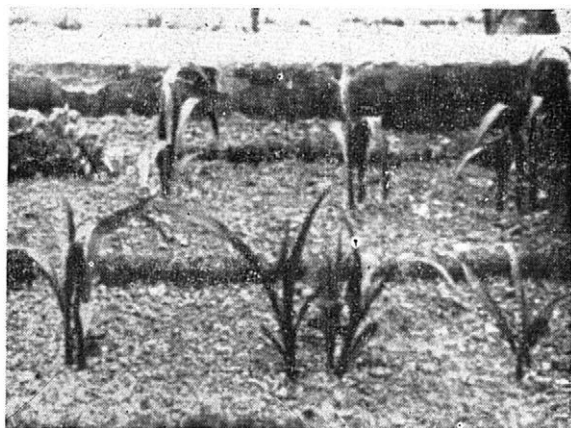
4. Polystyrolová suspenze po přidání 4 % tylózy (60)



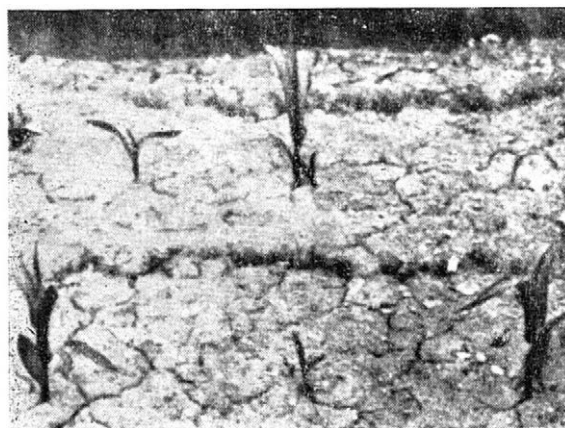
10. Vliv polyakrylátu na stabilitu drobtů uměle zavlažené lateritické půdy (58)



11. Tátáž uměle zavlažená lateritická půda bez použití polyakrylátu (58)



12. Vzrůst mrkve a kukuřice na lateritické půdě při použití polyakrylátu (58)

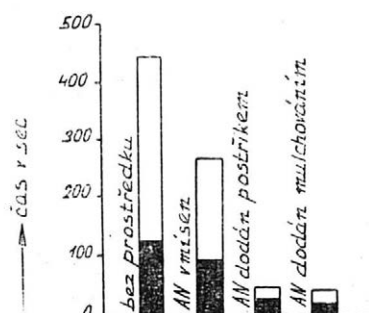


13. Vzrůst mrkve a kukuřice na lateritické půdě bez použití polyakrylátu (58)

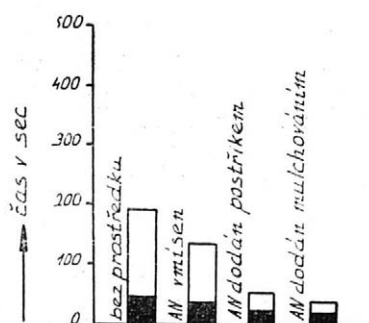
Použitý prostředek	Půdní agregáty v % objemu po jejich zvlhčení			
	> 1 mm	1,0–0,5 mm	0,5–0,2 mm	< 0,2 mm
1. Jílovité půdy bez prostředku	0,0	0,1	6,6	94,3
0,1% Verdickung AN	0,4	3,1	20,9	75,6
0,02% Verdickung AN	24,1	18,3	20,3	37,3
0,1% krilium	65,4	4,8	6,2	23,6
2,0% želez. kamenec	0,0	0,1	1,8	98,1
2. Sprašové půdy bez prostředku	1,2	0,2	3,4	95,2
0,1% Verdickung AN	6,9	1,4	42,6	49,1
0,02% Verdickung AN	18,5	16,3	34,3	30,9
0,1% krilium	21,1	17,2	33,9	27,8
2,0% želez. kamenec	0,7	0,1	2,3	96,9

jejich množství má druh půdy. 2. Optimální koncentrace pro krilium a Verdickung AN je různá; příliš vysoká koncentrace Verdickung AN snižuje jeho účinek na stabilitu půdních drobtů. 3. Podle výsledků se zdá, že krilium působí zejména dobře u jílovitých půd.

V dalším pokuse opět při použití Sekyrova přístroje pro kapilární závlahu



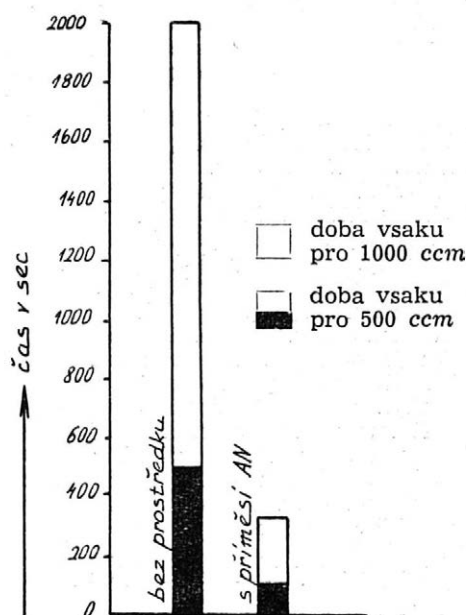
7. Vliv působení polyakrylátu na lateritické půdy po delší době sucha (vsak 2×500 ccm vody na 100 ccm půdy — 58)



8. Vliv působení polyakrylátu na lateritické půdy po lehkém dešti 4 mm (58)

byla prokázána vyšší propustnost lateritických půd po použití Verdickung AN. Výsledek udávají obr. 7, 8 a obr. 9.

Měřilo se tak, že při dodání 2×500 ccm vody byla vždy měřena doba od dopadu první kapky na půdu až k úplnému vsáknutí dávky. Jak ukázal pokus, působí použití Verdickung AN postřikem na půdním povrchu lépe než vpraví-li se do půdy hráběmi v práškovitém stavu. Lze to přičíst lepšímu rozdělení přípravku v půdě v prvním případě. Postřik roztokem AN působí téměř tak dobře jako silné mulchování. Ze srovnání obou obrázků vy-



9. Propustnost uměle zavlažované lateritické půdy (58)

plývá zřetelně vyšší stabilita lehce navlhčených drobtů než u drobtů vyschlých na vzduchu, což souhlasí i s předchozími laboratorními pokusy.

Rozdíly mezi půdou s prostředkem Verdictung AN a bez jeho použití vystupují ještě zřetelněji při umělé závlaze, jak vyplývá z obr. 9.

Při pokusech s umělým zavlažováním lateritických půd, při nichž bylo dodáváno na půdní povrch v určitém časovém odstupu konví vždy 8 l/m² vody a po 2 měsíce byly sledovány půdní poměry, se zjistilo, že při použití Verdictung AN nebyly půdní drobtů závlahou prakticky dotčeny, zatímco půdní drobtů u půd, na nichž nebylo použito umělého prostředku, se rozpadly tak, že povrch půdy ve vlhkém stavu rozbředl a při vyschnutí se vytvořily zřetelné trhliny (viz obr. 10 a 11).

Vliv rozdílného stavu půdní struktury u půd, na nichž bylo použito Verdictung AN a u půd bez jeho použití, se projevil zřetelně u vývoje a růstu vegetace. V půdě s nepříznivou strukturou, zejména v suchém stavu, musí klíčící rostlinky vydat příliš mnoho energie k proniknutí na půdní povrch a často pronikají pouze trhlínkami mezi hroudami, zatímco v půdách se zlepšenou strukturou vlivem použití Verdictung AN klíčí pravidelně a lehce (viz obr. 12 a 13). Důležité je i to, že prostředek Verdictung AN umožňuje snadnější zpracování půdy, při čemž nejsou s přemisťováním hrud trhány a poškozovány rostliny. Všechny tyto okolnosti mají vliv na růst vegetace i na dobu zrání.

Pokusy s použitím Verdictung AN a krilia na kulturách rajských jablek daly tyto výsledky:

Použitý prostředek	Počet vyklíčených rostlin po	
	10 dnech	14 dnech
bez prostředku	9	14
+ 0,1 % krilia	19	25
+ 0,02 % Verdictung AN	19	22

Z tohoto pokusu i řady jiných je zřejmé, že použití umělých prostředků ke zlepšení a udržení půdní struktury přispívá též k lepšímu klíčení a růstu vegetace, přičemž účinky amerického krilia a německého Verdictung AN jsou přibližně stejné.

Uvedenými pokusy byl plně prokázán příznivý účinek prostředku Verdictung AN na půdu.

Výrobci doporučují používat Verdictung AN dvojím způsobem:

1. Při použití na půdním povrchu se buď přípravek po půdním povrchu rovnoměrně rozpráší a poté se lehce navlhčí nebo se použije přímo jeho tříprocentního roztoku ve vodě. Při použití roztoku je nutno vzhledem k jeho vysoké viskozitě použít postřikovačů s relativně vysokým tlakem (alespoň 10 atm.).

Při tomto způsobu, který se již osvědčil na řadě míst, se užívá asi 70 až 100 kg prostředku na 1 ha, což podstatně snižuje náklady. To se projevilo výhodným hlavně při zakládání nových travních ploch, kde mimo účelnosti lze mluvit i o příznivých ekonomických podmínkách.

2. Při použití Verdictung AN v celé orniční vrstvě je výhodnější použít jej ve formě prášku. V tomto případě musí mít ornice žádoucí optimální vlhkost, aby

prostředek mohl být dobře vpraven do půdy.

S použitím Verdictung AN koná v současné době pokusy asistentka ústavu meliorací zemědělsko-zahradnické fakulty university K. Marxe v Lipsku. Zkoumá jeho účinky na zpevnění výsypek v uhlíkových oblastech. Pokusy koná v terénu i v laboratoři. V terénu sleduje vliv přípravku na odtok z přirozených srážek a odnos půdních částic. Na výsypech vytvořila umělý spád na plochách velkých 1×1 m ve sklonu 1:3. Odtékající voda je sváděna žlabem do záchytné nádoby. Plochy jsou členěny asi po 0,25 m proužky vegetace v řádcích. Některé svahy jsou holé, některé porostlé jetelem nebo vojtěškou. Přípravek byl dodáván na půdu postřikem zředěný vodou. V půdě se vytvořily drobtů 2 až 3 mm v průměru. Pro zjištění účinnosti přípravku byla metodikou stanovena kombinace: první plocha bez přípravku, druhá plocha postříkána přípravkem koncentrace 0,03 % váhových, třetí plocha postříkána přípravkem koncentrace 0,05 % a čtvrtá plocha pro vzájemné srovnání kriliem. Spotřeba přípravku se řídí podle hloubky půdní vrstvy, v níž má být upravena struktura. Požaduje-li se vytvoření drobovitější struktury do hloubky 3 cm, je potřeba 80 kg AN/ha, do hloubky 6 až 10 cm

120 kg/ha a do hloubky větší než 10 cm 160 kg/ha. Odtoky a smyv půdy byl měřen z přirozených srážek vždy za 10 až 18 dní. Při pedologickém průzkumu byla v terénu zjišťována mocnost půdního

profilu, v laboratoři zrnitost, hygroskopická apod. Rozbory zrnitosti smytého materiálu z pokusných ploch při různých intenzivních srážkách nedávají průkazné rozdíly.

Souhrn

Umělé prostředky ke zlepšení strukturního stavu půd mohou mít značný význam v zemědělské výrobě, kde pomohou řešit jednu z nejzávažnějších otázek — vytváření drobtovité struktury. Řada pokusů s jejich použitím dala příznivé výsledky. Jejich širšímu použití zabráňuje zatím poměrně vysoká výrobní cena, která by způsobila značné zvýšení nákladů na zemědělskou výrobu. Rentabilita při jejich použití byla zatím prokázána pouze u cenných kultur, jako je např. vinná réva, zahradnické kultury apod., a především v boji proti vodní i větrné erozi.

V poslední době vzrůstá zájem o použití syntetických organických substancí pro technické účely. Setkáváme se již s jejich použitím v injekční technice, při zpevňování zemních hrází, v silničním a železničním stavitelství, v tunelovém stavitelství a v poslední době i v pozemním stavitelství.

Jejich použití je tedy mnohostranné. Pro naše poměry je účelné zhodnotit jejich význam na základě četných pokusných výsledků v cizině a zaujmout k této otázce konečné stanovisko.

Z toho důvodu je připojena literatura, pojednávající o uvedených problémech.

Literatura

1. Affleck, I. G.: Marketing Chemicals for Soil Stabilization, Ind. And Eng. Chem. 47, 2232-2234 (1955).
2. Aleishina, V. I.: Arch. Sci. Biol. UdSSR 43, 15-24 (1936).
3. Alexansrowa, L. H.: Potschowedenije 9, 23-34 (1954).
4. Alderfer, R. B.: Soil structure studies with synthetic conditions. Pennsylvania agr. exp. sta. bul. 586, 1954.
5. Aldrich, D. G.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, 191 (1949).
6. Aldrich, D. G. and Martin, J. P.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 276-281 (1954).
7. Alinari, E. u. Scotton, G. I.: Ann. d. sperim. agr. 8, 899-917 (1954).
8. Allison, L. E., Moore, D. C.: Effect of VAMA and HPAN soil conditioners on Aggregation, surface crusting and moisture retention in alkali soils, Soil sci. soc. Amer. proc. 20, 143, 1956.
9. Allison, L. E.: Soil and plant responses to VAMA and HPAN soil conditioners in the presence of high exchangeable sodium. Soil sci. soc. Amer. proc., 20, 147, 1956.
10. van Bavel, C. H. M.: Effect of certain organic agents on waterstable soil aggregation, Iowa State Coll., J. Sci. 25, 373-375 (1951).
11. van Bavel, C. H. M.: Use of valatile silicenes to increase water stability of soil, Soil Sci. 70, 291-297 (1950).
12. Bayer, L. D.: Soil physics, ed. 2. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1948.
13. Bayer, L. D.: Miss. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 129 (1929).
14. Bayer, L. D.: Amer. Soil Survey Assoc. Bul. 16, (1935).
15. Bayer, L. D.: Amer. Soil Survey Assoc. Bul. 17, 28-30 (1936).
16. Bergmann, W. u. Fiedler, H. J.: Wiss. Zeitschr. Univ. Jena 4, 349-357 (1955).
17. Beutelspacher, H.: Landbau-Forschung Völkensrode, H. 4, 90-92 (1955).
18. Beutelspacher, H.: Z. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 69, 108-115 (1955).
19. Bodily, H. L.: Soil Sci. 57, 341-349 (1944).
20. Bradfield, R.: Amer. Soil Survey Assoc. Bul. 17, 31-32 (1936).
21. Broadbent, F. E.: Advances in Agronomy V, 153-183 (1953).
22. Brooks, H. R., Bower, C. A. and Reeve, R. C.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20, 325-327 (1956).
23. Browning, G. M.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 2, 85-96 (1937).
24. Browning, G. M. and Milam, F. M.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 6, 96-97 (1941).
25. Browning, G. M. and Milam, F. M.: Soil Sci. 57, 91-106 (1944).
26. Buehrer, T. F. et al.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, 157 (1949).
27. Burr, W. W. and Russel, J. C.: Abs. Proc. First Int. Cong. Soil Sci., 1st. Com., 68 (1927).
28. Cernuda, C. F., Smith, R. M.: Influence of initial soil moisture condition on resistance of macroaggregates to slaking and waterdrop impact, Soil Science, Vol. 77, 19-27 (1954).
29. Challinor, S. W., Haworth, W. N. and Hirst, E. L.: Journal of the Chemical Society, 1560-1564 (1934).
30. Cheifil, W. S.: Effects of Asphalt on Some Phases of Soil Structure and Erodibility by Wind-Soil, Sci., Soc. Amer. Proc. 19, 125-127 (1955).
31. Cooper, E. A., Daker, W. D. and Stacey, M.: Biochem. J. 32, 1752 (1938).
32. Davidson, E. A. and Page, J. B.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20, 320-324 (1956).
33. Davis, H. M.: Krillium for crops, Chemistry 25, 5, 1-8 (1952).
34. Dawson, R. C.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, 180-184 (1945).
35. Deile, O., Krämer, H. and Klaus, W.: Kolloid-Z. 130, 105 (1953).
36. D'eleusis, C.: Krillium-new soil conditioner, Flower Crower 39, 4, 57, 72-73 (1952).
37. Ders-Nature 171, 7 (1953).
38. Ders. and Webley, D. M.: J. Agr. Sci. 37, 257 (1947).
39. Ders. and Lambe, T. W.: J. Agr. Food Chem. 1, 835 (1953).
40. Downs, S. C., Mc. Calla, T. M. and Haskins, F. A.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 179-181 (1955).
41. Dubach, P., Zweifel, G., Bach, R. u. Deuel, H.: Z. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 69, 97-108 (1955).
42. Duley, F. L. and Russel, J. C.: Jour. Amer. Soc. Agron. 31, 703-709 (1939).
43. Duley, F. L.: The effect of a synthetic soil conditioner (HPAN) on intake runoff and erosion. Soil sci. soc. Amer. proc. 20, 420, 1956.
44. Elson, J.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8, 87 (1944).
45. Elson, J. and Lutz, J. F.: Soil Sci. 50, 265-275 (1940).
46. Evans, T. H. and Hibbert, H.: Advances in Carbohydrate Chem. 2, 203-233 (1946).
47. Fekete, B.: Z. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 74, 227-232 (1956).
48. Fiedler, H. J.: Wiss. Zeitschrift. Univ. Jena 4, 459-466 (1954/55).
49. Fiedler, H. J. und Bergmann, W.: Synthetische Bodenverbesserungsmittel, IV. — Die Deutsche Landwirtschaft, 6 (1954).
50. Fiedler, H. J. und Bergmann, W.: Auf dem Wege zu fruchtbaren Böden-Neue Erfahrungen mit synthetischen Bodenverbesserungsmitteln, Umschau, Heft 2, 44-46, Frankfurt am Main (1957).
51. Fiedler, H. J.: Beschleunigung der Sedimentation in Suspensionen von Ton durch Synthetische organische Flockungs-

- mittel, Zeitschrift „Zucker“, 12, 237-277 (1957). — 52. Fiedler, H. J.: Chemie, Wirkung und Anwendungsgebiete synthetischer organischer Koagulations- und Peptisationsmittel, Zeitschrift f. Wasserwirtschaft-Wassertechnik 1957. — 53. Fiedler, H. J.: Über die Wirkung organischer Polyanionen und Polykationen auf Bodenbestandteile und Böden, Wiss. Ztschr. Univ. Jena 1957 (im Druck). — 54. Fiedler, H. J. und Bergmann, W.: Neue Anwendungsmöglichkeiten synthetischer organischer Substanzen in der Technik, Umschau in Wissenschaft und Technik, 4, 117-118 (1957). — 55. Fiedler, H. J.: Chemie, Wirkung und Anwendungsgebiete einiger Bodenstabilisatoren, Die Deutsche Landwirtschaft, 7 (1957). — 56. Fiedler, H. J. und Bergmann, W.: Einschränkung der Wind- und Wassererosion des Bodens durch synthetische Polyelektrolyte, Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 4, 124 (1954). — 57. Fiedler, H. J.: Habilitationsschrift Jena 1956/57. — 58. Fiedler, H. J. und Bergmann, W.: Archiv für Gartenbau, 3, 95 bis 104 (1955). — 59. Fiedler, H. J. und Bergmann, W.: Angewandte Chemie 67, 699-704 (1955). — 60. Fischer, E. W. und Rentschler, W.: Zur Verbesserung der Bodenstruktur durch synthetische Hochpolymere, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde, Heft 3, 232-234 (1957). — 61. Fischer, E. W.: Dissertation, Stuttgart (1957). — 62. Flaig, W.: Landbau-Forschung Völknerode, Heft 4 (1953). — 63. Flaig, W.: Physikal. Verh. Heft 5 (1953). — 64. Flaig, W.: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, H. 60, 1-27. — 65. Forsyth, W. G. C.: Biochem. Journ. 41, 176 (1947). — 66. Forsyth, W. G. C.: Biochem. Journ. 46, 141 (1950). — 67. Forsyth, W. G. C. and Webley, D. M.: Journ. Gen. Microbiol. 3, 395 až 399 (1949). — 68. Forsyth, W. G. C. and Webley, D. M.: Biochem. Journ. 44, 455-459 (1949). — 69. Fountaine, Journ. Soil Sci. 5, 251 (1954). — 70. Fuller, W. H.: Soil Sci. 64, 183-197 (1947). — 71. Fuller, W. H.: Soil Sci. 64, 435-444 (1947). — 72. Fuller, W. H.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 280-283 (1947). — 73. Fuller, W. H., Bartholomew, W. V. and Norman, A. G.: Soil Sci. 64, 143-156 (1947). — 74. Fuller, W. H., Gomness, N. C., Scherwood, L. V.: The influence of soil aggregate stabilizers on stand, composition, and yield of crops on calcareous soils of southern Arizona. Arizona Agr. exp. sta. tech. bul. 129, 1953. — 75. Gasparini, M., u. Alinari, E.: Estratto dagli atti della Accademia Georgofili. — 76. Gasparini, M. and Alinari, E.: Stabilimenti Tipolitografici Vallecchi, Firenze 1951. — 77. Gasparini, M., Alinari, E.: Ricerche sui fenomeni fisico-chimici alla struttura dei terreni argillosi Stabilimenti Tipolitografici Vallecchi, Firenze 1954. — 78. Geltzer, F. U.: Chemi Social Agr. Oriz. 7, 45-61; 8, 63-63 (1937). — 79. Geoghegan, M. J.: Proc. of the Soc. for Appl. Bact. Nr. 2, 77-81 (1947). — 80. Geoghegan, M. J.: Fourth Int. Cong. Soil Sci. Trans. 1, 198-201 (1950). — 81. Geoghegan, M. J. and Armitage, E. R.: Nature 163, 29-30 (1949). — 82. Geoghegan, M. J. and Brian, R. C.: Nature 158, 837 (1946). — 83. Geoghegan, M. J. and Brian, R. C.: Biochemi Journ. 43, 5-13 (1948). — 84. Chani, M. O., Hasan, K. A. and Khan, M. F. A.: Soil Sci. 80, 469-478 (1955). — 85. Gilbert, V. E. and Stacey, M.: Chem. Soc. 1560 až 1561 (1948). — 86. Gilmour, C. M., Allen, O. N. and Truog, E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, 292-296 (1948). — 87. Gnaedinger, J. P.: Soil stabilization by injection techniques. Ing. and Eng. Chem. 47, 2249-2253 (1955). — 88. Graff, O.: Landbau-Forschung, H. 4, 81-83 (1955). — 89. Grim, R. E. and Bradley, W. F.: Amer. Mineralogist 33, 50 (1948). — 90. Grossi, F. X. and Woolsey, J. L.: Effect of fatty quaternary ammonium salts and physical properties of certain soils, Industrial and Engineering Chem. 47, 2253-2258 (1955). — 91. Guttay, J. R., Cook, R. L. and Erickson, A. E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20, 526-528 (1956). — 92. Hagin, J. and Bodman, G. B.: Soil Sci. 78, 367-378 (1954). — 93. Hagin, J., Bodman, G. B.: Influence of the polyelectrolyte CRD-186 on aggregation and other physical properties of some California and Israeli soils and some clay minerals. Soil Sci. 78, 367, 1954. — 94. Haise, R. H., Jensen, L. R., Alles, J.: Effect of synthetic soil conditioner on soil structure. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 17, 1955. — 95. Hancock, C. K.: Aluminium Sulfate and Iron Sulfates as Auxiliaries in Bituminous Stabilization of Soils, Industrial and Engineering Chemistry 47, 2269-2275 (1955). — 96. Hanke, F.: Dissertation Bonn, 1956. — 97. Harrison, Tarr and Hibbert: Canadian J. Research 3, 449 (1930). — 98. Haworth, W. N., Pinkard, F. W. and Stacey, M.: Nature 836-837 (1946). — 99. Hedrick, R. M., Mowry, D. T.: Soil Sci. 73, 427-441 (1952). — 100. Hemel, J. W.: Erfahrungsberichte über Flotal, Mitt. d. DLG 69, H. 5, 115 (1954). — 101. Henin: Theses Paris 1938. — 102. Hedrick, R. M., Mowry, D. T.: Effect of synthetic polyelectrolytes on aggregation, aeration water relationships of soils. Soil Sci. 73, 427, 1952. — 103. Hibbert: Tipson and Brauns, Canadian J. Research 4, 221 (1931). — 104. Hirst, E. L.: ref. in Angewandte Chemie 67, Nr 9/10, 283 (1955). — 105. Homrighausen: Dissertation, Giessen 1954. — 106. Hopkins, E. W., Peterson, W. H. and Fred, E. B.: Journ. Amer. Chem. Soc. 52, 3659-3668 (1930). — 107. Hopkins, R. P.: Acrylate salts of divalent metals, Ind. and Eng. Chem., 47, 2258-2265 (1955). — 108. Horvath, S.: Die Deutsche Landwirtschaft 5, 593-594 (1953). — 109. Houwink, R.: Elastizität, Plastizität und Struktur der Materie; Leipzig 1938. — 110. Hubbell, D. S. and Chapman, J. E.: Soil Sci. 62, 271 bis 281 (1946). — 111. Ingelman, B.: Acta Chem. Scand. 2, 805-812 (1948). — 112. Islam, M. A., and Hossain, M.: Soil Sci. 78, 429-434 (1954). — 113. Jamison, V. C.: Soil Sci. 76, 143-151 (1953). — 114. Jeanes, A., Wilham, C. A., and Miers, J. C.: J. Biol. Chem. 176, 603-615 (1948). — 115. Joffe, J. S.: Advances in Agronomy VII, 141-187. — 116. — and Zimmerman, M.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 9, 51-55 (1945). — 117. Jones, M. B., Pratt, P. F. and Martin, W. P.: The effect of HPAN and VAMA on the fixation and availability of potassium in several Ohio soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21, 95, 1957. — 118. Kačinskij, N. A.: O někotorych nepraviľnych metodach strukturoobrazovania počvy, Počvovėdėnie 10, 619-627 (1949). — 119. Kalovoulos, J. M.: Soil Sci. 80, 463-467 (1955). — 120. Kanivetz, I. I., u. Korneeva, N. P.: Pedology 32, 1429-1441 (1937). — 121. Kappen, H.: Landw. Versuchsstationen 88, 34-35 (1916). — 122. — Handbuch der Bodenkunde von Blanck. VIII. S. 379. Springer Verlag, Berlin 1931. — 123. Keen, B. A.: Jour. Amer. Soc. Agron. 19, 362-368 (1927). — 124. Kertscher, F.: Merkbl. d. DLG-Landesgruppe Tübingen. — 125. Knickmann, E.: Weinberg und Keller 4, 10-15 (1957). — 126. Kroth, E. M., and Page, J. B.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 27-34 (1947). — 127. Kruyt, H. R.: Colloid Science, Vol. 1, Irreversible systems. Elsevier Publ. Comp. 1952. — 128. Kutilek, M.: Vytvėření pűdní struktury umělými polymery, Vodní hospodářství 1955, č. 12, str. 452-456. — 129. Laatsch, W.: Dynamik der mitteleuropaischen Mineralböden; Leipzig 1954. — 130. Lambe, T. W., and Michaels, A. S.: Chemical and Engineering News 32, 488-492 (1954). — 131. Lambe, T. W.: Ind. Eng. Chem. 47, 2230 (1955). — 132. Lamm, R.: Kriilum for garden soils, Ovensk Jordbeforsk 97-99 (1953). — 133. Langelier u. Ludwig, zitiert bei Gasparini und Alinari: Stabilimenti Tipolitografici Calcechi, Firenze (1951). — 134. Lauritzen, C. W.: Soil stabilizers for seepage control in irrigation canals and reservoirs, Ind. and Eng. Chem. 47, 2245-2248 (1955). — 135. Laws, W. D.: The influence of soil properties on the effectiveness of synthetic soil conditioners. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 378, 1954. — 136. Lütjeharms, W. J.: Pharmaz. Weekbl. 87, 636-640 (1952). — 137. Lutz, J. F.: Missouri Agr. Exp. Sta. Research, Bull. 212 (1934). — 138. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1, 43-45 (1936). — 139. Martin, W. P., Taylor, G. S., Engibons, J. C., Burnett, E.: Soil and crop responses from field application of soil conditioners. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7, 455, 1952. — 140. Martin, J. P.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7, 218-222 (1942). — 141. — Soil. Sci. 59, 163-174 (1945). — 142. — Jour. Bact. 50, 349-360 (1945). — 143. — Soil. Sci. 61, 157-166 (1946). — 144. Martin, J. P., and Aldrich, D.

G.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 50-55 (1955). — 145. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 160-164 (1954) — 146. — and Craggs, A. B.: Journ. Amer. Soc. Agron. 38 332-339 (1946). — 147. — Martin, W. P., Page, J. B., Raney, W. A., and de Menth, J. D.: Advances in Agronomy VII, 1-35 (1955) New York. — 148. Martin, J. P. and Waksman, S. A.: Soil Sci. 50, 29-47 (1940). — 149. — Soil Sci. 52, 581-394 (1941). — 150. Martin, T. L., and Anderson, D. A.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7, 215-217 (1942). — 151. — Anderson, D. A., and Goates, R.: Soil Sci. 54, 297 až 302 (1942). — 152. Martin, W. P.: Report on soil conditioning chemicals, Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17, 1, 1953. — 153. Martin, W. P., Taylor, G. S. and Volg, G. W.: Soil and crop responses to soil conditioners, Pacific coast nurseryman 11,3 (1952). — 154. Mazurak, A. P.: Soil Sci. 76, 181-191 (1953). — 155. Mc Calla, T. M.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7, 209-214 (1942). — 156. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 260-263 (1946). — 157. Mc Henry, J. R., and Russell, M. B.: Soil Sci. 57, 351 bis 357 (1944). — 158. McIntire, F. C., Peterson, W. H., and Riker, A. J.: J. Biol. Chem. 143, 491-496 (1942). — 159. Mc Naught, K. J.: New Zealand J. Sci. Techn. Sect. 35, H. 5, 450-453 (1955). — 160. De Menth, J. D., Martin, W. P., Taylor, G. S., Alban, E. K.: Effect of field applications of synthetic soil — aggregate stabilizers on plant emergence, Soil Sci. 1, 25-33 (1955). — 161. Meunier, V. C., Williamson, G. L., and Hopkins, R. P.: Soil water relationships in calcium acrylate stabilized soil. Ind. and Eng. Chem. 47, 2265 (1955). — 162. Meunier, V. C., Reynolds, J. H., and Gnaedinger, J. P.: Aenderung von Bodeneigenschaften durch Chemikalien. Angew. Chemie 67, 349 (1955). — 163. Meyer-Mark, Makro-molekulare Chemie; Leipzig 1953. — 164. Meyers, H. E., and Mc Calla, T. M.: Soil Sci. 51, 189-200 (1941). — 165. Michaels, A. S.: Ind. Eng. Chem. 46, 1485 (1954). — 166. Millar, C. R., and Turk, L. M.: Fundamentals of Soil Science; New York 1952. — 167. Mishustin, E. N.: Mikroorganismen und Bodenfruchtbarkeit, Moskau 1956, S. 182-192. — 168. Mishustin, N. E. u. Pushkonskaya, O. I.: Mikrobiologie (UdSSR) II. 92-104 (Chem. Abs.) 38, 3065 (1944). — 169. Mortensen, J. L., Martin, W. P.: Effect of soil conditioner fertilizer interactions on soil structure, plant growth and yield. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 81, 33, 1956. — 170. Myers, H. E.: Soil Sci. 44, 331-359 (1937). — 171. Myers, H. E., and Throckmorton, R. I.: Some experiences with asphalt in the establishment of grasses and legumes for erosion control, Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 6, 495-461 (1942). — 172. Neal, O. R.: Advances in Agronomy V, 383 (1953). — 173. Norman, A. G.: The Biochemical Journal 23, 1353-1366; 1367-1384 (1929). — 174. — and Bartholomew, W. V.: Soil Sci. 56, 143-150 (1943). — 175. Obenshain, S. S., and Gish, P. T.: Va. Agr. Exp. Sta. Bul. 73, 1-12 (1941). — 176. Page, J. B., and Bodman, G. B.: E. Truog, ed. Mineral Nutrition of Plants, pp 133-167 Univ. of Wisc. Press Madison (1951). — 177. Peele, T. G.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1, 47-58 (1937). — 178. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 2, 79-85 (1937). — 179. — Journ. Amer. Soc. Agron. 32, 204-212 (1940). — 180. Peele, S. C.: Exp. Sta. Ann. Rpt. 54, 40-42 (1941). — 181. — and Beale, O. W.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5, 33-35 (1941). — 182. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 6, 176-182 (1942). — 183. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8, 254-257 (1944). — 184. Peters, D. B., Hagan, R. M., Bodman, G. B.: Available moisture capacities of soil as affected by additions of polyelectrolyte soil conditioners. Soil Sci. 75, 467 (1953). — 185. Quastel, J. H., and Webber, D. M.: The Journal of Agricultural Science 73, 257-266 (1947). — 186. — Influence of organic matter on aeration and structure of Soil Science, Vol. 73, June 1952. — 187. — Krilium and synthetic soil conditioners, Nature, Vol. 171, Nr 4340 (1953). — 188. Raney, W. A.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17, 76 (1953). — 189. Reeves, R. E.: J. Biol. Chem. 154, 49-55 (1944). — 190. Remisov, N. P., u. Ismaelairch, O. I.: Proc. Internat. Cong. Soil. Sci. Comm. 2, 560 (1930). — 191. Rennie, D. A., Truog, E., and Allen, O. N.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18, 399-403 (1954). — 192. Rentschler, W.: Naturw. 43, 127 (1956). — 193. Richards, L. A. et al. in: "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils", U. S. Dept. Agr. Handbook Number 60. — 194. Robinson, D. O., and Page, J. B.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15, 25-29 (1951). — 195. Rouatt, J. W., and Lochhead, A. G.: Soil Sci. 80, 147-154 (1955). — 196. Ruhrwein, R. A., Ward D. W.: Mechanism of clay aggregation by polyelectrolytes, Soil Sci. 73, 485, 1952. — 197. Russell, E. J.: Soil conditions and plant growth; New York City (1950). — 198. Russell, M. B., Klute, A., and Jacob, W. C.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16, 156-159 (1952). — 199. Schachtschabel, P.: Mitt. d. DLG. 70, 813-815 (1955). — 200. Scheffer, F., u. Kloeke, A.: Plant and Soil 7, 269-280 (1956). — 201. Schiller, G.: Die Bodenkultur, 6, 84-90 (1952). — 202. Schmitt, L., u. Jungermann, R.: Landw. Forschung 8, 171-177 (1956). — 203. Schofield, R. K. and Samson, H. R.: ref. in Angewandte Chemie, S. 37, 38 (1955). — 204. Schreiber, H.: Dissertation Giessen 1955. — 205. Schulenburg, L.: What gardeners want to know about Krilium, Home Gard. 19, 4, 13 (1952). — 206. Schulz, W.: Z. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 57, 244-261 (1952). — 207. Sekera, F. und Brunner, A.: Beiträge zur Methodik der Gareforschung, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 29, 169 (1943). — 208. Sekera, F.: Gesunder und kranker Boden, Verlag Paul Parey, Berlin 1951. — 209. Sherwood, L. V., Engibous, J. C.: Status report of soil conditioning chemicals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17, 9, 1953. — 210. Shorey, E. C. and Martin, J. B.: Jour. Amer. Chem. Soc. 52, 4907-4915 (1930). — 211. Shrikhande, J. G.: Journ. Biochem. 27, 1551-1574 (1933). — 212. Shrikhande, J. G.: Biochem. Journ. 30, 1789-1794 (1936). — 213. Smith, H. V. et al.: Soil Sci. 63, 451-462 (1947). — 214. Smith, J. C.: Mixing Chemicals with Soil, Industrial and Engineering Chemistry, 47, 2240-2244 (1955). — 215. Smolik L.: Obsah lipidů v hlavních typech moravských půd, Věstník ČAZ, 3 (1928). — 216. Smolik, L.: Vliv travního porostu na některé fyzikální a chemické vlastnosti půdy, Sborník ČSAZV, Rostl. výr. č. 3-4, 231-237 (1955). — 217. Stacey, M.: J. Chem. Soc. 853-864 (1947). — 218. Stacey, M. and Swift, G.: J. Chem. Soc. 1555-1559 (1948). — 219. Stevenson, F. J., Marks, J. D., Varner, J. E. and Martin, W. P.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16, 69-73 (1952). — 220. Sugi Jiro: On the effect of Krilium for brine supersaturated with CaSO₄. Bull. Soc. Salt Sci. Japan 7, 31 (1954). — 221. Swaby, R. J.: Journ. Gen. Microbiol. 3, 236 (1949). — 222. Swaby, R. J.: Jour. of Soil Sci. 1, 182-194 (1950). — 223. Swanson, M. A.: J. Biol. Chem. 172, 805-814 (1948). — 224. Swanson, C. L. W., Hanna, R. M.: Effects of excessive cultivation and puddling on conditioner — treated Soils in the laboratory, Soil Sci. 1, 15-25 (1955). — 225. Torstensson, G. u. Fiedler, H. J.: Nordisk Jordbruksforskning 38, 279-282 (1956). — 226. Uppal, H. L.: The Indian Journal of Agricultural Science XXV, 211-235 (1955). — 227. Verona, O.: Ital. Agr. 89, 15-21 (1952). — 228. Waksman, S. A.: Humus. The Williams and Wilkins Company; Baltimore 1938. — 229. Waksman, S. A. and Martin, J. P.: Science 90, No. 2335, 304-305 (1939). — 230. — and Reuszer, H. W., Soil Sci. 33, 135-151 (1932). — 231. Woolsey, J. L.: Effect of fatty quaternary ammonium salts on physical properties of certain soils. Ind. and Eng. Chem. 47 (1955) 2253-2258. — 232. Weldon, T. A., and Hide, J. C.: Soil Sci. 54 343-352, 1942. — 233. Werkman, C. H. and Wilson, P. W.: Bacterial Physiology, New York 1951, str. 281, 548. — 234. Wichtmann, H. Z. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde 71, 232-246 (1955). — 235. Willis, W. O., Freezing and Thawing and Wetting and Drying in Soil Treated with Organic Chemicals, Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 263-266 (1955). — 236. Winters, E., and Simonson, R. W., Advances in Agronomy 3, 2-86 (1951).

Применение искусственных полиэлектролитов в почвенной мелиорации

Для улучшения структурного состава почвы искусственные полиэлектролиты могут иметь большое значение в сельскохозяйственном производстве. При помощи полиэлектролитов может быть решен один из наиболее важных вопросов — образование комковатой структуры почвы. Ряд опытов с их применением дал благоприятные результаты. Более широкому их применению пока препятствует сравнительно высокая себестоимость, которая вызывает значительное повышение расходов в сельскохозяйственном производстве. Рентабельность их применения пока была доказана только для ценных культур, как например, виноградная лоза, садовые и овощные культуры и т. п. и, прежде всего, в борьбе с водной и ветровой эрозией.

В последнее время возрастает применение синтетических органических субстанций для технических целей. Мы встречаемся также с их применением в инжекторской технике, при укреплении земляных плотин, в шоссе и железно-дорожном строительстве, при строительстве туннелей, а последнее время и в наземном строительстве.

Anwendung von künstlichen Polyelektrolythen bei Bodenmeliorationen

Künstliche Mittel zur Verbesserung des Bodenstrukturstandes können eine große Bedeutung in der landwirtschaftlichen Produktion haben, wo sie eine von den wichtigsten Fragen — die Ausbildung der Krümelstruktur — zu lösen helfen. Eine Reihe von Versuchen mit ihrer Anwendung ergaben günstige Ergebnisse. Ihre weiteste Anwendung hindert jedoch vorläufig der verhältnismäßig hohe Erzeugungspreis, der eine wesentliche Erhöhung der Aufwände für die landwirtschaftliche Produktion verursachen würde. Die Rentabilität bei ihrer Anwendung wurde vorläufig nur bei wertvollen Kulturen bewiesen, wie z. B. bei der Weinrebe, Gärtnerkulturen u. ä. und vor allem im Kampf gegen die Wasser- sowie Winderosion.

In der letzten Zeit wächst das Interesse für die Anwendung von synthetischen organischen Substanzen für technische Zwecke an. Ihre Anwendung finden wir schon in der Injektionstechnik bei der Verfestigung von Lehmdämmen, beim Straßen- und Eisenbahnbau, beim Tunnelbau und zuletzt auch im Landbau.

Za rozvoj nové techniky v lesním hospodářství

Prof. dr. inž. Karel MATYÁŠ

Katedra lesní těžby, dopravy a zpracování dřeva ČVUT v Praze

Pozorujeme-li pracovní poměry v našem lesním hospodářství, uvědomujeme si, jaký v nich nastal přerod. Do lesního provozu, v celé jeho šíři, nastoupila technika, která všude proniká a vše ovlivňuje. Stroje, mechanismy, technický duch a myšlení se stávají nepostradatelnými u všech snah po pokroku. Lesnictví začíná v tomto směru dostíhat jiné pracovní obory.

Ještě nedávno jsme byli sami přesvědčeni o tom, že jsme v lesnictví technicky zaostali. Ta zaostalost nebyla však vždy zaviněná, nýbrž spíše měla své kořeny ve snaze po co nejlepším přizpůsobení pracovnímu prostředí, tedy lesu, a v obavách, že by ji strojová práce spíše poškozovala než prospívala. Obavy byly opřeny o nedobré zkušenosti s některými stroji a lidská práce se pak dostala přímo do protikladu se strojovou prací. Vzpomeňme si jen, jaký odpor vládl proti používání motorových pil a jak brzy byl překonán. Musíme si uvědomit, jak se mnozí lesníci dívají na práci pásových traktorů. Je však jen třeba, aby užívané stroje byly skutečně přizpůsobeny požadavkům lesní práce, aby byly správně používány a aby respektovaly požadavky lesního provozu.

Potřebujeme speciální stroje s vlastní technologií, a pak se vždy ukáže jejich převaha nad lidskou prací, zejména když jde o výkony těžké, namáhavé a rozsáhlé.

Postup k tomu již nastal, a to právě u nejtěžších a nejobtížnějších prací, především při odvozu dříví a ve skladištních manipulacích. Nové stroje musí být nejen lepší, ale především pokračující vhodností uspokojovat specifické požadavky lesních prací. Do konstrukce a upotřebení lesních strojů musí stále více mluvit lesníci, především z provozu. Vhodnost strojů mají také posuzovat dělníci, kteří s nimi pracují, i hospodáři, kteří počítají s jejich výkonem. Lepší stroje vykonají více a také i lepší práce, odstraní námahu lidí a sníží také potřebu pracovních sil. V lese bude pracovat více specialistů, kteří zde mohou nacházet dobré životní zaopatření, a pro které bude nutno mít celoroční zaměstnání. Všeobecným zavedením strojů do lesnictví se stane toto odvětví specializovaným, efektivnějším a spojeným s menšími obtížemi, než jak je tomu v přítomné době.

Aby se takových poměrů dosáhlo co nejdříve a co nejlépe, je třeba aktivní spolupráce všech pracovníků s vědou, výzkumem a výrobami. Nesmírnou a záslužnou úlohu mají přitom zlepšovatelé a vynálezci.

Aby pomohl těmto snahám, vyhradil sborník Lesnictví ČSAZV toto číslo technickým článkům a námětům z výzkumu, jehož pracovníci se záměrně řídí zásadami co nejvhodněji přizpůsobit strojovou práci lesnímu provozu. Bude-li náš výzkum i odborná praxe vytrvale sledovat započatou cestu, můžeme počítat s rychlým zdomácněním strojů a techniky vůbec ve všech odvětvích lesnictví, a to i v takových, která se dříve od toho vzdalovala.

Výsledkem všech snah bude dosažení vlastní lesnické technizace, přizpůsobené potřebám lesa, která je dnes ještě nová, ale stane se samozřejmou a všeobecnou.