

bados, 19: 29 ff. (1920). — IVANOV, H. A.: Experimental production of haploids in *Nicotiana rustica* L. and discussion of haploidy in flowering plants. *Genetica* 20: 295—297 (1938). — KARPETSCHEK, G. D.: (Der Ertrag von Haploiden, Charakter und Bedeutung ihrer Nachkommen.) O produkcii karakteristike potomstva i snatsche-nie gapoliodov. *Teoret. Osn. Selekc. Rast.* 1: 419—426 (1935). — KOSTOFF, D.: Das Problem der Haploidie. *Bibliographia Genetica* 1: 1—48 (1941). — NATARAJAN, A. T., and SWAMINATHAN, M. S.: Haploidy induced by radiations in Wheat. *Experientia* 9: 336—337 (1958). — NAVASCHIN, M. S.: (Neue Möglichkeiten der Pflanzenzüchtung.) Novitie wosmoschnosti selekcii rastenij. *Semenowodstwo* 2: 11—16 (1933). — PRATASSENJA, G. D.: Production of polyploid plants. Haploid and triploids in *Prunus persica*. *Dokladi Akad. Nauk UdSSR. Ref. Plant Breed. Abstr.* 9: 1602 (1939). — ROHMEDE, E., und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg—Berlin, 1959. — SCHEIBE, A.: Einführung in die Allgemeine Pfanzenzüchtung. Stuttgart, 1951. — SIRKS, M. J.: General Genetics. Haag, 1956. — STANFORD, E. H., and CLEMENT, W. M.: Cytology and crossing behavior of a haploid alfalfa plant. *Agr. Jour.* 3: 589—592 (1958). — SYRACH LARSEN, C.: Genetics in silviculture. London, 1956. — TRALAU, H.: Über eine haploide Form von *Populus tremula* aus Uppland. *Botaniska Notiser, Lund*, 1957: 481—483. — TSCHERMAK, E. V.: Über hybridogene Parthenogenesis. *Züchter* 7: 137 ff. (1935). — TSCHERMAK, E. V.: Über muttergleiche Scheinbastarde. *Züchter* 11: 337 ff. (1939). — TSCHERMAK, E. V.: Reizfruchtung, Samenbildung ohne Befruchtung. *Biologia Generalis* 19: 3 ff. (1949). — ZIMMERMANN, K.: Zwillingsauslese als Möglichkeit zur Züchtung von Fremdbefruchttern. *Züchter* 21: 253—255 (1951).

(Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Zweigstelle Wächtersbach, der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft)

Ringelungsversuche zur Steigerung der Blühwillingkeit an japanischer Lärche (*Larix leptolepis* [Sieb. & Zucc.] Gord.) und an europäischer Lärche (*Larix decidua* Mill.)*)

Von G. H. MELCHIOR

(Eingegangen am 11. 2. 1960)

Einleitung

Zur Erhöhung der Blühwillingkeit ist im Obstbau neben anderen Methoden schon lange die Methode der Ringelung bekannt (vgl. GOEBEL 1908, MOLISCH 1930, KEMMER 1943, KOBEL 1954, SAX 1954). KEMMER (1943) stellte fest, daß nach einer Ringelung während der Hauptwachstumszeit das nicht zerstörte Kambium noch vor dem Winter eine dünne Rindenschicht bildet. Erste Erfolge, durch Rindenringelung an Waldbäumen die Blühwillingkeit zu erhöhen, hatten LANTELME 1933 an Buche und POND 1936 an *Fraxinus nigra*. In den folgenden Jahren konnten an Waldbäumen, besonders der Kiefer STEFANSSON 1948, HOLMES und MATTHEWS 1951, HITT 1954, MANN und RUSSEL 1957 und HOEKSTRA und MERGEN 1957 durch partielle Ringelung, HITT 1954 und 1958 durch Spiralringelung, ARNBORG 1946, HOLMES und MATTHEWS 1951 und BERGMAN 1955 durch Ganzringelung eine Erhöhung der Blütenzahl, speziell der Zahl der Zapfenblüten, erreichen. BOUVARELS Annahme (1954), daß Wurzelschnitt bessere Resultate als Strangulation und Ringelung verspricht, wurde durch die Untersuchungen BERGMANS 1955, zumindest für die Kiefer, widerlegt. Ringelung am Wurzelhals ergab eine anhaltende Blühstimulation, welche durch Düngung mit Kalisalzen und durch Wurzelschnitt verstärkt werden konnte. BERGMAN 1955 kommt auf Grund seiner Versuche an der Kiefer weiterhin zu der Ansicht, daß die Vitalität geringelter Bäume nicht nennenswert geschwächt wird, wenn es sich nicht um besonders schwache Exemplare handelt.

Ringelversuche an Lärchen wurden m. W. nur von MITCHELL 1957 durchgeführt. Er konnte nachweisen, daß durch zwei im Juni am Schaft von Hybridlärchen übereinander ausgeführte Halbringelungsschnitte die Blütenzahl erhöht werden kann.

*) Die Arbeit gehört zu den in Wächtersbach mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeföhrten „Untersuchungen zur Förderung der Blüten- und Samenbildung an Waldbäumen“, wofür ich hier der Deutschen Forschungsgemeinschaft meinen Dank sagen möchte. Herrn Forstmeister Dr. H.-H. HEITMÜLLER danke ich für die stetige Unterstützung bei diesen Untersuchungen.

Da unsere verschiedenen Lärchenklonen angehörenden Ppropfinge bis zum Zeitpunkt der Behandlung kaum geblüht hatten, neben MITCHELLS knappen Angaben weitere Untersuchungen über die Wirkung und den Zeitpunkt der Ringelung an Lärchen nicht existieren, wurde in unseren Versuchen zunächst einmal der günstigste Zeitpunkt der Behandlung festgestellt. Weiter wurde untersucht, ob durch Ringelung das Geschlechtsverhältnis beeinflußt werden kann, ob klonspezifische Unterschiede in der Reaktionsweise der gleichen Art bestehen und ob Unterschiede in der Reaktionsweise zwischen europäischen und japanischen Lärchen zu erkennen sind.

Pflanzenmaterial, Behandlungsweise und statistische Auswertung

Alle Ringelungsversuche im Jahr 1957 wurden an vierjährigen europäischen Lärchen-Ppropflingen durchgeführt, deren Ppropfreiser von 100- bis 160-jährigen Plusbäumen geworben waren. Insgesamt handelt es sich um 100 Ppropfinge von 15 Klönen. Die Stärke der Ppropfinge an der Ringelungsstelle betrug zwischen 1 und 3 cm. Ungefähr ein Drittel der Ppropfinge wuchs zum Zeitpunkt der Behandlung mit aufrechtem oder wenig geneigtem Haupttrieb; der Rest wuchs plagiotrop; die Ansatzwinkel der Seitenzweige waren meist größer als 90 Grad. Alles in allem zeigten letztere Ppropfinge den Habitus von aus den Kronen alter Lärchen entnommenen, in den Boden gesteckten Seitenzweigen. Alle Ppropfinge waren im 50 X 50 cm Verband ausgespflanzt.

Die Behandlung wurde von Ende Mai bis Ende August 1957 in vierwöchigem Abstand an mehreren Pflanzen jedes Klones so vorgenommen, daß sich mehrere Seitenzweige, jedoch mindestens einer, unterhalb der Ringelungswunde befanden, um bei eventuellem Abgang des über der Ringelungsstelle befindlichen Ppropfingesteiles den Ppropfling zu erhalten. Es wurden nur Bastringelungen durchgeführt, d. h. ein Rindenband konstanter Breite ohne stärkere Verletzung der kambialen Schichten wurde entfernt (vgl. KEMMER 1943). Die Wunde wurde mit Hilfe zweier

parallel an dünnen Holzbrettchen befestigten Klingen konstant 1,05 cm breit gehalten. Ein Verstreichen der Wunden mit Baumwachs (vgl. KEMMER 1943) erübrigte sich, da sofort starker Harzfluß einsetzte.

Die Ringelungsversuche zwischen Mitte und Ende Mai in der Vegetationsperiode 1958 wurden an 66 Pflanzen von 15 europäischen und 72 Pflanzen von 11 japanischen Lärchen-Klonen durchgeführt. Der größte Teil der 1958 behandelten Lärchen-Pfropflinge wuchs aufrecht. Die Behandlung erfolgte auf die oben beschriebene Weise.

Um für die Auszählung der Blüten eine konstante Bezuggröße zu erhalten, wurde diesmal jeweils am Übergang eines Schaft-Jahrestriebes zum nächsten geringelt und die Blüten auch an den Kontrollpflanzen nur bis zu dieser Stelle ausgezählt.

Zur Probe auf Signifikanz der Blütenzahlen und Längen der Gipfeltriebe behandelter und unbehandelter Pfropflinge wurde der nicht parametrische WILCOXON-Test benutzt (s. SIEGEL 1956). Nullhypothese H_0 : Die behandelten Pfropflinge haben keine größeren Blütenzahlen und kürzere Gipfeltriebe als die Kontrollen. H_1 : Die behandelten Pfropflinge haben größere Blütenzahl und kürzere Gipfeltriebe als die Kontrollen. Sicherheitswahrscheinlichkeit $P = \alpha = 5\%$.

Zum Vergleich des Verhaltens verschiedener Klone hinsichtlich der Blütenbildung nach Ringelung wurde wiederum (s. HEITMÜLLER und MELCHIOR 1960) der FRIEDMAN-Test benutzt (SIEGEL 1956). Nullhypothese H_0 : Zwischen den Klonen gleichbehandelter Pfropflinge bestehen keine Unterschiede hinsichtlich der Anzahl der Blüten. H_1 : Es sind auch keine Unterschiede zwischen Pfropflingen gleichbehandelter Klone feststellbar. Sicherheitswahrscheinlichkeit $P = \alpha = 5\%$.

Ergebnisse der Ringelungsversuche 1957/58

Alle im Mai und Juni geringelten Pfropflinge verfärbten, soweit sie nicht durch mechanische Beschädigungen durch Gartengeräte für die Auswertung ausfielen (s. Tab. 1), um ungefähr 1½ Monate vor den Kontrollen (s. auch KEMMER und SCHULZ 1949 b). Ende Mai geringelte Pfropflinge hatten bis Ende der Vegetationsperiode die Ringe-

Tab. 1. — Ausfälle an europäischen Lärchen-Pfropflingen nach Ringelung zu verschiedenen Zeitpunkten der Vegetationsperiode 1957.

Ringelung im Monat	Anzahl der nicht ausgewerteten Pfropflinge. Pfropflinge oberhalb der Ringelungsstelle abgebrochen		verdorrt	
Mai	1		0	
Juni	3		1	
Juli	3		4	
August	2		8	



Abb. 1. — Ringelschnitt an einem 5jährigen japanischen Lärchen-Pfropfling gegen Ende der Vegetationsperiode.

lungswunde überwallt (Abb. 1, 2); die im Juni und später geringelten überwallten sie nur zum Teil.

1. Vergleich der Blütenzahlen der zu verschiedenen Zeitpunkten behandelten Pfropflinge

Die Wirkung der Ringelung konnte bereits im folgenden Frühjahr durch eine erhöhte Blütenzahl festgestellt werden. Wider Erwarten waren die Blütenzahlen jedoch nur bei den im Mai behandelten Pflanzen größer als an den



Abb. 2. — Ringelschnitte an demselben japanischen Lärchen-Pfropfling, der in zwei aufeinanderfolgenden Jahren behandelt wurde, gegen Ende der Vegetationsperiode nach dem zweiten Ringelschnitt.

Tab. 2. — Vergleich der Blütenmittelwerte nebst mittlerem Fehler an unbehandelten (= K) und zu verschiedenen Zeitpunkten der Vegetationsperiode 1957 geringelten (= R) europäischen Lärchen-Pfropflingen. Auszählung der Blüten im Frühjahr 1958 und 1959.

Monat der Behandlung	Anzahl der Blüten pro Pfropfling							
	♂				♀			
	R		K		R		K	
Mai	13,5 ± 6,8	1,3 ± 1,2	7,4 ± 7,4	0	22,5 ± 15,9	0	0	0
Juni	4,7 ± 2,3	3,1 ± 2,7	2,1 ± 1,3	0	2,6 ± 1,6	3,6 ± 1,4	1,8 ± 1,4	0
Juli	4,3 ± 1,3	7,7 ± 7,4	9,0 ± 4,6	5,3 ± 3,7	3,0 ± 2,1	0	2,4 ± 1,5	0
August	0	42,6 ± 20,4	0,4 ± 0,2	0	0	1,6 ± 1,2	0,3 ± 0,2	0,1 ± 0,1

Kontrollen (s. Tab. 2). Bei später geringelten Ppropflingen war die Anzahl der Blüten gleich denen der Kontrollen oder geringer als diese. Neben einer Erhöhung der Zahl der männlichen Blüten weisen im Mai geringelte Pflanzen auch eine Erhöhung der Zahl der Zapfenblüten auf. Vergleicht man die Blütenzahlen von allen zu verschiedenen

Tab. 3. — Absolutwerte der Blütenzahlen an unbehandelten (= K) und an behandelten (= R) europäischen und japanischen Lärchen-Ppropflingen (Ringelungsversuch Mai 1958).

Lärchen-Art	europäische Lärchen				Lärchen-Art	japanische Lärchen			
Art der Behandlung	R	K	Art der Behandlung	R	K				
Zucht-Nr.	♂	♀	♂	♀	Zucht-Nr.	♂	♀	♂	♀
225	2	0	0	0	B 4	332	1	20	0
	3	0	0	0		361	0	17	0
	2	1	0	0		385	0	7	0
	1	0	0	0		159	0	32	0
66	4	3	0	0	108	360	4	0	0
	0	0	0	0		283	2	26	0
12	9	0	0	0		121	13	0	0
	7	6	0	0		62	9	23	0
	10	6	0	0	85	147	15	0	0
52	34	5	0	0	84	48	0	0	0
31	7	5	0	0		44	0	0	0
	58	25	0	0		34	0	0	0
59	6	0	0	0	86	769	2	0	0
	1	1	0	0		70	0	0	0
60	0	0	0	0		340	0	15	0
	11	0	0	0		118	0	41	0
61	20	0	0	0	90	127	1	0	0
	46	0	0	0		323	0	0	0
62	9	12	0	0		232	0	0	0
	14	12	0	0		62	0	8	0
63	2	2	0	0	73	385	1	64	0
	30	0	0	0		359	2	97	0
	10	2	0	0		192	2	0	0
224	6	0	0	0	113	1031	3	0	0
54	129	4	0	0		374	0	0	0
	90	12	0	0		134	0	9	0
	45	12	0	0		73	0	0	0
53	8	4	0	0	112	1474	40	28	0
	0	0	2	0		423	2	10	0
57	176	11	0	0		156	3	39	0
58	0	0	0	0	111	258	1	1	0
	0	0	0	0		219	0	5	0
	8	0	0	0	100	264	2	0	0
						165	1	0	0
						22	0	0	0
						83	0	0	0

Zeitpunkten geringelten Pflanzen, so scheint eine Ringelung bis Ende Mai am günstigsten zu sein, weil sowohl die Zahl der männlichen als auch die der weiblichen Blüten erhöht wird, und die durch die Ringelung hervorgerufenen Ausfälle infolge schneller Überwallung der Wunde gering sind (s. Tab. 1).

2. Nachwirkung der Ringelung

Im Frühjahr 1959 blühten die im Mai 1957 geringelten und im Frühjahr 1958 reproduktiv gewordenen Pflanzen kaum (s. Tab. 2). Bei den im Juni und später behandelten Pflanzen stieg die Zahl der Blüten, besonders die der männlichen, jedoch stark an. Die Wirkung einer spät in der Vegetationsperiode durchgeföhrten Ringelung wird also erst in der 2. Vegetationsperiode nach der Behandlung augenscheinlich.

Ergebnisse der Ringelungsversuche 1958

1. Wirkung der Ringelung auf die Blütenzahl und das vegetative Wachstum

Auf den Versuchen des Vorjahres aufbauend, wurden alle Ringelungsversuche 1958 im Mai d. J. durchgeföhr. Auch diesmal waren die Ringelungswunden bis Ende der Vegetationsperiode an den meisten Ppropflingen vollständig geschlossen. Die Auszählung der Blüten erfolgte in der Zeit von Mitte März bis Anfang April 1959.

Die Tabelle 3 gibt die absoluten Blütenzahlen an europäischen und japanischen Lärchen-Ppropflingen wieder. Jeweils eine bis vier behandelte Pflanzen des gleichen Klones wurden ebensovielen unbehandelten Pflanzen nach Zufall paarweise zugeordnet. Die Kontrollen der europäischen Lärchen mit Ausnahme eines Ppropflings trugen weder männliche noch Zapfenblüten. Auch an den Kontrollpflanzen der japanischen Lärchen wurden keine Zapfenblüten ausgebildet. Durch Ringelung jedoch steigt die Zahl der männlichen Blüten gegenüber den jeweiligen Kontrollen an europäischen Lärchen um das 75fache, an

Tabl. 4. — Mittelwerte mit mittleren Fehlern der Blütenzahlen an ungeringelten (= K) und geringelten (= R) europäischen und japanischen Lärchen-Ppropflingen. Die Relativwerte wurden auf die männlichen Blüten der Kontrollpflanzen der europäischen Lärche bezogen.

Art der Behandlung	R		K	
	♂	♀	♂	♀
Geschlecht der Blüten				
europeäische Lärche	22,6 ± 5,9	3,9 ± 0,9	0,3 ± 0,3	0
japanische Lärche	253,4 ± 40,1	2,3 ± 0,9	11,6 ± 3,1	0
Relative Werte				
europeäische Lärche	75,3	13,0	1	0
japanische Lärche	844,7	7,7	38,7	0

Tabl. 5. — Sicherheitswahrscheinlichkeit (= P) beim Vergleich der Anzahl der Blüten von ungeringelten (= K) und geringelten (= R) Ppropflingen der gleichen Art sowie von ungeringelten und geringelten Ppropflingen der verschiedenen Arten.

Geschlecht der Blüten	♂			♀		
Statistiken	N	T	P	N	T	P
japanische Lärche R — K	36	0	< 0,003%	18	0	< 0,5
europeäische Lärche R — K	29	4,5	< 0,003%	29	0	< 0,003
europeäische-japanische Lärche K	16	1	< 0,5%	keine ♀ vorhanden		
europeäische-japanische Lärche R	33	7	< 0,003%	23	103	> 2,5

japanischen Lärchen um das 22fache, während Zapfenblüten an beiden Arten überhaupt nur nach Ringelung ausgebildet wurden. Tabelle 4 gibt die Mittelwerte der Anzahl der Blüten bei beiden Arten wieder. Sowohl die Zahl der Zapfenblüten als auch die der männlichen Blüten wurde bei beiden Lärchenarten gegenüber den Kontrollpflanzen durch Ringelung signifikant erhöht (Tab. 5).

Tab. 6. — Zuwachs des Gipfeltriebes in cm an geringelten (= R) und an ungeringelten (= K) europäischen und japanischen Lärchen-Pfropflingen.

Lärchen-Art	europ. Lärche		Lärchen-Art	japan. Lärche	
	Zucht-Nr.	R	K	Zucht-Nr.	R
225	55	116	B 4	36	48
	51	70		53	—
	36	45		34	51
	55	72		29	—
66	93	105	108	25	100
	35	113		45	57
12	46	41		21	32
	50	67		38	45
	63	128	85	49	30
52	53	126	84	43	100
31	92	92		23	103
	93	65		40	72
59	59	113	86	49	84
	72	102		61	89
60	62	97		17	56
	54	121		33	6
61	64	120	90	28	79
	69	84		12	81
62	76	80		34	83
	71	105		24	41
63	78	66	73	22	99
	60	119		43	84
	63	94		31	90
224	48	90	113	55	113
54	38	87		40	110
	76	116		48	28
	39	112		45	117
53	27	47	112	48	122
	63	74		15	69
57	51	54		39	68
58	40	51	111	38	70
	69	113		44	57
	60	87	100	37	119
				22	20
				30	100
				66	23

Tabelle 6 gibt die absoluten Zuwachse der Gipfeltriebe an europäischen und japanischen Lärchen-Pfropflingen wieder. Aus diesen Zahlen geht hervor — die Mittelwerte sind in Tabelle 7 zusammengestellt —, daß eine Ringelung neben der Erhöhung der Zahl der reproduktiven Organe eine weitere sowohl für die Züchtung als auch für die praktische Verwendung von Pfropflingen in Samenplantagen höchst erwünschte Wirkung hat. Das Längenwachstum der Pfropflinge, die oft wie Sämlinge intensives Gipfelwachstum aufweisen, wird signifikant reduziert (s.

Tab. 7. — Mittelwerte mit mittleren Fehlern des Zuwachses an ungeringelten (= K) und geringelten (= R) europäischen und japanischen Lärchen-Pfropflingen. Die Relativwerte wurden auf den Zuwachs ungeringelter europäischer Lärchen-Pfropflinge bezogen.

Behandlung	R	K
europäische Lärche	56,4 ± 2,6	81,7 ± 5,7
japanische Lärche	40,2 ± 1,7	74,8 ± 1,6
Relativwerte		
europäische Lärche	69,0	100
japanische Lärche	49,2	91,5

Tab. 8. — Sicherheitswahrscheinlichkeit (= P) beim Vergleich des Zuwachses von ungeringelten (= K) und geringelten (= R) Pfropflingen der gleichen Art sowie zwischen ungeringelten und geringelten Pfropflingen der verschiedenen Arten.

Statistiken	N	T	P
japanische Lärche R — K	34	50	0,003%
europäische Lärche R — K	32	31	0,003%
europäische-japanische Lärchen K	33	144	0,7 %
europäische-japanische Lärchen R	31	19,5	0,003%

Tab. 8), und zwar das Gipfelwachstum an japanischen Lärchen-Pfropflingen in stärkerem Maße als an europäischen Lärchen-Pfropflingen.

2. Vergleich der Blütenzahl und des Längenwachstums des Gipfeltriebes zwischen europäischen und japanischen Lärchen-Pfropflingen gleichen Alters

Für die manchenorts angelegten Hybrid-Samenplantagen mag es interessant sein, die Blütenzahlen beider Lärchenarten zu vergleichen. Es wäre allerdings voreilig, aus dem Ergebnis der Beobachtungen einer Vegetationsperiode bindende Schlüsse zu ziehen. Hierzu würden erst umfangreichere Versuche berechtigen.

Tab. 9. — Vergleich der Blütenzahlen europäischer und japanischer Lärchen-Pfropflinge im Frühjahr 1958 und 1959.

Lärchenart	japanische Lärche		europäische Lärche		
	Jahr	1958	1959	1958	1959
Anzahl der Blüten pro Pfropfling		210,5	12,3	3,2	1,9
Anzahl der Pfropflinge		35	35	47	33

Tabelle 9 zeigt, daß europäische Lärchen-Pfropflinge weder 1958 noch 1959 ein ausgesprochenes Blütejahr hatten. Die Zahl der männlichen Blüten blieb gering und nur vereinzelt waren im Frühjahr 1958 an un behandelten Pfropflingen Zapfenblüten vorhanden (s. auch Tab. 2 u. 3). Dagegen haben japanische Lärchen-Pfropflinge im Frühjahr 1958 sehr stark geblüht (s. HEITMÜLLER und MELCHIOR 1960). Im Frühjahr 1959 jedoch betrug die Gesamtblütenzahl gegenüber dem Vorjahr nur ein Siebtel, so daß das Frühjahr 1958 nach den bisherigen Beobachtungen für die japanische Lärche als ausgesprochenes Blütejahr angesehen werden kann (s. Tab. 9, MELCHIOR 1960). Hier soll nun die Anzahl der Blüten von gleichalten japanischen und europäischen Lärchen-Pfropflingen im Frühjahr 1959, also für beide Arten in einem Nichtblütejahr, verglichen werden.

Das Verhältnis der männlichen Blüten un behandelter Pfropflinge zwischen beiden Arten im Frühjahr 1959 wird durch den Quotient 38,7:1 (Tab. 4) zugunsten der japanischen Lärche wiedergegeben. Dieses Verhältnis wird durch Ringelung für die europäische Lärche günstiger gestaltet. Die Zahl der männlichen Blüten an japanischen Lärchen-Pfropflingen beträgt dann nur noch das 11,4fache der an europäischen Lärchen (Sicherheitswahrscheinlichkeit siehe Tab. 5). Da auch die Zahl der Zapfenblüten nach Ringelung bei europäischen Lärchen stärker ansteigt als an japanischen Lärchen (Tab. 4), erfahren europäische Lär-

chen-Pfropflinge nach der Ringelung die relativ stärkste Förderung der Blühwilligkeit.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang das Verhalten des Gipfeltriebes bezüglich des Längenwachstums. Es ist an den Kontrollpflanzen der europäischen Lärche signifikant höher als an japanischen Lärchen, auch noch nach der Behandlung (s. Tab. 8). Obwohl also die relativ stärkste Erhöhung der Blütenzahl nach Ringelung an europäischen Lärchen erfolgt, wird ihr vegetatives Wachstum gegenüber den Kontrollpflanzen weniger vermindert (um 31%) als an japanischen Lärchen (um 46%, s. Tab. 4).

Diskussion

Wie die Ergebnisse der Ringelungsversuche 1957/58 zeigen, kann auch durch Ringelung eine Erhöhung der Blühwilligkeit und damit der Blütenzahl erreicht werden, und zwar in der folgenden Vegetationsperiode, falls der Eingriff bis Ende Mai des Behandlungsjahres durchgeführt ist, und in der übernächsten, wenn die Behandlung bis Ende August durchgeführt wird. SAX stellte 1957 am Apfel fest, daß ein Ringschnitt, wobei der Rindenring umgekehrt wieder eingesetzt und mit Gummi befestigt wurde, im folgenden Jahre nur wenige oder keine Blüten bringt, wenn er zu einem Zeitpunkt erfolgt, an dem die Blütenprimordien bereits differenziert sind. Das würde umgekehrt bedeuten, daß der Zeitpunkt der Blüteninduktion schon vorüber ist, wenn durch Ringelung die Blütenzahl nicht mehr gesteigert werden kann. Bei Anwendung dieser Folgerung auf unsere Versuche an europäischer Lärche würde das heißen, daß die Blüteninduktion im Jahr 1957 bereits vor Ende Juni stattgefunden hätte, weil Ringelung Ende Mai die Zahl der Blüten gegenüber den Kontrollpflanzen zählbar erhöhte, Ringelung Ende Juni aber wirkungslos blieb (vgl. auch FURR, COOPER und REECE 1947).

Darüber hinaus ergeben Beobachtungen aus den Jahren 1957 bis 1959, daß die Blütenknospen von Mitte bis Ende August bereits makroskopisch sichtbar werden, und sprechen somit für die obige Folgerung. Auch die ersten Blütenknospen der japanischen Lärche konnten im gleichen Zeitraum wie an der europäischen Lärche beobachtet werden. Obwohl bei unseren Ringelungsversuchen signifikante Unterschiede zwischen den zu verschiedenen Zeitpunkten geringelten Pfropflingen und gegenüber den Kontrollen bislang nicht nachgewiesen werden konnten — die Zahl der Stichproben betrug im Höchstfall drei Pfropflinge pro Klon — erscheint sowohl auf Grund der zählbaren Unterschiede, als auch auf Grund des Erscheinungstermines der Blütenknospen der beiden Arten sowie der im Mai 1958 erfolgreich durchgeföhrten Ringelungsversuche die Annahme berechtigt, daß die Blüteninduktion bei beiden Lärchenarten für unser Gebiet bis Ende Juni erfolgt ist, wenn nicht außergewöhnliche Witterungsbedingungen eine Verschiebung des Induktionszeitraums zur Folge haben.

Der Einfluß einer spät in der Vegetationsperiode durchgeföhrten Ringelung, die sich erst im übernächsten Frühjahr durch eine erhöhte Blütenzahl zu erkennen gibt, darf dann auf die nur teilweise Verwachsung des Schnittes zurückgeführt werden, die noch ebenso wirkt, wie ein im Mai durchgeföhrter Ringelungsschnitt in der ersten Vegetationsperiode.

Ringelung und Strangulation scheinen auf die gleiche Weise auf das Blühgeschehen einzuwirken, allerdings mit dem Unterschied, daß die Folgen der Ringelung infolge der plötzlichen Störung des Transportes im Phloem schneller sichtbar werden. Da auch einzelne Zweige durch Ring-

lung an Japanlärche zum Blühen gebracht werden können, während Kontrollzweige vegetativ bleiben — SAX stellte 1957 dasselbe am Apfel fest (s. auch SAX 1958) — und am Schaft geringelte Lärchen unterhalb der Ringelstelle in unseren Versuchen keine Blüten ausbildeten, muß die Blüteninduktion nach Ringelung einer Anhäufung von organischen, im Phloem wandernden Stoffen zugeschrieben werden (vgl. dazu BONNER 1944, WEINTRAUB und BROWN 1950, CRAFTS 1951), die sich bereits ungefähr zwei Wochen nach der Behandlung durch Anschwellen des Stämmchens am oberen Wundrand makroskopisch zu erkennen gibt. Der Durchmesser des Stämmchens an dieser Stelle steigt dann bis zum Ende der Vegetationsperiode auf ungefähr das anderthalbfache des Stämmchens unterhalb der Ringelungsstelle. Vom oberen Wundrand her beginnt auch nach ungefähr drei bis sechs Wochen zuerst die Ausbildung von Kallusgewebe, das bis Ende der Vegetationsperiode meist mehr als zwei Drittel der Wunde überwallt, während der Rest vom unteren Wundrand her geschlossen wird.

KLEBS Theorie (Zusammenfassung 1913), daß zur Blütenbildung ein hohes Verhältnis von Kohlehydraten zu Stickstoffverbindungen erforderlich sei (vgl. auch KRAUS und KRAYBILL 1918), hat besonders im Obstbau befürchtend gewirkt (KEMMER und SCHULZ 1949 a). Konform mit dieser Theorie führen KEMMER und SCHULZ 1949 b die Wirkung des Ringschnittes auf die Blütenbildung an Obstbäumen auf die unterbrochene Abwanderung der Assimilate und ihre Anhäufung oberhalb der Ringelstelle zurück. Der Assimilatbildung, ihrer Anhäufung und ihrem Verbrauch wurde also eine ausschlaggebende und damit ungleich größere Bedeutung zuerkannt als dies heute geschieht. Dazu BÜNNING 1953: „Wenngleich der Assimilatbildung bei der Herstellung der Blühwilligkeit sicher eine Bedeutung zukommt, wissen wir jetzt doch, daß diese allein ebensowenig ausschlaggebend ist wie jenes Verhältnis“ (Das Verhältnis der Kohlehydrate : Stickstoffverbindungen). Neben der KLEBSSchen Theorie wurde bei der Blütenbildung sehr früh schon mit der Beteiligung „blütentreibender Stoffe“ mit Hormoncharakter gerechnet (SACHS 1888), deren Nachweis durch CAJLACHJAN 1936 a und b und MOSCHKOFF 1936 a und b und 1937, MELCHERS 1936 (s. auch MELCHERS und LANG 1948) durch Pfropfversuche von blühenden Reisern auf nicht induzierte Unterlagen, die nach der Propfung zum Blühen kamen, erbracht werden konnte. Dabei wurde ein stoffliches, nicht artspezifisches aber wirkungsspezifisches Agens festgestellt (MELCHERS und LANG 1948), das mit geringer Geschwindigkeit im Phloem wandert (vgl. LANG 1952), und über Pfropfstellen geleitet wird (MELCHERS und LANG 1948, HAUPT 1954). Da auch für die Hormonproduktion eine Anhäufung bestimmter Assimilate wichtig sein kann, schließen sich die KLEBSSche Theorie und die Blühhormonhypothese nicht gegenseitig aus. Es ist eher anzunehmen, daß „die Blütenbildung ebenso wie andere Entwicklungsvorgänge wahrscheinlich gleichzeitig von mehreren chemischen Faktoren abhängt“ (BÜNNING 1953). So zeigen Arbeiten von LEOPOLD und THIMAN 1949, von DENFFER 1950, von DENFFER und GRÜNDLER 1950, LAIBACH und KRIBBEN 1950, daß Wuchshormone die Blütenbildung beeinflussen (weitere Literatur bei RUDOLF 1958 und LEOPOLD 1958). Auch das Geschlechtsverhältnis kann durch eine Änderung des natürlichen Wuchstoffhaushaltes verschoben werden. LAIBACH und KRIBBEN 1950 konnten durch Behandlung mit Wuchsstoffen an *Cucumis sativus* die Zahl der weiblichen Blüten auf Kosten der männlichen erhöhen. SAITO 1957 gelang das gleiche an *Pinus thunbergii* und

Pinus densiflora. Wenn bei den vorliegenden Untersuchungen festgestellt werden konnte, daß auch nach Strangulation und Ringelung eine Erhöhung der Blütenzahl und eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zugunsten der Zapfenblüten durch Ringelung erreicht wurde, so ist kaum zweifelhaft, daß bei dieser Reaktion neben anderen Faktoren auch das Nährstoffangebot eine Rolle spielen kann, wie es WAREING 1958 auch bei der Entwicklung von Zapfenblüten an Kiefer in Erwägung zieht. Es wäre jedoch voreilig, einen Faktor allein anzunehmen, weil „jeder Determinationsvorgang von vielen Faktoren beeinflußt werden kann“ (BÜNNING 1953).

Von den bisher an Lärchen durchgeführten mechanischen Eingriffen zur Förderung der Blühwilligkeit hat sich von den Behandlungsweisen Gipfelkrümmen, Wurzelschnitt und Strangulation die Methode der Strangulation als günstigste erwiesen (HEITMÜLLER und MELCHIOR 1960). Ein Vergleich der Strangulation mit der Ringelung — durch beide Methoden wird der Zapfenblütenanteil erhöht — ist jedoch mit diesen Ergebnissen nicht möglich, weil der Zeitpunkt des Beginns der Behandlung während der Vegetationsperiode ein anderer war, und die Behandlung in verschiedenen Vegetationsperioden erfolgte. Für die Nutzbarmachung dieser Methoden für die Züchtung und auch für die Praxis ist dieser Vergleich jedoch notwendig. Über bereits in einer Samenplantage durchgeführte Untersuchungen zu dieser Frage soll deshalb später berichtet werden (MELCHIOR 1960).

Zusammenfassung

1. An europäischen Lärchen-Pfropflingen wurden in vierwöchigem Abstand während der Vegetationsperiode 1957 Ringelungsversuche zur Förderung der Blühwilligkeit durchgeführt.

a) Ringelung bis Ende Mai erhöht die Zahl der Blüten, besonders der Zapfenblüten, bereits in der folgenden Vegetationsperiode.

b) Die Wirkung einer Ringelung Ende Juni und Juli wird erst in der übernächsten Vegetationsperiode augenscheinlich.

c) Die Blüteninduktion an japanischer und europäischer Lärche findet mit großer Wahrscheinlichkeit vor Ende Juni der Vegetationsperiode statt.

d) Die Abgänge der Lärchen-Pfropflinge durch Vertröcknen nach erfolgter Ringelung werden um so höher, je später die Ringelung erfolgt. Sie sind am geringsten, wenn der Ringschnitt im Mai durchgeführt wird.

2. Die Ringelungsversuche an europäischen und japanischen Lärchen-Pfropflingen in der Vegetationsperiode 1958 wurden bis Ende Mai durchgeführt.

a) Sowohl die Zahl der männlichen als auch die Zahl der Zapfenblüten wird bei beiden Arten gegenüber den Kontrollen signifikant erhöht.

b) Hinsichtlich der Blühwilligkeit reagieren einzelne Klone spezifisch auf Ringelung. Auf Grund geringer Blütenzahlen an den Kontrollpflanzen europäischer und japanischer Lärchen-Pfropflinge in einem Nichtblütejahr läßt sich die spezifische Reaktionsweise eines Klones auf den Eingriff Ringelung am ehesten in einem Nichtblütejahr, die spezifische Eigentümlichkeit eines Klones hinsichtlich der Blühwilligkeit aber an unbehandelten Pflanzen in einem Blütejahr feststellen.

c) Unbehandelte und behandelte japanische Lärchen-Pfropflinge unterscheiden sich signifikant in der Zahl der männlichen Blüten von gleichalten europäischen Lärchen-

Pfropflingen. Relativ die stärkste Erhöhung der Blühwilligkeit erfahren europäische Lärchen.

d) Ringelung reduziert das Längenwachstum des Gipfeltriebes, und zwar an japanischen Lärchen-Pfropflingen stärker als an gleichalten europäischen Lärchen-Pfropflingen.

e) Obwohl eine Anhäufung von Assimilaten an einer Blüteninduktion nach Ringelung beteiligt sein kann, darf sie dafür nicht allein verantwortlich gemacht werden.

f) Ein Vergleich der Behandlungsmethoden Strangulation und Ringelung zur Förderung der Blühwilligkeit ist sowohl für die Züchtung als auch für die Praxis notwendig. Über bereits durchgeführte Versuche soll demnächst berichtet werden.

Summary

Title of the paper: *Girdling experiments to increase flowering ability in Japanese larch, *L. leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord. and European larch, *L. decidua* Mill.*

1. Experiments to promote the flowering of European larch grafts by girdling were carried out at intervals of four weeks during the 1957 growing season.

a) Girdling up to the end of May increased the number of flowers (especially female flowers) in the following growing season.

b) The effect of girdling from the end of June to July became evident in the second growing season after treatment.

c) It appears, that in Japanese and European larch the initiation of flowers takes place before the end of June of the growing season.

d) Death of larch grafts caused by drying out after girdling were greater the later the girdling was done. They were smallest if the girdling was carried out in May.

2. During the 1958 growing season European and Japanese larch grafts were girdled up to the end of May.

a) The numbers of male and female flowers were significantly increased in both species when compared with the control.

b) With regard to flowering each clone has a specific reaction following girdling. The specific reaction of a given clone to girdling can be assessed in a poor flowering year by counting the number of flowers in comparison with the control plants in both European and Japanese larches, while the specific characters of the single clones with regard to their flowering ability could be assessed on untreated plants in a good flowering year.

c) Untreated and treated grafts of Japanese larch differ significantly from European larch grafts of the same age in the number of male flowers. European larch grafts show the relatively greatest improvement in flowering.

d) The growth of the terminal shoot of Japanese larch grafts was more reduced than that of European larch grafts of the same age.

e) Although an accumulation of assimilates can be held to play a part in the induction of flowers after girdling, this cannot be the only cause of it.

f) It will be necessary for purposes of both tree breeding and forest practice to compare methods of strangulation as well as girdling for the induction of flowering. Experiments already carried out, will be reported later.

Résumé

Titre de l'article: *Expériences d'annélation pour l'accroissement de l'aptitude à la floraison chez le mélèze du*

Japon, *L. leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord., et le Mélèze d'Europe, *L. decidua* Mill.

1. Des expériences pour déclencher la floraison des greffes de Mélèze d'Europe par annélation furent poursuivies à des intervalles de 4 semaines au cours de la saison de végétation 1957.

a) L'annélation jusqu'à la fin de mai augmente le nombre des fleurs (surtout les fleurs femelles) à la saison de végétation suivante.

b) Les effets de l'annélation pratiquée de la fin juin à juillet se manifestent au cours de la 2ème saison de végétation après le traitement.

c) Chez le mélèze d'Europe et du Japon, la formation des fleurs a lieu avant la fin du Juin de la saison de végétation.

d) La mort par desséchement des greffes de mélèze après annélation était d'autant plus importante que l'annélation était faite plus tard. Les mortalités étaient les plus faibles pour les traitements faits en mai.

2. Au cours de la saison de végétation 1958 des greffes de mélèze d'Europe et du Japon furent annelées jusqu'à la fin mai.

a) Le nombre des fleurs mâles et femelles fut augmenté de façon significative dans les deux espèces par rapport aux témoins.

b) En ce qui concerne la floraison, chaque clone réagit de façon particulière à l'annélation. La réaction d'un clone donné peut être constatée dans une année de floraison médiocre par le comptage du nombre de fleurs par rapport aux plants témoins, tandis que l'aptitude particulière de chaque clone à la floraison peut être estimée sur des plants non traités dans une bonne année de floraison.

c) Les greffes traitées et non traitées de mélèze du Japon diffèrent de façon significative des greffes de mélèze d'Europe du même âge par le nombre de fleurs mâles. L'accroissement relatif le plus élevé est constaté pour les greffes de mélèze d'Europe.

d) La croissance de la pousse terminale des greffes de mélèze du Japon est plus réduite que celle des greffes de mélèze d'Europe du même âge.

e) L'accumulation de substances élaborées peut jouer un rôle dans l'induction des fleurs après annélation, mais elle n'en est pas la cause unique. Il sera nécessaire aussi bien pour l'amélioration des arbres forestiers que pour la pratique forestière de comparer les techniques d'étranglement et de ceinturage. Des expériences entreprises dans ce but feront l'objet de publication ultérieures.

Literatur

ARNBORG, T.: Ett par lyckade resultat av barkringling och stranglering. Skogen 33, 84—85 (1946). — BERGMAN, F.: Försök med tvangsfructificering av tall, gran och björk. Sv. Skogsvärdsför. Tidskr. 53, 275—302 (1955). — BONNER, J.: Accumulation of various substances in girdled stem of tomato plants. Am. Journ. Bot. 31, 551—555 (1944). — BONNER, J., and LIVERMAN, H.: Control of flower initiation. In: Growth and differentiation in plants, ed. by W. E. LOOMIS. The Iowa State College Press, Ames, Iowa, pp. 283—303 (1949). — BOUVAREL, P.: L'Amélioration des arbres forestiers en Suède et Danemark. Ann. de L'Ecole Nat. des Eaux et Forêts et de la Stat. de Rech. et Exp. 14, p. 198 (1955). — BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg. 3. Aufl., pp. 231—249 (1953). — CAJLACHIAN, M. Ch.: On the mechanism of photoperiodic reaction. C. R. Acad. Sci. URSS 1, 89—93 (1936 a), zit. bei RUDORF 1958. — CAJLACHIAN, M. Ch.: New facts in support of the hormonal theory of plant development. C. R. Acad. Sci. URSS 4, 79—83 (1936 b), zit. bei RUDORF 1958. — CRAFTS, A. S.: Movement of assimilates, viruses, growth regulators and chemical indicators in plants. Bot. Rev. 17, 203—284 (1951). — DENFFER, D. v.: Blühhormon oder Blühhemmung. Naturw. 37, 296—301, 317—321 (1950). — DENFFER, D. v., und GRUND-

LER, H.: Über wuchsstoffinduzierte Blühhemmung bei Langtagflanzen. Biol. Zbl. 69, 272—282 (1950). — FURR, J. R., COOPER, W. C., and REECE, P. C.: An investigation of flower formation in adult and juvenile Citrus-Trees. Am. J. Bot. 34, 1—8 (1947). — GOEBEL, K.: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Verl. Teubner, Leipzig und Berlin 1908. — HAUPT, W.: Die Übertragung blühfördernder Prinzipien bei Pisum sativum durch Pfropfung. Z. Bot. 42, 125 (1954). — HEITMÜLLER, H.-H., und MELCHIOR, G. H.: Über die blühfördernde Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und der Strangulation an japanischer Lärche (*Larix leptolepis* [SIEB. & ZUCC.] GORD.). Silvae Genet. 9, 65—72 (1960). — HIRR, R. G.: A progress report on methods for stimulating flowering at an early stage on red pine *Pinus resinosa*. Univ. Wisconsin For. Res. Notes 18, 2 (1954). — HIRR, R. G.: Forest tree improvement in the department of Genetics at the Univ. of Wisconsin — Proc. 3. Lake States For. Tree Improvement Conf. 1957, Station Paper No. 58, 38—41 (1958). — HOEKSTRA, P. E., and MERGEN, F.: Experimental induction of female flowers on young Slash Pine. Journ. Forestry 55, 827—831 (1957). — HOLMES, G. D., and MATTHEWS, J. D.: Girdling or banding as a means of increasing cone production in pine plantations. For. Comm. For. Rec. No. 12, 1—8 (1951). — KEMMER, E.: Versuche zur Klärung der Ringelungstechnik. Deutscher Obstbau 58, 153—156 (1943). — KEMMER, E., and SCHULZ, F.: Die Blühreife. 12. Merkblatt, Inst. f. Obstbau, Berlin, 2. Aufl. (1949 a). — KEMMER, E., und SCHULZ, F.: Beeinflussung der Blühreife im Obstbau. 13. Merkblatt, Inst. f. Obstbau, Berlin, 2. Aufl. (1949 b). — KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues. 2. Aufl. Berlin 1954. — KLEBS, G.: Fortpflanzung der Gewächse. Physiologie. In: Handwörterbuch d. Naturw. IV, 276—296 (1913). — KRAUS, E. J., and KRAYBILL, H. R.: Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Oregon Agr. Exp. Stat. Bull. 149, 1—90 (1918). Zit. bei DAVIS, L. D., Flowering and alternate bearing. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 70, 545—556 (1957). — LANG, A.: Physiology of flowering. Ann. Rev. Plant Physiol. 3, 265—306 (1952). — LAIBACH, F., und KRIBBEN, F. J.: Die Bedeutung des Wuchsstoffes für die Bildung und Geschlechtsbestimmung der Blüten. Beitr. Biol. Pfl. 28, 131—144 (1950). — LANTELME, W.: Künstliche Herbeiführung von Fruchtbildung an Waldbäumen. Z. f. Forst- und Jagdwesen 65, 378—386 (1933). — LEOPOLD, A. C.: Auxin uses in the control of flowering and fruiting. Ann. Rev. Plant Physiol. 9, 281—310 (1958). — LEOPOLD, A. C., and THIMAN, K. V.: The effect of auxin on flower initiation. Am. Journ. Bot. 36, 341—347 (1949). — MANN, W. F., jr., and RUSSELL, T. E.: Longleaf cone production doubled by ringling. Tree Planters Notes 28, 6—7 (1957), zit. bei HOEKSTRA and MERGEN (1957). — MELCHIOR, G.: Versuche zur Genetik und Entwicklungphysiologie der Blühreife. Biol. Zbl. 56, 567—570 (1936). — MELCHIOR, G., und Lang, A.: Die Physiologie der Blütenbildung. Biol. Zbl. 67, 105—174 (1948). — MELCHIOR, G. H.: Förderung der Blühwilligkeit an japanischen Lärchen-Pfropflingen. Silvae Genetica (im Druck). — MITCHELL, A. F.: The pruning of Larch. IUFRO Sect. 22, Meet. For. Tree Breeders Farnham, pp. 45—46 (1957). — MOLISCH, H.: Pflanzenphysiologie. Jena 1930. — MOSCHKOFF, B. S.: Die Rolle der Blätter in der photoperiodischen Reaktion der Pflanze. Bull. Appl. Bot., A, 17, 25 (1936 a), zit. bei RUDORF 1958. — MOSCHKOFF B. S.: Die photoperiodische Reaktion der Blätter und die Möglichkeit der Verwendung derselben bei Pfropfungen. Bull. Appl. Bot., A, 19, 107—127 (1936 b). — MOSCHKOFF, B. S.: Photoperiodismus und die Hypothese von den Blühhormonen. C. R. Acad. Sci. URSS 15, 211—214 (1937), zit. bei RUDORF 1958. — POND, J. D.: Girdling for seed production. Jour. Forestry 34, 78—79 (1936). — RUDORF, W.: Entwicklungsphysiologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, pp. 225—307 (1958). — SACHS J.: Arbeiten des Botan. Instituts Würzburg 3, 372—388 (1888). — SAITO, Y.: Artificial control of sex differentiation in Japanese Red Pine and Black Pine strobiles. Jour. Fac. Agric., Tottori Univ. 3, 1—29 (1957). — SAX, K.: The control of tree growth by phloem blocks. Jour. Arnold Arbor. 35, 251—258 (1954). — SAX, K.: The control of vegetative growth and the induction of early fruiting of apple trees. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 69, 68—74 (1957). — SAX, K.: Experimental control of tree growth and reproduction. The Physiology of Forest Trees, ed. by K. V. THIMAN, The Ronald Press Comp., New York, pp. 601—610 (1958). — SIEGEL, S.: Nonparametric statistics. McGraw-Hill Book Comp., Inc., New York, Toronto, London, pp. 75—83, 166—173 (1956). — STEFANSSON, E.: Stranglerung von fröträdssällningar. Skogen 35, 96 (1948). — WAREING, P. F.: Reproductive development in *Pinus sylvestris*. The Physiology of Forest Trees, ed. by K. V. THIMAN, The Ronald Press Comp., New York, pp. 643—654 (1958). — WEINTRAUB, R. L., and BROWN, J. W.: Translocation of exogenous growth regulators in the bean seedling. Plant Physiol. 25, 140—149 (1950).