

Über die blühfördernde Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und der Strangulation an japanischer Lärche (*Larix leptolepis* [Sieb. et Zucc.] Gord.)

Von H.-H. HEITMÜLLER und G. H. MELCHIOR

(Eingegangen am 4. 2. 1960)

Einleitung

Vor dem Eintritt der Fertilität durchlaufen die Baumarten eine langjährige Phase vegetativen Wachstums, das Jugendstadium, in welchem in der Regel keine Blüten gebildet werden. Erst in einem Folge- oder Altersstadium, das je nach Gattung und Art verschieden spät beginnt, setzt die *Blühreife*¹⁾ ein (KEMMER 1949, BÜNNING 1952 und 1953), welche auch mit „Mannbarkeit“ (BÜSGEN und MÜNCH 1927), „Blühbarkeit“ (BÜSGEN und MÜNCH 1927, SCHMUCKER 1941), „Geschlechtsreife“ (PASSECKER 1952) und „Blühbereitschaft“ (BÜNNING 1953, RUDOLF 1958) bezeichnet wird. Die Waldbäume zeichnen sich durch einen besonders langen Zeitraum bis zur Blühreife aus. Für die Züchtung ist dieses Verhalten besonders hinderlich, da hierdurch bei den meisten Baumarten Kreuzungen für einen langen Zeitraum ausgeschlossen sind. Es ist daher für die forstliche Züchtung von Bedeutung, Methoden zu finden, welche eine beschleunigte Entwicklung zur Blühreife zur Folge haben. Während FRITSCH 1948, PASSECKER 1952, KOBEL 1954 (weitere Literatur bei SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL 1959) annehmen, daß Jugendformen auf keine Weise zum Fruchten angeregt werden können, haben MITSCHURIN 1950, ROHMEDE 1951/52, MAURER 1957 und KEMMER 1958 gezeigt, daß die Blühreife bei holzigen Gewächsen durch Chemikalien und mechanische Eingriffe vorzeitig herbeigeführt werden kann.

Derart zur Frühblüte gebrachte Pflanzen haben im Gegensatz zu den natürlichen Frühblühern durch künstliche Eingriffe frühzeitig physiologische Bedingungen erreicht, welche die Ausbildung von Blüten gestatten. Sie werden künstlich blühreif gemacht (vgl. ROHMEDE 1951/52); demgegenüber ist die frühzeitige Induktion von Blüten an natürlichen Frühblühern vermutlich genetisch bedingt (vgl. SCHRÖCK 1957). Das Altersstadium und somit die Blühreife werden bei diesen natürlichen Frühblühern ohne künstliche Eingriffe in bedeutend kürzeren als der Art eigentümlichen Zeiträumen erreicht. Während diese natürlichen Frühblüher häufig forstwirtschaftlich ungünstig zu beurteilen sind, wie u. a. MÜNCH 1927 hinsichtlich des Erlebens und SCHRÖCK 1957 an zapfensüchtigen Kiefern festgestellt haben, ergeben sich bei „künstlichen“ Frühblühern keine nachteiligen Folgen für Gesundheit und Wüchsigkeit der Nachkommenschaften, wie es ROHMEDE 1951/52 an Nachkommenschaften einer durch Hungerversuche zur Frühblüte gezwungenen 14jährigen Fichte nachgewiesen hat. Blühreife Bäume, also solche, deren physiologische Entwicklung soweit fortgeschritten ist, daß die Voraussetzungen zur Ausbildung reproduktiver Organe gegeben sind, können trotzdem lange Jahre der *Blühwilligkeit* entbehren. So sind durch Veredlung vermehrte Obstbäume zwar geschlechtsreif, sie müssen aber nicht unbedingt

blühen (PASSECKER 1952). Je nach Individuum bzw. Klon und den Umweltbedingungen im Induktionsjahr kann die Blühwilligkeit stärker oder schwächer sein. Der Begriff der Blühwilligkeit beinhaltet somit einen Quantitätsfaktor, der aber im Hinblick auf die Frequenz der Blütejahre auch als Zeitfaktor erscheint.

Für züchterische Zwecke ist es erforderlich, die Blüten- und Samenbildung so zu beeinflussen, daß ein erhöhter und kontinuierlicher Samenertrag gewährleistet wird, und für die Qualität des Saatgutes aus Samenplantagen, daß zur Vermeidung von Inzuchtschäden Pfropfbäume vieler Klone einer Plantage möglichst in der gleichen Vegetationsperiode blühen (vgl. STERN 1958, LANGNER 1959), was sie nach den bisherigen Erfahrungen ohne geeignete Maßnahmen zur Erhöhung der Blühwilligkeit nicht tun.

Zur Erreichung eines früheren Eintritts der Blühreife und zur Erhöhung der Blühwilligkeit werden im Obstbau schon seit längerer Zeit künstliche Eingriffe, wie Zweigrückschnitt, Ringeln und Strangulieren von Zweigen oder Stämmen, Zweigkrümmen und -drehen sowie Wurzelschnitt durchgeführt (vgl. VÖCHTING 1884, MÜLLER-THURGAU 1898, MOLISCH 1930, KEMMER 1943, OVERBEEK und CRUZADO 1948, KEMMER und SCHULZ 1949, weitere Lit. s. KOBEL 1954).

In der forstlichen Literatur tauchen einzelne dieser Methoden in den 20er und 30er Jahren auf (BUSSE 1924, WABRA 1928, LANTELME 1933, POND 1936). Seit Ende der 30er Jahre werden derartige Versuche besonders in den forstlichen Samenplantagen in Schweden forciert (vgl. JENSEN 1938, ARNBORG 1946, STEFANSSON 1948, KIELLANDER 1951, BERGMAN 1955, JOHNSON 1955, NILSSON 1955, STEFANSSON 1957) sowie an anderen Stellen durchgeführt (HOLMES und MATTHEWS 1951, WAREING 1953, MITCHELL 1957 a, b, c, HOEKSTRA und MERGEN 1957, SCHÖNBACH 1958). Untersuchungsobjekte der genannten Autoren sind fast alle Baumarten; jedoch überwiegen die Untersuchungen an Kiefer (vgl. dazu SCHÜTT 1958).

Nur wenige Autoren beschäftigten sich mit der Förderung der Blühwilligkeit an Lärche. KLEINSCHMIT 1958 erhielt durch Düngung mit Stickstoff, Phosphor und Kali in einer Lärchen-Samenplantage über zwei Vegetationsperioden den vierfachen Blütenansatz der Kontrollen. Doch verhielten sich die einzelnen Klone sehr unterschiedlich. KLEINSCHMIT nimmt an, daß sich das Geschlechtsverhältnis durch Düngung allein nicht beeinflussen läßt.

Um vor dem Fruchtansatz die Ausbildung eines starken Zweigrumpfes zu erhalten, führte KIELLANDER 1957 an Lärchenpfropflingen einen Formschnitt durch und nimmt an, daß durch diesen Schnitt der Zapfenansatz nicht gefördert wird. MATTHEWS und MITCHELL 1957 stellten jedoch fest, daß eine Begünstigung der größeren Seitenzweige durch Kapfen des Gipfeltriebes und das Wegschneiden kleinerer Seitenzweige die Blüteninduktion fördert. 7jährige Sämlinge von Hybrid-Lärchen, die als Spaliere gezogen wurden, und auf diese Weise beschnitten worden waren, blühten im Früh-

¹⁾ „Blühreife“ wird hier im Sinne von „Geschlechtsreife“ verwendet und nicht wie bei TSCHERMAK (1929), der mit diesem Ausdruck einen Entwicklungszustand der Blüte bezeichnet.

Tab. 1. — Blütenzahlen der mit mechanischen Methoden behandelten 6jährigen Pflöpfinge von japanischer Lärche. „+“ = abgestorbene, „—“ = nicht ausgewertete Pflöpfinge.

I. Behandlungsweise	Wurzelschnitt						Gipfelkrümmen						Strangulation						Kontrollen					
	♂ + ♀	♂	♀	♂	♀	♀	♂ + ♀	♂	♀	♂	♀	♀	♂ + ♀	♂	♀	♂	♀	♀	♂ + ♀	♂	♀	♂	♀	♀
II. Art der Blüten																								
III. Blütejahr	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59	58	59
IV. Zucht-Nummer																								
71	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	75	0	0	72	0	0	44	0	42	0	2	0
72	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	25	0	0	9	0	9	0	0	0
91	102	0	98	0	4	0	320	0	318	0	400	0	491	4	491	4	491	4	193	3	193	3	0	0
92	145	17	145	17	0	0	400	0	400	0	400	0	426	2	418	2	418	2	0	0	0	0	0	0
93	56	2	56	2	0	0	71	0	71	0	0	0	146	9	146	9	146	9	59	26	59	26	0	0
101	223	14	223	14	0	0	92	0	92	0	0	0	434	39	434	39	434	39	32	0	32	0	0	0
102	13	0	13	0	0	0	457	148	457	148	0	0	573	7	571	7	571	7	122	0	122	0	0	0
103	0	+	0	+	0	+	4	0	3	0	1	0	0	25	7	25	7	148	1	146	1	2	0	0
104	10	0	9	0	1	0	389	8	388	8	1	0	532	3	526	3	526	3	47	0	36	0	11	0
105	238	0	238	0	0	0	723	9	723	9	0	0	700	114	699	114	699	114	840	0	822	0	13	0
114	1535	22	1524	22	11	0	905	3	904	3	1	0	3550	19	3464	19	3464	19	680	9	680	9	0	0
115	1010	83	1008	83	2	0	412	22	412	22	0	0	555	25	541	25	541	25	854	0	854	0	0	0
116	500	0	500	0	0	0	145	48	145	48	0	0	1141	32	1141	32	1141	32	33	6	33	6	0	0
117	180	8	180	8	0	0	124	19	123	19	1	0	906	27	901	27	901	27	85	7	85	7	0	0
118	105	0	105	0	0	0	1092	12	1092	12	0	0	—	(1)	—	(1)	—	(0)	110	72	110	72	0	0
119	1250	16	1250	16	0	0	1552	31	1552	31	0	0	195	1	195	1	195	1	121	0	121	0	0	0
120	5	0	5	0	0	0	36	0	36	0	0	0	233	0	232	0	232	0	0	0	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	(0)	—	(0)	—	(0)	0	0	0	0	0	0
122	0	18	0	18	0	0	42	0	42	0	0	0	2497	157	2464	157	2464	157	45	0	43	0	2	0
123	13	18	13	18	0	0	42	9	42	9	0	0	—	(0)	—	(0)	—	(0)	491	28	484	28	7	0
124	0	4	0	4	0	0	4	1	4	1	0	0	885	0	885	0	885	0	—	—	—	—	—	—
125	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	471	115	395	115	395	115	50	0	50	0	0	0
126	36	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
V. Gesamtzahl der Blüten	165	7	165	7	0	0	625	12	625	12	0	0	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
VI. Gesamtzahl der behandelten Pflöpfinge	386	5	383	5	3	0	49	0	49	0	0	0	656	28	656	28	656	28	194	0	194	0	0	0
VII. Ausfälle	5	3	5	3	0	0	16	0	16	0	0	0	—	(0)	—	(0)	—	(0)	103	3	103	3	0	0
VIII. Ausfälle in % der behandelten Pflöpfinge	19	1	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	—	(0)	—	(0)	—	(0)	0	4	0	0	0	0
IX. Gesamtzahl der ausgewerteten Pflöpfinge	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	806	0	806	0	806	0	0	0	0	0	0	0
X. Gesamtzahl der blühenden Pflöpfinge	80	2	80	2	0	0	195	4	195	4	0	0	71	0	71	0	71	0	1	0	1	0	0	0
XI. Durchschnittliche Blütenzahl pro blühender Pflöpfung	175	27	175	27	0	0	561	45	560	45	1	0	350	68	350	68	350	68	100	3	100	3	0	1
XII. Gesamtzahl der blühenden Pflöpfinge in % der ausgewerteten	1420	20	1418	20	2	0	453	2	453	2	0	0	400	0	400	0	400	0	360	12	359	12	1	0
XIII. Durchschnittliche Blütenzahl pro ausgewerteter Pflöpfung	805	7	805	7	0	0	201	11	201	11	0	0	564	3	564	3	564	3	505	2	505	2	0	0
XIV. Mittlere Streuung des Mittelwertes	554	+	554	+	0	+	634	0	632	0	0	0	443	3	442	3	442	3	138	+	138	+	0	+
XV. Anzahl der Blüten in % der Kontrollen	1203	0	1203	0	0	0	778	10	777	10	1	0	1565	1	1559	1	1559	1	345	0	345	0	0	0
XVI. ♂ u. ♀ bezogen auf 100 ♂ der Kontrollen 1958	10236	274	10213	274	23	0	10374	477	10365	477	9	0	21103	719	20841	719	20841	719	5895	182	5854	179	41	3
	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	0	2	0	2	0	2	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	1	2	1	2	1	2
	0	5,6	0	5,6	0	5,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	2,8	5,6	2,8	5,6	2,8	5,6	5,6
	36	34	36	34	36	34	35	35	35	35	35	35	28	28	28	28	28	35	34	35	34	35	34	34
	28	18	28	18	6	0	31	18	31	18	8	0	28	20	28	20	16	0	28	15	28	15	7	2
	365,6	15,2	364,8	15,2	3,8	0	334,6	26,5	334,0	26,5	1,1	0	753,7	36,0	744,3	36,0	16,4	0	210,5	12,1	209,1	11,9	5,9	1,5
	77,8	52,9	77,8	52,9	16,7	0	88,6	51,4	88,6	51,4	22,9	0	100	71,4	100	71,4	35,7	0	80	44,1	80	44,1	20	5,9
	284,3	8,1	283,7	8,1	0,6	0	296,4	13,6	296,1	13,6	0,3	0	753,7	25,7	744,3	25,7	9,4	0	168,4	5,3	167,3	5,3	1,2	0,1
	±75,1	±2,0	±74,6	±2,0	±0,3	—	±66,3	±4,9	±66,3	±4,9	±0,1	—	±155,7	±7,6	±153,9	±7,6	±4,3	—	±39,3	±2,9	±39,6	±2,9	±0,6	±0,1
	168,5	152,3	169,7	152,3	54,7	—	175,8	256,6	177,1	256,6	22,2	—	446,9	484,9	445,1	484,9	800,0	—	100	100	100	100	100	100
			169,7	4,8	0,4	—			177,1	8,1	0,2	—			445,1	15,4	5,5	—			100	3,2	0,7	0,1

jahr des darauffolgenden Jahres gut, 1957 mit vielen männlichen, aber nur wenigen Zapfenblüten (MITCHELL 1957 b). Auf den Ergebnissen von MATTHEWS und MITCHELL 1957 aufbauend, behandelten LONGMAN und WAREING 1958 2- bis 5jährige Zweige 10- bis 12jähriger japanischer Lärchen durch Veränderung des Zweigansatzwinkels. Die Zahl der Blüten stieg mit zunehmendem Astwinkel. Die Verfasser vermuten deshalb und weil der Astwinkel während der natürlichen Entwicklung mit zunehmendem Alter größer wird, daß der Effekt der Schwerkraft bei der normalen reproduktiven Entwicklung der Lärche eine Rolle spielt. Auch beim Aufbinden von 4jährigen Lärchenpfropflingen an Spaliere erhielt KOOTZ 1957 einen verstärkten Blütenansatz.

Eingriffe wie Halbringelung im Juni (MITCHELL 1957 b) und Strangulation (JENSEN 1938) erhöhten die Zahl der Blüten ebenfalls.

Im Versuchsgarten in Wächtersbach wurde während der Vegetationsperiode des Jahres 1956 die Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und der Strangulation auf Erhöhung der Blühwilligkeit an Pfropflingen der japanischen Lärche untersucht. Über das Ergebnis dieser Versuche soll hier berichtet werden.

Pflanzenmaterial, Behandlungsweise und statistische Auswertung der Versuche

Als Versuchspflanzen dienten japanische Lärchenpfropflinge (*Larix leptolepis*) von durchschnittlich 2 m Höhe und einem Stammdurchmesser von 1,5 bis 3 cm in 40 cm Höhe, die im Zeitpunkt der Behandlung 4jährig waren. Je 8 Pflanzen eines Klones waren in einem Verband von $0,50 \times 0,50$ m ausgepflanzt. Insgesamt wurden 144 Pfropflinge von 18 japanischen Lärchen-Klonen, und zwar im zweiten Drittel des Monats Juni 1956 auf die folgende Weise behandelt: an jeweils zwei hintereinander stehenden Pflanzen eines Klones (s. Tab. 1) wurden einseitig in

einem Abstand von 30 cm vom Stammfuß die Wurzeln bis Spatentiefe drei Spaten breit gekappt, die beiden nächsten Pfropflinge dienten als Kontrollen, zwei weitere wurden mit einem 1,5 cm breiten Aluminiumband, das mit dünnem Draht straff um den Stamm befestigt war, in 30 cm Höhe stranguliert (Abb. 1), und an den beiden letzten wurden die Gipfel mit Hilfe eines Seiles bogenförmig zum Stammfuß herabgezogen (Abb. 2).

Zum statistischen Vergleich der verschiedenen Behandlungsverfahren nach der Zahl der Blüten wurde der nicht parametrische „Wicoxon matched-pairs signed-ranks Test“ benutzt (s. SIEGEL, S. 75—83, 1956), dessen Wirkungsgrad bei einer großen Anzahl Stichproben ($N > 25$) mit 95% des t-Testes als nicht viel geringer als bei einer kleinen Anzahl Stichproben angegeben wird. Dabei ist N die Anzahl der Stichprobenpaare minus der Paare, deren Differenzen gleich null sind. Null-Hypothese H_0 : Wurzelschnitt, Strangulation und Gipfelkrümmen erhöhen die Zahl der Blüten gegenüber den unbehandelten Kontrollpflanzen nicht. H_1 : behandelte Pfropflinge bilden eine größere Anzahl Blüten aus als die Kontrollpfropflinge. Sicherheitswahrscheinlichkeit: $P = 5\%$.

Zur Feststellung, ob sich in der Blütenzahl bei gleicher Behandlungsweise Unterschiede zwischen den Klonen nachweisen ließen, erwies sich der nicht parametrische FRIEDMAN-Test (The FRIEDMAN two way analyses of variance by ranks, s. SIEGEL, S. 166—173, 1956) als brauchbar, der in seinem Wirkungsgrad in etwa dem F-Test gleichgestellt werden kann. Null-Hypothese H_0 : gleich behandelte, aber verschiedene Klone weisen keine Unterschiede in der Anzahl der ausgebildeten Blüten auf. H_1 : nach gleicher Behandlung zeigen verschiedene Klone Unterschiede in der Anzahl der ausgebildeten Blüten. Sicherheitswahrscheinlichkeit: $P = 5\%$.

Ergebnisse

Sowohl Kontrollen als auch behandelte Pflanzen blühten erstmals im Frühjahr 1958. Die Zählung der Blüten erfolgte in der Zeit von Mitte bis Ende März 1958.

1. Vergleich der Gesamtblütenzahl ($\delta + \varphi$) an Pfropflingen des gleichen Klons

Die Blütenzahlen der beiden gleich behandelten Pflanzen desselben Klones können erheblich variieren, ob sie nun unbehandelt sind (s. Tab. 1, IV, Z. Nr. 72, 93, 105) oder beispielsweise stranguliert wurden (Tab. 1, IV, Z. Nr. 91, 101, 118).

Verschieden behandelte Pflanzen des gleichen Klones können unterschiedlich reagieren. Bei Pflanzen der Z. Nr. 105 (vgl. Tab. 1, IV) wird sowohl durch Wurzelschnitt als auch durch Gipfelkrümmen die Gesamtblütenzahl ($\delta + \varphi$) erniedrigt, nur durch Strangulation wird sie erhöht. Demgegenüber bewirken sowohl Strangulation als auch Gipfelkrümmen bei Pflanzen der Z. Nr. 119 eine Erhöhung der Blütenzahl, während nach Wurzelschnitt eine Verminderung der Blütenzahl erfolgt. Umgekehrt liegen die Blütenzahlen an den durch Gipfelkrümmen behandelten Pflanzen der Z. Nr. 91, 101 und 125 nahe an den Blütenzahlen der Kontrollpflanzen oder niedriger, und an den mit Wurzelschnitt behandelten Pfropflingen höher als an den Kontrollen. Die Blütenzahlen anderer Klone wiederum werden sowohl durch Wurzelschnitt als auch durch Gipfelkrümmen und Strangulation erhöht (s. Tab. 1 IV, Z. Nr. 102, 103, 116, 126).



Abb. 1. — Strangulationsstelle an einem 4jährigen japanischen Lärchen-Pfropfling am Ende der Vegetationsperiode, während der die Behandlung erfolgte.

2. Vergleich der Wirkung der gleichen Behandlungsweise zwischen Pflanzen verschiedener Klone auf die Gesamtblütenzahl

a) Unbehandelte Pflanzen:

Die Gesamtzahl der Blüten ($\delta + \varphi$) bei Kontrollpflanzen verschiedener Klone differiert sehr stark: Keiner der beiden unbehandelten Pfropflinge der Z. Nr. 104 hatte Blüten angesetzt, während die Kontrollpflanzen der Z. Nr. 101 mehr als 100 Blüten hervorbrachten. Man könnte annehmen, da Pflanzen gleicher Klone im gleichen „Block“ stehen, daß es sich dabei um Unterschiede zwischen verschiedenen Klonen handelte, wie im χ^2 -Test nach FRIEDMAN mit $k = 18$ und $N = 2$ ein $P < 0,01$ anzuzeigen scheint (s. SIEGEL 1956). Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die gleichbehandelten Pflanzen verschiedener Klone in einer Reihe hintereinander stehen und somit ein Bodenfehler hinzukommt, so daß die gefundenen „Unterschiede zwischen den Klonen“ eine Summe aus dem Bodenfehler und möglichen Unterschieden zwischen den Klonen darstellen. Dasselbe gilt ebenso für alle behandelten Pflanzen verschiedener Klone.

b) Wurzelschnitt:

Die Reaktion auf eine Behandlung mit Wurzelschnitt erscheint sehr unterschiedlich. Während die Pflanzen der Z. Nr. 118 in der Blütenzahl sich nicht von den Kontrollen unterscheiden, bildeten Pflanzen der Z. Nr. 119 die 3fache Zahl an Blüten aus, und die Anzahl der Blüten sank bei Pflanzen der Z. Nr. 121 auf ungefähr $\frac{1}{20}$ der Kontrollen (vgl. Tab. 1, IV). Auch hier gilt das für die Kontrollen Gesagte. Neben dem Bodenfehler und möglichen Unterschieden zwischen den Klonen kann jedoch außerdem noch die unterschiedliche Reaktionsweise verschiedener Klone bei gleicher Behandlung in die Zahl der Blüten eingehen.

c) Gipfelkrümmen:

Als Beispiel für die unterschiedliche Blütenzahl nach Gipfelkrümmen seien die Z. Nr. 103, 105 und 118 angeführt (vgl. Tab. 1, IV). Eines jedoch haben die durch Gipfelkrümmen behandelten Pflanzen aller Klone gemeinsam: Seitenzweige I. Ordnung, die sich nach dem Krümmen des Gipfels wieder aufrichteten und ihre Seitenzweige höherer Ordnung tragen keine oder nur sehr wenige Blüten. Der in Abb. 2 links gezeigte Pfropfling trug insgesamt 1552 Blüten; der an der höchsten Stelle der Mutterachse entspringende stärkste Seitenzweig und seine Seitenzweige höherer Ordnung jedoch insgesamt nur 30; der Pfropfling rechts brachte insgesamt 1092 Blüten hervor, sein stärkster, jedoch aufgerichteter Seitenzweig ebenfalls nur 30.



Abb. 2. — Mit Gipfelkrümmen behandelte 6jährige Pfropflinge der Japanlärche zur Blütezeit.

Auch bei gleich alten Pfropflingen, die durch Witterungseinflüsse in einem Winkel von ungefähr 45° zum Boden geneigt wuchsen, ergab sich dasselbe Bild. Je steiler sich ihre Seitenzweige wieder aufrichteten, um so geringer war deren Blütenproduktion (s. auch LONGMAN and WAREING 1958). Die Anzahl der Blüten der mehr oder weniger aufgerichteten Seitenzweige I. Ordnung am 1954—57er Holz des Stämmchens sowie deren Seitenzweige einerseits und die Anzahl der Blüten der annähernd parallel zur Bodenoberfläche wachsenden sowie der hängenden Seitenzweige dieser Pfropflinge andererseits sind zum Vergleich in Tab. 2 zusammengefaßt.

d) Strangulation:

Nur durch Strangulation wird die Gesamtblütenzahl der Pflanzen aller Klone gegenüber den Kontrollen erhöht.

3. Vergleich der verschiedenen Behandlungsweisen im Gesamtergebnis

Vergleicht man die Gesamtblütenzahlen ($\delta + \varphi$) der Pflanzen aller behandelten Klone mit denen der Kontroll-

Tab. 2: — Vergleich der Blütenzahlen an aufrechten und hängenden Seitenzweigen I. und II. Ordnung am 1954er bis 1957er Holz niederliegender, 6jähriger Pfropflinge der Japanlärche. Neigung des Haupttriebes zum Erdboden $\sim 45^\circ$.

Zweigordnung	I. Ordnung				II. Ordnung			
	aufgerichtet		hängend		aufgerichtet		hängend	
	Anzahl der Zweige	Anzahl der Blüten	Anzahl der Zweige	Anzahl der Blüten	Anzahl der Zweige	Anzahl der Blüten	Anzahl der Zweige	Anzahl der Blüten
Pfropflings-Nr.								
B4 664/53	22	7	11	118	18	2	3	29
661/53	21	0	10	24	8	2	4	25
669/53	9	45	12	162	9	24	11	49
663/53	15	36	16	303	14	5	30	54
670/53	12	38	12	93	9	8	11	78
Summe	89	126	61	700	58	41	59	435
Blütenzahl pro Zweig		1,42		11,48		0,71		7,59

Tab. 3: — P-Werte beim statistischen Vergleich der Blütenzahlen von behandelten und unbehandelten Japanlärchen-Pfropflingen im Frühjahr 1958 und 1959 im WILCOXON-Test (SIEGEL 1956).

Jahr der Blütenzählung		1958			1959		
Verglichene Behandlungsmethoden	Blüten	P	N	T	P	N	T
Kontrolle - Wurzelschnitt	♂ + ♀	0,0681	32	148	>0,025	20	73,5
	♂	0,1841	32	215,5	>0,025	20	73,5
	♀	>0,025	15	41	—	2	nicht auswertbar
Kontrolle - Gipfelkrümmen	♂ + ♀	0,00003	32	79	>0,025	20	57,5
	♂	<0,00003	32	79	>0,025	20	57,5
	♀	>0,025	10	18,5	—	2	nicht auswertbar
Kontrolle - Strangulation	♂ + ♀	<0,00003	28	30	<0,005	21	19
	♂	<0,00003	28	30	<0,005	21	19
	♀	<0,025	15	23,5	—	2	nicht auswertbar
Strangulation - Wurzelschnitt	♂ + ♀	0,0020	28	76,5	>0,025	22	88,5
	♂	0,0024	28	79	>0,025	22	88,5
	♀	<0,005	18	21,5	keine vorhanden		
Strangulation - Gipfelkrümmen	♂ + ♀	<0,00023	27	40	>0,025	24	115,5
	♂	<0,00023	27	40	>0,025	24	115,5
	♀	<0,005	16	9,5	keine vorhanden		
Wurzelschnitt - Gipfelkrümmen	♂ + ♀	0,19940	33	232,5	>0,025	24	132,5
	♂	0,19940	33	242,5	>0,025	24	132,5
	♀	>0,025	9	10	keine vorhanden		

pflanzen, so ist festzustellen, daß die Gesamtblütenzahl durch Wurzelschnitt zählbar und durch Gipfelkrümmen signifikant erhöht wird (WILCOXON-Test, SIEGEL 1956). Durch die genannten Behandlungsmethoden steigt die Gesamtblütenzahl (♂ + ♀) um das 1,7fache der Kontrollen (s. Tab. 1, XV); Strangulation ist nach den bisherigen Untersuchungen am wirkungsvollsten. Die Gesamtblütenzahl (♂ + ♀) wird um das 4,5fache der Kontrollen erhöht. Auch gegenüber Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen zeigt sich eine Strangulation signifikant überlegen (s. Tab. 3).

Bei der Betrachtung des Geschlechtsverhältnisses nach verschiedenen Behandlungsweisen fällt auf, daß die Erhöhung der Gesamtblütenzahl durch Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen nur dem männlichen Geschlecht zugute kommt, und die Anzahl der Zapfenblüten in jedem dieser beiden Fälle gegenüber den Kontrollen zählbar verringert wird (Tab. 1, V, XV, XVI). Durch Strangulation aber erfolgt, verglichen mit den Kontrollen und den durch Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen behandelten Pflanzen, neben einer Vermehrung der männlichen Blüten auch eine signifikante Erhöhung der Zapfenzahl (s. Tab. 3).

4. Wirkung des Gipfelkrümmens im 3. Jahr und Nachwirkung des Wurzelschnitts und der Strangulation

Im Wächtersbacher Raum war das Jahr 1959 kein Blütejahr; dementsprechend liegt die Gesamtblütenzahl aller Blüten (Tab. 1, V, ♂ + ♀ 1959) weit unter der des Vorjahres. Prozentual hat sich aber die Gesamtblütenzahl bei den mit Gipfelkrümmen behandelten Pflanzen, die auch 1958 in ihrer jeweiligen Lage belassen worden waren, weiter erhöht (Tab. 1).

Wurzelschnitt und Strangulation, wobei die Strangulationsbänder bereits im Frühjahr 1958 gelöst wurden,²⁾

²⁾ Es ist dabei zweckmäßig, die Bänder zu Beginn der 2. Vegetationsperiode nach der Behandlung zu lösen, um die Pfropflinge nicht unnötig zu schwächen. Werden die Bänder, wenn die Behandlung bereits Anfang Mai durchgeführt wird, erst nach der 2. Vegetationsperiode entfernt, so entstehen meist größere Wunden, die oft den Abgang des Pfropflings zur Folge haben.

wirken noch im 3. Jahr nach der Behandlung fördernd auf die Blütenbildung. Die Blütenzahlen der Kontrollen bewegen sich in der vorjährigen Größenordnung (Tab. 1, V). Die Gesamtblütenzahl und die Zahl der männlichen Blüten bei strangulierten Pflanzen war wie im Vorjahr signifikant höher als bei unbehandelten und zählbar höher als bei den mit Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen behandelten Pflanzen (Tab. 1, V). Signifikante Unterschiede waren jedoch nicht festzustellen.

5. Vergleich der Anzahl der blühenden Pfropflinge im Blütejahr 1958 und im Nicht-Blütejahr 1959

Wie Tab. 1, XI zeigt, blühten 1958 fast 80% der im Versuch befindlichen unbehandelten Pfropflinge. Im Jahr 1959 lag diese Zahl um fast die Hälfte unter der des Vorjahres. Die Zahl der männlich blühenden Pflanzen entsprach der Gesamtzahl der blühenden Pfropflinge. Das Verhältnis der männlich zu weiblich blühenden unbehandelten Pfropflinge wird im Blütejahr 1958 durch den Quotienten 4:1 wiedergegeben; im Nicht-Blütejahr 1959 verschiebt sich dieses Verhältnis auf 14:1.

Durch Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen kann die Zahl der blühenden Pfropflinge nicht oder nur wenig erhöht werden. Es kommt hinzu, daß weder durch die eine noch die andere Methode die Zahl der Zapfenblüten tragenden Pfropflinge gegenüber den Kontrollen merklich gesteigert wird. Durch Strangulation wurde die Anzahl der im Frühjahr 1958 blühenden Pfropflinge um $\frac{1}{4}$ gegenüber den Kontrollen erhöht. Davon wird sowohl die Zahl der männlich blühenden als auch die der weiblich blühenden Pfropflinge betroffen. Das Verhältnis der männlich blühenden Pfropflinge zu den weiblich blühenden im Blütejahr 1958 nach Strangulation betrug ungefähr 3:1 gegenüber 4:1 bei den Kontrollpflanzen (s. oben), die in Hinsicht auf die Anzahl der Zapfenblüten tragenden Pfropflinge sich günstiger verhielten als Pfropflinge nach Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen.

6. Ausfälle

Die im Verlauf dieser Versuche ausgefallenen Pflanzen sind bei Behandlung mit Gipfelkrümmen und Wurzelschnitt auf Absterben aus unbekannter Ursache zurückzuführen, bei den mit Strangulation behandelten Pflanzen handelt es sich ohne Ausnahme um solche Pfropflinge, deren Strangulationsband nicht eingewachsen oder gerissen war, und die aus diesem Grunde nicht ausgewertet wurden (s. Tab. I, VII).

Diskussion

Das Alter der Mutterbäume der behandelten Pfropflinge lag im Zeitpunkt der Behandlung zwischen 50 und 60 Jahren (Durchschnittsalter ~ 53). Es handelt sich also um Pfropflinge von nicht sehr alten Ausleseebäumen. Obwohl aber die Pfropfreiser aus der Krone der Mutterbäume, also der Altersphase (PASSECKER 1954, ROHMEDE 1957, SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL 1959) entnommen worden waren, gleichen die Pfropflinge hinsichtlich ihres üppigen Aufwuchses mehr gleichaltrigen Sämlingspflanzen.

Die Reiser, aus denen alle Pfropflinge dieses Versuches angezogen worden waren, wiesen zur Zeit der Werbung im Winter 1952/53 Zapfenbehang auf, womit die Blühreife und Blühwilligkeit dieses Materials demonstriert wird. Trotzdem blieb die Blühwilligkeit nach der Pfropfung von 1953 bis 1957 so gering, daß eine Ausbildung von Blüten bis zum Wirksamwerden der Behandlung nicht erfolgte. Im Jahre 1958 blühten alle Pfropflinge, auch die unbehandelten, die Blühwilligkeit konnte aber durch die mechanischen Eingriffe eindeutig gesteigert werden.

Wurzelschnitt, wobei zwangsläufig der Umfang des Eingriffs nicht kontrollierbar ist, erhöht die Anzahl der Blüten ebenso wie Gipfelkrümmen zählbar (vgl. LONGMAN und WAREING 1958). Bemerkenswert ist jedoch, daß weder durch die eine noch die andere Behandlungsweise der Zapfenblütenanteil erhöht wird; im Gegenteil, gegenüber der Zapfenblütenzahl der Kontrollen fällt er niedriger aus. Nur durch Strangulation wird die Anzahl der Zapfenblüten signifikant erhöht. Da das gleiche auch nach Ringelung der Fall ist (MELCHIOR 1960 a), muß einem hohen Angebot an verfügbaren Assimilaten bei der Ausbildung der Zapfenblüten eine wichtige Rolle zugeschrieben werden (vgl. KOBEL 1954).

Bei keinem der im Juni 1956 behandelten Pfropflinge trat bereits im Frühjahr 1957 ein merklicher Effekt ein. Nach den bisher gemachten Erfahrungen ist diese Frage dahingehend zu beantworten, daß die Blüteninduktion der Lärche bereits im Juni erfolgt. Mitte Juli bis Anfang August sind die Blütenknospen der Japanlärche bereits ausgebildet und makroskopisch sichtbar. Die Behandlung erfolgte also zu spät. Ringelungsversuche in verschiedenen Monaten des Jahres 1957 und Versuche in einer Lärchen-Samenplantage (MELCHIOR 1960 a und b) bestätigen diese Annahme, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß sich der Zeitraum der Blüteninduktion je nach klimatischen Faktoren von Vegetationsperiode zu Vegetationsperiode verschieben kann.

KLEINSCHMIT 1958 stellte bei Düngungsversuchen in einer Japanlärchen-Samenplantage ein unterschiedliches Verhalten der einzelnen Klone fest. In unseren Versuchen konnte dieses Ergebnis deshalb nicht bestätigt werden, weil durch den notwendigen Bodenausgleich zwischen den Pflanzen gleicher Klone enthaltenden „Blocks“ zwangsläufig auch die Unterschiede in der Blütenzahl zwischen gleichbehandelten Pflanzen verschiedener „Blocks“ und damit der

Klone eliminiert werden. Die nachgewiesenen Unterschiede zwischen den „Blocks“ an Kontrollpflanzen können demnach auf Bodenunterschiede, Unterschiede zwischen den Klonen und auf Versuchsfehlern beruhen; bei behandelten Pflanzen kann als möglicher weiterer Faktor die unterschiedliche Reaktionsweise verschiedener Klone auf einen mechanischen Eingriff hinzukommen. Eine Analyse der klonspezifischen Eigenschaften hinsichtlich der Blühwilligkeit ist auf diese Weise somit nicht möglich, sondern nur im Blockversuch.

Wie die Beobachtungen im 3. Jahr nach der Behandlung ergeben haben, ist bei keiner der Behandlungsweisen ein schädigender Einfluß auf die Pfropflinge zu befürchten. Wurzelschnitt und Strangulation wirkten nach und mit Gipfelkrümmen behandelte Pfropflinge blühten in demselben Maße wie im Vorjahre.

Die Untersuchungen zeigen, daß die Möglichkeit besteht, mit Hilfe mechanischer Eingriffe an Pfropflingen der Japanlärche durch die Förderung der Blühwilligkeit eine wesentliche Erhöhung der Blütenzahl zu erreichen. Basierend auf diesen Ergebnissen sind weitere Versuche eingeleitet worden, die neben einer Verbesserung der Methodik eine vor allem für züchterische Belange erforderliche Erhöhung des Zapfenblütenanteils zum Ziele haben. Mit diesen Untersuchungen sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche die Zeiträume bis zu einer befriedigenden Samenernte auch in Samenplantagen verkürzen und u. a. auch für Hochzucht- oder geprüfte Hybridplantagen (HEITMÜLLER 1959) frühzeitig die notwendige Prüfung der Plantagenbäume hinsichtlich ihres Selektionswertes unter genetischem Aspekt gestatten (MARQUARDT 1956).

Zusammenfassung

1. 4jährige japanische Lärchen-Pfropflinge wurden mit Gipfelkrümmen, Wurzelschnitt und Strangulation zur Förderung der Blühwilligkeit behandelt.
2. Die Zahl der blühenden Pfropflinge wird durch Strangulation gesteigert, nur bei dieser Behandlungsweise wird auch die Zahl der Zapfenblüten tragenden Pfropflinge erhöht.
3. Die Gesamtblütenzahl und die Zahl der männlichen Blüten wurde im Blütejahr 1958 durch alle Behandlungsweisen wesentlich, doch nur durch Strangulation signifikant gegenüber den Kontrollen erhöht.
4. Die Zahl der Zapfenblüten im Blütejahr 1958 stieg nach Strangulation signifikant gegenüber den Kontrollen.
5. Gipfelkrümmen verminderte die Zahl der weiblichen Blüten gegenüber den Kontrollen. Wurzelschnitt wirkt ähnlich. Wurzelschnitt und Gipfelkrümmen wirken aber auch im 3. Jahr nach der Behandlung noch fördernd auf die Zahl der männlichen Blüten.
6. Strangulation zur Förderung der Blütenbildung ist gegenüber den anderen geprüften Behandlungsweisen sowohl hinsichtlich der Zahl der männlichen Blüten als auch der Zahl der Zapfenblüten signifikant überlegen.
7. Bereits eingeleitete Untersuchungen dienen der Entwicklung der Methodik sowie besonders einer Erhöhung des Zapfenblütenanteils.

Summary

Title of the paper: *On the flower-promoting effects of root pruning, bending of branches and strangulation in Japanese larch L. leptolepis (Sieb. and Zucc.) Gord.*

1. Four year old grafts of Japanese larch were treated with bending of the top of the crown, root pruning and strangulation to promote the formation of flowers.

2. Strangulation increased the number of flowering grafts and this treatment used alone also increased the number of female flowers.

3. In 1958 the total number of flowers and the number of male flowers were appreciably increased by all treatments, but only strangulation gave a significant increase in comparison with the control.

4. Female flowers were significantly increased in 1958 after strangulation.

5. In comparison with the control the number of female flowers was reduced after bending of the top of the crown.

6. For the promotion of flower buds, strangulation is significantly superior to the other treatments tested, with regard to the number of male and female flowers.

7. Experiments on the development of suitable methods, especially for increasing the proportion of female flowers have already been started.

Résumé

Titre de l'article: *Action de l'élagage des racines, la courbure des branches et la strangulation sur l'induction de la floraison chez le mélèze du Japon Larix leptolepis (Sieb. et Zucc.) Gord.*

1. Des greffes de 4 ans de mélèze du Japon ont subi les traitements suivants en vue de provoquer la formation de fleurs: courbure de la flèche, élagage de racines et strangulation.

2. La strangulation augmente le nombre des greffes qui fleurissent et ce traitement employé seul augmente également le nombre de fleurs femelles.

3. En 1958 le nombre total des fleurs et le nombre des fleurs mâles furent augmentés de façon appréciable par tous les traitements, mais seule la strangulation a donné une augmentation significative par rapport au témoin.

4. Le nombre de fleurs femelles fut augmenté en 1958 de façon significative par la strangulation.

5. Par rapport au témoin, le nombre des fleurs femelles s'est trouvé réduit après la courbure de la flèche.

6. En ce qui concerne l'induction de bourgeons à fleurs, la strangulation est significativement supérieure aux autres traitements pour le nombre des fleurs mâles et femelles.

7. Des expériences ont été entreprises pour la mise au point des méthodes destinées spécialement à augmenter la proportion des fleurs femelles.

Literatur

(1) ARNBORG, T.: Ett par lyckade resultat av barkringling och strangulering. Skogen 33, 84—85 (1946). — (2) BERGMAN, F.: Försök med tvangsfructificering av tall, gran och björk. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. 53, 275—304 (1955). — (3) BÜNNING, E.: Über die Ursachen der Blühreife und Blühperiodizität. Z. Bot. 40, 293—306 (1952). — (4) BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. 3. Aufl. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg (1953). — (5) BÜSGEN, M., und MÜNCH, E.: Bau und Leben unserer Waldbäume. Fischer-Verlag, Jena 1927. — (6) BUSSE, O.: Blüten- und Fruchtbildung künstlich verletzter Kiefern. Forstw. Zentralbl. 8, 325—332 (1924). — (7) FRITSCH, R.: Untersuchungen über die Jugendformen des Apfel- und Birnbaumes und ihre Konsequenzen für die Unterlagen- und Sortenzüchtung. Ber. Schweiz. bot. Ges. 58, 207—267 (1948). — (8) HEITMÜLLER, H.-H.: Forstpflanzenzüchtung in: Grundlagen der Forstwirtschaft. Verlag M. & H. Schaper, Hannover. S. 677—688 (1959). — 9. HOEKSTRA, P. E., and Mergen, F.: Experimental induction of female flowers on young Slash Pine. Journ. Forestry 55, 827—831 (1957). — (10) HOLMES, G. D., and MATTHEWS, J. D.: Girdling or bending as a means of increasing cone production in pine plantations. Forestry Commission Forest Record Nr. 12, 1—8 (1951). — (11) JENSEN, H.: Zit. bei LIND-

QUIST: Forstgenetik in der schwedischen Waldbaupraxis. 2. Auflage. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin (1954). — (12) JOHNSON, H.: Beskärning och formning av fröträd i plantager. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. (1950) zit.: JOHNSON, H. Föreningen för växtförädling av Skogsträd 1936—58, S. 57 (1959). — (13) KEMMER, E.: Versuche zur Klärung der Ringelungstechnik. Deutscher Obstbau 58, 153—156 (1943). — (14) KEMMER, E.: Die Blühreife. 12. Merkblatt, Inst. Obstbau, Univ. Berlin, 2. Aufl. (1949). — (15) KEMMER, E.: Studienbeobachtungen an Kernobstgehölzen. Züchter 28, 367—377 (1958). — (16) KEMMER, E., und SCHULZ, F.: Beeinflussung der Blühreife im Obstbau. 13. Merkblatt, Inst. f. Obstbau, Univ. Berlin, 2. Aufl. (1949). — (17) KIELLANDER, C. L.: Svensk Växtförädling. Bd. II. Främmande barrträd. Natur och Kultur Stockholm (1951). Zit. bei SCHÖNBACH (1958). — (18) KIELLANDER, C. L.: Über den Formschnitt bei Koniferen-Pfropflingen in Samenplantagen. Silvae Genetica 5, 162—166 (1957). — (19) KLEINSCHMIT, R.: Stickstoffdüngungsversuch in einer Samenplantage. Forst- und Holzwirt 13, 313—315 (1958). — (20) KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues. 2. Aufl. Berlin 1954. — (21) KOOTZ, F. W.: Demonstration bei einer Besichtigungsfahrt nach Bad Doberan. Tgg. f. Forstgenetik, Berlin 1957. — (22) LANGNER, W.: Inzuchtgefahren bei der Saatgutgewinnung in Beständen und Samenplantagen. AFZ 14, 325—326 (1959). — (23) LANTELMÉ, W.: Künstliche Herbeiführung von Fruchtbildung an Waldbäumen. Z. Forst- und Jagdwesen 65, 378—386 (1933). — (24) LONGMAN, K. A., and WAREING, P. F.: Effect of gravity on flowering and shoot growth in Japanese Larch (*Larix leptolepis* MURRAY). Nature 182, 380—381 (1958). — (25) MARQUARDT, H.: Theoretische Grundlagen der Samenplantagen. Forstarchiv 27, 1—7, 25—30, 77—84 (1956). — (26) MATTHEWS, J. D., and MITCHELL, A. F.: Rep. Forest Res. for the year ended March 1956, 57—58 (1957). — (27) MAURER, K. J.: Mitteilungen Klosterneuburg 7, 187—191 (1957). Zit. bei KEMMER 1958. — (28) MELCHIOR, G. H.: Ringelungsversuche zur Förderung der Blütenbildung an japanischer Lärche (*Larix leptolepis* [SIEB. et ZUCC.] GORD.) und an europäischer Lärche (*Larix decidua* MILL.) Silvae Genetica (im Druck). — (29) MELCHIOR, G. H.: Versuche zur Förderung der Blühwilligkeit an japanischen Lärchen-Pfropflingen (*Larix leptolepis* [SIEB. et ZUCC.] GORD.) Silvae Genetica 9 (im Druck). — (30) MITCHELL, A. F.: The treatment of beach grafts. IUFRO Sect. 22, Meet. For. Tree Breeders at the Forest Res. Stat. Farnham, 43—44 (1957 a). — (31) MITCHELL, A. F.: The pruning of Larch. IUFRO Sect. 22, Meet. For. Tree Breeders at For. Res. Stat. Farnham, 45—46 (1957 b). — (32) MITCHELL, A. F.: Induction of flowering in Scots Pine by means of disbudding. IUFRO Sect. 22, Meet. For. Tree Breeders at the Forest Res. Stat. Farnham, 45—46 (1957 c). — (33) MITSCHURIN, J. W.: Ausgewählte Werke, Moskau 1950, zit. bei KEMMER 1958. — (34) MOLISCH, H.: Pflanzenphysiologie, 6. Aufl., Jena (1930). — (35) MÜLLER-THURGAU: Landw. Jahrbuch d. Schweiz 1898, zit. bei GÖBEL: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Verlag Teubner, Leipzig und Berlin (1908). — (36) MÜNCH, E.: Erlensterben in Norddeutschland. Forstl. Wochenschrift Silva 15, 3—4 (1927). — (37) NILSSON, B.: Markbehandlingen inflytande på blomsättning och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. (1955), zit.: JOHNSON, H. Föreningen för växtförädling av Skogsträd 1936—1958, 57 (1959). — (38) OVERBEEK, J. VAN, and CRUZADO, H. J.: Flower formation in the pineapple plant by geotropic stimulation. Journ. Bot. 35, 410—412 (1958). — (39) PASSECKER, F.: Geschlechtsreife, Blühwilligkeit und Senilität bei holzigen Gewächsen. Züchter 22, 26—33 (1952). — (40) PASSECKER, F.: Die Entwicklungsphasen der Gehölz-Pflanzen und ihre praktische Bedeutung. Festschrift f. ERWIN AICHINGER Z. 60. Geb., Angew. Pflanzensoziologie, Springer-Verlag Wien, 1, 38—102 (1954). — (41) POND, J. D.: Girdling for seed production Journ. Forestry 34, 78—79 (1936). — (42) ROHMEDE, E.: Die Nachkommen einer 14jährigen und einer 170jährigen Fichte. Z. Forstgenetik 1, 19—21 (1951/52). — (43) ROHMEDE, E.: Altersphasenentwicklung der Waldbäume und Forstpflanzenzüchtung. Silvae Genetica 6, 136—142 (1957). — (44) RUDOLF, W.: Entwicklungsphysiologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung in: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. 1: Grundlagen der Pflanzenzüchtung, 225—307 (1958). — (45) SCHAFALITZKY DE MUCKADELL, M.: Investigation on aging of apical meristems in woody plants and its importance in silviculture. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 25, 310—455 (1959). — (46) SCHMUCKER, Th.: Biologie der Vermehrung. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 46—98, Berlin (1941). — SCHÖNBACH, H.: Die Douglasie und ihr Holz, S. 362, Akademie-Verlag Berlin (1958). — (48) SCHRÖCK, O.: Beobachtungen an der Nachkommenschaft einer Zufensuchtkiefer. Silvae Genetica 6, 169—178 (1957). — SCHÜTT, P.: Züchtung mit Kiefern, Teil I. Individualunterschiede und Provenienzversuche Mitt. BFA Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek b. Hamburg, Nr. 40 (1958). — (50) SIEGEL, S.: Nonparametric statistics. The WILCOXON matched-pairs signed-ranks test, S. 75—83. The FRIEDMAN two way analyses of variance by ranks. S. 166—173,

McGraw Hill Book Co. Inc. New York, Toronto, London 1956. — (51) STEFANSSON, E.: Strangulering av fröträdsställningar. Skogen 35, 96 (1948). — (52) STEFANSSON, E.: Zit. bei KIELLANDER (1957). — (53) STERN, K.: Der Inzuchtgrad in Nachkommenschaften von Samenplantagen. Silvae Genetica 8, 37—42 (1959). — (54) TSCHERMAK, E. v.: Über seltene Weizen- und Haferbastarde und Versuche

ihrer praktischen Verwertung. Beitr. Pfl. Zücht. 10, 74—93 (1929). (55) VÖCHTING, H.: Über Organbildung im Pflanzenreich. Bd. 2, Bonn (1884). — (56) WABRA, A.: Erzwingung der Fruchtbarkeit und Mast unserer Waldbäume. Sudetendeutsche Forst- und Jagdz. 28, 308—309 (1928). — (57) WAREING, P. F.: Experimental induction of male cones in *Pinus silvestris*. Nature 171, 47 (1953).

On the Effect of Low Temperature on Meiosis and Pollen Fertility in *Larix decidua* Mill.

By H. CHRISTIANSEN

The Danish State Forestry's Tree Improvement Station, Humlebaek, Denmark

(Received for publication December 13, 1959)

In connection with routine examinations of pollen of larch used in 1954 in controlled pollinations at the Tree Improvement Station, it was frequently observed that samples of pollen contained a considerable number of irregular pollen grains (BARNER and CHRISTIANSEN [1]), viz: pollen with large vacuoles, giant pollen, micropollen, twin-pollen, apparently normal pollen of varying size and dead pollen. Giant pollen and pollen of varying size have been observed in *Larix decidua* MILL. and *Larix occidentalis* NUTTAL by SYRACH LARSEN and WESTERGAARD (12), and twin-pollen is reported in *L. leptolepis* SIEB. et ZUCC. by SAXTON (9) and MÜLLER-STOLL (7). In 1954 little could be done to find the cause of these irregularities; larch pollen does not germinate in vitro, at least not by ordinary methods, and the results of the controlled pollinations did not give any clue, firstly because part of the pollen always looked normal and secondly because there could be many other reasons for unsatisfactory seed setting than the irregular pollen.

It was observed, however, that two samples of pollen mother cells (abbreviated: PMCs), taken from the same tree at an interval of six days, were at the same stage of meiosis (Diakinesis-Metaphase I); the air temperature was about zero. It was further found that PMCs at the meiotic metaphase I (abbrev.: M_1) in male buds of twigs of larch stopped divisions when placed in a refrigerator at a temperature of $0^\circ - +3^\circ$ C, but when, several days later, they were moved to the laboratory at about $+22^\circ$ C, the "frozen" divisions started again, and after a few hours only metaphase₂ (abbrev.: M_2) and pollen tetrads could be found.

This of course gave rise to the question whether the extremely complicated processes of meiosis (cf. LANGNER [5]) could endure such prolonged inhibitions without detrimental effects. — As mentioned by TISCHLER (13), NEMEČ (Tschechoslovakia) considers it possible that meiosis in larch may start in autumn and be completed in the course of the winter. SAXTON (9) (England) states that PMCs in larch may start divisions ultimo September and complete them after a month's rest. According to these statements, an extension of meiosis over several months is not unusual in larch, and it would imply that this tree should also be able to undergo fractionated meiosis without detriment to the resulting pollen. In Denmark we have, however, never observed meiosis in larch earlier than February-March and as, furthermore, the temperature during winter and early spring in this country is probably lower, and the variations more extreme, than in Great Britain or Tschechoslovakia, it might be supposed that injuries to the

PMCs, which have not been observed in more southern regions, might occur here.

In the winter 1955-56 flower buds were abundant, and considerable variations in air temperature, from rather high in the months November-January to unusually low in February-March offered an opportunity to study the reaction of the PMCs. — November and December 1955 and January 1956 had 27, 17 and 8 days respectively on which the maximum temperature was $+5^\circ$ C or higher, and on which the meiotic processes could be assumed to have proceeded, although slowly. During February the maximum temperature of the month was $+3.5^\circ$ C (only one day), the minimum -17.3° C. On 26 days of February the temperature did not rise above $+1^\circ$ C, and the meiotic processes were no doubt completely inhibited. The period March 1st — March 24th had only three days with max. temperature above $+5^\circ$ C. Minimum temperatures were on 17 days below zero and varied between $+1.3^\circ$ and -8.1° C. — The temperatures quoted are those registered by the Meteorological Institute at Copenhagen (3).

On March 16th, at the time when the reduction division could be expected to take place, the male buds of two trees of *L. decidua* in the garden of the Royal Veterinary and Agricultural College at Copenhagen were at the prophase stage of meiosis. In the hope that no sudden rise in temperature would take place, in which case the investigation would probably have had to be postponed till next years flowering of larch, it was decided to follow the progress of meiosis in those two trees.

Material and Methods

The two larch trees were about 50 years old and grow so close together that the branches touch. They are placed approximately North-South to each other. The northern tree is in the following named the N-tree, the southern the S-tree. Although as mentioned the two trees stand close together, it was soon found that meiosis in the S-tree proceeded considerably faster than meiosis in the N-tree, and detailed examination was, therefore, limited to the latter. The investigation started on March 16th, when the PMCs of both trees were in early prophase, and terminated on May 6th when the shedding of pollen had ceased. From March 20th, when the first PMCs at the stages diakinesis- M_1 were found, till March 28th, when about 79% of the PMCs were at the stages telophase₂ — pollen tetrads, at least 50—60 PMCs from different parts of the N-tree were daily examined (Table 1, col. 6). On account of the difficulties in determining the stages of the irregular PMCs and because of a certain variation in stages in dif-