

that a number of different inversions have become established in each of the two species, (2) that some of these may have become fixed and constitute a karyotypic structural difference between the two species, and (3) that the hybrid genic environment has induced more crossing-over in regions where inversions are present.

Finally, one must consider the genetic function of these short inversions. Inversions appear to be present in most if not all *Pinus* species and therefore are a characteristic of the genus. It seems likely, then, that individual inversions are of great antiquity rather than of recent origin. The argument then follows that, as outlined in the introduction, inverted sequences of genes would contain a different allelic composition from their non-inverted homologues, and herein exists a source of variation for the species since some trees have been found to carry two (and possibly more) inversions. It appears likely that individuals without an inversion may be uncommon.

It seems unlikely that inversions have a neutral effect and have just been accumulated by chance, although selection against the heterozygote condition, due to crossing over within the inversion and formation of inviable gametes, is weak in *P. radiata* and unlikely to have much effect. The genus *Pinus* is a very old one in evolutionary history and can be assumed to have a stabilised and proven genetic system. From this study and other published data, it appears that paracentric inversions are a characteristic of the genus *Pinus* and therefore are likely to confer some genetic benefit. In *P. radiata*, whether this is potential variability due to different alleles present in the inverted and normal sequences, or to some other effect such as heterozygote overdominance, remains an intriguing question.

Acknowledgements

The data in this paper formed part of a thesis entitled „Cytogenetic studies in *Pinus radiata* D. Don" submitted to the University of Melbourne. The author is indebted to the University of Melbourne, to the School of Forestry at the University and to the Forests Commission of Victoria for financial support and facilities. Particular acknowledgement is due to Dr. M. BLACKWOOD of the Botany Department of the University for helpful advice.

Conclusions

Chromosome inversions (paracentric) were found in all of twelve *Pinus radiata* trees examined, as evidenced by

the presence of bridge-fragment configurations at anaphase I.

Fragments of markedly (different size) were observed in some of the trees, indicating the presence of two or more inversions in those trees. A double bridge provided additional evidence of at least two inversions in one tree.

Many different fragment sizes were observed in cells from the twelve trees indicating the existence of many different inversions in the species population.

The low frequency of bridge formation suggests that all the inversions are very small.

A similar range of bridge-fragment configurations was observed in *P. radiata* X *attenuata* hybrids but at a greater frequency.

It has been argued that inversions are a characteristic of the *Pinus* genetic system and therefore are likely to have some positive genetic value, although no data to this effect can yet be presented. While inversions may form only a small proportion of the total length of *P. radiata* chromosomes, they nevertheless are a likely source of hidden variability in the species.

References

- ANDERSSON, E.: A case of asyndesis in *Picea abies*. *Hereditas* 33: 301–347 (1947). — CLELAND, R. E.: Some aspects of the cytogenetics of *Oenothera*. *Bot. Rev.* 2: 316–348 (1936). — DOBZHANSKY, T.: *Genetics and the origin of species*. Revised Ed., New York, Columbia University Press, 1951, 446 pp. — GOPAL-AYENGAR, A. R.: Structure and behaviour of meiotic chromosomes in gymnosperms. *Genetics* 27: 143 (1942). (Abstr.) — LUNA, C. L. D.: Estudio cromosomico en *Pinus pinceana* Gordon y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* SHAW. Thesis, Instituto Politecnico Nacional, Mexico, 1965. — MASON, H. L.: A phylogenetic series of the California closed-cone pines suggested by the fossil record. *Madroño* 2: 49–55 (1932). — PEDERICK, L. A.: The structure and identification of the chromosomes of *Pinus radiata* D. Don. *Silvae Genetica* 16, 69–77 (1967). — QUINN, C. J.: Evolutionary studies in the Podocarpaceae. Ph. D. Thesis University of Auckland, 1965. — ROSS, J. G., and DUNCAN, R. E.: Cytological evidences of hybridisation between *Juniperus virginiana* and *J. horizontalis*. *Bull. Torrey Bot. Club* 76: 414–429 (1949). — SAYLOR, L. C.: Chromosome behaviour and morphology in species and interspecific hybrids of *Pinus*. Ph. D. Thesis, North Carolina State College, 1962. — SAX, K.: Meiosis in interspecific pine hybrids. *Forest Sci.* 6: 135–138 (1960). — STEBBINS, G. L.: Cytogenetic studies in *Paeconia*. II. The cytology of the diploid species and hybrids. *Genetics* 23: 83–110 (1938). — STEBBINS, G. L.: *Variation and Evolution in Plants*. London, Oxford University Press, 643 pp., 1950. — WHITE, M. J. D., and ANDREW, L. E.: Effects of chromosomal inversions on size and relative viability in the grasshopper *Morabn scurra*. In: *The Evolution of Living Organisms*. Ed. by G. W. LEEPER, Melbourne University Press, p. 94–101, 1962.

Versuche zur Stimulation der Blüte an Douglasien-Pfropflingen

Von G. H. MELCHIOR¹⁾

(Eingegangen am 20. 11. 1966)

Einleitung

Seit Beginn der forstlichen Züchtung werden Anstrengungen unternommen, um Waldbäume zu erhöhtem Blütenansatz und größerer Saatproduktion anzuregen. Die angewendeten Methoden reichen von Versuchen zur Änderung der ökologischen Bedingungen (JOHNSON *et al.* 1955, MILAN *et al.*, VIDAKOVIC 1963, LOWRY 1966, BÁNÓ 1966) bis zur Direktbe-

handlung des Individuums, wie beispielsweise Düngung, mechanische Eingriffe oder die Applikation von Wuchs- und Hemmstoffen (Zusammenfassung bei MATTHEWS 1963). Davon scheinen in Saatguterntebeständen und Samenplantagen die Bodenbearbeitung (NILSSON 1955, THÜMLER 1963 a) sowie Düngung und Formschnitt (HOFFMANN 1959, THÜMLER 1963 b) einen festen Platz eingenommen zu haben. Behandlungen wie Wurzelschnitt, Ringelung, Strangulation und Herunterbinden der Zweige werden dort im Hinblick auf die erhöhte Bruch- und Windwurfgefahr mit Recht nur sehr vorsichtig und vereinzelt angewendet. Um Kreuzungsprogramme mit bestimmten Mutterbäumen durchzuführen, bei

¹⁾ Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung in Schmalenbeck der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. — Jetzige Adresse: Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela, Apartado 305.

blühphysiologischen Untersuchungen mit einer leicht übersehbaren Zahl von Individuen unter kontrollierbaren Bedingungen in der Baumschule bedeuten sie jedoch eine nützliche Hilfe.

Die Zapfenblütenproduktion an Douglasie wurde bislang vorwiegend durch Düngung zu erhöhen versucht. Besonders nordamerikanische Autoren berichteten über ermutigende Ergebnisse, die Saatgutproduktion durch Stickstoffgaben im April und Gaben von Stickstoff in Kombination mit Phosphor in 6- bis 40jährigen Beständen und Nachkommenchaften zu erhöhen; Freistellung verursachte dabei eine weitere Verbesserung der Düngerwirkung (DEVITT 1960, EBELL 1962, 1964, 1965 b, ORR-EWING 1965, STEINBRENNER *et al.* 1960, STOATE *et al.* 1961). Auch Trockenheit induzierte an Douglasienpfropflingen erhöhten Blütenansatz (EBELL 1965 a), ebenso umsetzen und Wurzelschnitt (KIELLANDER 1951). Dagegen blieben Versuche, Gibberellinsäure und andere Wuchsstoffe als Blüten induzierende Wirkstoffe zu benutzen, erfolglos (EBELL 1960, KATO *et al.* 1959). Bislang sind auch Untersuchungen, den Blütenansatz an Douglasie durch Ringelung zu stimulieren allein durch Zusammenfassungen von EBELL (1960, 1962) bekannt geworden. Eine Behandlung im Herbst und Frühjahr induzierte dabei an zwieseligen Stämmen, von denen ein Stamm unbehandelt geblieben war, signifikant höheren Zapfenansatz im Jahre nach der letzten Behandlung. Andere Versuche dagegen brachten keine eindeutigen Ergebnisse (SCHÖNBACH 1958).

Als Ergänzung zu diesen Angaben sollen nachstehend einige Ergebnisse zusammengefaßt werden, die in den Jahren 1957 bis 1961 an Douglasienpfropflingen mit verschiedenen Methoden erhalten wurden³⁾. Über einen Teil dieser Ergebnisse wurde bereits an anderer Stelle kurz berichtet (MELCHIOR 1966).

I. Düngung, kombiniert mit verminderten Gießwassergaben

Methode: In Töpfen befindliche Douglasienpfropflinge dreier Klone (s. Tab. 1) wurden in der Zeit vom 5. 5. bis 7. 7. auf nachstehende Weise behandelt:

- 1) Sie wurden nach Bedarf an 59 Tagen mit 250 ccm Leitungswasser pro Topf gegossen (= K).
- 2) Sie wurden wie in 1) behandelt und zusätzlich am 8. 5. und 2. 6. mit 0,25 g Natriumborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) im Gießwasser pro Topf gegossen (= B).
- 3) Sie wurden wie in 2) behandelt, die Menge des Borats pro Topf jedoch auf 0,5 g erhöht (= 2 B).
- 4) Die Pfropflinge wurden zusätzlich zu 1) am 8. 5. und 2. 6. mit je 5 g Kalkammonsalpeter pro Topf gedüngt (= D).
- 5) Die Pfropflinge wurden an nur 38 Tagen gegossen ($-\text{H}_2\text{O}$).

Ergebnisse: Tab. 1 zeigt die Ergebnisse dieses Versuches. Besonders nach Behandlung mit 0,25 g Natriumborat pro Pfropfling traten starke Abgänge auf; im FRIEDMAN-Test ist diese Behandlung von den anderen jedoch nicht signifikant verschieden (s. LIENERT 1962).

Behandlungseffekte auf die Blütenbildung ließen sich nicht nachweisen. Im Folgejahr wurde dieser Versuch, wie nachstehend beschrieben, abgeändert.

Methode: Pfropflinge der Klone Lübbecke 1 (5jährig, Alter des Mutterbaumes: 72 Jahre), Lübbecke 2 (5jährig, Alter des Mutterbaumes: 72 Jahre), Büdingen Ysenburg 10 (3-jährig, Alter des Mutterbaumes: 60 Jahre), und Obereimer 3

³⁾ Diese Versuche wurden an der Zweigstelle Wächtersbach des Instituts mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der auch an dieser Stelle bestens gedankt sei, ebenso Herrn Dr. H.-H. HEITMÜLLER, der die Untersuchungen in jeder Weise förderte.

Tab. 1. — Anzahl behandelter Pfropflinge (A) und der im Frühjahr 1960 abgestorbenen (+) und blühenden (B) nach Borgaben (B, 2B), Düngung (D) und Wasserentzug ($-\text{H}_2\text{O}$)

Klone	Behandlung														
	K			B			2B			D			—H ₂ O		
	A	+	B	A	+	B	A	+	B	A	+	B	A	+	B
Lübbek- ke 1	6	0	0	3	2	0	3	0	0	6	0	0	5	0	0
Büd.															
Ysenb. 10	5	0	0	3	3	0	3	0	0	4	1	0	4	0	0
Ober- eimer 3	4	0	0	2	1	0	2	0	0	3	0	2	3	0	2
Gesamt	15	0	0	8	6	0	8	0	0	13	1	2	12	0	2

(6jährig, Alter des Mutterbaumes: 64 Jahre), die sich in Töpfen mit Komposterde befanden (Anzahl der Pfropflinge s. Tab. 2), wurden vom 6. 5. bis 4. 7. wie folgt behandelt:

- 1) Sie wurden nach Bedarf gegossen (vom 6. 5. bis 27. 5. an 14 Tagen mit 500 ccm Leitungswasser pro Topf und bis zum 4. 7. an 30 Tagen mit 250 ccm pro Topf = K).
- 2) Sie erhielten verminderte Gießwassergaben und zweimalige Volldüngung (vom 6. 5. bis 27. 5. an 6 Tagen je 500 ccm Wasser und bis zum 4. 7. an 12 Tagen 250 ccm; am 10. 5. und 6. 6. wurde außerdem mit 5 g Rotkorn (13 : 13 : 21) pro Topf, aufgelöst im Gießwasser, gedüngt = D - H_2O).
- 3) Sie wurden nach Bedarf gegossen (s. 1) und erhielten zweimalige Volldüngung (s. 2, = K + D).
- 4) Sie erhielten verminderte Gießwassergaben (s. 2 = $-\text{H}_2\text{O}$).

Ergebnisse: Im Frühjahr nach der Behandlung blühte die in Tab. 2 angegebene Anzahl Pfropflinge, jedoch ausschließlich männlich mit Blütenzahlen zwischen 1 und ca. 280. Der Vierfelder- χ^2 -Test wies zwischen behandelten und unbehandelten Gruppen und den einzelnen Behandlungen untereinander die in Tab. 3 zusammengefaßten Signifikanzniveaus für Chi-Quadrat aus. Danach sind die behandelten

Tab. 2. — Anzahl behandelter (A) und blühender Pfropflinge (B) nach Düngung (K+D), Wasserentzug ($-\text{H}_2\text{O}$) und kombinierter Behandlung (D - H_2O)

	Behandlung							
	K(1)		K + D(3)		$-\text{H}_2\text{O}(4)$		D - $\text{H}_2\text{O}(2)$	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Lübbecke 1	14	0	10	0	14	2	14	7
Lübbecke 2	7	0	7	1	9	0	8	3
Büd. Ysenb. 10	5	0	0	(—)	5	0	5	1
Obereimer 3	2	0	0	(—)	3	0	3	2
Gesamt	28	0	17	1	31	2	30	13

Tab. 3. — Vergleich der in Tab. 2 und in Abschnitt I,b angeführten Behandlungen. In zwei Fällen (+) wurde der Vierfelder-Test durchgeführt, obwohl 25% der Erwartungswerte (e) geringfügig kleiner waren als 5

Verglichene Behandlungen	χ^2 -Werte und deren Signifikanz
Kontrolle — Behandlung 2—4	5,262*+
Kontrolle — Düngung und vermind. Wassergaben (2)	13,245**
Kontrolle — Wassergaben nach Bedarf und Düngung (3)	$> 1/5 \text{ e} < 5$
Kontrolle — Verminderte Wassergaben (4)	$> 1/5 \text{ e} < 5$
Düngung und vermind. Wassergaben — Wasser nach Bedarf und Düngung	5,591*+
Düngung und vermind. Wassergaben — Vermind. Wassergaben	9,291**
Wassergaben nach Bedarf und Düngung — Vermind. Wassergaben	$> 1/5 \text{ e} < 5$

Pfropflinge (Gruppe 2 bis 4) den nach Bedarf gegossenen Kontrollen in der Anzahl blühender Individuen mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% überlegen^{a)}). Ein Vergleich der einzelnen Behandlungsweisen untereinander zeigt jedoch, daß die Signifikanz des Behandlungseffektes insgesamt auf die Wirkung des Wasserentzuges, kombiniert mit Düngung (Behandlung 2), zurückgeführt werden muß. Unterschiede im Behandlungseffekt auf Klone konnten nicht nachgewiesen werden.

II. Ringelung einzelner Zweige

Methode: Während der letzten Dekade der Monate Mai, Juni und Juli 1957 wurden bis 2 cm starke Zweige in der bodennahen Region von Pflöpfen verschiedenen Klone bis 0,75 cm breit geringelt (Alter der Pflöpfen: 4 bis 7 Jahre, Alter der Mutterbäume: 55 bis 72 Jahre).

Ergebnis: Als Folge der Ringelung starben mehr als 70% der geringelten Zweige, unabhängig vom Behandlungszeitpunkt, noch im Verlaufe derselben Vegetationsperiode ab. Blüten wurden weder an den Kontrollzweigen noch an den geringelten, überlebenden angelegt.

III. Ringelung des Pflöpfingsstämmchens und Wurzelschnitt

Methode: Am 31. 5. und 2. 6. 1960 wurden 276 Pflöpflinge von 82 Douglasienklonen, die im 60×60 -cm-Quadratverband ausgepflanzt waren

- 1) 0,3 cm breit geringelt (= R, Methode s. MELCHIOR 1960),
- 2) mit Wurzelschnitt behandelt (= W, s. HEITMÜLLER *et al.* 1960),
- 3) geringelt und mit Wurzelschnitt behandelt (= R + W) und
- 4) unbehandelt gelassen (= K; Alter der Pfropflinge 5 bis 8 Jahre, Alter der Mutterbäume, von denen die Pfropflinge stammten, 48 bis 81 Jahre).

Tab. 4. — Anzahl der behandelten (A) und blühenden Pflöpflinge (♂, ♀) nach Ringelung (R), Wurzelschnitt (W) und kombinierter Behandlung (W + R).

Behandlung											
K			W			R			W + R		
A	♂	♀	A	♂	♀	A	♂	♀	A	♂	♀
89	2	1	48	8	4	89	4	2	50	4	1

Ergebnisse: Einzelne Pfropflinge bildeten im Folgejahr bis 1200 männliche und/oder bis 40 Zapfenblüten aus. Die Anzahl der blühenden Pfropflinge war jedoch gering (s. Tab. 4). Ein Behandlungseffekt konnte nur nach Wurzelschnitt im Hinblick auf die Anzahl der männlich blühenden Pfropflinge gegenüber Kontrollen und geringelten Pfropflingen nachgewiesen werden (Vierfelder-Test)⁴⁾. Eine Berechnung der Regression der prozentualen Anteile blühender Pfropflinge auf die Altersklassen über alle Behandlungen (s. STEEL *et al.* 1960) erübrigte sich, weil die Zahl blühender Pfropflinge offensichtlich zu gering war; doch zeichnet sich eine solche Abhängigkeit nach Wurzelschnitt ab.

IV. Strangulation des Pflöpfingsstämmchens

Methode: In der 3. Juni-Dekade 1958 wurden je 140 sechsjährige Douglasienpflöpflinge von 53 Klonen (Pflanzverband s. III) mit einem ca. 1 cm breiten Aluminiumband stranguliert (s. HEITMÜLLER *et al.* 1960) oder unbehandelt gelassen. Sie stammten von 40- bis 80jährigen Bäumen aus verschiedenen Anbauten in der Bundesrepublik. Die Bän-

³⁾ S. Anmerkung Tab. 3.

4) S. Anmerkung Tab. 3.

Tab. 5. — Anzahl blühender Einzelpflanzen und Klone zwei Jahre nach der Strangulation (Frühjahr 1960) insgesamt und nach Altersklassen der Mutterbäume getrennt

Altersklasse des Mutter- baumes	Anzahl	K blühend		S blühend	
		♂	♀	♂	♀
50	21	0	0	0	0
50 — 59	21	2	1	3	2
60 — 69	58	8	3	17	10
70 — 79	40	6	0	13	4
Gesamt	140	16	4	33	16
Einzelpflanzen					
50	8	0	0	0	0
50 — 59	8	1	1	2	1
60 — 69	22	6	3	11	7
70 — 79	15	4	0	8	3
Gesamt	53	11	4	21	11
Klone					

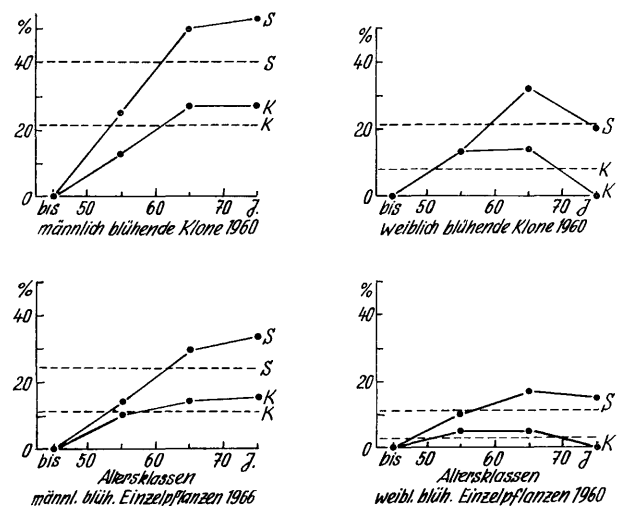


Abb. 1. — Prozentuale Anteile männlich und weiblich blühender Einzelpflanzen und Klone über alle Altersklassen der Mutterbäume (unterbrochene Linie) und nach Altersklassen getrennt (durchgezogene Kurve) nach Strangulation (S) und unbehandelt (K). Weitere Einzelheiten s. Text.

der wurden im August des Jahres nach der Strangulation entfernt. Das war oft nur unter Verletzung der Rinde möglich, weil die Bänder teilweise überwallt worden waren. Trotzdem traten Ausfälle nicht auf. In den beiden auf die Strangulation folgenden Jahren wurden die Blüten gezählt. Die Untersuchung der Befunde erfolgte mit Hilfe verschiedener nichtparametrischer Tests.

Ergebnisse:

Im Jahre nach der Behandlung blühten von 140 behandelten Pflöpfingen 9 und von der gleichen Anzahl Kontrollpflanzen ein weiterer männlich. Die Zahl der Blüten variierte zwischen 1 und ca. 150. Unter den blühenden befand sich jedoch keiner der kräftig wachsenden Pflöpfinge, deren Reiser von weniger als 60 Jahre alten Auslesebäumen stammten, obwohl gerade diese bereits gegen Ende der Vegetationsperiode, in der die Behandlung stattgefunden hatte, kräftige Überwallungswülste aufwiesen.

Zur Zeit der zweiten Blüte nach der Behandlung — im Frühjahr 1960 — hatte sich das Bild insofern geändert, als sowohl von den Kontrollpflanzen als auch den strangulierten Pfropflingen eine gesichert größere Anzahl Individuen und Klone als im 1. Jahr nach Behandlung männlich und weiblich blühte und eine größere Zahl Blüten angelegt worden war. Das gilt insbesondere für strangulierte Pfropflin-

ge (Vorzeichentest, s. SIEGL 1956, S. 68–75). Tab. 5 zeigt dazu die Absolutwerte der blühenden Individuen und Klone, aufgetrennt nach Altersklassen der Mutterbäume. Die Blütenzahlen variierten dabei für männliche zwischen 1 und ca. 1300 und für weibliche zwischen 1 und 40. In beiden Jahren blühten die strangulierten Pfropflinge gesichert stärker männlich als weiblich, das gilt ebenfalls für die Kontrollen im 2. Frühjahr nach der Behandlung (Vorzeichentest). In Abb. 1 ist das Mittel der blühenden Einzelpflanzen und Klone für unbehandelte Kontrollen und strangulierte Pfropflinge in Prozenten graphisch dargestellt (unterbrochene Linie: S, K). Dabei liegt der Anteil blühender Individuen und Klone, gleich ob sie männlich oder weiblich blühten, nach Strangulation ungefähr doppelt so hoch wie unter den unbehandelten Kontrollen. Die Sicherung im Vorzeichentest liegt bei $p = 0,01$.

Auch zu diesem Zeitpunkt fiel auf, daß kräftig wachsende Pfropflinge nicht oder nur vereinzelt Blüten angesetzt hatten, obwohl bei ihnen die Strangulationswülste am stärksten ausgeprägt waren. Sämtliche Pfropflinge wurden deshalb nach dem Alter des Mutterbaumes auf die Altersklassen 40 bis 79 verteilt. Es zeigte sich, daß die kräftigsten Pfropflinge zur jüngsten Altersklasse zählten und zum anderen, daß diese am wenigsten blühten. Das trifft nicht nur für die Kontrollen zu, sondern insbesondere auch für die behandelten Pfropflinge (Tab. 5). In Abb. 1 sind deshalb das Verhalten weiblich blühender Individuen und Klone nach Altersklassen aufgezeichnet (ausgezogene Kurven: S K). Wegen zu geringer Individuen- und Klonzahlen war es jedoch nur in einem Fall möglich, einen Behandlungseffekt in Altersklassen zu sichern (weiblich blühende Individuen und Klone 1960, Altersklassen 60–69).

Der Anteil blühender Individuen und Klone nimmt mit zunehmendem Alter der Mutterbäume bei Kontrollen und strangulierten Pfropflingen zu. Eine Ausnahme bildet dabei das Verhalten weiblich blühender Individuen und Klone der Altersklasse 70–79. Die Homogenitätsprüfung im $r \times 2$ -Felder-Test über alle Altersklassen ergab nur für strangulierte Pfropflinge und Klone 1960, soweit sie männlich blühten, ein signifikantes Gesamt-Chi-Quadrat (Tab. 6). Nur in diesen beiden Fällen konnten auch die Regressionen der prozentualen Anteile blühender Individuen und Klone auf die jeweiligen Altersklassen gesichert werden (s. STEEL *et al.* 1960). Strangulation bewirkte danach eine gesichert höhere Anzahl männlich blühender Individuen und Klone je älter der Mutterbaum war, von dem das Pfropfreis stammte.

Diskussion und Folgerungen

Nach ALLEN (1943, 1963) kann die morphologische Differenzierung der Fruchtschuppe bei der Küstendouglasie im Juli nachgewiesen werden, die Megasporenmutterzelle differenziert sich im September–Oktober aus und die Eizelle wird im März des folgenden Jahres mikroskopisch sichtbar. Die Differenzierung männlicher Blüten findet im August statt und die Meiose tritt zur ungefähr gleichen Zeit wie am weiblichen Organ im März ein. BARNER *et al.* 1962 fanden diese Zeittafel für Dänemark zutreffend und auch für die Gegend von Frankfurt/Main dürfte, wenn überhaupt, nur mit einer geringfügigen Verschiebung zu rechnen sein. Nach einem in jüngster Zeit von LOWRY (1966) erarbeiteten Modell, das klimatische Faktoren und die Zapfenproduktion aus einem Zeitraum von ca. 50 Jahren in Beziehung brachte, liegt die Periode der biochemischen Vorbereitung für die Differenzierung reproduktiver Organe der Douglasie unter den natürlichen Bedingungen des westl. Oregon und Washington in der Zeit zwischen März

Tab. 6. — Regression der prozentualen Anteile blühender Pfropflinge und Klone (\hat{p}_i) auf die Altersklassen (z_i) (s. STEEL *et al.* 1960, S. 381–383). Angegeben sind die errechneten χ^2 -Werte und ihre Signifikanz (* = $p = 0,05$; ** = $p = 0,01$)

	FG	K ♂ 1960	♂ 1959	S ♂ 1960	♀ 1960
Regression \hat{p}_i auf z_i	1	3,081	2,440	9,355**	1,502
Abweichung von der Regr.	2	0,523	1,245	0,959	3,300
Gesamt	3	3,604	3,685	10,314*	4,802
Einzelpflanzen					
Regression \hat{p}_i auf z_i	1	2,685	3,021	7,160**	1,696
Abweichung von der Regr.	2	0,638	0,279	0,982	2,383
Gesamt	3	3,323	3,300	8,142*	4,079
Klone					

und April des Jahres, das dem Erntejahr vorausgeht. Legt man für eine wirkungsvolle Behandlung den Zeitraum von der biochemischen Vorbereitung zur Ausbildung reproduktiver Organe im März/April bis zu ihrem Sichtbarwerden im August/September zugrunde, so dürften die Behandlungen zu einem Zeitpunkt durchgeführt worden sein, zu dem eine Einflußnahme auf die Blüteninduktion möglich war. Das beweisen eindeutig die Behandlungseffekte in Versuch I, b (Düngung kombiniert mit verminderten Wassergaben) und in Versuch III (Wurzelschnitt). Wenn jedoch schon, wie bei der Blütenbildung krautiger Pflanzen die Wirkung des gleichen Umweltfaktors von der ontogenetischen Entwicklungsstufe und der Blühwilligkeit des Individuums, wie bei Douglasie (KRAUSS 1955) abhängig ist, so ist auch mit unterschiedlichen Effekten nach verschiedenen Behandlungsweisen bei gleicher Blühwilligkeit und auf gleicher Entwicklungsstufe zu rechnen, sei es, daß die Empfindlichkeit der Pflanzen für verschiedene Methoden im allgemeinen unterschiedlich ist, sei es, daß solche Methoden in verschiedener Richtung wirken oder der günstigste Zeitraum ihrer Wirkung variiert. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen EBELLS (1965 a) und KIELLANDERS (1951) stimulieren jedoch solche Verfahren die Blütenproduktion an Douglasien-Pfropflingen, welche die Wasserzufuhr vermindern, wie beispielsweise Wurzelschnitt, wenn er im Mai durchgeführt wird. Volldüngung scheint ihre Wirkung noch zu fördern.

Wie bei SCHÖNBACHS Versuchen (1958) war auch hier der Ringelungseffekt nicht eindeutig. Der Gegensatz zu EBELLS positiven Resultaten (1960, 1962) ließe sich möglicherweise mit Hilfe von Rinden- und Holzringelungen klären, von denen letztere zeitweilig ebenfalls die Wasserversorgung unterbindet oder vermindert.

Strangulation war diejenige unter den angewendeten Methoden, die spät in der Vegetationsperiode durchgeführt worden war. Trotzdem konnte ein geringer Effekt bereits im Frühjahr nach der Behandlung verzeichnet werden. Daß sich dabei, und besonders auch im 2. Frühjahr nach der Behandlung, Klone signifikant unterschiedlich verhielten, war nach Ergebnissen an anderen forstlichen Arten vorauszusehen. Außerdem ist jedoch die Erhöhung der Anzahl männlich blühender Individuen und Klone streng mit dem höheren Alter des Mutterbaumes korreliert. Auch die Zahl weiblich blühender Individuen und Klone scheint diesem Trend zu folgen, auch wenn eine Sicherung bis jetzt noch aussteht. Damit stünde das Verhalten der Douglasie im Gegensatz zur Lärche, bei der Pfropflinge von jungen Mutterbäumen einen höheren Zapfensatz aufwiesen als solche von älteren, jene blühten außerdem mit höheren Individuenzahlen (THÜMLER 1963 a).

Auffällig im Diagramm für die Zahl weiblich blühender Individuen und Klone erscheint die Verminderung der Anzahl blühender Pflöpfbäume, die von den ältesten Auslesebäumen abstammten. Dieser Abnahme ist jedoch keine besondere Bedeutung beizumessen, weil sie laut Test im Zufallsbereich liegt. Auch die nachstehenden Erwägungen führen in diese Richtung: Die Blühreife an Douglasie tritt mit ca. 15 Jahren bereits relativ früh ein (ALLEN 1942 b). Unterstellt man auch für diese Baumart einen reproduktiven Entwicklungsgang wie bei der Kiefer — Übergang einer frühen, vorwiegend weiblichen Phase (ALLEN 1942 a, b) in eine Periode mit beiden Geschlechtern —, so könnte diese Entwicklung schließlich in Bäumen, die vorwiegend oder insgesamt männlich blühen, kulminieren (ein Typ von 4 bei der Kiefer möglich; WAREING 1958). Es erscheint jedoch unwahrscheinlich, wenn auch nicht ausgeschlossen, daß bei der Auslese von 15 Klonen dieser Altersklasse aus mehreren Wuchsgebieten nur Bäume dieses Typs für die Pflöpfreiergewinnung herangezogen wurden und somit eine nicht repräsentative Stichprobe in den Strangulationsversuch ein- ging.

Aber nicht nur die Blühreife, sondern auch der Verlust der Wuchskraft im Verlaufe der Ontogenie, die Alterung, scheint Effekte an Douglasie einzuschließen, die nur schwerlich umkehrbar sind, auch nicht durch Pflöpfung auf jugendliche Unterlagen: Pflöpflinge von alten Auslesebäumen konnten deshalb allein anhand ihres geringen Wachstums von gleichalten, von jungen Auslesebäumen stammenden unterschieden werden. Das auffällige Wachstum letzterer Pflöpflinge dürfte jedoch nicht allein auf die Jugendphase des Auslesebaumes, sondern auch auf den stärkeren Einfluß der jugendlichen Unterlagen auf jugendliche Reiser zurückzuführen sein, wie es bei Kiefer nachgewiesen werden konnte (HOFFMANN 1965).

Können nun aus diesen Ergebnissen Folgerungen gezogen werden, die für die Saatgutproduktion von Bedeutung sind? Es sollte, wenn überhaupt, nur sehr vorsichtig und in Ausnahmefällen von einer Strangulation oder vom Wurzelschnitt Gebrauch gemacht werden. Düngergaben haben eine so hervorragende Wirkung auf die Zapfenproduktion von Altbäumen ergeben, daß auf Methoden wie Strangulation und Wurzelschnitt besonders dann verzichtet werden sollte, wenn die Pflöpfbäume nicht mit Pfählen versehen sind und nicht ein Mindestalter von 8–10 Jahren erreicht haben. Unter ständiger scharfer Kontrolle, beispielsweise bei Kreuzungsvorhaben mit Klonen mit ständig geringem Blütenansatz könnten verminderte Wassergaben, Wurzelschnitt und Strangulation, alle kombiniert mit Volldüngung anwendbar und als Methode für blühphysiologische Untersuchungen nützlich sein. Die Anwendung einer Strangulation ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die Pflöpflinge von Mutterbäumen vom Alter 60 und mehr abstammen. Das Pflöpf- lingsalter sollte außerdem nicht unter 5 Jahren liegen.

Zusammenfassung

In mehrjährigen Versuchen wurden verschiedene Verfahren in ihrer Wirksamkeit auf die Blüteninduktion an Douglasienpflöpflingen geprüft.

Boratgaben in einer Konzentration von $2 \times 2,5$ g pro Topf und Ringelung einzelner Zweige hatten den Abgang der Pflöpflinge oder das Absterben des Pflanzenteils zur Folge. Boratgaben in einer Konzentration von 2×5 g pro Topf, Topfdüngung, verminderte Gießwassergaben sowie Ringelung des Pflöpfstammchens und Ringelung kombiniert mit Wurzelschnitt blieben wirkungslos. Verminderte Gießwassergaben, kombiniert mit Volldüngung im Topfversuch,

sowie Wurzelschnitt im Freiland erhöhten die Anzahl der männlich blühenden Pflöpflinge.

Strangulation von sechsjährigen Pflöpflingen im Freiland bewirkte im Mittel eine Erhöhung der Anzahl männlich und weiblich blühender Individuen und Klone im 2. Jahre nach der Ende Juni 1958 durchgeführten Behandlung. Die Anzahl männlich blühender Klone und Individuen ist abhängig von der Altersklasse des Mutterbaumes, von dem der Pflöpfling stammte; der Behandlungseffekt wird mit höherem Alter des Mutterbaumes stärker.

Summary

Title of the paper: *Experiments on flower stimulation in Douglas fir graftings.*

In experiments continued over several years the effects of various treatments on flower induction were tested in Douglas fir graftings.

After applying quantities of 2.5 g. of borax twice per pot, and girdling of the branches, the potted graftings or the respective branches died back. Two applications of 5 g. of borax per pot, fertilization or reduced irrigation of the pots, girdling of the stem and/or root pruning had no effects. Reduced irrigation combined with full fertilization of potted graftings, as well as root pruning of the graftings in the nursery increased the number of graftings producing male flowers.

Strangulation of 6-year-old graftings in the nursery increased the number of clones and graftings producing male and female flowers in the second year following treatment applied late June, 1958. The number of clones and graftings producing male flowers depends on ortet age; treatment effects increase with increasing ortet age.

Literatur

- ALLEN, G. S.: Parthenocarpy, parthenogenesis, and self-sterility of Douglas-fir. *J. Forestry* 40, 642–644 (1942 a). — ALLEN, G. S.: Douglas-fir seed from young trees. *J. Forestry* 40, 723–724 (1942 b). — ALLEN, G. S.: The embryogeny of *Pseudotsuga taxifolia* (LAMB.) BRITT. *Am. J. Bot.* 30, 655–661 (1943). — ALLEN, G. S.: Origin and development of the ovule in Douglas-fir. *Forest Sci.* 9, 386–393 (1963). — BÁNÓ, I.: German-Hungarian scotch-pine seed orchard experiment. IUFRO Section 22 — ERTI, Hungary, 5. — 10. 9. 1966. *Work. Pap. No. 7*, 6 pp. — BARNER, H., and CHRISTIANSEN, H.: The formation of pollen, the pollination mechanism, and the determination of most favourable time for controlled pollination in *Pseudotsuga menziesii*. *Silvae Genetica* 11, 89–102 (1962). — DEVITT, B.: Fertilization of two improved seed production areas. *For. Res. Rev. B. C. For. Serv.* 52–53, 1960; zit. nach ORR-EWING 1965. — EBELL, L. F.: Physiology of flowering and cone production in Douglas-fir. *Proc. 7th, 8th, 9th Meet. For. Tree Breed. Canada*, part II, 1960, 1962, 1964. — EBELL, L. F.: Drought-induced flowering of potted Douglas-fir clones. *West. For. Gen. Ass. Proc.* 1965 a, p. 70. — EBELL, L. F.: Studies of the biochemical and flowering responses of Douglas-fir to nitrogen fertilization. *West. For. Gen. Ass. Proc.* 1965 b, p. 70. — HEITMÜLLER, H. H., und MELCHIOR, G. H.: Über die blühfördernde Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und der Strangulation an japanischer Lärche (*Larix leptolepis*). *Silvae Genetica* 9, 65–72 (1960). — HOFFMANN, K.: Grundlagen und Möglichkeiten des Baumschnitts in den Kiefern Samenplantagen. *Forst und Jagd, Sonderheft „Forstliche Samenplantagen“*, 1959, p. 12–19. — HOFFMANN, K.: Möglichkeiten der Pflöpfklonprüfung zur Beurteilung von Auslesebäumen. *DAL-Tagungsberichte Nr. 69*, Berlin 1965, p. 13–36. — JOHNSSON, H., KIELLANDER, C. L., and STEFANSSON, E.: Sv. Skogsvårdsfören. *Tidskr. Nr. 4*; zit. n. SCHÖNBACH 1958. — KATO, Y., FUKUHARA, N., KOBAYASHI, R.: Stimulation of differentiation of the flower bud in the conifer by Gibberellin. *J. Jap. For. Soc.* 41, 309–311 (1959). — KIELLANDER, C. L.: Sv. Växtförädling, II: Främmande barrträd. *Natur och Kultur*, Stockholm 1951; zit. n. SCHÖNBACH 1958, p. 361. — KRAUSS, H.: Betrachtungen über die grüne Douglasie in Thüringen. *Forst und Jagd* 5, 250–252 (1955). — LIENERT, G. A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Meisenheim am Glan 1962. — LOWRY, W. P.: Apparent meteorological requirements for abundant cone crop in

Douglas-fir. *Forest Sci.* 12, 185—192 (1966). — MATTHEWS, J. D.: Factors affecting the production of seed by forest trees. *For. Abstr.* 24, (1) I—XIII (1963). — MELCHIOR, G. H.: Ringelungsversuche zur Steigerung der Blühwilligkeit an japanischer Lärche und an europäischer Lärche. *Silvae Genetica* 9, 105—111 (1960). — MELCHIOR, G. H.: Wirkt Strangulation an Douglasien-Pfropflingen blühdördernd? IUFRO-Section 22 — ERTI, Hungary, 5. — 10. 9. 1966, No. 31, 1 p. — MILAN, S., und GUSTAFSSON, A.: Meddel. Stat. Skogsforskningsinst. Nr. 2. vol. 44; zit. n. SCHÖNBACH 1958. — NILSSON, B.: (Der Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Blütenbildung und Samenbeschaffenheit der Kiefer). *Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr.* 53, 305—310 (1955). — ORR-EWING, A. L.: Inbreeding and single crossing in Douglas-fir. *Forest Sci.* 11, 279—290 (1965). — SCHÖNBACH, H.: Die Züchtung der Douglasie. In: K. GÖHRE: Die Douglasie und ihr Holz. Berlin 1958, p. 361—362. — SIEGL, S.: Nonparametric statistics. New York, Toronto, London, 1956. — STEEL: Principles and procedures of statistics. New York,

Toronto, London, 1960. — STEINBRENNER, E. C., DUFFIELD, J. W., and CAMPBELL, R. K.: Increased cone production of young Douglas-fir following nitrogen and phosphorus fertilization. *J. Forestry* 58, 105—110 (1960). — STOATE, T. N., MAHOOD, I., and CROSSIN, E. C.: Cone production in Douglas-fir. *Empire For. Rev.* 40, 105—110 (1961). — THÜMMLER, K.: Blüh- und Ertragsverhältnisse der Pfropfbäume einer Lärchenkreuzungsplantage. *Soz. Forstwirtschaft, Sonderh. „Forstl. Samenplantagen“* III, p. 4—8 (1963 a). — THÜMMLER, K.: Die Ausformung von Pfropfbäumen. *Soz. Forstwirtschaft, Sonderh. „Forstl. Samenplantagen“* III, p. 13—18 (1963 b). — VIDAKOVIĆ, M.: Anlage von Samenplantagen außerhalb des natürlichen Areals zum Zwecke der Steigerung der Samenproduktion. *Soz. Forstwirtschaft, Sonderh. „Forstl. Samenplantagen“* III, p. 10—13 (1963). — WAREING, P. F.: Reproductive development in *Pinus sylvestris*. In: *The Physiology of Forest Trees*, ed. K. V. THIMANN. New York, 1958, p. 643—654.

Note

Mini-Bags for Tree Breeding

A serious problem faced by tree breeders is the limited time available for making controlled pollinations. Efficient use of this time by skilled personnel is generally more important than the cost of materials or disfiguring of trees. These factors as well as species and individual tree characteristics will influence the relative utility of “mini-bags” as compared to other isolation bags made from paper, cloth, sausage casings, or plastic tubing.

“Mini-bags” are made from 28 mm. dialysis tubing which can be purchased in rolls from scientific supply houses. It may be spattered lightly with aluminum paint for shading. Difficulty in separating the two layers of plastic may be avoided by using a blunt object or an airstream to keep the tubing open as it is cut into 10 cm. lengths. One end is folded over twice and stapled. Polyurethane foam test tube closures, size C for 24—35 mm. openings, are cut in half and slit radially, to be used for fastening the bags to twigs. The cost for materials and manufacturing these two items is less than five cents.

The bagging procedure is illustrated in *Figure 1*. Tube closures are placed just below the female flower buds. On species such as Douglas fir where flowers are on the previous year's growth, portions of the twigs may need to be cut off in some cases. On other species such as Scotch pine, the bag is fastened to the end of the new growth, so that it rides up during elongation and does not cause any curling. The maximum capacity in these species is three twigs per

bag. Tongs 2 cm in width are used to compress the tube closure, after which the bag is opened by blowing and slipped over the twigs using thumb and forefinger. The fingers then are rotated to grasp the bag and tube closure for withdrawal of the tongs. The pressure exerted by the foam plastic holds the bag firmly in place without any other type of fastening.

Pollination does not require making holes and sealing them (see *Figure 2*). The nozzle of a small plastic wash bottle, an eyedropper, or the needle of a syringe may be inserted readily between the bag and the tube closure, which is self-sealing upon withdrawal of the pollination device. For selfing we have inserted male strobili that were nearly ready to shed pollen, with good results. Numerous unpollinated controls produced no seeds. Color-coded plastic spiral leg bands for poultry are useful for maintaining identities of different pollens, and may be attached more quickly than tags.

Several thousand “mini-bags” have been used during three breeding seasons, and no damage has resulted from rain storms or severe winds. After flowers no longer are receptive, the bags may be removed very rapidly by simply pulling them off. Alternatively, they may be left in place, in which case some bags eventually will split and fall away while others will remain intact for at least one growing season.

The chief advantages of the technique are that bag removal is unnecessary, curling of new growth is avoided,



Figure 1. — A “mini-bag” being fastened over a Douglas fir twig with female flower bud. Tongs are used to compress the plastic foam tube closure which holds the bag in place.



Figure 2. — Pollination device is inserted between the “mini-bag” and tube closure, which is self-sealing upon withdrawal.