

lens germinate in-vitro in two to three hours, pine pollen germination tests require two or three days. A rapid chemical assay may be of value in selecting the most viable among samples of pine or other slow germinating pollen.

Summary

The carbohydrate and organic acid content of pine pollen were compared after 15 years storage at 5° C. Pollen stored at 10 percent relative humidity germinated; pollen stored at 25 percent relative humidity did not germinate. Low-molecular-weight sugars and organic acids were higher in viable pollen than in non-viable pollen. The results suggest that the mechanism by which pollen cells retain their viability is related to intracellular rates of respiration during the storage period. The possibility exists for determining germinative capacity of pine pollen samples indirectly by chemical assay.

Zusammenfassung

Titel der Arbeit: Endogene Kohlehydrate, organische Säuren und die Lebensfähigkeit von Kiefernpollen.

Der Gehalt an Kohlehydraten und organischen Säuren wird bei Kiefernpollen nach 15jähriger Aufbewahrung bei 5° C vergleichend untersucht. Pollen, der bei 10% relativer Feuchtigkeit aufbewahrt worden war, keimte noch; Pollen, der bei 25% relativer Feuchtigkeit lagerte, keimte nicht mehr. Einfache Zucker (mit niedrigem Molekulargewicht) und organische Säuren waren bei lebenden Pollen in höherem Maße vorhanden als bei nicht mehr lebenden Pollen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß der Mechanismus, durch den die Pollenzellen ihre Lebensfähigkeit erhalten, mit der Höhe der intrazellulären Atmung während der Aufbewahrungsperiode in Beziehung steht. Es ergibt sich somit die Möglichkeit, die Keimfähigkeit von Kiefernpollen-Proben indirekt durch eine chemische Prüfung zu ermitteln.

Résumé

Titre de l'article: Hydrates de carbone endogènes, acides organiques, et viabilité du pollen de pin.

La teneur du pollen de pin en hydrates de carbone et en acide organique a été étudiée après 15 années de conservation à 5° C. Le pollen conserve à 10% d'humidité relative a germe; le pollen conserve à 25% d'humidité relative n'a

pas germé. Les sucres a faible poids moléculaire et les acides organiques existaient en plus forte proportion dans le pollen viable que dans le pollen non viable. Ces résultats suggèrent que le mécanisme par lequel les cellules polliniques conservent leur viabilité est lié à la respiration intracellulaire au cours de la période de conservation. Il paraît possible de déterminer indirectement la faculté germinative du pollen de pin par analyse chimique.

References

- CALVINO, M.: Le sostanze di riserva dei pollini e il loro significato, filogenetico, ecologico embriologico. N. Gior. Bot. Ital. n. s. 51: 1-25 (1952). — CROCKER, W., and BARTON, L. V.: Physiology of seeds. Chronica Botanica; Waltham, Mass., 267 pp. (1953). — CUMMING, W. C., and RICHTER, F. I.: Methods used to control pollination of pines in the Sierra Nevada of California. U. S. Dept. of Agr. Cir. 792, 18 pp., illus. (1948). — DOROSHENKO, A. V.: Fiziology Phltsy. Trudy po Prikladnoi Bot. 18: 217-344 (1928). — DUFFIELD, J. W.: Studies of extraction, storage and testing of pine pollen. Z. Forstgenetik 3: 39-45 (1954). — HATANO, K.: Amino acids in the pollen and female flower of *Pinus thunbergii*. Bul. Tokyo. U. For. 48: 149-151 (1955). — HELLMERS, H., and MACHLIS, L.: Exogenous substrate utilization and fermentation by the pollen of *Pinus ponderosa*. Pl. Physiol. 31: 284-289 (1956). — HOLMAN, R. M., and BRUBAKER, F.: On the longevity of pollen. Univ. Calif. Pub. in Botany. 13 (10): 179-204 (1926). — KESSLER, G., FEINGOLD, D. S., and HASSID, W. Z.: Utilization of exogenous sugars for biosynthesis of carbohydrates in germinating pollen. Pl. Physiol. 35: 505-509 (1960). — KRESLING, K.: Beiträge zur Chemie des Blütenstaubes von *Pinus silvestris*. Arch. d. Pharm. 229: 389-425 (1891). — KÜHLEWEIN, H. von: Pollenphysiologische Studien zum Stärkeproblemen. Bot. Arch. 39: 245-262 (1939). — MARCET, E.: Pollenuntersuchungen an Föhren (*Pinus silvestris* L.) verschiedener Provenienz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchs. 27: 348-405 (1951). — NILSSON, M.: Constituents of pollen I. Low molecular carbohydrates in pollen from *Pinus montana*. Acta. Chem. Scand. 10: 413-415 (1956). — RANSON, S. L.: Non-volatile mono-, di-, and tricarboxylic acids. Modern methods of plant analysis II. Ed. PAECH and TRACEY. Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1955, 539-582 pp. — SEKINE, H., and LI, T.: Composition and vitamins of pine pollen. Rept. Jap. Assoc. Adv. Sci., Tokyo. 16: 563-566 (1942). — STANLEY, R. G.: Gross respiratory and water uptake patterns in germinating sugar pine seeds. Physiol. Pl. 11: 503-515 (1958). — STANLEY, R. G., PETERSEN, J., and MIROV, N. T.: Viability of pine pollen stored 15 years. Pac. Southwest Forest and Range Expt. Sta. Res. Note 173. 5 pp. (1960). — SUMNFR, J. B., and SOMERS, G. F.: Laboratory experiments in biological chemistry. Academic Press, N. Y., 1949, 169 pp. — TANADA, K.: The pollen germination and pollen tube development in *Pinus densiflora* Sieb. et Succ. I. The effects of storage, temperature and sugars. Tōhoku U. Sci. Rpt. Ser. 4. 21: 185-198 (1955). — TODD, F. E., and BRETHICK, O.: The composition of pollens. J. Econ. Entomology 35: 312-317 (1910). — VISSER, T.: Germination and storage of pollen. Med. Landbouw. 55 (1): 1-69 (1955).

Ergibt die Kreuzung *Populus tremula* x *Populus alba* (und reziprok) luxurierende Bastarde?

(Ein Beitrag zum Heterosisproblem bei Waldbäumen)

Von H. SCHÖNBACH

Institut für Forstwissenschaften Tharandt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

(Eingegangen am 5. 8. 1961)

1. Einleitung

W. v. WETTSTEIN fand bei Züchtungsexperimenten, daß Kreuzungen zwischen der Silberpappel (*Populus alba*) und der Aspe (*Populus tremula*) luxurierende Bastarde ergeben (17, 21, 22, 23, 24). Diese Befunde wurden von ihm selbst und anderen Autoren wiederholt zitiert. Bastardwüchsigkeit, W. v. WETTSTEIN spricht von „Heterosis“, sollte demnach bei erwähnten Hybriden eine Erscheinung sein.

mit der der Züchter regelmäßig rechnen darf.

Bereits früher habe ich berichtet, daß die Jugendwuchsleistung von Silberpappel/Aspen-Bastarden in unseren Versuchen nicht den Erwartungen entspricht (14); das Material war damals jedoch noch nicht umfangreich genug, um Sicherer Aussagen zu können. Unterdessen liegen Aufnahmeergebnisse von insgesamt 13 Versuchsfächern vor, die eine eindeutigere Stellungnahme zur Frage der „Heterosis“ bei erwähnten Bastarden gestatten.

Tabelle 1. — Zusammenstellung der geprüften Bastardnachkommenschaften.

Lfd. Nr.*)	Zucht- Nr.	auf Versuchs- fläche Nr. . . . vertreten	Partner
<i>P. tremula × P. alba</i>			
1	2068	1	Graupa 20 × Sauen 4
2	2069	1	Graupa 20 × Sauen 5
3	2830	3, 8, 13, 9, 10, 11	Langburkersd. 5 × Sauen 6
4	2869	3, 8, 13, 9, 10, 11	Graupa W. × CSSR
5	2308	4	Spechtshaus. 8a × Sauen 6
6	2345	4, 5	Lübben 4 × Bergheimer Hof
7	2313	4	Golk 1 × Monrepos
8	2309	4	Tharandt 29 × Sauen 5
9	2341	4, 5	Markersbach 2 × Sauen 6
10	2329	4, 5	Pottgagen 137 × Bergheimer Hof
11	2532	7	Spechtshaus. 8c × Sauen 6
12	2535	7	Spechtshaus. 8b × Sauen 4
13	2536	7	Hirschberg 3 × Waldsievesd. W 4
14	2550	7	Lübben 5 × Sauen 5
15	2627	7	Tharandt 36 × Ruhland
16	2833	8	Tharandt 29 × Wilmersdorf 2
17	2829	8, 13	Tharandt 29 × Sauen 6
18	2841	8, 9, 10, 11	Tharandt 29 × Salgesd/Rhone
19	2721	12	Markersbach 5 × Pollengemish
20	2724	12	Breitenbrunn × Sauen 6
21	2725	12	Pöhla 1 × Sauen 6
<i>P. alba × P. tremula</i>			
22	3054	2, 6	Münster × Königstein 2
23	3086	2	Ungarn 84 × Graupa 18
24	3019	2	Münster × Dorpat 12a
25	2332	4, 5	Dillingen 28 × Waldsievesd. 125
26	2537	7	Drewitz × Geising 1
<i>P. tremula × P. canescens</i>			
27	3020	2	Spechtshaus. 8c × Dillingen 4
28	2340	4, 5	Markersbach 2 × Prädikow 192
29	2343	4, 5	Pottgagen 137 × Dillingen 24
<i>P. canescens × P. tremula</i>			
30	3087	2, 6	Ungarn 132 × Laske 9
31	2617	7	Ungarn 132 × (Spechtshaus. 9 × Zwickau 1)
32	2857	8	Knoblochsaue × Resele/Schweden
<i>P. tremula × P. alba bolleana</i>			
33	2314	4	Golk 1 × Dresden
<i>P. canescens × P. alba</i>			
34	2616	7	Ungarn 132 × Sauen 6

*) Die laufenden Nummern bezeichnen die Bastardnachkommenschaften (schwarze Säulen) in den Abbildungen 1 bis 13.

2. Untersuchungsmaterial

Eine Zusammenstellung der geprüften Bastardpopulationen bringt Tab. 1. Daraus ist zu ersehen, daß die Bäume zum größten Teil aus weit voneinander entfernten, also isolierten Populationen stammen.

In Tab. 2 sind die Versuchsflächen mit ihren wichtigsten standörtlichen Daten aufgeführt.

3. Verfahren des Wuchsvergleiches

Bei unseren, ursprünglich mit stark praxisbetonter Zielsetzung angelegten Versuchen wurde die reine Silberpappel als eine für Waldstandorte des Hügellandes und Mittelgebirges wenig aussichtsreiche Baumart nicht mit angebaut. Die Bastarde können daher nur mit einem Elter, der Aspe, verglichen werden. Für die Auswertung der Versuche sind folgende Vergleichsmöglichkeiten gegeben:

a) Vergleich der Hybridnachkommenschaften mit dem Durchschnitt aller Aspennachkommenschaften auf der jeweiligen Versuchsfläche.

b) Vergleich von Hybrid- und Aspennachkommenschaften, die jeweils einen Elter gemeinsam haben.

Als Maßstab für die Beurteilung wählten wir — wie bei jüngeren Kulturen vertretbar und üblich — die mittlere Baumhöhe der Nachkommenschaften (das Ergebnis der varianzanalytischen Auswertung der Zweisatzgitter bzw. Blockversuche), als Hinweis für ihre Vitalität den prozentualen Pflanzenausfall aus vier Wiederholungen.

4. Ergebnisse

a) Vergleich der Hybridnachkommenschaften mit dem Durchschnitt aller Aspennachkommenschaften

Einen Überblick geben die graphischen Darstellungen Abb. 1 bis 13. Neben den Säulen für die mittleren Höhen der einzelnen Bastardnachkommenschaften (schwarz) und der das Gesamtmittel aller Aspenpopulationen repräsentierenden Vergleichssäule (weiß) findet man Säulen für die beste und schlechteste Aspennachkommenschaft der jeweiligen Versuchsfläche dargestellt. Das Säulenstück unter der Abszisse gibt den Pflanzenausfall in Prozenten an.

Von der Kombination *P. alba* × *P. tremula* standen fünf Nachkommenschaften zur Verfügung, davon sind zwei auf zwei verschiedenen Versuchsflächen vertreten. Ihre Wuchsleistungen liegen in allen sieben Fällen *unter*, ihre Pflanzenausfälle meist eindeutig *über* dem Durchschnitt der reinen Aspen.

Die Kombination *P. tremula* × *P. alba* ist mit 21 verschiedenen Nachkommenschaften vertreten¹⁾; auch hier sind einige auf mehreren Versuchsflächen angebaut, so daß sich insgesamt 40 Vergleiche ergeben.

Die Bastardnachkommenschaften sind den reinen Aspen in 37 Fällen (!) unterlegen, in drei Fällen diesen gleichzusetzen. Die Vitalität der Hybriden ist im Durchschnitt bedeutend geringer.

Unterlegenheit in der Wuchsleistung und geringe Vitalität wurden auch bei den Rückkreuzungen (?) *P. tremula* × *P. canescens* und *P. canescens* × *P. tremula* festgestellt²⁾.

b) Vergleich von Hybrid- und Aspennachkommenschaften, die jeweils einen Elter gemeinsam haben

Tab. 3 gibt Auskunft über den Vergleich jeder einzelnen Bastardpopulation mit ihren „Kontrollen“; Tab. 4 enthält eine Zusammenstellung der möglichen Vergleiche und deren Ergebnisse innerhalb jeder Kreuzungsgruppe.

Signifikante Überlegenheit wurde nur einmal (bei Nr. 3086) registriert, und zwar bei einem Vergleich mit einer geringwüchsigen „Kontrolle“ (Nr. 3136). Die schlechte Kombinationsfähigkeit der Aspe Lübben (eines phänotypisch guten Klones!) wurde durch eine Vielzahl von Kreuzungen mit verschiedenen Partnern nachgewiesen (14).

Die Ergebnisse unserer Versuche können also die Befunde W. v. WETTSTEINS, nach denen sich die Silberpappel/Aspen-Bastarde durch „Heterosis“ in der Wuchsleistung auszeichnen, nicht bestätigen.

¹⁾ Die Kombination *P. tremula* × *P. alba* konnte häufiger durchgeführt werden als die reziproke Kreuzung. Das ist darauf zurückzuführen, daß das Kreuzungsmaterial aus Gebieten außerhalb der DDR beschafft werden mußte, da die Silberpappel in unserem engeren Arbeitsgebiet nicht vorkommt. Der Versand und die Aufbewahrung des Pollen bereiten aber bekanntlich geringere Schwierigkeiten als der Versand und die Konservierung von Zweigen mit weiblichen Blütenständen.

²⁾ *P. canescens*, die Graupappel, wird bekanntlich teils als Bastard zwischen *P. tremula* und *P. alba*, teils als selbständige Art angesehen.

Tabelle 2

Charakteristik des Standortes

Landschaft	nähere Ortsbezeichnung	Alter z. N. der Aufnahme	Versuchs-anlage	Zahl der Proben pro Menschen-Markt-	Klima
Veruchs-Nr.	Reiche Nr.	Art der Aufnahme		Präfektur	Jahres- und Sommer-temper- atur
Eltal zwischen Dresden und Pirna	1 Graupa Abt. 54	9j. Blockversuch	40 125	745	8,7 Ca. 8—12 dm mächtiger anlehmiger Mittelsand mittlerer Nährkraft über Elbschotter, Kies- und Grobsandbändern kräftiger Nährkraftstufe; podsolige Braunerde.
Mittelsächsisches Lößlehmgebiet	2 Graupa Abt. 33	4j. 6×6-Zweisatzgitter	96 180	745	8,7 Staublehm, teilweise mit zwischengelagerten Sandbändern. Podsolige Braunerde-Lessiv-Wasserhaushalt; mäßig grundfrisch.
Nordabdachung des Erzgebiges	3 Nossen	5j. 5×5-Zweisatzgitter	100 220	798	7,7 Überwiegend Lehm mit kleinflächigem Wechsel von lehmigem Sand, sandigem Lehm, tonigem Lehm und Staublehm; mäßig bis stark ausgeprägter Pseudogley mittlerer bis reicher Nährkraftstufe (ehem. landw. genutzt).
Südähnlicher Buntsandsteinwaldland	4 Dorfhain Abt. 124	8j. 6×6-Zweisatzgitter	72 380	843	7,2 Stein- und grushaltiger Staublehm über dichtem steinig-grusigem, sandigem Lehm bis Ton; mäßig ausgeprägter Pseudogley armer Nährkraftstufe (ehem. landw. genutzt).
Lausitzer Land	5 Rabenau (I) Abt. 93	5j. 5×5-Zweisatzgitter	96 320	815	7,4 Lehmingrüssiger Stein- bis steinig-grusiger (Staub-)Lehmboden; Braunerden bis podsolige Braunerden mittlerer Nährkraftstufe (ehem. landw. genutzt).
Lausitzer Bergland	6 Rabenau (II) Abt. 94	7j. 5×5-Zweisatzgitter	64 280	815	7,4 Lehmg-rüssige Steinböden als podsolige Braunerden mittlerer Nährkraftstufe und steinig-grusig-sandige Lehm- und Staublehmböden als Braunerden (ehem. landw. genutzt).
Grillenburg	7 Grillenburg Abt. 36	6j. 6×6-Zweisatzgitter	100 390	843	7,2 Überwiegend schwach lehmige, blockhaltige Grus- und Steinböden als Braunerdepodssole und schwach lehmige bis lehmige Grus- und Steinböden als podsolige Braunerden
Klingenberg	8 Grillenburg (Klingenberg Abt. 486)	5j. 7×7-Zweisatzgitter	100 380	843	7,2 Schwach stein- und grushaltiger, verdichteter Staublehm; Pseudogley armer Nährkraftstufe.
Lausitzer Bergland	9 Grillenburg Abt. 29	4j. 4×4-Zweisatzgitter	100 385	843	7,2 Wasserhaushalt; Ausgeprägter Wechsel von Frühjahrsstaunässe und sommerlicher Austrocknung, stellenweise zeitliches Überwiegen der Vernassungsphase.
Südähnlicher Buntsandsteinwaldland	10 Erlau Abt. 72	4j. 4×4-Zweisatzgitter	100 575	900	6,5 Steinig-rüssiger anlehmiger Sand; podsolige Braunerde bis Podsol geringer Nährkraftsstufe. Wasserhaushalt: Mäßig trocken. Frostgefährdet Lage.
Lausitzer Land	11 Drei-kratzbaum	4j. (4×4-Zweisatzgitter) nur 1 Wdh. auswertbar	25 180	738	8,5 Anlehnmiger bis stark staublehmiger steinig-kiesiger Grob- bis Mittelsand, örtlich mit 2—5 dm mächtigen kies- und sandhaltigen Staublehmdecken; podsolige Braunerden (sandig) und Braunerde-Lessivés (staublehmig) mittlerer Nährkraftstufe.
Lausitzer Bergland	12 Neustadt	6j. 5×5-Zweisatzgitter	100 400	990	6,6 Wasserhaushalt: mäßig trocken bis mäßig frisch, auf stärkeren Staublehmdecken schwach wechseltrocken.
Sächsische Schweiz	13 Am „Kuhstall“	5j. 6×6-Zweisatzgitter	100	275	7,5 2— über 5 dm Staublehmschleier und -decken über granitsandhaltigem Staublehm und sandigem Lehm, stellenweise auch nur sandiger Lehm; Lessivé-Pseudogleye mittlerer bis armer Nährkraftstufe, bei schwächer oder fehlender Lösslehmbedeckung auch Pseudogley-Braunerden mittlerer Nährkraftstufe (ehem. landw. genutzt).

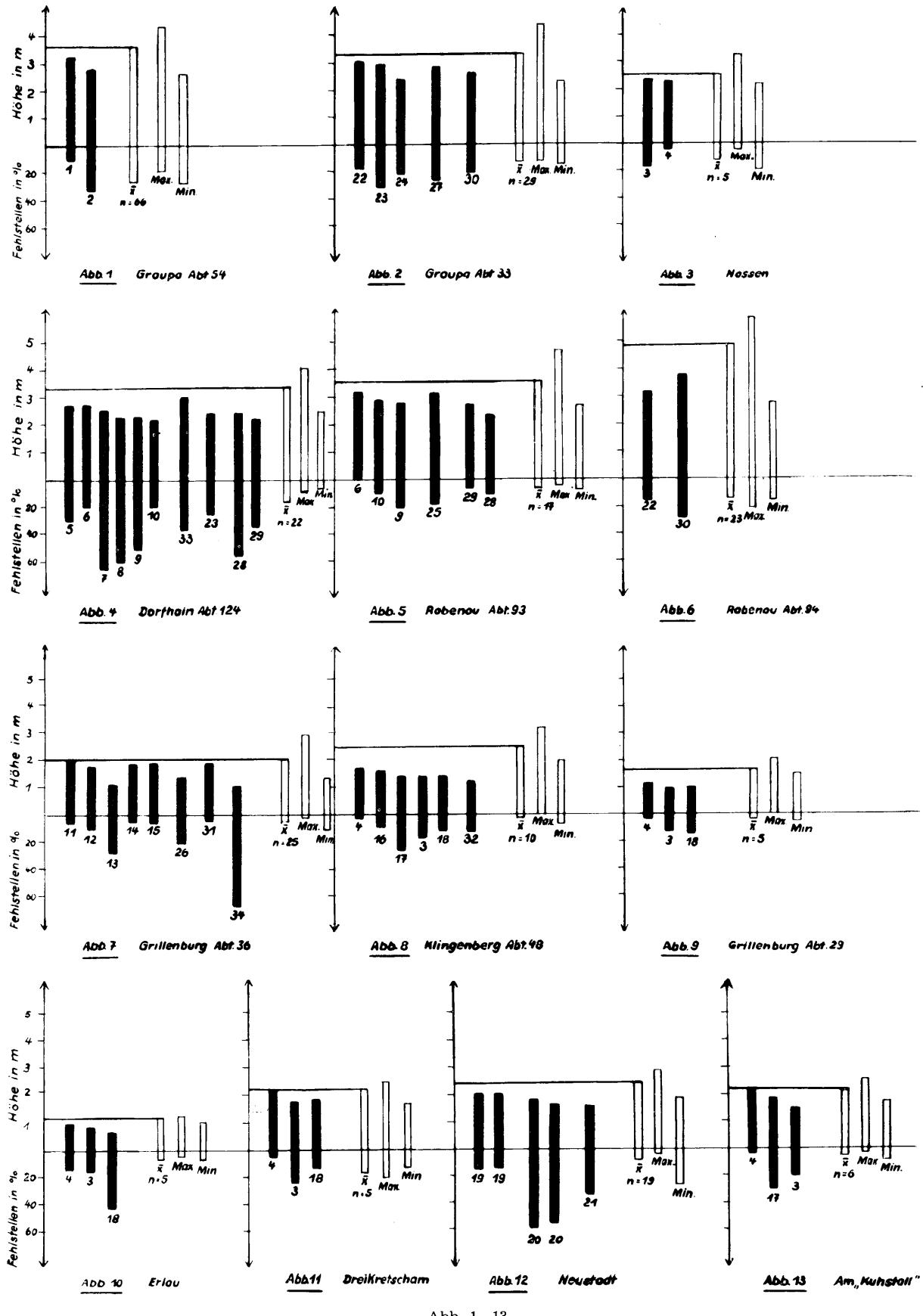


Abb. 1—13

Tabelle 3

Versuchsfäche-Nr.	Zucht-Nr.	<i>P. tremula</i> × <i>P. tremula</i>			Höhe x in m	Fehlstellen in %	Zucht-Nr.	Artkreuzung			Höhe x in m	Fehlstellen in %	rel. Leistung <i>P.tremula</i> : <i>P.tremula</i> = 100 %					
<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>																		
3064	Großdubrau A	×	Königstein 2	4,50	10								69					
3060	Großdubrau 1	×	Königstein 2	4,20	18								74					
3041	Graupa 1	×	Königstein 2	3,90	10								79					
3040	Graupa 20	×	Königstein 2	3,60	9								86					
3043	Piskowitz 3	×	Königstein 2	3,60	17								86					
3062	Großdubrau 2	×	Königstein 2	3,50	11								89					
2	3048	Thum 24	×	Königstein 2	3,40	9	3054	Münster	×	Königstein 2	3,10	15	91					
	3058	Biehla 11	×	Königstein 2	3,30	12							94					
	3044	Spedtshausen 8b	×	Königstein 2	3,20	16							97					
	3051	Spedtshausen 13	×	Königstein 2	3,20	4							97					
	3055	Moritzburg 6	×	Königstein 2	3,20	6							97					
	3088	Dorpat 2c	×	Königstein 2	3,20	12							97					
	3042	Spedtshausen 8c	×	Königstein 2	3,00	7							103					
2	3032	Thum 24	×	Dorpat 12a	3,40	8	3019	Münster	×	Dorpat 12a	2,40	19	70					
2	3125	Moritzburg 6	×	Graupa 18	4,10	8							73					
2	3140	Graupa 1	×	Graupa 18	3,70	7	3086	Ungarn 84	×	Graupa 18	3,00	29	81					
	3136	Lübben 4	×	Graupa 18	2,40	12							125					
	3064	Großdubrau A	×	Königstein 2	5,80	20							57					
	3041	Graupa 1	×	Königstein 2	5,70	34							58					
	3058	Biehla 11	×	Königstein 2	5,60	14							59					
6	3040	Graupa 20	×	Königstein 2	5,20	12	3054	Münster	×	Königstein 2	3,30	44	63					
	3088	Dorpat 2c	×	Königstein 2	4,70	11							70					
	3051	Spedtshausen 13	×	Königstein 2	4,60	12							72					
	3048	Thum 24	×	Königstein 2	4,30	11							77					
7	2521	Spedtshausen 8c	×	Geising 1	2,00	5							70					
7	2519	Eibenstock	×	Geising 1	1,90	2	2537	Drewitz	×	Geising 1	1,40	23	74					
	2567	Lübben 5	×	Geising 1	1,40	2							100					
	2501	Thum 16	×	Geising 1	1,40	17							100					
<i>P. tremula</i> × <i>P. alba</i>																		
4	2292	Tharandt 29	×	Schönheide	3,20	17	2309	Tharandt 29	×	Sauen 5	2,30	60	72					
7	2513	Spedtshausen 8b	×	Zwickau 1	2,80	1	2535	Spedtshs. 8b	×	Sauen 4	1,80	10	64					
7	2515	Hirschberg 3	×	Thum 21	1,60	15	2536	Hirschberg 3	×	Waldsieversd. W 4	1,10	28	69					
	2870	Tharandt 29	×	Polen P 89	3,20	0							50					
8	2849	Tharandt 29	×	Großdubrau 3	3,00	0	2833	Tharandt 29	×	Wilmersdorf 2	1,60	8	53					
	2844	Tharandt 29	×	SU	2,30	0							70					
	2832	Tharandt 29	×	Langburkersdorf 6	2,00	7							80					
	2870	Tharandt 29	×	Polen P 89	3,20	0							44					
8	2849	Tharandt 29	×	Großdubrau 3	3,00	0	2841	Tharandt 29	×	Salgesch (Rhone)	1,40	11	47					
	2844	Tharandt 29	×	SU	2,30	0							61					
	2832	Tharandt 29	×	Langburkersdorf 6	2,00	7							70					
	2870	Tharandt 29	×	Polen P 89	3,20	0							44					
8	2849	Tharandt 29	×	Großdubrau 3	3,00	0	2829	Tharandt 29	×	Sauen 6	1,40	25	47					
	2844	Tharandt 29	×	SU	2,30	0							61					
	2832	Tharandt 29	×	Langburkersdorf 6	2,00	7							70					
8	2867	Graupa W	×	Polen P 93	2,70	6	2869	Graupa W	×	CSSR	1,70	2	63					
9	2844	Tharandt 29	×	SU	1,51	1	2841	Tharandt 29	×	Salgesch (Rhone)	1,06	16	70					
9	2867	Graupa W	×	Polen P 93	1,64	4	2869	Graupa W	×	CSSR	1,25	3	76					
10	2844	Tharandt 29	×	SU	1,08	5	2841	Tharandt 29	×	Salgesch (Rhone)	0,70	41	65					
10	2867	Graupa W	×	Polen P 93	1,23	5	2869	Graupa	×	CSSR	0,97	12	79					
11	2844	Tharandt 29	×	SU	2,10	23	2841	Tharandt 29	×	Salgesch (Rhone)	1,80	12	86					
11	2867	Graupa W	×	Polen P 93	2,20	1	2869	Graupa W	×	CSSR	2,20	3	100					
12	2700	Breitenbrunn	×	Spedtshausen 15	2,50	7	2724	Breitenbrunn	×	Sauen 6	1,70	56	68					
12	2702	Pöhla 1	×	Wermsdorf 7	2,60	7	2725	Pöhla 1	×	Sauen 6	1,60	33	64					
12	2701	Pöhla 1	×	Markersbach 3	2,00	25							80					
13	2870	Tharandt 29	×	Polen P 89	2,50	4	2829	Tharandt 29	×	Sauen 6	1,80	30	72					
	2849	Tharandt 29	×	Großdubrau 3	2,30	3							78					
	2844	Tharandt 29	×	SU	1,80	8							100					
	2832	Tharandt 29	×	Langburkersdorf	1,70	9							106					

Versuchsfläche Nr.	Zucht-Nr.	<i>P. tremula</i> × <i>P. tremula</i>				Höhe x in m	Fehlstellen in %	Zucht-Nr.	Artkreuzung				Höhe x in m	Fehlstellen in %	rel. Leistung $\frac{P_{tremula} \times P_{tremula}}{P_{tremula} \times P_{canescens}} = 100\%$
2	3042	Spedtshausen 8c	×	Königstein 2		3,00	7	3020	<i>P. tremula</i> × <i>P. canescens</i>	Spedtshs. 8c	×	Dillingen 4/53	2,90	23	97
2	3013	Spedtshausen 8c	×	Lichtenhain P3		3,50	12	2343	<i>Potthagen</i> 137 × <i>Dillingen</i> 24	Potthagen 137	×	Dillingen 24	2,20	35	76
4	2371	Potthagen 137	×	Graupa 18		2,90	12	2343	<i>Potthagen</i> 137 × <i>Dillingen</i> 24	Potthagen 137	×	Dillingen 24	2,70	5	87
5	2371	Potthagen 137	×	Graupa 18		3,10	4								
2	3117	Wermendorf 4	×	Laske 9		3,90	10	3087	<i>P. canescens</i> × <i>P. tremula</i>	Ungarn 132	×	Laske 9	2,70	16	69
6	3117	Wermendorf 4	×	Laske 9		4,90	8	3087	<i>Ungarn</i> 132 × <i>Laske</i> 9	Ungarn 132	×	Laske 9	3,90	26	80

Tabelle 4

	Anzahl der verschiedenen Populationen	Zum Vergleich vorhanden*)	Anzahl der Aspenpopulationen mit gleichem Elter	Zum Vergleich vorhanden*)	Signifikante Überlegenheit der Hybriden
<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	4	5	21	28	—
<i>P. tremula</i> × <i>P. alba</i>	9	16	11	29	0
<i>P. tremula</i> × <i>P. canesc.</i>	2	3	3	4	0
<i>P. canesc.</i> × <i>P. tremula</i>	1	2	1	2	0

*) Einige Populationen sind auf mehreren Versuchsflächen vertreten.

5. Diskussion der Ergebnisse

W. v. WETTSTEIN führte seine ersten Kreuzungsexperimente und Leistungsvergleiche in den dreißiger Jahren in Norddeutschland (Institut für Pflanzenzüchtung Müncheberg), seine jüngsten Untersuchungen mit anderem Versuchsmaterial in Niederösterreich (Österr. Forstl. Bundesanstalt Mariabrunn) durch. Das Resultat war in allen Fällen das gleiche: Überlegene Wuchsleistung der Bastarde. Selbst in Süd-Schweden konnte JOHNSON bei Silberpappel/Aspen-Bastarden eine Zuwachssteigerung feststellen (7).

Der Schluß, es handle sich bei der an mehreren Orten und mit unterschiedlichem Versuchsmaterial festgestellten Wuchsüberlegenheit der Hybriden um Heterosis, erscheint daher zunächst nicht abwegig, zumal auch die Ergebnisse der Rückkreuzungen (?) zwischen *P. canescens* und einer der Elternarten diese Annahme stützen. Ähnlich wie bei Rückkreuzungen zwischen Lärchenbastarden und ihren Eltern erhält man bei diesen Kombinationen neben normalen wüchsigen Pflanzen zwergwüchsige, nicht lebensfähige Individuen, im Mittel also eine geringere Leistung als bei der F_1 , (3, 24, 26).

Nach den älteren Veröffentlichungen W. v. WETTSTEINS übertreffen die Silberpappel/Aspen-Bastarde beide Elternarten in der Jugendwuchsleistung (17, 19, 21, 22). In seiner jüngsten Arbeit vergleicht W. v. WETTSTEIN den Bastard nur mit einem Elter, der Aspe. Wenn er das Ergebnis, nach dem die Mittelwerte etwa die doppelte Höhe der Aspensämlinge erreichen, ohne weiteres als Bestätigung der „schon wiederholt festgestellten Heterosis bei Kreuzungen von Aspen und Weißpappeln“ auffaßt, dann vielleicht deshalb, weil sich bei seinen früheren Versuchen in Norddeutschland die Aspe als die leistungsstärkere der beiden Elternarten erwiesen hatte (26).

Wenn auch in unseren Versuchen ein Vergleich der Bastarde mit dem einen Elter, der Silberpappel, aus den unter 2. genannten Gründen nicht möglich ist, ändert dies nichts an der Aussagefähigkeit der Resultate. Nehmen wir an, die Silberpappel wäre unter den Umweltbedingungen unserer Versuchskulturen leistungsfähiger als die Aspe — was unwahrscheinlich ist —, so würde der Vergleich nur noch mehr zu Ungunsten der Bastarde ausfallen.

Die Tatsache, daß die Resultate unserer Versuche denen der WETTSTEINSchen Kreuzungsexperimente völlig widersprechen, erfordert eine Erklärung. Bei obligaten Fremdbefruchttern, insbesondere diözischen Arten wie den Pappeln ist ein sicherer Nachweis der Heterosis aus bekannten Gründen an sich schwierig. Wenige Vergleiche lassen keine Aussagen zu, da die genetische Konstitution (die Kombinationseignung) der für die Herstellung der Bastarde und der „Kontrollen“ verwendeten Eltern das Ergebnis entscheidend beeinflußt. Beispiele hierfür findet man in Tab. 3.

Ein eindeutiges Urteil, ob eine beobachtete Mehrleistung der Bastarde tatsächlich auf Heterosis beruht, läßt sich daher nur fällen, wenn man — wie GREHN empfiehlt (3) — die bei monözischen und selbstfertilen Arten gegebenen Möglichkeiten (Selbstungen, reziproke Elternkreuzungen) „durch die statistische Auswertung möglichst vieler, aus unterschiedlichen Kreuzungen entstandener Populationen“ ersetzt, die — das wäre noch hinzuzufügen — nach einem bestimmten Kreuzungsschema verzahnt sein müssen. Diese Forderung ist bei den meisten Untersuchungen über „Heterosis“ bei Waldbäumen (einschließlich der WETTSTEINSchen und unserer eigenen Arbeiten) gar nicht oder nur ungenügend erfüllt. Es lassen sich also höchstens Vermutungen über Heterosis äußern, und mit Aussagen über das Vorkommen von Reziprokenunterschieden — nach W. v. WETTSTEIN ist der Bastard *P. alba* × *P. tremula* wüchsiger als die reziproke Kombination (18, 19, 21, 22, 25) — sollte man erst recht zurückhaltend sein (10).

Die für unsere inner- und zwischenartlichen Kreuzungen verwendeten Partner stammen — wie eingangs erwähnt — aus getrennten Populationen. Daß es sich bei den Eltern der Bastarde zufällig um solche mit geringer, bei den Eltern der innerartlichen Kreuzungen um solche mit hoher Kombinationseignung gehandelt haben sollte und darin die Ursache für die geringe Leistung unserer Bastarde zu suchen wäre, muß in Anbetracht der zahlreichen Vergleiche als wenig wahrscheinlich angesehen werden.

Denkbar wäre, daß die Heterosis nur in bestimmten Entwicklungsphasen wirksam wird, wie dies bei anderen Pflanzenarten beobachtet wurde (11). W. v. WETTSTEINS Feststellungen über „Heterosis“ stützen sich im wesentli-

chen auf Wuchsleistungsvergleiche junger (1- bis 3jähriger) Nachkommenschaften. Da wir die Kreuzungsnachkommenschaften im Pflanzenerziehungsgarten in der Regel nicht versuchsmäßig aufgeschult haben, sind Ergebnisse von Messungen an 1jährigen Pflanzen nur bedingt aussagefähig. Die Bastarde waren im 1. Wuchsjahr im Graupaer Pflanzgarten ebenso wüchsig wie die reinen Aspen, zum Teil sogar wüchsiger. In dem durch außergewöhnlich gutes Pappelwachstum ausgezeichneten Jahr 1953 wurde sogar das Maximum (mit 138 cm mittl. Pflanzenhöhe!) von Silberpappel/Aspen-Bastarden erzielt (13)!

Im Gegensatz zu unseren Befunden, wonach die teilweise beobachtete Mehrleistung zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt nach dem Auspflanzen im Freiland nachgelassen hat³⁾, berichtet W. v. WETTSTEIN, daß die an 3jährigen Sämlingen registrierte Überlegenheit der Bastarde mit Ausnahme der Rückkreuzung *P. canescens* × *P. tremula* im Verlaufe der folgenden 10 Jahre erhalten blieb, bei der Kombination *P. tremula* × *P. alba* sogar noch zunahm (24)!

Die Ursachen für das „Versagen“ der Hybriden werden m. E. in den ökologischen Verhältnissen zu suchen sein. Da die Silberpappel vorzugsweise in wärmeren Tieflagen des Südostens beheimatet ist und in unserem Versuchsareal nicht natürlich vorkommt, könnte das Klima (die Temperatur) für die Leistung eines im Wärmeanspruch sich mehr oder weniger intermediär verhaltenden Bastards von ausschlaggebender Bedeutung sein. Zwei unserer Versuchsfächen (Nr. 1 Graupa, Abt. 54 und Nr. 2 Graupa, Abt. 33) liegen jedoch klimatisch ausgesprochen günstig, fast noch im Weinklima des Elbtales; aber auch hier sind die Bastarde den reinen Aspen unterlegen.

Von Bedeutung scheinen im Klimabereich unserer Versuche die edaphischen Verhältnisse zu sein. Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, liegen einige Flächen auf mehr oder weniger gleyartigen Böden, auf denen die Aspe bei ausreichendem Wasserangebot gute Wuchsleistungen zeigt (15), während dem Bastard zumindest die ausgeprägt wechselfeuchten Varianten nicht zusagen. Dies zeigt z. B. der Vergleich der Bastardnachkommenschaft Nr. 2829 mit ihren vier „Kontrollen“ auf den Flächen Nr. 8 und Nr. 13 (Abb. 14). Bei Fläche Nr. 8 handelt es sich um einen Pseudogley armer Nährkraftstufe mit ausgeprägtem Wechsel von Frühjahrsstaunässe und sommerlicher Austrocknung; stellenweise überwiegt die Vernassungsphase. Bei Fläche Nr. 13 liegt ein schwach sandhaltiger bis reiner Staublehm mittlerer bis armer Nährkraftstufe, ein schwach wechselfeuchter Lessivé-Pseudogley bzw. Pseudogley-Lessivé vor. Die absolute Wuchsleistung der Bastardpopulation ist auf Fläche Nr. 13 höher als auf Fläche Nr. 8; die Aspen verhalten sich gerade umgekehrt. Die relative, auf die Aspenkontrollen bezogene Leistung des Bastards bewegt sich auf Fläche Nr. 13 zwischen 72 und 106%, auf Fläche Nr. 8 nur zwischen 44 und 70%.

Bastardpopulation Nr. 2869 wurde auf den Flächen Nr. 8, 9 und 11 mit der „Kontrolle“ Nr. 2867 verglichen. Die Bodenverhältnisse der Fläche Nr. 9 unterscheiden sich von denen der unmittelbar benachbarten Nr. 8 durch einen ausgewogeneren Wasserhaushalt. Der Boden der auf Fläche Nr. 11 verglichenen Parzellen⁴⁾ ist ein mäßig frischer, anlehriger bis staublehmiger steinig kiesiger Mittelsand mittlerer Nährkraftstufe. Die relativen Leistungen der Bastardpopulationen betragen in der oben angegebenen Reihenfolge der Flächen 63, 76 und 100%; mit ansteigender Bodengüte nimmt also die relative Leistung des Bastards zu!

Weiter kann die Bastardpopulation Nr. 3054 mit mehreren „Kontrollen“ auf zwei unterschiedlichen Standorten, Fläche Nr. 2 und Nr. 6, verglichen werden. Der Standort von Nr. 2 ist „besser“, d. h. — kurz gesagt — für den Anbau anspruchsvoller Baumarten geeigneter als der von Nr. 6. Auch in diesem Falle hat die Hybride auf dem „besseren“ Standort mehr geleistet.

Unsere Anbauversuche gestatten keine sicheren Aussagen darüber, welche standörtlichen Faktoren im einzelnen das Leistungsverhältnis von Bastarden und Aspen beeinflussen. Dies ist für die Diskussion des vorliegenden Problems aber auch nicht entscheidend. Es genügt die Feststellung, daß die Bastarde (wie auch die damit verglichenen Aspen) auf die bei unseren Versuchsanbauen vorliegenden ökologischen Verhältnisse zwar unterschiedlich reagiert, jedoch in keinem einzigen Falle die Aspen in der Jugendwuchsleistung signifikant übertroffen haben.

Eine unterschiedliche Reaktion der Elternarten und Bastarde auf den Boden konnte LANGNER bei der Gattung *Larix* nachweisen. Die Elternarten wurden in diesem Falle durch die Hybriden („*Eurolepis*“ und „*Lepteuropaea*“) übertroffen, wobei unter klimatisch einheitlichen Bedingungen die Leistungssteigerung auf einem ärmeren *Vaccinium*-Standort deutlich höher war als auf einem besseren *Airastandort*. Nach LANGNERS Ergebnissen könnte man auf eine „Heterosis der Anspruchslosigkeit“ schließen (8).

Auch nach GUSTAFSSON ist mit einem derartigen Phänomen bei Artkreuzungen zu rechnen. Im Zusammenhang mit allgemeinen Betrachtungen über die Möglichkeit der Nutzung des Heterosiseffektes in der Forstpflanzenzüchtung bemerkte er folgendes: „Und ein wichtiges Detail: Die Ursprungsstämmen haben oft unterschiedliche ökologische Ansprüche, einige sind an Sand-, andere an Lehmboden angepaßt. Die Hybridgeneration zeigt eine bedeutend größere Toleranz gegenüber Böden und Klimaverschiedenheiten, sie ist anspruchsloser, anpassungsfähiger, weist eine größere Amplitude auf“ (4).

Unsere Pappelbastarde überschreiten die durch beide Elternarten festgelegte ökologische Amplitude nicht, vielmehr wurde festgestellt, daß die Hybriden unter Bedingungen, die der Aspe noch gute Wuchsleistungen ermöglichen.

³⁾ Auf Fläche Nr. 11 konnte wegen standörtlicher Unterschiede nur eine der vier Wiederholungen ausgewertet werden. Der Vergleich ist jedoch zu vertreten, da die beiden Parzellen in dem standörtlich einheitlichen Teil zufällig unmittelbar aneinander grenzen.

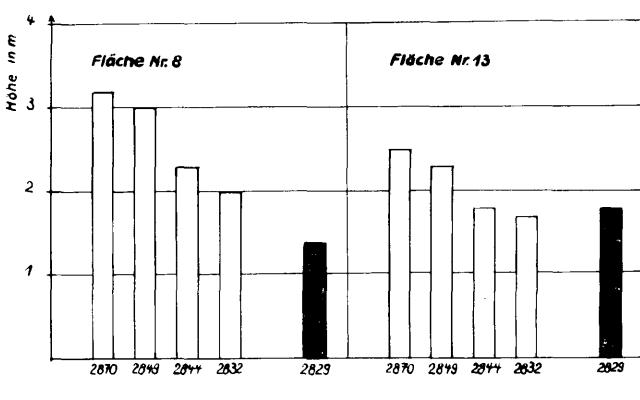


Abb. 14

lichen, mehr oder weniger versagen. Nichts deutet hier auf eine „Heterosis der Anpassungsfähigkeit“ hin. Dessen ungeachtet wird es Umweltkonstellationen geben, die unseren Silberpappel/Aspen-Bastarden in einem zur „Heterosis“ führenden Maße zusagen. Hätten wir die Anbauversuche auf noch besseren Böden durchgeführt, als sie z. B. auf den Flächen 2, 3 und 11 vorliegen, wäre bei einigen Nachkommenschaften vielleicht tatsächlich eine Mehrleistung der Bastarde gegenüber den reinen Arten zu verzeichnen gewesen. Über die Standortsansprüche der Bastarde ist nichts Sichereres bekannt. Widersprüchliche Angaben liegen für den spontanen Bastard (?), die Graupappel, vor, worauf MÜLLER besonders hinweist (9). Nach SCHRÖCK ist die Graupappel der Aspe in der Anspruchslosigkeit weit überlegen. Sie soll sich besonders durch geringe Feuchtigkeitsansprüche auszeichnen (16).

Nach anderen Angaben in der Literatur werden als Standorte, die der Graupappel ein gutes Wachstum ermöglichen, „schwere Lehmböden“ (6) und „gute Laubholzstandorte“ (2) genannt. Nicht geeignet seien „Heidesandböden“ (2). Unsere eigenen Erfahrungen deuten darauf hin, daß der künstliche Bastard gute Leistungen erst auf „besseren“ Böden, u. a. auf tiefgründigen, lockeren Staubböden hervorbringt.

Eine Erklärung für das unterschiedliche Verhalten der Bastarde in den WETTSTEINSchen und unseren Versuchen dürfte also in Standorts-, wahrscheinlich in Bodenverschiedenheiten der Anbauorte zu suchen sein.

Ähnliche Feststellungen wurden bei Lärchenbastarden getroffen. Im Gegensatz zu Ergebnissen LANGNERS fand SCAMONI (12), daß die Bastarde vom 10. Jahre ab deutlich nachließen und von der europäischen Lärche überholt wurden. LANGNER erklärt dies mit klimatischen Unterschieden der Versuchsorte. Seiner Auffassung, daß entsprechend den Änderungen der Umweltverhältnisse „das Verhältnis der Bastarde zu den reinen Arten wechselt“ ist von einer Mehrleistung bis zu einem nur intermediären Wachstum, müssen wir voll zustimmen (8). Heterosis dürfte auch bei Silberpappel/Aspen-Bastarden nur unter bestimmten Umweltverhältnissen, die bei den WETTSTEINSchen Versuchen vorgelegen haben müßten, zu erwarten sein. Im übrigen ist aber zu beachten, daß die Mehrleistung von Bastarden allein das Ergebnis der Kombination bestimmter, die Anpassung an ein spezielles Milieu bedingender Faktoren sein kann, und in diesem Falle wäre man nicht berechtigt, von Heterosis zu sprechen. In jüngster Zeit haben GYÖRFFY (5), DUFFIELD und SNYDER (1) die wahllose Verwendung des Begriffes „Heterosis“ bei Waldbaumbastarden einer eingehenden Kritik unterzogen.

Nicht versäumen möchte ich, an dieser Stelle meiner Mitarbeiterin, Fräulein BARBARA DATHE, herzlich zu danken. Ohne die von ihr selbständig geleistete Arbeit bei der Gewinnung, Auswertung und Zusammenstellung der Versuchsergebnisse wäre eine Veröffentlichung zur Zeit noch nicht möglich gewesen.

Zusammenfassung

1. In 13 auf verschiedenen Standorten gelegenen Versuchskulturen wurden Bastardnachkommenschaften der Kreuzungen *P. tremula* × *P. alba* (und reziprok) mit reiner *P. tremula* verglichen, wobei in keinem einzigen Falle eine auf Heterosis hindeutende Mehrleistung der Bastarde festgestellt werden konnte.

2. Dieser Befund steht im Widerspruch zu den Ergebnissen entsprechender Kreuzungsversuche W. v. WETTSTEINS.

3. Die Bastarde versagen auf bestimmten Böden, die der Aspe noch gute Wuchsleistungen ermöglichen.

4. Die auf *P. tremula* bezogene relative Leistung der Bastarde steigt mit zunehmender Bodengüte.

5. Aus 3. und 4. darf geschlossen werden, daß die Bastarde „anspruchsvoller“ sind als *P. tremula*, — „Heterosis der Anpassungsfähigkeit“ wurde nicht beobachtet.

6. Eine Mehrleistung der Bastarde ist nur auf bestimmten Standorten zu erwarten. Die Frage, ob es sich hierbei um Heterosis handelt, bleibt zunächst ungeklärt.

Summary

Title of the paper: *Are hybrids from crossing P. tremula × P. alba and its reciprocal cross heterotic?*

1. Hybrid progenies from crosses between *P. tremula* × *P. alba* and their reciprocal crosses were compared with pure *P. tremula* in 13 experiment plantations on different sites. In none of these cases does increasing growth vigour suggest an heterotic effect in the hybrids.

2. This result is at variance with that of the corresponding crossing experiments carried out by W. v. WETTSTEIN.

3. The hybrids failed on several soil conditions on which the aspens are still doing well in growth vigour.

4. The relatively good growth of the hybrids as a percentage of aspens, increases with better soil conditions.

5. From the results mentioned in paragraph 3 and 4, conclusions are drawn that the hybrids are more pretentious than *P. tremula*. Heterosis of adaptability was not observed.

6. Better growth of the hybrids is to be expected only on certain sites. It can not yet be said whether or not this is caused by heterosis.

Résumé

Titre de l'article: *Les hybrides résultant du croisement P. tremula × P. alba et du croisement réciproque manifestent-ils un hétérosis?*

1. Les familles hybrides résultant du croisement *P. tremula* × *P. alba* et du croisement réciproque ont été comparées avec des *P. tremula* purs dans 13 plantations expérimentales sur différentes stations. En aucun cas, l'augmentation de croissance ne permet de conclure à un effet d'hétérosis chez les hybrides.

2. Ce résultat s'écarte de ceux obtenus par W. v. WETTSTEIN dans les croisements expérimentaux correspondants.

3. Les hybrides ont échoué dans plusieurs conditions de sol où les trembles ont encore une bonne vigueur.

4. La croissance relativement bonne des hybrides, exprimée en pourcentage de celle des trembles, augmente lorsque le sol s'améliore.

5. D'après les résultats mentionnés dans les paragraphes 3 et 4, on tire les conclusions que les hybrides sont plus précoce que *P. tremula*. On n'a pas constaté d'hétérosis en ce qui concerne la plasticité.

6. On peut s'attendre à une meilleure croissance des hybrides seulement dans certaines stations. On ne peut encore dire si cela est dû ou non à un hétérosis.

Literaturverzeichnis

- (1) DUFFIELD, J. W., and SNYDER, E. B.: Benefits from hybridizing American forest tree species. *J. Forestry* 56, 809–815 (1959). —
- (2) Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft: Die Vermehrung der Graupappel. *Forst und Holz* 1947, 88. — (3) GREHN, J.: Über Spaltungerscheinungen und photoperiodische Einflüsse bei Kreuzungen innerhalb der Sektion *Populus Leuce Duby*. *Forstgenetik* 1, 61–69 (1952). — (4) GUSTAFSSON, A.: Genetik och växforändring inom skogsbruket. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1949, 2, 164–182. — (5) GYÖRFFY, B.: Az erdei fák hibrideinek félénye és a heterózis jelenség genetikai értelmezése. *Erdészeti*

- kutatások, 1960, 1–3, 327–335. — (6) HÖPKER: *P. canescens* SMITH. DDG 1938, 59. — (7) JOHNSSON, H.: Svensk växtförädling, skogs-växterna, lövträd. Natur och Kultur, Stockholm, 1951, 777–786. — (8) LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* GORD. Forstgenetik 1, 2–18 und 40–56 (1951/1952). — (9) MÜLLER, R.: Die Graupappel — *P. canescens* SMITH. Beiträge zu einer sehr komplexen Frage. Allg. Forstschr. 6, 33–36 (1951). — (10) ROHMEDE, E., und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Parey-Verlag, Berlin-Hamburg 1959, S. 216. — (11) RUDORF, W.: Kreuzung innerhalb der Art. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Auflage, Parey-Verlag, Berlin-Hamburg S. 515. — (12) SCAMONI, A.: Die weitere Entwicklung der Kreuzungen zwischen *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* MURRAY in Eberswalde. Züchter 19, 192–196 (1949). — (13) SCHÖNBACH, H.: Die bisherigen Ergebnisse der Züchtungsarbeiten mit verschiedenen Pappelarten der Sektion *Leuce* (Vorläufige Mitteilung). Wissenschaftl. Abh. der DAL 1957, Beitr. zur Pappelforschung II, Nr. 27, 149–178. — (14) SCHÖNBACH, H.: Ergebnisse 8jähriger Züchtungsversuche mit Pappelarten der Sektion *Leuce*. Wissenschaftl. Abh. der DAL 1960, Beitr. zur Pappelforschung IV, Nr. 44. — (15) SCHÖNBACH, H.: Ergebnisse eines Anbauversuches mit Aspe (*P. tremula* L.) auf gleyartigem Boden. Arch. f. Forstw. 10, 150–170 (1961). — (16) SCHRÖCK, O.: Die Graupappel und ihre vegetative Vermehrung. Züchter 28, 71–80 (1958). — (17) WETTSTEIN, W. v.: Die Kreuzungsmethode und die Beschreibung von F₁-Bastarden bei *Populus*. Zeitschr. f. Züchtung 18, 597–626 (1933). — (18) WETTSTEIN, W. v.: Züchtungsversuche mit Forstpflanzen. Forstarchiv 9, 127–129 (1933). — (19) WETTSTEIN, W. v.: Forstpflanzliche Züchtungsversuche, besonders mit *Populus*. Botaniska Notiser 1937, H. 3/4, 272. — (20) WETTSTEIN, W. v.: Transgression und Heterosis bei *Populus*-Kreuzungen. Forstw. Zentralbl. 1938, H. 17, 529–560. — (21) WETTSTEIN, W. v.: Forstpflanzen. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 1. Aufl. Verlag Parey, Berlin, 1940. — (22) WETTSTEIN, W. v.: Die Grundlagen der Züchtung schnellwüchsiger Cellulosepflanzen. Forschungsberichte des ZKR 1942, H. 2, 21–26. — (23) WETTSTEIN, W. v.: Über den gegenwärtigen Stand der forstlichen Pflanzenzüchtung. Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 118, 128–131 (1942). — (24) WETTSTEIN, W. v.: Die Faserholzpappel, ihre Kultur und Züchtung. Pappeljahrbuch 1947, Hannover, pp. 33–47. — (25) WETTSTEIN, W. v.: Die Pappelkultur. Österreichische Gesellschaft für Holz-Forschung, Schriftenreihe, H 5, Wien 1952. — (26) WETTSTEIN, W. v.: Eignungsprüfung von Aspen für die Anzucht von leistungsfähigem Pflanzgut. Informationsdienst Forstl. Bundesversuchsanstalt Maria-Brunn, 33. Folge, 1960.

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

Weitere Untersuchungen zur Förderung der Blütenbildung an Kiefern durch Rückschnitt*)

Von G. H. MELCHIOR

(Eingegangen am 21. 9. 1961)

In einer früheren Arbeit wurden Versuche zur Erhöhung der Zahl der männlichen Blüten an Kiefern-Pfropflingen durch Rückschnitt aus den Jahren 1956 bis 1957 dargestellt (MELCHIOR und HEITMÜLLER, im Druck). Im folgenden Bericht sollen unsere Untersuchungen bis zum Frühjahr 1961 besprochen werden.

Wir versuchten, die folgenden Fragen zu klären:

(1) Ist das günstige Ergebnis unserer ersten Versuche auch unter ungünstigen Umweltsbedingungen reproduzierbar?

(2) Besteht die Möglichkeit, das Geschlechtsverhältnis an Kiefern-Pfropflingen zugunsten der Zapfenblüten durch die Begünstigung des Terminaltriebes und des höchsten Quirls zu verschieben? In die gleiche Richtung zielt die Frage, ob es möglich ist, Blütenanlagen so zu beeinflussen, daß sie sich zu Zapfenblüten ausdifferenzieren.

Es wurde (3) die Wirkung eines Rückschnitts auf Stroben-Pfropflinge und Kiefern-Sämlinge untersucht.

I. Rückschnittversuche

a) an 6jährigen Kiefern-Pfropflingen

Mehrere, in der Masse 6- oder 7jährige Kiefern-Pfropflinge des gleichen Klonen wurden mit folgenden Methoden behandelt:

1. Rückschnitt aller Seitentriebe und des Gipfeltriebes am 22. 2. 1960 um ein Drittel (X₁). 2. Rückschnitt sämtlicher Seitentriebe am 25. 3. 1960 um ein Drittel (X₂). 3. Rückschnitt sämtlicher Seitentriebe, mit Ausnahme des jüngsten Quirls, am 25. 3. 1960 um ein Drittel (X₃). 4. unbehandelte Kontrollen (X₄).

Die Auszählung der Blüten am Terminaltrieb und an den Seitenzweigen erfolgte vom 1957er Jahrestrieb des

Stämmchens ab zwischen dem 15. und 25. April 1961. Die Prüfung der Anzahl der Blüten auf Signifikanz erfolgte wiederum im DUNCANTEST (WEBER 1957) und der Prozentzahlen blühender Pfropflinge nach verschiedenen Behandlungsweisen im χ^2 -Test (s. JEFFERS 1960). Dabei muß unter Zugrundelegung der Hypothese, daß die verschiedenen Behandlungsweisen ohne Einfluß auf die Zahl der blühenden Pfropflinge (oder die Anzahl der Blüten) sind, die erwartete Anzahl blühender Pfropflinge (oder der männlichen Blüten) in zwei verglichenen Gruppen gleich groß sein. Überschreitet das errechnete χ^2 seinen tabellierten Grenzwert bei einem Freiheitsgrad von 1, so muß die obige Hypothese zurückgewiesen werden.

Da bereits früher auf das Verhalten der Pfropflinge nach dem Schnitt näher eingegangen wurde (MELCHIOR und HEITMÜLLER 1961), und das Verhalten der Pfropflinge auch bei diesen Versuchen das gleiche war, soll hier nur auf die Anzahl der männlichen und Zapfenblüten eingegangen werden. In Tabelle 1 sind die Mittelwerte der blütentragenden Langtriebe und die der Zapfenblüten zusammengefaßt. Es ergibt sich eindeutig, daß die Zahl der männlichen Blüten erhöht wird (X₁) und um so mehr erhöht wird, je stärker der Rückschnitt in der Gipfelregion erfolgt. Umgekehrt zeigt sich, wie wir bereits früher feststellten (MELCHIOR und HEITMÜLLER 1961), daß die Zahl der Zapfenblüten dann um so geringer wird. Sie ist am höchsten an un behandelten Propflingen.

b) an 5jährigen Kiefern-Pfropflingen

Ebenso wie an 6jährigen Pfropflingen wurden auch hier zum gleichen Zeitpunkt Gipfel- und Seitentriebe zurückgeschnitten (X₁). 2. wurden sämtliche Seitentriebe, mit Ausnahme der Seitentriebe am jüngsten Quirl und der Gipfeltrieb am 25. März gekappt (X₂). 3. wurden weitere Pfropflinge als Kontrollen un behandelt gelassen (X₃).

Die Höhe der Pfropflinge betrug im Zeitpunkt der Be-

*) Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der ich meinen besten Dank sage. Mein Dank gebührt vor allem aber auch Herrn Fm. Dr. HEITMÜLLER für jedwede mir gewährte Unterstützung.