

ähnlich wie in der Ölsonnenblumenzüchtung ein hoher Ausleseeffekt zu erzielen sein.

Zusammenfassung

1. In der Heterosiszüchtung ist eine ständige Leistungssteigerung nur möglich, wenn das Ausgangsmaterial laufend verbessert wird. Für diese Aufgabe sind Methoden der Auslesezüchtung mit erhöhter Wirksamkeit von besonderer Bedeutung.

2. Die vorgeschlagene Selektionsmethode basiert auf einer Diagnose der wichtigsten Zuchtmerkmale des Maises vor der gelenkten Bestäubung der isolierten Narben des zweiten Kolbens. Der erste Kolben dient der Analyse einiger wichtiger Werteigenschaften.

3. Die Genauigkeit der komplexen Frühdiagnose ist von der Zeitspanne zwischen dem Narbenschieben des ersten Kolbens und dem Blühen der Fahne sowie der Lebensdauer des Pollens direkt abhängig.

Literatur

1. BERKNER, FR. W.: Beiträge zur Kenntnis der Maispflanze (Anregungen für die Auslese bei der Maiszüchtung). Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung **23**, 210—238 (1941). — 2. DIAKONUS, P.: Opredelenie žiznesposob-

nosti pyl'cy. Kukuruzna Nr. 6, 44—45 (1961). — 3. FLEISCHMANN, R.: Die Auslese bei der Maiszüchtung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung **6**, 69—96 (1918). — 4. KIESSELBACH, T. A.: Corn investigations. Nebraska Agric. Exp. Sta. Res. Bull. **20** (1922). — 5. MERFERT, W.: Eine neue Selektionsmethode in der Sonnenblumenzüchtung. Der Züchter **28**, 229—232 (1958). — 6. MERFERT, W.: Pustozernost' i nepolnozennost' semjan podsolnečnika. Agrobiologija Nr. **2**, 199—205 (1961). — 7. MÜLLER, H. W., und I. SCHILOVA: Beiträge zur Maiszüchtung. II. Befruchtungsergebnisse nach künstlicher Bestäubung in Abhängigkeit vom Narbenalter und der Pollenlagerung bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Der Züchter **29**, 187—191 (1959). — 8. OGANESJAN, S. G.: O biologii cvetenija i opylenija kukuruzy. Izvestija akademii nauk armjanskoj SSR **13**, Nr. 4, 45—50 (1960). — 9. PSAREWA, M. M.: O žiznesposobnosti pyl'cy i rylec u kukuruzy. Agrobiologija Nr. **4**, 118—120 (1954). — 10. ŠČELOKOWA, Z. I.: Urožainost' semjan w zavisimosti ot srokow opylenija rylec. Agrobiologija Nr. **6**, 928—929 (1960). — 11. SOBENNIKOW, E. V.: K woprosu o biologii cvetenija kukuruzy w novich raionach vozdeliwanija. Kukuruzna Nr. **1**, 39—41 (1960). — 12. TAVČAR, A.: Schlechter Kornansatz am oberen Kolbenteil bei Mais und seine Einschränkung durch Züchtung und künstliche Bestäubung. Der Züchter **10**, 325—331 (1938). — 13. TAVČAR, A.: Mais. Systematik und Genetik, Handbuch der Pflanzenzüchtung. 1. Aufl., 2. Bd., 75—103 (1939). — 14. USTINOWA, E. I.: O žiznesposobnosti pyl'cy i pestika u kukuruzy. Kukuruzna Nr. **1**, 24—27 (1961).

Aus dem Institut für Acker- und Pflanzenbau der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin in Münchenberg

Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel

VII. Über Beziehungen zwischen Blattmerkmalen und einigen Fruchteigenschaften an Apfelsämlingen

Von HEINZ MURAWSKI

Mit 10 Abbildungen

A. Einleitung

Bei unseren Untersuchungen an Nachkommen aus Kreuzungen der Ananas-Rtte. mit sieben Kultursorten (MURAWSKI, 1960) war uns aufgefallen, daß die Ananas-Rtte. ihren Blattryp stark vererbt und ein großer Teil der Sämlinge Blätter besitzt, die denen der Ananas-Rtte. gleichen oder sehr ähnlich sind. Die komplexe Vererbung bestimmter Fruchtmerkmale ist in der Apfelzüchtung schon früher festgestellt worden (SCHMIDT, 1947). So vererben Cox'Orangen-Rtte. und Ontario ihre typischen Fruchteigenschaften sehr stark. Durch unsere Beobachtungen war die Frage aufgetreten, inwieweit mit der typischen Blattform der Ananas-Rtte. auch Fruchteigenschaften vererbt werden. LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) berichten, daß bei der Sorte Grahams Jubiläumsapfel in äußeren Merkmalen eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Sämlingen und der Muttersorte besteht. Die weitgehende Ähnlichkeit zwischen Muttersorte und Sämling wurde ausgenutzt, um eine Vorselektion auf bestimmte Fruchteigenschaften zu treffen, die nach SCHANDER (1957) erfolgreich war, da keine ausgesprochenen Versager im Merkmal Fruchtgröße vorhanden waren.

Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Apfelsämlingen und -sorten (MURAWSKI, 1955) führten zu der Annahme, daß zwischen Blattbreite und Fruchtbreite eine Beziehung bestehen könnte. Aus

diesem Grunde wurden weitere Untersuchungen an Apfelsämlingen durchgeführt. Dabei sollten besonders morphologische Blatteigenschaften untersucht werden, um zu überprüfen, ob zwischen ihnen und bestimmten Fruchteigenschaften Beziehungen festzustellen sind. Die für unsere bereits früher begonnenen Untersuchungen über Beziehungen zwischen Blatt- und Fruchtmerkmalen herangezogenen Nachkommen der Cox'Orangen-Rtte. sind im Winter 1955/56 größtenteils erfroren. Da das speziell für diese Untersuchungen bestimmte Pflanzenmaterial nicht mehr zur Verfügung stand, wurden drei Kombinationen aus Kreuzungen mit der Ananas-Rtte. benutzt, die bereits im ertragsfähigen Alter standen.

B. Material und Methode

Zur Untersuchung wurden drei Sämlingsnachkommenschaften benutzt, die bereits früher genetisch analysiert waren und deren Eltern sich genetisch in einigen gut definierbaren Eigenschaften unterscheiden (MURAWSKI, 1960). Es handelt sich um folgende Kreuzungen: Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte., Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne und Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill. Von jedem Sämling der untersuchten Nachkommenschaften wurden 50 ausgewachsene, physiologisch gleichgestellte Blätter aus der mittleren Zone einjähriger Triebe gemessen. Die aus den Messungen erhaltenen Mittelwerte wurden mit den im mehrjährigen Durchschnitt ermittel-

ten Fruchtgrößen und -gewichten desselben Sämlings verglichen. Die Einordnung zum jeweiligen Blattypp ist an mehreren einjährigen Trieben im Vergleich mit den Elternsorten vorgenommen und folgenden Klassen zugeordnet worden: der Muttersorte sehr ähnlich, der Muttersorte ähnlich, der Vatersorte sehr ähnlich, der Vatersorte ähnlich, keiner der beiden Elternsorten ähnlich.

Mittels Korrelationsrechnung (LINDER, 1957) wurden die Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite bzw. Blattbreite und Fruchtgewicht berechnet. Um den Zusammenhang zwischen diesen Merkmalen zu kennzeichnen, wurde das Bestimmtheitsmaß $= B$ berechnet. B ist das Quadrat des linearen Korrelationskoeffizienten r . Es hat den Vorteil der Anschaulichkeit. B gibt an, welcher Anteil der Gesamtvarianz der y -Werte durch die Veränderung der Blattbreite erklärt werden kann. Ist kein linearer Zusammenhang vorhanden, wird $B = 0$, bei funktionellem linearem Zusammenhang wird $B = 1$.

C. Ergebnisse

1. Blattgröße

a) *Blattbreite*. Die Blattbreite der an den Kreuzungen beteiligten Elternsorten sowie die durchschnittliche Blattbreite der Kombinationen ist in Tabelle 1 angegeben, und die Häufigkeitsverteilungen der Sämlingsmittelwerte sind aus Abbildung 1 ersichtlich. Von den Elternsorten besitzt Baumanns Rtte. die größte Blattbreite. Es folgen Weißer Winterkalvill

Tabelle 1. Mittelwerte von Blattbreite und Blattlänge der untersuchten Kombinationen und Elternsorten.

Kombination	Anzahl der Sämlinge	Blattlänge		Blattbreite	
		\bar{x}	S %	\bar{x}	S %
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	86	7,83	10,26	5,46	12,30
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	120	7,33	7,38	5,22	10,11
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	49	7,12	9,44	5,42	11,10
Elternsorten					
Ananas-Rtte. ♀		7,22	8,03	5,37	7,52
Baumanns Rtte. ♂		9,96	7,88	6,59	9,85
Wintergoldparmäne ♂		8,22	7,81	5,73	9,23
Weißer Winterkalvill ♂		8,19	7,44	5,91	7,99

und Wintergoldparmäne. Die als Muttersorte benutzte Ananas-Rtte. hat die geringste Blattbreite. Wie die erhaltenen Meßwerte erkennen lassen, ist der Einfluß der Vatersorte auch in den Nachkommenschaften erkennbar. Die Wintergoldparmäne mit ihren schmalen Blättern ergibt auch in Kombination mit der Ananas-Rtte. die durchschnittlich geringste Blattbreite.

b) *Blattlänge*. Die Blattlänge der Elternsorten sowie die Häufigkeitsverteilung der Sämlingsmittelwerte kann ebenfalls aus Tabelle 1 und Abbildung 1 ersehen werden.

Baumanns Rtte. hat die längsten Blätter. Es folgen Wintergoldparmäne

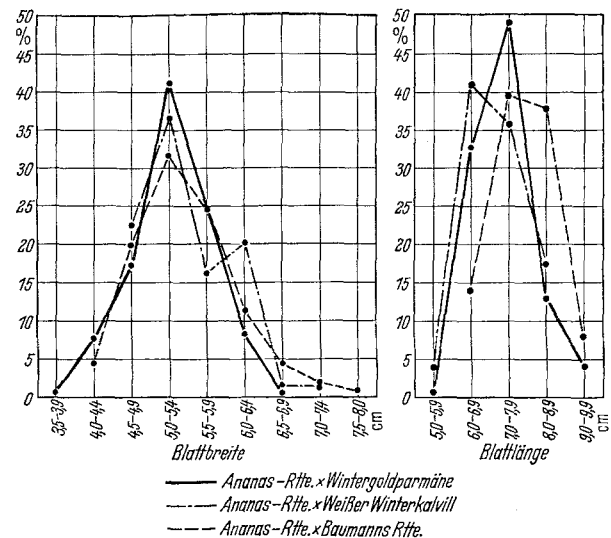


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung von Blattbreite und Blattlänge der untersuchten Kombinationen.

und Weißer Winterkalvill, die sich in ihrer Blattlänge kaum unterscheiden. In den Nachkommenschaften wird auch hier, trotz geringer Unterschiede zwischen Wintergoldparmäne und Weißer Winterkalvill, die Reihenfolge der Blattlänge der Vatersorten eingehalten.

2. Blattypp

Wie die Zusammenstellung der Ergebnisse in Tabelle 2 erkennen läßt, überwiegt der Anteil der Sämlinge, deren Blätter der Ananas-Rtte. sehr ähnlich oder ähnlich sind, während der Anteil des anderen Elters zurücktritt, was besonders in der Gruppe der Vatersorte sehr ähnlich auffällt. Wie wir hier feststellen können, wird der Blattypp der Ananas-Rtte. stark vererbt. Solche Beobachtungen konnten auch an anderen Kombinationen, die nicht näher untersucht wurden, gemacht werden. In manchen Fällen glichen auch hier die Sämlinge sehr stark dem einen Elternteil. Diese Beobachtungen ließen die Frage aufkommen, ob eventuell mit den komplex vererbten Blattmerkmalen auch wichtige Fruchtmerkmale übertragen werden. Zu diesem Zweck wurden Untersuchungen über Beziehungen zwischen dem Blattypp und einigen Fruchtmerkmalen durchgeführt.

Tabelle 2. Zusammenstellung über die Vererbung des Blattypps bei den untersuchten Kreuzungen.

Kombination		Blattypp		Anzahl %
Ananas-Rtte. ×	Wintergoldparmäne	der Ananas-Rtte.	sehr ähnlich	21,4
		der Ananas-Rtte.	ähnlich	35,7
		der Wintergoldparmäne	ähnlich	21,4
		der Wintergoldparmäne	sehr ähnlich	13,4
		keiner der beiden Sorten	ähnlich	8,0
	Baumanns Rtte.	der Ananas-Rtte.	sehr ähnlich	21,7
		der Ananas-Rtte.	ähnlich	27,7
		der Baumanns Rtte.	ähnlich	38,6
		der Baumanns Rtte.	sehr ähnlich	6,0
		keiner der beiden Sorten	ähnlich	6,0
	Weißer Winterkalvill	der Ananas-Rtte.	sehr ähnlich	45,7
		der Ananas-Rtte.	ähnlich	19,4
		dem Weißen Winterkalvill	ähnlich	15,2
		dem Weißen Winterkalvill	sehr ähnlich	21,7
		keiner der beiden Sorten	ähnlich	—

Tabelle 3. *Beziehungen zwischen Blattp und Fruchtmerkmalen.*

Kombi- nation	Blattp		Früchte mit Rost- punkten %	Früchte mit Rippen %	Früchte mit Deck- farbe %	Fruchtbreite							
						3,1—4,0 cm %	4,1—5,0 cm %	5,1—6,0 cm %	6,1—7,0 cm %	7,1—8,0 cm %	8,1—9,0 cm %	9,1—10,0 cm %	
Ananas- Rtte. × Winter- gold- parmäne	Ananas-Rtte.	sehr ähnlich	66,7	16,7	50,0	—	8,7	65,2	26,1	—	—	—	
	Ananas-Rtte.	ähnlich	67,5	12,5	57,5	—	14,3	66,7	19,1	—	—	—	
	Wintergoldparmäne	ähnlich	75,0	—	62,5	—	25,0	50,0	20,8	4,2	—	—	
	Wintergoldparmäne	sehr ähnlich	80,0	1,7	53,3	6,7	—	86,7	6,7	—	—	—	
	keiner der beiden Sorten	ähnlich	77,8	—	55,6	—	22,2	66,7	11,1	—	—	—	
Ananas- Rtte. × Bau- manns Rtte.	Ananas-Rtte.	sehr ähnlich	94,4	5,6	66,7	—	33,3	55,6	11,1	—	—	—	
	Ananas-Rtte.	ähnlich	82,6	13,0	65,2	—	16,7	41,7	29,2	4,2	4,2	4,2	
	Baumanns Rtte.	ähnlich	75,0	12,5	71,9	—	12,5	53,1	18,8	9,4	6,3	—	
	Baumanns Rtte.	sehr ähnlich	80,0	20,0	100,0	—	20,0	60,0	20,0	—	—	—	
	keiner der beiden Sorten	ähnlich	80,0	20,0	80,0	—	20,0	40,0	20,0	20,0	—	—	
Ananas- Rtte. × Weißer Winter- kalvill	Ananas Rtte.	sehr ähnlich	90,5	76,2	33,3	—	—	27,3	63,6	4,6	4,6	—	
	Ananas-Rtte.	ähnlich	87,5	50,0	37,5	—	—	25,0	75,0	—	—	—	
	Weißer Winterkalvill	ähnlich	100,0	71,4	—	—	—	42,9	57,1	—	—	—	
	Weißer Winterkalvill	sehr ähnlich	100,0	80,0	10,0	—	11,1	22,2	55,6	—	11,1	—	
	keiner der beiden Sorten	ähnlich	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

3. Beziehungen zwischen Blattp und einigen Fruchtmerkmalen

Wie aus unseren morphologischen Untersuchungen an Früchten der drei benutzten Kreuzungen hervorgeht (MURAWSKI, 1960), vererbt die als Muttersorte benutzte Ananas-Rtte. besonders stark ihre typischen „Rostpunkte“, die Wintergoldparmäne sehr kleine und kleine Früchte, Baumanns Rtte. sehr stark ihre rote Fruchtfarbe und Weißer Winterkalvill besonders seine typischen „Kalvillrippen“. Da diese Merkmale morphologisch gut zu erfassen sind, sollte nun untersucht werden, ob mit dem jeweiligen Blattp eins der genannten Merkmale besonders häufig vererbt wird. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Vergleichen wir hier nun, wie häufig die „Rostpunkte“ der Ananas-Rtte. den einzelnen Blatttypen zugeordnet sind, so können wir feststellen, daß eine Verbindung zwischen dem Blattp der Ananas-Rtte. und den „Rostpunkten“ auf den Früchten nicht besteht. Die „Rostpunkte“ werden demnach unabhängig vom Blattp vererbt. In der Kombination mit Weißer Winterkalvill läßt sich ebenfalls nicht feststellen, daß Sämlinge mit kalvillähnlichen Blättern wesentlich häufiger gerippte Früchte besitzen, so daß sich auch hier zwischen Blatt- und Fruchttyp keine Beziehung erkennen läßt.

Die Beziehung zwischen Blattp und Deckfarbe der Früchte kann an den Kombinationen Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne und Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte. untersucht werden. Aus unseren früheren Untersuchungen ist bekannt, daß die Wintergoldparmäne bei mehr als der Hälfte der Sämlinge ihre Deckfarbe vererbt und die Ananas-Rtte. nur wenig Anlagen für Deckfarbe besitzt. Wie unsere Ergebnisse zeigen, besitzen mehr als die Hälfte der Sämlinge aller untersuchten Blatttypen Früchte mit Deckfarbe. Die der Wintergoldparmäne ähnlichen Sämlinge besitzen also nicht häufiger gefärbte Früchte als die übrigen Sämlinge. Noch stärker als die Wintergoldparmäne vererbt Baumanns Rtte. ihre Fruchtfarbe. Etwa dreiviertel der Sämlinge haben Früchte mit roter Deckfarbe. In dieser Kombination finden wir, daß unter den Sämlingen mit Blättern, die der Baumanns Rtte. ähnlich sind, häufiger solche

mit roten Früchten auftreten, als unter denjenigen Blatttypen, die der Ananas-Rtte. ähnlich sind. Hier ist zwischen Blattp und Fruchtfarbe eine Beziehung angedeutet. Es muß jedoch überprüft werden, ob dies bei ähnlichen Kombinationen auch der Fall ist oder ob die Anzahl der in dieser Blattgruppe vorhandenen Bäume zu gering war.

Als weiteres Merkmal wurden die Beziehungen zwischen Blattp und Fruchtbreite untersucht. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß die Ananas-Rtte. in Kombination mit Wintergoldparmäne sehr viel kleinfrüchtige Sämlinge ergibt und in der Kreuzung Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill verhältnismäßig viele Sämlinge mit großen Früchten entstehen. Es wäre daher zu vermuten, daß sich diese Vererbungstendenz auch in der Verbindung mit den entsprechenden Blatttypen widerspiegelt. Es ergeben sich aber keine Unterschiede, welche die Schlußfolgerung rechtfertigen, daß eine Korrelation zwischen dem Blattp der Wintergoldparmäne und kleinfrüchtigen Sämlingen und dem Blattp des Weißen Winterkalvill und großfrüchtigen Sämlingen besteht. Die Ausnahme in der Gruppe der Wintergoldparmäne sehr ähnlichen Blatttypen läßt noch nicht die Feststellung zu, daß hier eine Korrelation vorhanden ist. Erst nach weiteren Untersuchungen bei ähnlichen Kombinationen wird sich zeigen, ob zwischen dem Blattp der Wintergoldparmäne und Kleinfrüchtigkeit der angedeutete Zusammenhang bestehen bleibt. Bei Benutzung des Fruchtgewichtes besteht diese Tendenz nicht mehr.

4. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite

Da zwischen Blattp und Fruchtmerkmale keine Korrelationen festgestellt werden konnten, wurde untersucht, ob zwischen anderen Merkmalen des Blattes und der Frucht Beziehungen bestehen. Wie uns vorausgehende entwicklungsphysiologische Untersuchungen an diploiden Apfelsämlingen und diploiden, triploiden und tetraploiden Apfelsorten gezeigt haben (MURAWSKI, 1955), werden die Blätter, beginnend bei den diploiden *Malus*-Artbastarden bis zu den tetraploiden Sorten, länger und breiter, wobei die Breite jedoch stärker zunimmt als die Länge.

Tabelle 4. Durchschnittliche Blatt- und Zellgrößen von diploiden, triploiden und tetraploiden Apfelsorten.

n	Anzahl der untersuchten Sorten	Blattmessungen					Zellgröße von 50 Zellen ³		
		Länge cm	relativ	Breite cm	relativ	Index	Anzahl der untersuchten Sorten	cm ²	relativ
2 ¹	11	7,8	100,0	4,9	100,0	1,6	11	18,6	100,0
2 ²	15	8,1	103,8	5,7	116,3	1,5	16	20,2	108,6
3	13	8,2	105,1	6,2	126,5	1,4	14	27,8	149,5
4	7	9,7	124,4	6,9	140,8	1,4	7	40,7	218,8

¹ diploide Artbastarde (*Malus zumi* × Kultursorten). — ² diploide Kultursorten. — ³ Zellen mit dem Zeichenspiegel gezeichnet und dann 50 Zellen planimetriert.

Tabelle 5. Zusammenstellung der Regressionskoeffizienten (b) und des Bestimmtheitsmaßes (B) von Blattbreite und Fruchtbreite sowie Blattbreite und Fruchtgewicht.

Kombination	Anzahl der Sämlinge	Blattbreite: Fruchtbreite			Blattbreite: Fruchtgewicht		
		b	B	P	b	B	P
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	46	1,13	0,54	<0,10	13,68	0,12	1,6
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	83	0,78	0,37	<0,10	21,43	0,19	0,10
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	116	0,64	0,34	<0,10	2,8	0,03	5,7
Apfelsorten (nach LOEWEL, SCHANDER u. HILDEBRANDT, 1957)	40	0,45	0,21	0,25	1,16	0,09	6,1

Gleichzeitig erfolgt eine Vergrößerung der Zellen von der diploiden bis zur tetraploiden Stufe. Die erhaltenen Meßwerte sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Mit der Vergrößerung der Blätter geht die Vergrößerung der Früchte einher, wenn auch der Schwankungsbereich innerhalb jeder Gruppe sehr groß ist. Wir untersuchten daher die Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite und gingen dabei von der Annahme aus, daß sich bei einem einheitlichen Bauprinzip im Apfelsämling die Verbreiterung der Blätter auch auf die Verbreiterung der Früchte auswirken müßte. Die Fruchtbreite ist auch von praktischem Wert, da der Frucht-durchmesser in der Praxis zur Bestimmung der Fruchtgröße benutzt wird. In Voruntersuchungen hatte sich ergeben, daß zwischen Fruchtbreite und Fruchtgewicht eine genügend enge Korrelation besteht und daher die Fruchtbreite als Maß für die Fruchtgröße verwendet werden kann.

Wie die durchgeführten Korrelationsrechnungen zeigen, besteht bei allen drei untersuchten Kombinationen eine gesicherte Beziehung zwischen Blattbreite und Fruchtbreite. Die errechneten Werte sind in Tabelle 5 zusammengestellt, und in den Abb. 2—5 ist die Verteilung der Einzelwerte ersichtlich. Das Bestimmtheitsmaß = B gibt an, welcher Anteil der Streuung der Fruchtbreite sich aus der Veränderung der Blattbreite erklären läßt. Der Anteil ist bei den

drei untersuchten Kreuzungen unterschiedlich. Dies zeigt, daß die Beziehungen zwischen Blatt- und

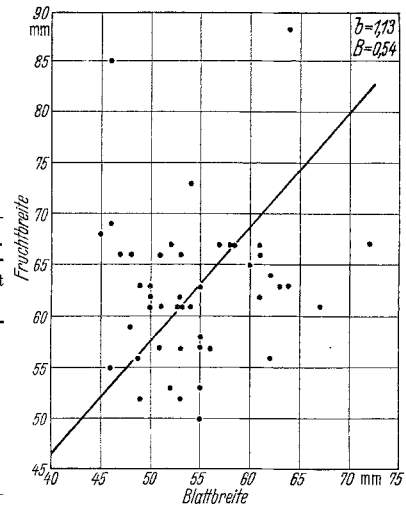


Abb. 2. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite der Kombination Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill.

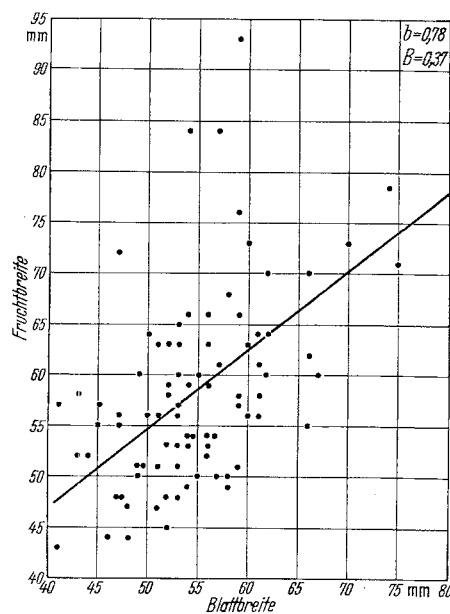


Abb. 3. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite der Kombination Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.

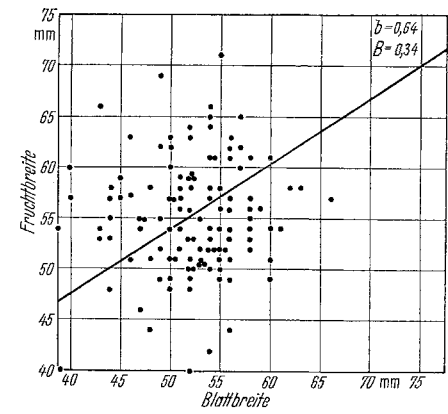


Abb. 4.

Abb. 4. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite der Kombination Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne.

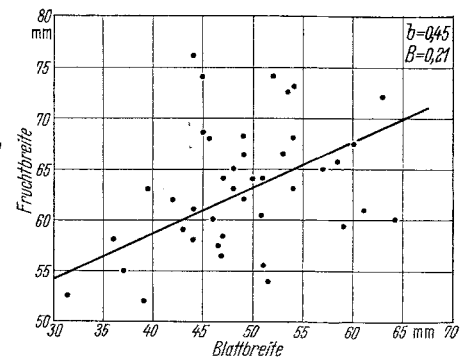


Abb. 5.

Abb. 5. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtbreite der von LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) untersuchten diploiden Sorten.

Fruchtbreite nicht bei allen Kreuzungen gleich groß sind und genetisch bedingte Unterschiede vorliegen. Die engsten Beziehungen konnten in der Kombination Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill ermittelt werden. Hier lassen sich 54% der Streuung der Fruchtbreite aus Zunahme der Blattbreite durch lineare Regression erklären. Wir berechneten mit den von LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) angegebenen Maßen der Blatt- und Fruchtbreiten 40 diploider Sorten vergleichsweise ebenfalls die Beziehungen zwischen Blatt und Fruchtbreite, da diese Berechnungen in der genannten Arbeit nicht durch-

geführt worden sind. Auch mit diesen Werten ließ sich ein Zusammenhang zwischen Blatt- und Fruchtbreite nachweisen.

5. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht

Da von LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) die Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht untersucht wurden, haben wir auch bei unseren Kreuzungsnachkommen entsprechende

Sorten sind fortgelassen worden, da derartige Vergleiche nur mit einem Material gleicher Chromosomenzahl zulässig sind. Wie bereits gesagt wurde, haben die triploiden Sorten allgemein breitere Blätter und größere Früchte und können daher mit diploiden Sorten nicht verglichen werden. Bei Einbeziehung triploider Sorten wird die Beziehung zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht stets günstiger ausfallen.

D. Besprechung der Ergebnisse

Das Ziel dieser orientierenden Untersuchungen war, festzustellen, ob zwischen bestimmten Blatt- und Fruchtmerkmalen Korrelationen bestehen und obevtl. bestehende Beziehungen für eine Vorselektion in der Apfelmzüchtung mit genügender Sicherheit auszunutzen sind. Wie die Untersuchung der Beziehungen zwischen Blattpyp und Fruchtigenschaften gezeigt hat, ist eine Korrelation nur angedeutet zwischen dem Blattpyp der Baumanns Rtte. und der roten Fruchtfarbe dieser Sorte und dem Blattpyp der Wintergoldparmäne und der Fruchtbreite der Sämlinge. Die der Baumanns Rtte. sehr ähnlichen Blattpypen hatten alle gefärbte Früchte. Die der Wintergoldparmäne ähnlichen Blattpypen hatten einen größeren Anteil kleinerer Früchte als die der Ananas-Rtte. ähnlichen Typen. Bei den anderen Merkmalen ließen sich keine Zusammenhänge zwischen Blattpyp und Frucht erkennen. Da es sich hier ebenfalls um gut erfaßbare Merkmale handelt, müßten eventuell bestehende Zusammenhänge aufgedeckt worden sein. Diese Ergebnisse zeigen uns, daß zwischen Blattpyp und Fruchtmerkmalen keine gesicherten Beziehungen bestehen und die Merkmale des Blattes unabhängig von denen der Frucht vererbt werden können. Wenn auch der Blattpyp der Ananas-Rtte. sehr stark vererbt wird, so kann mit ihm jedes andere Fruchtmerkmal des anderen Elternteiles kombiniert werden. Wo sich in unseren Untersuchungen eine Beziehung zwischen

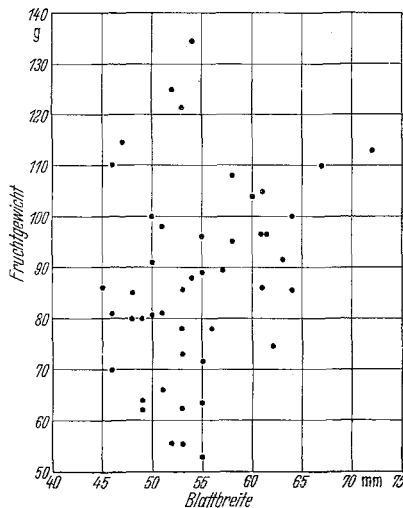


Abb. 6. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht der Kombination Ananas-Rtte. x Weißer Winterkalvill.

Vergleiche vorgenommen. Wie die Abb. 6—9 und die in Tabelle 5 aufgeführten Werte für *B* zeigen, ist der Zusammenhang zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht wesentlich geringer als zwischen Blattbreite und Fruchtbreite und bei der Kreuzung Ananas-Rtte. x Wintergoldparmäne statistisch nicht gesichert. Auch die 40 diploiden Sorten, die LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) in ihren Versuchen benutzten, lassen keine gesicherte Beziehung zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht erkennen. Die triploiden

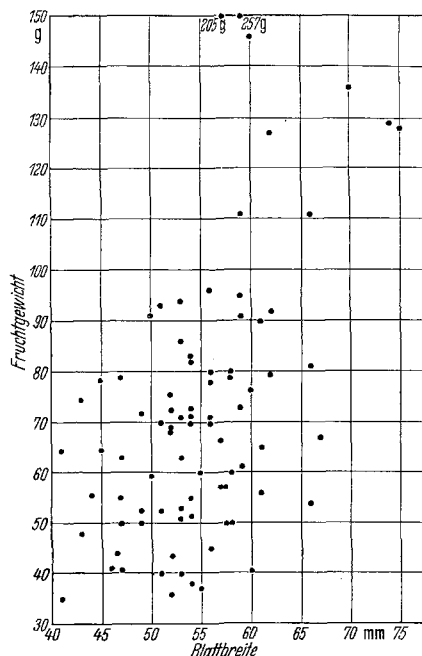


Abb. 7. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht der Kombination Ananas-Rtte. x Baumanns Rtte.

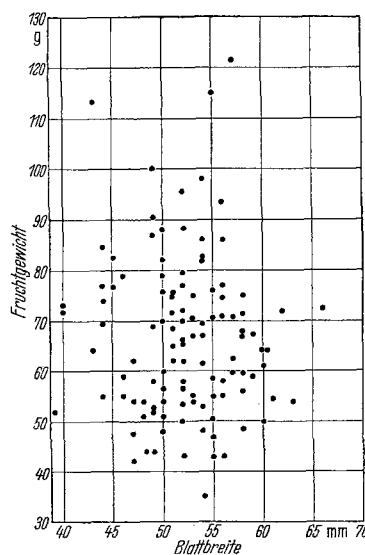


Abb. 8. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht der Kombination Ananas-Rtte. x Wintergoldparmäne.

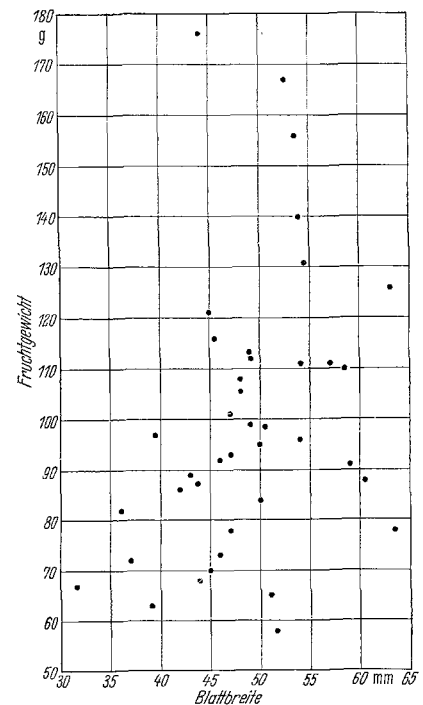


Abb. 9. Beziehungen zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht der von LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) untersuchten diploiden Sorten.

Blatttyp und Fruchtmerkmalen andeutet, müßte an weiteren Kreuzungsnachkommen, die zahlenmäßig groß genug sind, überprüft werden, ob sich die erhaltenen Ergebnisse bestätigen.

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang konnte zwischen Blattbreite und Fruchtbreite ermittelt werden. Obwohl die Korrelation zwischen Blatt- und Fruchtbreite bei allen Kombinationen sehr gut gesichert ist, läßt sich diese Beziehung für eine Vorselektion auf Fruchtgröße nur bedingt ausnutzen. Bei den Kombinationen Ananas-Rtte. \times Weißer Winterkalvill und Ananas-Rtte. \times Baumanns Rtte. wäre es möglich, die ganz kleinfrüchtigen Sämlinge mit einiger Sicherheit auszuschneiden, während dies bei der Nachkommenschaft Ananas-Rtte. \times Wintergoldparmäne nicht möglich ist. Das Bestimmtheitsmaß $B = 0,34$, also die Abhängigkeit der Fruchtbreite von der Blattbreite, ist hier zu gering. Es würden sehr viele Sämlinge verworfen werden, die hinsichtlich Fruchtgröße dem Zuchtziel entsprechen. Es lassen sich nach unseren Untersuchungen und Berechnungen nicht so optimistische Schlußfolgerungen ziehen, wie dies von LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT (1957) getan wurde. Auch das von diesen Autoren verwendete Zahlenmaterial, welches nach der von uns benutzten Korrelationsrechnung ebenfalls ausgewertet wurde, zeigt eine gleiche Tendenz und läßt bei einem noch geringen Wert von B keine anderen Schlußfolgerungen zu.

Keine oder nur sehr lockere Zusammenhänge wurden zwischen dem Fruchtgewicht und der Blattbreite ermittelt. Dies liegt an der sehr unterschiedlichen Fruchtform. Hoch gebaute Früchte können bei geringerem Durchmesser dasselbe Fruchtgewicht haben wie flacher und breiter gewachsene Früchte. Das Bestimmtheitsmaß $= B$ für Blattbreite und Fruchtgewicht ist bei allen Kreuzungen geringer als bei Blattbreite und Fruchtbreite und nur in einem Falle statistisch sehr gut gesichert. Es zeigt sich, daß die Korrelation zwischen Blattbreite und Fruchtgewicht geringer ist als zwischen Blattbreite und Fruchtbreite.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse lassen erkennen, daß morphologische Merkmale sehr schwer für eine Vorselektion auf bestimmte Fruchtmerkmale zu benutzen sind. Man darf auf Grund dieser Untersuchungen vermuten, daß sich alle morphologischen Merkmale frei miteinander kombinieren. Eine Kopplung von Merkmalen oder eine pleiotrope Genwirkung ließ sich bei dem von uns untersuchten Material nicht nachweisen.

Da die Blatt- und Fruchtbreite nicht monogen, sondern polygen bedingte Merkmale sind, ist eine strenge Abhängigkeit der beiden Merkmale voneinander auch nicht zu erwarten. Dies wird noch verständlicher, wenn man bedenkt, daß die quantitative Wirkung der Gene gerade bei Polyploiden sehr unterschiedlich sein kann. In einem Genotyp kann die Wirkung der Gene auf die einzelnen Organe sehr verschieden sein, und wir kennen Sorten, die schmale Blätter und breite Früchte oder breite Blätter und schmale Früchte besitzen. Man muß ferner berücksichtigen, daß eine ständige Umkombination von Merkmalen möglich ist, wodurch die Zahl der Abweicher noch vergrößert wird. In welchem Ausmaß dies möglich ist, soll an einem Beispiel gezeigt werden.

Unter den Nachkommen einer aus freier Abblüte hervorgegangenen Antonowkapopulation befand sich ein Sämling, der wahrscheinlich aus der Kombination mit einer *Malus*-Art entstanden ist. Dieser Sämling besitzt sehr große Blätter (Blattbreite 85 mm) und sehr kleine Früchte (Fruchtbreite 20 mm). Im Vergleich dazu hat der Bismarckapfel keine breiteren Blätter (Blattbreite 60 mm), aber sehr große Früchte (Fruchtbreite 70–80 mm). In diesem Beispiel ist das schmale Blatt des Wildelters nicht vererbt worden, sondern es ist ein wesentlich breiteres Blatt, als es für die als Mutter benutzte Antonowkaform typisch ist, entstanden.

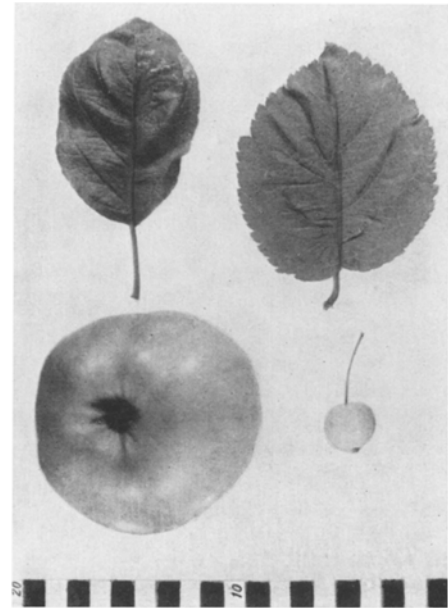


Abb. 10. Möglichkeiten der Umkombination zwischen Blattbreite und Fruchtgröße. — Links: Bismarckapfel, Frucht und Blatt; Rechts: Artbastard (Antonowka \times *Malus*-Species), Frucht und Blatt.

In Abb. 10 ist je eine Frucht und ein Blatt der beobachteten Form dargestellt. Es ist auch damit zu rechnen, daß die Korrelationen in jeder Kombination anders sein können, wie bereits durch unsere Untersuchungen angedeutet wurde. Auch dadurch ist ein weiterer Unsicherheitsfaktor gegeben, der die Anwendung der Vorselektion auf Fruchtgröße und andere Merkmale weiterhin erschwert. Wie groß die Unabhängigkeit in der Vererbung bestimmter Merkmale sein kann, zeigen Untersuchungen von HENKE (1960). Er untersuchte die Beziehungen zwischen biochemischen und morphologischen Merkmalen in den Nachkommenschaften einiger *Vitis*-Kreuzungen, an denen *Vitis cinerea* (Arnold/Börner, Na 5926) beteiligt war. Für *Vitis cinerea* sind niedrige Flavonoidkonzentrationen, relativ hohe Polyphenoloxydase und eine typische Blattform charakteristisch. In den Nachkommenschaften wurde festgestellt, daß zwischen der *Vitis cinerea*-Blattform und den für diese Art typischen Inhaltsstoffen bzw. Fermentaktivitäten keine gesicherte Korrelation besteht. Die genannten Merkmale werden unabhängig voneinander vererbt. HOUGH und WELKER (1954) untersuchten die Beziehungen zwischen der Wuchshöhe von Apfelsämlingen im zweiten und neunten Jahr und stellten ebenfalls unterschiedliche Korrelationen zwischen verschiedenen Kombinationen fest. TATARINZEW (1960) kommt in seinen Ausführungen über die Ver-

wendung morphologischer Merkmale für eine Frühdiagnose zu dem Schluß, daß bei Benutzung solcher Merkmale mit großen Unsicherheitsfaktoren gerechnet werden muß.

Um die Züchtung zu erleichtern, ist es nicht nötig, bei der Ausarbeitung neuer Selektionsmethoden sich am Anfang dieser Arbeiten auf das schwierige Gebiet der Beziehungen zwischen Blatt- und Fruchtmerkmalen zu begeben. Hier sind noch weitere Untersuchungen notwendig, um Zusammenhänge aufzudecken. Es gibt eine Anzahl anderer Merkmale, insbesondere physiologischer und phytopathologischer Art, welche zur Zeit eine vorzeitige Auslese auf bestimmte Eigenschaften mit größerer Wahrscheinlichkeit ermöglichen. Die Anwendung und Vervollkommenung physiologischer Testmethoden, soweit sie für Serienuntersuchungen brauchbar sind, scheint aussichtsreicher zu sein als die Benutzung morphologischer Merkmale. So ist es möglich, frühzeitig Informationen über die Dauer und Tiefe der Winterruhe sowie über die Frostresistenz zu erhalten (MURAWSKI 1959, 1961, STOLLE 1962). NYBOM (1959) konnte nachweisen, daß zwischen dem pH-Wert des Blattsafes und dem Gehalt an Fruchtsäure eine Beziehung besteht, so daß man sehr früh die Sämlinge entfernen kann, welche zu wenig Säure haben. RUBIN und SISAJAN (1939) weisen darauf hin, daß zwischen der Fermentaktivität, dem Alter der Blätter und der Reifezeit von Äpfeln Beziehungen bestehen, so daß Sämlinge mit früh oder spät reifenden Früchten schon sehr früh zu trennen sind. Nach DORSEY und HOUGH (1943) besteht in der Wüchsigkeit von Apfelsämlingen im zweiten und neunten Vegetationsjahr ein Zusammenhang, so daß es möglich wäre, nach weiteren Untersuchungen auch zu einer frühzeitigen Trennung des Zuchtmaterials hinsichtlich Wüchsigkeit zu kommen. Von BIRKELAND (1948) wird berichtet, daß zwischen der Höhe des Palisadengewebes im Blatt und dem Ertrag des Baumes eine gesicherte Beziehung besteht. Eine weitere Überprüfung dieser Untersuchung auf ihre Anwendbarkeit zur Frühselektion erscheint daher lohnend. Die Färbung der Blattstiele soll sich nach Angaben von NYBOM (1962) für eine Vorselektion auf Fruchtfarbe benutzen lassen. Verhältnismäßig leicht läßt sich eine frühzeitige Auslese schorf- und mehltauer Sämlinge vornehmen. Die Ermittlung der Schorfresistenz ist durch eine einfache Masseninfektionsmethode möglich. Beim Mehltau sind wir noch auf Spontaninfektion angewiesen, die aber ausreichend

ist, wenn man für ständige Infektionsquellen sorgt. Je nach dem Zuchtziel wird man in der praktischen Züchtung die schon heute möglichen Methoden zur Frühselektion einzeln oder kombiniert anwenden, um zu einer frühzeitigen Einengung des Materials zu kommen.

Literatur

1. BIRKELAND, C. J.: Can unproductive apple seedlings be eliminated from the nursery row? Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51, 123—129 (1948). — 2. DORSEY, M. J., and L. F. HOUGH: Relation between seedling vigor and tree vigor in apple hybrids. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43, 106—114 (1943). — 3. HENKE, O.: Biochemische und morphologische Untersuchungen an *Vitis*-Artbastarden. Der Züchter 30, 213—219 (1960). — 4. HOUGH, L. F., and E. L. WELKER: Combining genetically different samples for correlation analysis. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43, 155—159 (1954). — 5. LINDER, A.: Statistische Methoden. Basel: Birkhäuser 1957. — 6. LOEWEL, E. L., H. SCHANDER und W. HILDEBRANDT: Untersuchungen zur Entwicklung von Frühselektionsmethoden für die Apfelzüchtung. I. Über Beziehungen zwischen Blatt- und Fruchtmerkmalen beim Apfel. Der Züchter, 4. Sonderheft (1957). — 7. MURAWSKI, H.: Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Apfelsämlingen. Unveröffentlicht (1955). — 8. MURAWSKI, H.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. IV. Weitere Untersuchungen zur Züchtung von Apfelsorten mit spätem Laubaustrieb und Blühbeginn. Der Züchter 29, 72—78 (1959). — 9. MURAWSKI, H.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. V. Phänologische, morphologische und genetische Studien an Nachkommen aus Kreuzungen der Ananas-Renette mit sieben Kultursorten. Der Züchter 30, 134—147 (1960). — 10. MURAWSKI, H.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. VI. Untersuchung über die Vererbung der Frostresistenz an Sämlingen der Sorten Glogierowka und Jonas Hanne. Der Züchter 31, 52—57 (1961). — 11. NYBOM, N.: On the inheritance of acidity in cultivated apples. Hereditas 45, 332—350 (1959). — 12. NYBOM, N.: Physiologische Frühselektionsmethoden als Hilfsmittel in der Obstzüchtung. Tagungsberichte Nr. 35 der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (1962). — 13. RUBIN, B., und N. SISAJAN: Einige Besonderheiten des Fermentsystems von Apfelblättern und ihre physiologische Bedeutung. Vorträge der Akad. d. Wissensch. UdSSR 25, Nr. 4, 295—299 (1939). — 14. SCHANDER, H.: Über Korrelationen zwischen Merkmalen des Sämlings und solchen des später tragenden Baumes in ihrer Bedeutung für die Apfelzüchtung. Mitteilungen des OVR des Alten Landes, Jork, 12, 142—145 (1957). — 15. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. I. Phaenologische, morphologische und genetische Studien an Nachkommen von Kultursorten. Der Züchter 17/18, 161—224 (1947). — 16. STOLLE, G.: Die Anwendung von Infrarot-Strahlern bei der Selektion winterharter Obstgehölze. Tagungsberichte Nr. 35 der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (1962). — 17. TATARINZEW, A. S.: Züchtung und Sortenkunde von Obst und Beerenobst. Moskau 1960.