

Literatur

1. CLARK, FRANCES J.: Cytogenetic studies of divergent meiotic spindle formation in *Zea Mays*. *Americ. J. Bot.* 27, S. 547—559 (1940). — 2. FRANKEL, O. H.: Studies in *Hebe* II. *J. Genet.* 40, 171—184 (1940). — 3. GATES, R. R.: Pollenentwicklung in Hybriden von *Oenothera* mut. *lata* und *Oe.* mut. *semilata* in relation to mutation. *Botan. Gazette* 43, 81—115 (1907). — 4. GATES, R. R.: Pollenformation in *Oenothera gigas*. *Am. J. of Bot.* 25, 909—940 (1911). — 5. GLIŠIĆ, L. M.: Cytological observation on a *Salvia* hybrid. *Bull. Inst. Bot. Univ. Beograd* 3, 1—17 (1934). — 6. HARTE, C. und BISSINGER, B.: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der durch die Faktoren *tr* und *ster* bedingten Pollensterilität bei *Oenothera*. *Z. Vererbungslehre*, 84, 251—269 (1952). — 7. HRUBÝ, K.: Zytologie und Anatomie der mitteleuropäischen Salbei-Arten. *B. B. C. LII, Abt., A. H. Z.*, 298—380 (1934). — 8. KATTERMANN, G.: Ein Beitrag zur Frage der Dualität der Bestandteile des Bastardkernes. *Planta* 18, 751—785 (1933). — 9. LA COUR, L. F.: The physiology

of chromosome breakage and reunion in *Hyacinthus*. *Heredity* 6 Suppl. 163—179 (1952). — 10. LINNERT, G.: Die Struktur der Pachytänchromosomen in Euchromatin und Heterochromatin und ihre Auswirkung auf die Chiasma-Bildung bei *Salvia*-Arten. *Chromosoma* 7, S. 90—128 (1955). — 11. Mc LEISH, J.: The consequences of localized chromosome breakage. *Heredity* 8, 385—407 (1954). — 12. MECHELKE, F. und H. STUBBE: Studien an mutablen Genen. I. *Antirrhinum majus* L. mut. *graminifolia*. *Z. Vererbungslehre* 86, 224—248 (1954). — 13. MÜNTZING, A. und R. PRAKKE: Chromosomal aberrations in rye populations. *Hereditas* 27, 273—308 (1941). — 14. OEHLKERS, F.: Entwicklungsgeschichte der Pollensterilität einiger *Oenotheren*. 43, 265—284 (1927). *Z. Vererbungslehre*. — 15. OEHLKERS, F.: Entwicklung und Erbllichkeit der Sterilität bei Pflanzen. *Z. Vererbungslehre* 54, 51—75 (1930). — 16. TISCHLER, G.: Handbuch der Pflanzenanatomie Bd. II, S. 530 (1951). — 17. WELZEL, G.: Entwicklungsgeschichtlich-genetische Untersuchungen an pollensterilen Mutanten von *Petunia*. *Z. Vererbungslehre* 86, S. 35—53 (1954).

(Aus dem Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung Berlin-Dahlem)

Beobachtungen an den Nachkommen tetraploider Tomatenbastarde

Von FRIEDRICH QUADT*, Klausheide

Mit 1 Textabbildung

Auf Grund unserer Untersuchungen an tetraploiden Tomaten (QUADT 1945) kamen wir zu dem Schluß, daß die bekannten Fertilitätsstörungen experimentell erzeugter Polyploider vorwiegend genisch bedingt sind, und glauben mit dieser Annahme in Übereinstimmung mit anderen Autoren (KUCKUCK und LEVAN 1951, STEBBINS 1950 u. a.) zu sein.

Nach dieser Vorstellung ist es durchaus möglich, daß am Zustandekommen der Fertilitätsminderung bei Polyploidie die regelmäßig zu beobachtende Zellvergrößerung mit all ihren Folgeerscheinungen eine wesentliche Rolle spielt, wie sie in den zahlreichen, wertvollen Untersuchungen von SCHWANITZ (1948 bis 1953, s. SCHWANITZ 1953) dargelegt sind. Da aber sowohl Ausgangszellgröße und Vergrößerungsindex (v. WETTSTEIN 1928, 1937, TOBLER 1932) als auch alle anderen untersuchten Eigenschaften polyploider Pflanzen genetisch verankert sind (v. WETTSTEIN 1937), muß die durch Zellvergrößerung bedingte Fertilitätsminderung letztlich vom Idiotyp abhängig sein. Danach dürfte auch die für den Organismus erträgliche Höchstgrenze der Zellvergrößerung von der jeweiligen Kombination der Erbfaktoren abhängen. Ein definitiver Grenzwert der Zellgröße ist, soweit er nicht ein Maß überschreitet, welches die zellphysiologischen Vorgänge schon aus physikalischen Gründen unmöglich macht, nicht ohne weiteres zu bestimmen.

Auch die Fertilitätsstörungen infolge von Unregelmäßigkeiten in der Reduktionsteilung lassen sich durch direkte oder indirekte Abhängigkeit vom Genom erklären, da z. B. SOOST (1950) an Tomaten, BEADLE (1930 u. 1933) an Mais und PRAKKE (1943) an Roggen die Genabhängigkeit der Chromosomenpaarung in der Meiosis nachweisen konnten. Auch MÜNTZING u. AKDIK (1948) finden eine Genabhängigkeit der Chromosomenpaarung in Inzuchtlinien beim Roggen. SCHWANITZ (1948/49) sieht die Unregelmäßigkeiten der R. T. in Abhängigkeit von den veränderten physio-

logischen Verhältnissen seiner Polyploiden, und somit müssen sie als indirekt abhängig von den die physiologischen Vorgänge steuernden Genen angesehen werden. Für die Genabhängigkeit der Störungen in der R. T. spricht auch die erfolgreiche Auslese auf störungsfreie Linien beim tetraploiden Roggen (BLIER 1950 u. PLARRE 1954). Auch BREMER u. BREMER-REINDERS (1954) konnten durch Auslese die Fertilität von tetraploidem Roggen verbessern und im Zusammenhang damit die meiotischen Störungen weitgehend vermindern. Die Untersuchungen von MÜNTZING (1936, 1937), und BRIX u. QUADT (1953) an *Dactylis glomerata* und NORDENSKIÖLD (1953) an *Phleum pratense* zeigen andererseits, daß diese Futtergräser als Autopolyploide aufzufassen sind, die trotz teilweise erheblicher Multivalentenbildung hochfertil sind. Hier müssen also zytologische Komplikationen durch andere der Selektion zugängliche Faktoren kompensiert worden sein. Welche Wirkung der unterschiedlichen Genkombination in späteren Generationen heterozygoter Polyploider vorstellbar ist, wurde von MELCHERS (1946) in einem Modellbeispiel in voller Klarheit dargelegt, und KUCKUCK und LEVAN (1951) entwickeln die Vorstellung, die auch unseren Schlüssen (QUADT 1945) zugrundeliegt, sehr ausführlich, so daß hier auf die genannten Arbeiten verwiesen werden kann.

Nach den oben angeführten Vorstellungen müßte es möglich sein, auch bei tetraploiden Tomaten durch Selektion Genotypen zu isolieren, deren Fertilität gegenüber den tetraploiden Ausgangsformen deutliche Abweichungen aufweist, wie es u. a. die Versuche von SCHLÖSSER (1944), PARTHASARATHY und RAJAN (1953), KUCKUCK und LEVAN (1951) an *Linum* und *Brassica campestris* var. *toria* beweisen. RASMUSSEN (1953) konnte bei Betarüben in gleicher Weise durch Selektion die anfänglich geringe Vitalität der polyploiden Stämme verbessern.

Die weiter unten beschriebenen Ausleseversuche waren ursprünglich auf breiter Basis geplant, konnten

* Herrn Prof. H. KAPPERT zum 65. Geburtstag gewidmet

Tabelle 1. Schema der Auslese aus tetraploiden Tomatenbastarden

Jahr	C-Gen.	F-Gen.	Zahl der untersuchten Früchte	Samenzahl	Ø Samenzahl je Frucht a = samenarme r = samenreiche Pflanzen	Bezeichnung der Einzel-pflanze	Samenzahl je Frucht Ø der Nachkommenschaften	Abstammung
1944	C	F ₁	20	482	24,10	BE x 4t	25,83	B x E 4 t
1945	C ₁	F ₂			a r	BE x 4T ₁ BE x 4T ₃		B x E 4 T ₁ arm B x E 4 T ₃ reich
1946	C ₂	F ₃	8 10 7 10 12	72 207 312 438 104	9,0 a 20,7 r 44,6 r 43,8 r 8,7 a	277A 277K 278A 278G 278F	277=16,2 278=30,2	277A arm 277K reich 278A reich
1947	C ₃	F ₄	22 27 23 19 19 10	123 500 863 904 539 96	5,59 a 18,52 r 37,39 47,58 r 28,37 9,60 a	284J 284L 288D 288H 288K 288N		284J arm 283 288H reich
1948	C ₄	F ₅	8 19 10 17	7 421 121 843	0,88 a 22,16 r 12,10 a 49,58 r	1680 168P 169C 169G	168=9,48 169=33,95	1680 arm 168P reich 169G reich 169C arm
1949	C ₅	F ₆	10 10 10 10 10 10 10	110 251 94 209 22 453 103 387	11,0 a 25,1 r 9,4 a 20,9 r 2,2 a 45,3 r 10,3 a 38,7	154A 154B 155K 155Z 157C 157Q 156A 156E	154=18,05 155=13,54 157=26,28 156=22,88	154 155 157 156 170A abreguliert

aber nur in sehr beschränktem Umfang durchgeführt werden, da das Material durch die Verhältnisse während des Zusammenbruchs zum größten Teil verloren ging. Wenn die Ergebnisse dadurch auch lückenhaft geblieben sind, so sollen sie doch veröffentlicht werden, weil sie vielleicht einen gewissen Beitrag zu dem aktuellen Problem der Auslese aus tetraploiden Beständen liefern können.

Aus tetraploiden F₁-Pflanzen der Kombination *Sol. lycopersicum* „Condine red“ × *Sol. racemigerum* wurde 1945 eine F₂ angebaut, in der sofort mit Auslese auf samenarme und samenreiche Früchte begonnen wurde. Da die Kreuzungen reziprok durchgeführt waren, wurden aus jeder Richtung je eine relativ samenarme bzw. samenreiche Pflanze selektiert. Aus den Nachkommenschaften dieser Elitepflanzen wurde während weiterer 6 Generationen auf hohe bzw. niedrige Samenzahl je Frucht ausgelesen. Daneben wurden Parallelauslesen aus diploiden Geschwistern der tetraploiden Versuchspflanzen durchgeführt.

Als Kriterium für die Fertilität diente die durchschnittliche Samenzahl je Frucht. Sie wurde im allgemeinen an mindestens zehn durchschnittlich entwickelten Früchten des 2., 3. und 4. Fruchtstandes bestimmt, da es sich zeigte, daß die Samenzahlen des ersten Fruchtstandes infolge von Beschädigungen vom Boden her bzw. beim Pflanzen, die des 5. und 6. Fruchtstandes aber infolge zu später Blüte oft geringere Samenzahlen aufweisen.

Da wir infolge der Nachkriegsverhältnisse keine Möglichkeit zur zytologischen Kontrolle des Materials hatten, konnte diese erst nach Auslese während 6 Ge-

nerationen erfolgen. Sie ergab, daß von 34 vorhandenen Linien 11 diploid (2n) waren und 2 Linien 50 Chromosomen besaßen, was einem Satz von 4n+2 entspricht (s. Abb.).

Zunächst fiel der hohe Prozentsatz an diploiden Linien ins Auge, und es war kaum anzunehmen, daß

Anaphase I einer Tomate mit $n = 25$ Chromosomen

in derartiger Häufigkeit aus tetraploidem Ausgangsmaterial diploide Nachkommen entstanden sind. Es wurde deshalb die gesamte Ascendenz der bis zu diesem Punkt noch vorhandenen Linien aus Restsaatgut reproduziert, und es zeigte sich, daß an 3 verschiedenen Stellen des Stammbaumes diploide Nachkommen aus nachgewiesenermaßen tetraploiden Mutterpflanzen hervorgegangen waren. In einem

Falle ließ sich nachweisen, daß die aus dem Restsaatgut herangezogenen Pflanzen der F_3 noch tetraploid, die der F_4 aber diploid waren. Daraus entstanden naturgemäß in den späteren Generationen bis F_6 zahlreiche diploide Linien, die im Endeffekt so ins Gewicht fallen.

Es erhebt sich die Frage, wie das Auftreten der Diploiden zu erklären ist. Die Möglichkeit eines Ver-

Restsaatgut reproduziert und die einzelnen Generationen in ihrem Samengehalt je Frucht gegeneinander verglichen. Die F_2 ließ sich leider nicht mehr in den Versuch einbeziehen, da das Saatgut infolge der zeitbedingten mangelhaften Lagermöglichkeiten seine Keimfähigkeit verloren hatte.

Aus dem Vergleich ergibt sich, daß am vorliegenden Material von F_3 an kein sicherer Erfolg der Auslese mehr feststellbar ist (Tab. 2).

Tabelle 2. Durchschnittliche Samenzahl je Frucht der auf Samenreichtum ausgelesenen Linien (aus Restsaatgut 1951)

Gen. Nr.	Zahl der untersuchten Pflanzen	Ø Samen je Frucht	m ²	t	P	FG
F_3 278	15	38,7	6,54	$F_3:F_4 = 1,36$	0,171	27
F_4 288	14	33,9	6,01	$F_3:F_5 = 0,47$	0,620	28
F_5 169	15	40,5	8,02	$F_3:F_6 = 0,86$	0,374	28
F_6 157	15	42,1	9,23	$F_4:F_5 = 1,76$	0,081	27
	59	155,2		$F_4:F_6 = 2,10$	0,044	27
Ø Samengehalt je Frucht in F_3-F_6		38,55		$F_5:F_6 = 0,39$	0,690	28

suchsfehlers, durch den etwa beim Auswaschen und Trocknen der Samenernte gelegentlich ein diploider Same zwischen die tetraploiden geriet, ist kaum anzunehmen, da es nicht wahrscheinlich ist, daß die einzelnen diploiden Samen in drei Fällen wieder zur Aussaat gelangten und so den Versuch stören konnten. Wir neigen vielmehr zu der Ansicht, daß hier eine Abregulierung auf den diploiden Satz stattgefunden hat, zumal die erst in F_6 aufgetretenen Typen mit $4n+2$ Chromosomen beweisen, daß nachträgliche Veränderungen der Chromosomenzahl durchaus möglich sind. Darüber hinaus sind auch derartige Abregulierungen von zahlreichen Forschern an verschiedenen Objekten beobachtet worden (HERTZSCH 1951, VAARAMA 1949 u. a.).

HERTZSCH (1951) stellte an abregulierten $2n$ -Formen von *Vicia villosa* fest, daß sie trotz der diploiden Chromosomenzahl z. T. die äußerlichen Merkmale der Polyploidie beibehalten haben, eine Beobachtung, die auch wir an unserem Material bestätigen konnten. Die für $4n$ -Formen typische Verbreiterung und blasige Auftreibung der Blätter blieb auch in den vermutlich durch Abregulierung entstandenen $2n$ -Pflanzen z. T. erhalten.

Einen Überblick über das Ausleseschema gibt Tab. 1. In allen Jahren wurde die Samenzahl gezählt, lediglich 1945 konnte dieselbe aus zeitbedingten Gründen nur nach dem Augenschein geschätzt werden.

Bis zur F_5 im Jahre 1948 zeigt sich zwischen der samenarmen und samenreichen Linie stets ein sehr erheblicher Unterschied im durchschnittlichen Samengehalt der betreffenden Nummern, der 1949 allerdings geringer zu sein scheint. Das hat zweifellos seinen Grund in dem Auftreten der extrem samenarmen Pflanzen, wie z. B. der 157 C mit nur 2,2 Samen je Frucht. Betrachtet man dagegen die samenreichsten Pflanzen der beiden Nummern, so erscheint wiederum der Unterschied sehr erheblich. Im übrigen ergab ein mit Geschwisterpflanzen der Nr. 157 im Jahre 1951 durchgeführter Versuch im Durchschnitt 42 Samen je Frucht, so daß ein Erfolg der Auslese auf Samengehalt der Früchte durchaus gegeben zu sein scheint.

Um den Fortschritt der Auslese auf Samenreichtum zu prüfen, wurde 1951 die Ascendenz von F_3-F_6 aus

Ein Vergleich mit den tetraploiden F_1 -Pflanzen ist leider nicht möglich, da diese s. Zt. im Gewächshaus und die Auslestämme im Freiland angebaut werden mußten.

Um zu prüfen, ob die Fertilität der relativ samenarmen Linien durch Rekombination der Fertilitäts-gene wieder zu heben ist, wurden Kreuzungen innerhalb einer Nachkommenschaft durchgeführt. Hierfür wurde aus der F_3 der armen Linie die Nachkommenschaft der relativ reichen Pflanze 277 K herangezogen, und innerhalb dieser Nachkommenschaft wurden 4 verschiedene Kreuzungskombinationen hergestellt. Die Samenzahl je Frucht stieg auch in F_2 dieser Kreuzungen in keinem Fall über das Niveau der samenarmen Linien, sondern blieb sogar in den meisten Fällen deutlich niedriger.

Zusammenfassend kann für das vorliegende Material gesagt werden, daß bei entgegengesetzter Auslese auf Samengehalt je Frucht bereits in F_3 ein deutlicher Unterschied auftritt, der in späteren Generationen durch weitere Auslese offenbar nur schwer zu verändern ist. Nimmt man den vorliegenden Zahlen entsprechend an, daß die samenreiche Linie durchschnittlich 39, die samenarme aber nur 17 Samen je Frucht ausbildet, so ergibt sich, daß die reiche Linie rund doppelt so viel Samen je Frucht enthält wie die arme Linie. Noch krasser als bei den Tetraploiden wirkt sich die gegensinnige Auslese bei den diploiden Kontrollen aus. Während durch die ständige Selektion auf samenarme Früchte in der F_6 Linien mit durchschnittlich 25–30 Samen je Frucht entstanden, enthalten die Nachkommen aus der entgegengesetzten Auslese ca. 100 Samen je Frucht, so daß hier die reiche Linie rund 4mal soviel Samen je Frucht enthält wie die arme. Der Samengehalt je Frucht läßt sich demnach bei den diploiden Tomaten durch Auslese soweit herabdrücken, daß er den relativ fertilen Tetraploiden entspricht.

Die Diskussion darüber, ob als primäre Ursache der Fertilitätsminderung a) die Unregelmäßigkeiten der Meiosis oder b) physiologische Störungen durch die Zellvergrößerung bzw. eine nicht auf die Polyploidie optimal eingestellte Genkombination anzusehen sind, ist noch im Gange. Wir haben deshalb versucht, das

Ausmaß der Meiosisstörungen auch an unserem Material abzuschätzen. Zu diesem Zweck wurden die Fehlverteilungen der Chromosomen in der ersten Anaphase festgestellt. Wie Tabelle 3 zeigt, war ein Unter-

Tabelle 3. Fehlverteilungen in Anaphase I einiger samenarmer und samenreicher Auslesen tetraploider Tomaten. (aus Restsaatgut 1951)

Nr.	Samenzahl je Frucht \bar{x}	Zahl der reduzierten Pollenmutterzellen mit Chromosomensätzen				$X^2 \chi^2$
		2n - x	2n	2n + x	Sa.	
278	38,7	14	133	21	168	2,985
288	33,9	10	53	5	68	0,878
169	40,5	9	46	5	60	0,662
157	42,1	8	44	6	58	0,234
277	17,7	12	72	8	92	0,244
283	16,1	7	47	5	59	0,124
		60	395	50	505	5,127

Homogenität: 10 FG; P = 0,88

schied zwischen den samenarmen und samenreichen Linien nicht feststellbar. Im Durchschnitt wiesen stets etwa 78% der Anaphaseplatten den diploiden Chromosomensatz von 2n und 22% einen Satz von 2n ± x auf. Bei den diploiden Kontrollen und den auf 2n abregulierten Formen waren dagegen keine Fehlverteilungen in der Anaphase zu beobachten.

Für den erheblichen Unterschied der Samenzahlen zwischen den tetraploiden Linien kann demnach die Fehlverteilung der Chromosomen in der Meiosis nicht allein verantwortlich gemacht werden. Genau so wenig kann die geringe Samenzahl der samenarmen diploiden Linien auf Fehlverteilung in der Meiosis zurückgeführt werden, da in beiden Elitelinien überhaupt keine Fehlverteilungen beobachtet wurden.

Wie zahlreiche Literaturangaben zeigen, spielen bei der allgemeinen Fertilitätsminderung der Polyploiden die meiotischen Störungen sicher eine gewisse Rolle. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen aber, daß die geringere Fertilität noch andere Ursachen haben muß.

Wie SCHWANITZ in seinen eingehenden Untersuchungen zeigen konnte, können die Zellvergrößerung Polyploider und die damit zusammenhängenden ernährungsphysiologischen Folgen eine wesentliche Rolle bei der Verminderung der Sexualität spielen.

Um einen Anhaltspunkt zu gewinnen, ob auch im vorliegenden Material die Fertilitätsminderung mit der Zellvergrößerung im Zusammenhang steht, haben wir Pollenmessungen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden von mehreren (möglichst 15) Pflanzen der zu untersuchenden Nummern

je drei gerade voll entfaltete gut miteinander vergleichbare Blüten (vgl. SCHWANITZ 1952) abgenommen und deren Pollen mit Hilfe eines Projektionsapparates gezeichnet und die Querschnitte mittels eines Planimeters gemessen. Es wurden dann die Pollenquerschnittflächen in Planimeterwerten miteinander verglichen. Da die Tomatenpollen als Kugeln

Tabelle 4. Pollenquerschnittflächen einiger di- und tetraploider Tomatennachkommenschaften (aus Restsaatgut 1951) in Planimeterwerten

Nr.	Samenzahl je Frucht	Zahl der untersucht. Pflanzen	\bar{x} Pollenquerschnittfläche	±m
4n 278	38,7	15	4,83	0,1077
4n 288	33,9	15	4,76	0,1000
4n 169	40,5	15	4,87	0,0842
4n 157	42,1	15	5,01	0,1126
4n 277	17,7	7	4,56	0,2379
4n 283	16,1	14	5,34	0,0979
2n abre-170A gul.	35,4	15	3,61	0,0615
2n B x E ₄ D ₄	93,3	3	3,44	0,8186

angenommen werden können, glauben wir auf die Berechnung des Pollenvolumens verzichten zu können. Verglichen wurden miteinander die Pollenquerschnittflächen der oben bereits angeführten samenarmen und samenreichen Ascendenten, und dazu wurden weiter als Vergleich eine auf 2n abregulierte (170A)

Tabelle 5. Durchschnittliche Samenzahl je Frucht und Pollenquerschnittflächen einiger di- und tetraploider Tomatennachkommenschaften (aus Restsaatgut 1951)

Nummer	\bar{x} Samenzahl je Frucht	\bar{x} Pollenquerschnitt Planimw.	Vergleich m. Nummer	\bar{x} Samenzahl je Frucht	\bar{x} Pollenquerschnitt Planimw.	P für die Differenz der: Pollenquerschnittfläche	Samenzahl je Frucht
278 4n samenreiche Linie	38,7	4,83	288	33,9	4,76	0,620	0,620
			169	40,5	4,87	0,765	0,171
			157	42,1	5,01	0,279	0,374
			277	17,7	4,56	0,330	<0,001
			283	16,1	5,34	0,002	<0,001
			170 A	35,4	3,61	<0,001	0,279
			B x E ₄ D ₄	93,3	3,44	<0,001	<0,001
288 4n samenreiche Linie	33,9	4,76	169	40,5	4,87	0,428	0,081
			157	42,1	5,01	0,098	0,044
			277	17,7	4,56	0,431	<0,001
			283	16,1	5,34	<0,001	<0,001
			170 A	35,4	3,61	<0,001	0,620
			B x E ₄ D ₄	93,3	3,44	<0,001	<0,001
			169 4n samenreiche Linie	40,5	4,87	157	42,1
277	17,7	4,56				0,245	<0,001
283	16,1	5,34				0,001	<0,001
170 A	35,4	3,61				<0,001	0,143
B x E ₄ D ₄	93,3	3,44				<0,001	<0,001
157 4n samenreiche Linie	42,1	5,01	277	17,7	4,56	0,104	<0,001
			283	16,1	5,34	0,036	<0,001
			170 A	35,4	3,61	<0,001	0,066
			B x E ₄ D ₄	93,3	3,44	<0,001	<0,001
277 4n samenarme Linie	17,7	4,56	283	16,1	5,34	0,006	0,556
			170 A	35,4	3,61	<0,001	<0,001
			B x E ₄ D ₄	93,3	3,44	0,002	<0,001
283 4n samenarme Linie	16,1	5,34	170 A	35,4	3,61	<0,001	<0,001
			B x E ₄ D ₄	93,3	3,44	<0,001	<0,001
170 A 2n samenarme Linie	35,4	3,61	B x E ₄ D ₄	93,3	3,44	0,109	<0,001
4n B x E ₄ D ₄	siehe oben						

und eine ursprünglich (BxE₄D₄) diploide Nachkommenschaft herangezogen. In Tabelle 4 sind die Zahlen der Pollenquerschnittflächen zusammengestellt.

Aus Tab. 4 geht hervor, daß die diploiden Nachkommenschaften deutlich kleinere Pollen aufweisen als die tetraploiden. Vergleicht man aber die Pollenquerschnittflächen der untersuchten Pflanzen mit dem Samengehalt je Frucht, so stellt man fest, daß durchaus nicht immer eine Beziehung zwischen starker Zellvergrößerung und mangelhaftem Samengehalt besteht. In Tab. 5 sind die Werte für Samenzahl je Frucht und Pollenquerschnittfläche zum Vergleich noch einmal zusammengestellt.

An diesen Zahlen fällt auf, daß z. B. die auf 2n abregulierte Nr. 170A statistisch gesichert kleinere Pollen hat als die tetraploide Nummer 157 ($P < 0,001$), daß ihr Samengehalt je Frucht aber offenbar niedriger liegt als bei der 4n-Form, wenn der Unterschied auch bei dem kleinen Material statistisch nicht einwandfrei gesichert werden kann ($P = 0,066$). Dabei sei ausdrücklich betont, daß in zahlreichen untersuchten Pollenmutterzellen der Nr. 170 niemals eine Unregelmäßigkeit der R. T. beobachtet wurde, die einen Schluß auf irgendwelche meiotische Störungen infolge der Abregulierung zugelassen hätten.

Auf der anderen Seite zeigen diese Zahlen aber auch, daß trotz rel. gleicher Zellvergrößerung der Tetraploiden erhebliche statistisch durchaus sichere Differenzen im Samengehalt je Frucht auftreten können, wie aus der Gegenüberstellung der Nr. 157 mit einem Pollenquerschnitt von 5,01 Einheiten und 42,1 Samen je Frucht und der Nr. 277 mit einer Pollenquerschnittfläche von 4,56 und nur 17,7 Samen je Frucht hervorgeht (P für Samenzahl je Frucht $< 0,001$).

Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen die schon früher geäußerte Ansicht, daß die Fertilitätsstörungen der tetraploiden Tomaten weder allein durch meiotische Störungen noch allein durch die Vergrößerung des Zellvolumens verursacht werden (QUADT 1945). Wir glauben vielmehr, daß die Fertilität weitgehend vom jeweiligen Idiotypus abhängig und damit, wie die praktischen Ergebnisse zeigen, der Selektion zugänglich sind, worauf auch SCHWANITZ (1953) in seiner ausführlichen Arbeit (mit besonders umfassender Literaturangabe) hinweist.

Zusammenfassung

An den Nachkommen tetraploider Tomatenbastarde wurde über mehrere Generationen gegensinnige Auslese auf hohe bzw. niedrige Fertilität (ausgedrückt durch Samengehalt je Frucht) durchgeführt. Dabei zeigte sich:

1. In den auf die Polyploidisierung folgenden Generationen können spontane Veränderungen der Chromosomenzahl auftreten. Neben Abregulierung auf die diploide Chromosomenzahl traten auch Pflanzen mit Chromosomenzahlen von $4n + 2$ auf.

2. Eine Beziehung zwischen Fehlverteilungen in Anaphase I und der Fertilität der tetraploiden Eliten konnte nicht nachgewiesen werden.

3. Auf Grund von Pollenmessungen wurde die Zellgröße mit der Fertilität verglichen, wobei ebenfalls keine eindeutigen Beziehungen zwischen Zellgröße und Fertilität feststellbar waren. Trotz rel. gleicher Zellgröße wurden z. B. statistisch sichere Unterschiede in der Fertilität festgestellt.

4. Die schon früher geäußerte Ansicht, wonach die Fertilitätsstörungen idiotypisch bedingt und deshalb durch Selektion beeinflussbar sind, wurde bestätigt.

Herrn Prof. KAPPERT, dessen Initiative die Erhaltung des Materials nach dem Zusammenbruch zu verdanken ist und der den Fortgang der Arbeit stets förderte, sei an dieser Stelle besonders herzlich gedankt.

Literatur

1. BEADLE, G. W.: Genetical and cytological studies of mendelian asynapsis in *Zea mays*. Cornell Univ. agr. stat. menn. **129**, Ithaca New York (1930). — 2. BEADLE, G. W.: Further studies of asynaptic maize. *Cytologia* **4**, 269—287, (1933). — 3. BLEIER, H.: Genommutation als neue praktische Zuchtmethod. DLG.-Nachrichten f. Pflanzenzucht. Wiesbaden 1950. — 4. BREMER, G. and BREMER-REINDERS, D. E.: Breeding of tetraploid rye in the Netherlands. *Euphytica* **3**, 49—63, (1954). — 5. BRIX, K. u. QUADT, F.: Experimentell genetische Untersuchungen über die Natur einer natürlichen Polyploidien (*Dactylis glomerata*). *Z. Pflanzenz.* **32**, 407—420 (1953). — 6. HERTZSCH, W.: Beobachtungen an polyploider *Vicia villosa*. *Z. Pflanzenz.* **30**, 210—217 (1951). — 7. KUCKUCK H. and LEVAN, A.: Vergleichende Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Leinsippen und an tetraploiden Kreuzungsnachkommenschaften nach vieljähriger Selektion. *Züchter* **21**, 195—205 (1951). — 8. MELCHERS, G.: Die Ursachen für die bessere Anpassungsfähigkeit der Polyploiden. *Z. f. Naturforschg.* **1**, 160—165 (1946). — 9. MÜNTZING, A.: The evolutionary significance of autopoloidy. *Hereditas* **23**, 317—270, (1936). — 10. MÜNTZING, A.: The effect of chromosomal variation on *Dactylis*. *Hereditas* **23**, 113—235 (1937). — 11. MÜNTZING, A. and AKDIK, S.: Cytological disturbances in the first inbred generations of rye. *Hereditas* **34**, 485—509 (1948). — 12. NORDENSKIÖLD, H.: A genetical study in the mode of segregation in hexaploid *Phleum pratense*. *Hereditas* **39**, 469—488 (1953). — 13. PARTHASARATHY, N. and RAJAN, S. S.: Studies on the fertility of autotetraploids of *Brassica campestris* var. *toria*. *Euphytica* **2**, 25—36 (1953). — 14. PLARRE, W.: Vergleichende Untersuchungen an diploidem und tetraploidem Roggen (*Secale cereale* L.) unter besonderer Berücksichtigung von Inzuchterscheinungen und Fertilitätsstörungen. *Z. Pflanzenz.* **33**, 303—353 (1954). — 15. PRAKKE, R.: Studies of asynapsis in rye. *Hereditas* **29**, 475—495 (1943). — 16. QUADT, F.: Untersuchungen über die Fertilität experimentell erzeugter tetraploider reiner Linien und Bastarde der Tomate. Diss. Berlin 1945 (veröffentl. *Z. Pflanzenz.* **28**, 1—22 (1949)). — 17. RASMUSSEN, J.: Autotetraploid sugar beets. Vitality changes in subsequent generations. *Hereditas* **39**, 257—269 (1953). — 18. SCHLÖSSER, L. A.: Über das Fertilverden autopolider Leinsippen. *Züchter* **16**, 3—8 (1944). — 19. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. V. Zur Sexualität polyploider Pflanzen. *Züchter* **19**, 344—359 (1948/49). — 20. SCHWANITZ, F.: Einige kritische Bemerkungen zur Methode der Bestimmung der Polyploidie durch Messung der Pollen- und der Spaltöffnungsgröße. *Züchter* **22**, 273—275 (1952). — 21. SCHWANITZ, F.: Die Zellgröße als Grundelement in Phylogenese und Ontogenese. *Züchter* **23**, 17—44 (1953). — 22. SOOST, R. K.: Asynaptic mutants in the tomato. *Genetics* **36**, 410—434 (1951). — 23. STEBBINS, G. L.: Variation and Evolution in Plants. Univ. press., Oxford 1950. — 24. TOBLER, M.: Experimentelle Analyse der Genom- und Plasmawirkung bei Moosen. IV. Zur Variabilität des Zellvolumens einer Sippenkreuzung von *Funaria hygrometrica* und deren bivalenten Rassen. *Z. ind. Abst. u. Vererbgl.* **60**, 39—62 (1932). — 25. VAARAMA, A.: Spindle abnormalities and variation in chromosome number in *Ribes nigrum*. *Hereditas* **35**, 136—162 (1949). — 26. v. WETTSTEIN, F.: Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage. II. *Bibl. Genetica* **10**, (1928). — 27. v. WETTSTEIN, F.: Experimentelle Untersuchungen zum Artbildungsproblem. I. Zellgrößenregulation und Fertilverden einer polyploiden *Bryum*-Sippe. *Z. ind. Abst. Vererbgl.* **74**, 35—53 (1937).