

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Würzburg)

## Genetische Untersuchungen an *Cucurbita pepo*.

Von GUDRUN SCHOENIGER.

Mit 13 Textabbildungen.

### Einleitung.

Während über die züchterische Bearbeitung des Kürbis schon zahlreiches Material vorliegt, sind genetische Arbeiten weit weniger vertreten. Über Kürbiszüchtung mit gelegentlichen Hinweisen auf erbliches Verhalten geschrieben unter anderen BERKERN, FRIMMEL, KLEMM, CURTIS und besonders TSCHERMAK mit seinen Schülern. Diese Arbeiten geben zwar, wie erwähnt, gewisse Andeutungen, können aber nicht als Grundlagen für eine genetische Arbeit verwendet werden. SINNOT und seine Mitarbeiter hingegen berichten in einigen Veröffentlichungen über rein genetische Fragen. Vor allem ist von ihnen die Fruchtform eingehend studiert worden. Von WHITACKER existiert eine kurze Mitteilung über eine Kreuzung *Cuc. max.* × *Cuc. pepo* mit Berücksichtigung der Fruchtform und des Fruchtmusters. Über Art- und Sortenmerkmale, jedoch ohne genetische Auswertung, gibt es verschiedene Arbeiten, von denen besonders zwei erwähnenswert sind: CASTETTER and ERWIN „A systematic study of squashes and pumpkins“ und A. BUCHINGER „Die wichtigsten europäischen Kürbisarten“. Vor allem BUCHINGER gibt eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Artmerkmale mit Hinweisen auf eventuell sortengebundene Eigenschaften. Sowie Teile aus diesen Veröffentlichungen näher in Betracht gezogen wurden, sind sie in den zuständigen Abschnitten behandelt.

### Material, Methoden.

Seit Sommer 1946 werden im botanischen Institut der Universität Würzburg Züchtungsversuche mit *Cuc. pepo* durchgeführt. Neben den rein züchterischen Zielen sollte vor allem die Vererbung der Schalenlosigkeit geklärt werden. Die Elternrassen, die bei diesen Untersuchungen verwendet wurden, sind Tschermaks Ölkürbis, eine Züchtung der Bundesanstalt für Pflanzenbau in Wien, und ein italienischer Zucchini.

Zucchini wurde in zwei Linien verwendet. Beide Linien sind buschförmig (kurztriebzig), sehr ertragreich und frühreif. Die Früchte haben Stiele mit parallelen Kanten. Die Samen besitzen eine derbe, weiße Samenschale. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Linien liegt im Fruchtmuster: Linie A hat einfaches Muster, Linie B doppeltes.

Tsch. Ölkürbis, eine Kombinationszüchtung aus dem „Steyrischen Ölkürbis“ als Mutter, als Vater „Mark Marrow“, sie ist ebenfalls buschförmig, jedoch von geringerer Ertragsfähigkeit und spätreif im Vergleich zu Zucchini. Die Früchte zeigen zweifaches Muster, aber anderer Art als Zucchini B. Der Fruchtstiel hat

Kanten, die stark schräg zueinander verlaufen. Dieser Kürbis wird bezüglich der Samen zu den sogenannten schalenlosen Formen gerechnet.

Im Sommer 1946 wurden die Ausgangskreuzungen durchgeführt. Im Sommer 1947 wurden die  $F_1$  geselbstet, gekreuzt bzw. die Rückkreuzungen ange stellt. Alle Versuche der Jahre 1946 und 1947 wurden von Herrn Prof. BURGEFF im botanischen Garten der Universität Würzburg vorgenommen. Im Jahre 1948 wurde mir die Arbeit zugewiesen. Für wertvolle Anleitungen, sowie für das zahlreiche mir zur Verfügung gestellte Material mit den zugehörigen Versuchsprotokollen möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. BURGEFF meinen Dank aussprechen.

Im Sommer 1948 hatte ich ungefähr 1500  $F_2$ -Pflanzen zur Verfügung und zwar in sechs Einzelversuchen. Die Versuche dieses Jahres, wie auch des folgenden, wurden auf Feldern angebaut. Die Samen wurden Mitte April eingetopft und ungefähr vier Wochen unter Glas aufgezogen. Hatten die Pflanzen einen starken Wurzelballen gebildet, wurden sie ins Freiland verpflanzt. Außer einmaligem Gießen beim Pflanzen erfuhren sie keine besondere Pflege mehr. Herrn A. MÜLLERKLEIN, dem Mitinhaber der Firma B. Müllerklein/Baumschulen Karlstadt, auf deren Feldern die Versuche durchgeführt wurden, möchte ich hier für manchen wertvollen Rat in landwirtschaftlicher Hinsicht, sowie für die freundliche Überlassung von Arbeitskräften und Geräten danken. Die Analyse der  $F_2$ -Generationen des Jahres 1948 führte zu einem vorläufigen Ergebnis. Auf Grund dieser Annahmen wurden die Versuchsreihen des Jahres 1949 ausgewählt. Im Sommer 1948 hatte ich außerdem die Kreuzung Tsch. Ölkürbis × Zucchini wiederholt. 1949 wurden angebaut: 18  $F_3$ -Generationen zusammen 1200 Pflanzen, eine  $F_1$ -Generation zu 150 Pflanzen, eine  $F_2$ -Generation zu 320 Exemplaren (diese Samen stammten noch aus dem Jahre 1947) und die Elternrassen zu 17 (Zucchini) und 10 (Tsch. Ölkürbis) Pflanzen. Der gleichzeitige Anbau der verschiedenen Generationen erwies sich als notwendig, da bei rein feldmäßiger Kultur quantitative Eigenschaften auf verschiedenen Feldern und in verschiedenen Jahren gewisse Schwankungen zeigen können.

### I. Samenschale.

Makroskopisch gesehen sind die Samen der Gattung *Cucurbita* in der Regel mit einer festen Samenschale versehen. Bei *Cuc. pepo*, *maxima* und *moschata* ist die Testa weiß bis gelblich, bei *Cuc. ficifolia* braun bis schwarz. *Cuc. pepo* hat außerdem noch Formen mit grünen Samen. BUCHINGER, der von „schalen-

losen Kernen“ spricht, berichtet daß diese Form durch Verlustmutation aus dem langtriebigen steyrischen Ölkürbis entstanden sei. Nach gleichem Autor soll diese Eigenschaft in der Regel rezessiv vererbt werden. Nähere Angaben über die Vererbung der sogenannten Schalenlosigkeit konnte ich nicht finden. Auch BERKERN spricht in seiner Arbeit „Der Schalenlose Kürbis ein Fett- und Eiweißlieferant“ lediglich von „nackten, schalenlosen Kernen“, ohne auf die Vererbung einzugehen. Da bei beiden Autoren und auch sonst in der Literatur ausdrücklich von schalenlosen Samen gesprochen wird, ich jedoch von vornherein eine Samenschale annahm, mußte zuerst geprüft werden:

1. ob eine Samenschale vorhanden sei,
2. falls vorhanden, in welchen Eigenschaften sie sich charakteristisch von einer normalen Testa unterscheidet.

Die aus diesem Grund vor der genetischen Analyse durchgeführte anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung konnte aber gleichzeitig als erste Orientierung über die Natur der in Frage kommenden Gene gelten.

#### 1. Anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung.

Es wurde als Vertreter der beschalteten Form der Art *Cuc. pepo* die Zucchinielinie A, als Vertreter der unbeschalteten Form Tschermaks Ölkürbis genommen.

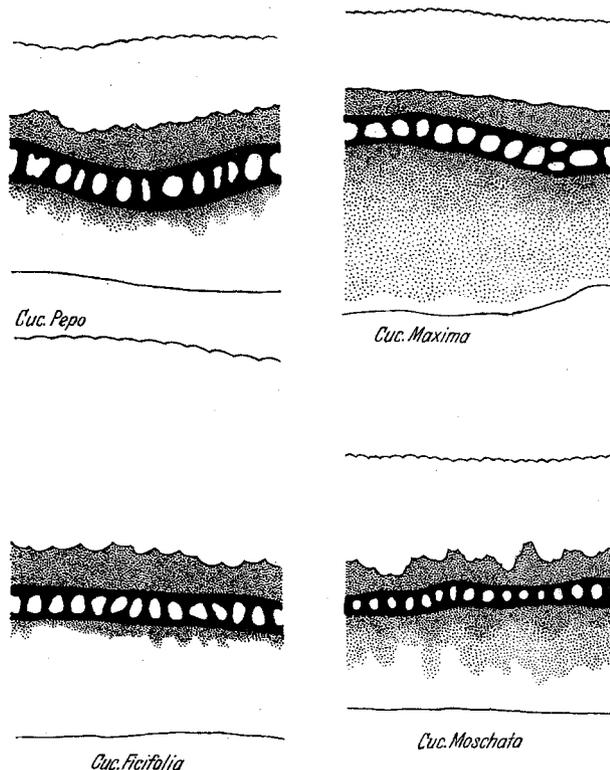


Abb. 1. Samenschalen der 4 Arten der Gattung *Cucurbita*. Querschnitte der Samenschalen etwas schematisiert.



Steinzellen.



Zellen mit netzartig verstärkten Zellwänden.

Für die vorher durchgeführte anatomische Untersuchung am reifen Samen benützte ich zusätzlich noch zwei verschiedene Coccozellen, den steyrischen Ölkürbis und einzelne Vertreter der anderen Arten der

Gattung *Cucurbita*, um gleichzeitig festzustellen, wie weit, d. h. in welcher Richtung Verschiedenheiten in der Testa innerhalb der Gattung überhaupt auftreten können.

Alle von mir geprüften Samenschalen der Gattung *Cucurbita* zeigen einen durchaus ähnlichen Bau (Abb. 1). Die äußeren Epidermiszellen des äußeren Integumentes sind sehr lang und dünnwandig. Auf sie folgen in einer  $\pm$ starken Schicht kleine polyedrische Zellen mit netzartig verstärkten Zellwänden, die verholzt sind. Den Abschluß des äußeren Integumentes nach innen bildet eine Lage großer Steinzellen. Das innere Integument setzt sich aus Zellen mit netzartig verstärkten, verholzten Zellwänden und unverholztem Gewebe zusammen. Der Anteil dieser beiden Zellformen ist bei den einzelnen Arten verschieden. Sehr wenig verholztes Gewebe im inneren Integument zeigt *Cuc. ficifolia*. Bei *Cuc. pepo* ist der Anteil etwas größer, bei *Cuc. moschata* ungefähr die Hälfte. Bei *Cuc. maxima* ist der Großteil des inneren Integumentes verholzt. Das unverholzte Gewebe enthielt bei den von mir untersuchten Formen immer Chlorophyll (die unverholzten Epidermiszellen sind ausgenommen). Das unverholzte Gewebe des inneren Integumentes reißt beim lufttrockenen Samen gewöhnlich vom verholzten Gewebe ab; es bildet dann ein grau-grünes Häutchen, das dem Keimling fest anliegt. Makroskopisch gesehen bildet dieses Häutchen die einzige Umhüllung der sogenannten schalenlosen Samen, wie auch schon BERKERN in seinem Bericht über den schalenlosen Kürbis schreibt. Im mikroskopischen Bild zeigt die Testa eines „schalenlosen“ Samens jedoch die typischen langen, dünnwandigen Zellen der äußeren Epidermis des äußeren Integumentes. Die übrigen Zellen der Samenschale sind im lufttrockenen Zustand des Samens meist derart zerrissen und zerdrückt, daß nähere Angaben über den Bau der Samenschale nicht gemacht werden können.

Obwohl sich auf Grund dieser orientierenden Voruntersuchung noch kein befriedigendes Bild über den Bau der Testa der „schalenlosen“ Samen ergibt bzw. sich noch nichts über den Unterschied zum „beschalteten“ Samen sagen läßt, möchte ich doch gleich an dieser Stelle statt „schalenlos“ die Bezeichnung „dünnchalig“ und statt „beschalt“ die Bezeichnung „dickschalig“ einführen.

Um die Unterschiede zwischen dickschaligen und dünnchaligen Samen genau festzustellen wurde eine vergleichende entwicklungsgeschichtliche Untersuchung an Zucchinielinie A und Tsch. Ölkürbis vorgenommen. Samen verschiedenen Alters wurden im Sommer 1948 in 80% Alkohol eingelegt und im folgenden Winter untersucht. Es wurden Handschnitte verwendet, die mit Phloroglucin und Salzsäure auf Verholzung geprüft wurden.

Der erste Vergleich wurde bei Samenanlagen zwei Tage nach der Befruchtung angestellt (Abb. 2a links Zucchini A, rechts Tsch. Ölkürbis). Sämtliche Zellen sind einander noch sehr ähnlich. Nur die späteren Steinzellen der dickschaligen Form sind in beiden Schnitten durch ihre Größe kenntlich. Unterschiede zwischen dick- und dünnchalig können nicht festgestellt werden.

Sechs Tage nach Aufblühen (Abb. 2b): Die äußeren Epidermiszellen des äußeren Integumentes sind zu diesem Zeitpunkt auch schon auffallend größer als

die anderen Zellen. Beide Formen noch ohne Unterschiede.

Acht Tage nach Aufblühen (Abb. 2c): Die äußeren Epidermiszellen des äußeren Integumentes haben sich etwas gestreckt. Die Zellschicht zwischen äußerer und innerer Epidermis des äußeren Integumentes hat

ner; die Samenschale erscheint dadurch dünner. Sämtliche Zellen der Testa sind sehr dünnwandig. Verholzung kann nicht nachgewiesen werden.

Dreißig Tage nach Aufblühen (Abb. 2f): Die Samenschale hat bei beiden Formen ihre endgültige Größe erreicht.

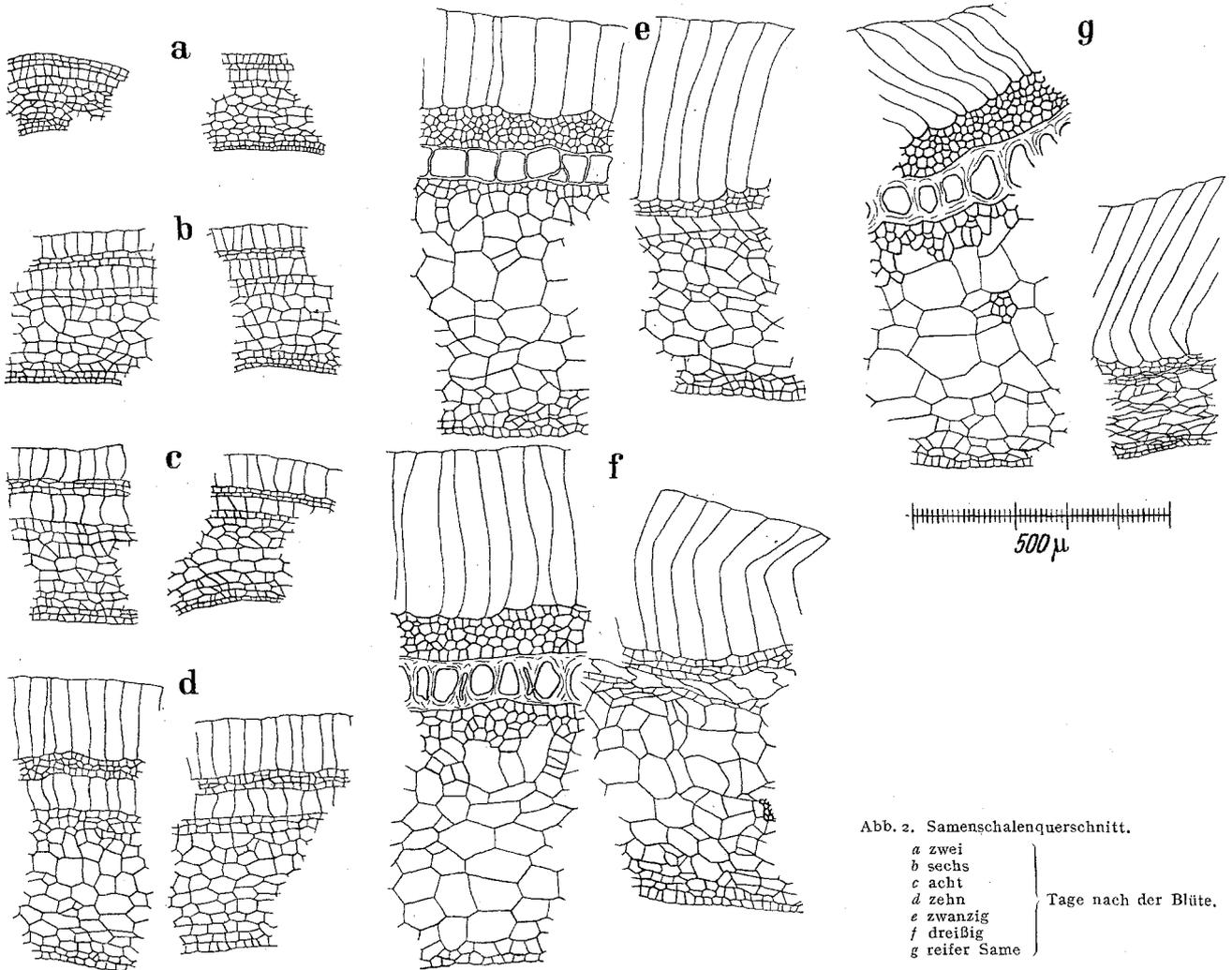


Abb. 2. Samenschalenquerschnitt.

a zwei	} Tage nach der Blüte.
b sechs	
c acht	
d zehn	
e zwanzig	
f dreißig	
g reifer Same	

sich durch Teilung um ein bis zwei Lagen vermehrt. Das übrige Gewebe ist noch einheitlich. Keine Verholzung, beide Formen noch gleich.

Zehn Tage nach Aufblühen (Abb. 2d): Die äußeren und inneren Epidermiszellen des äußeren Integumentes haben sich weiter vergrößert, die Zellen zwischen beiden sich weiter geteilt. Keine Verholzung, Aussehen bei beiden Formen noch gleich.

Zwanzig Tage nach Aufblühen (Abb. 2e): Beim dickschaligen Samen zeigen im äußeren Integument die späteren Steinzellen etwas verdickte Zellwände. Die übrigen Zellen des äußeren Integumentes außer den äußeren Epidermiszellen sind sehr klein. Auch die an das äußere Integument anschließenden Zellen des inneren Integumentes sind klein. An dieses kleinzellige Gewebe sind nach innen äußerst großlumige Zellen angefügt. Verholzung kann noch nicht festgestellt werden.

Beim dünnschaligen Samen lassen die Zellen bezüglich der Größe ähnliche Differenzierungen wie beim dickschaligen Samen erkennen. Doch ist das äußere Integument etwas schwächer und die großlumigen Zellen des inneren Integumentes sind klei-

Beim dickschaligen Samen kann in den inneren Epidermiszellen des äußeren Integumentes Holz nachgewiesen werden; es hat sich eine äußerst charakteristische Steinzellschicht gebildet. Auch in den übrigen Zellen des äußeren Integumentes — außer den äußeren Epidermiszellen — und in einem Teil des inneren Integumentes treten Verholzungen auf und zwar in netzartigen Verstärkungsleisten der Zellwände. Alle übrigen Zellwände sind sehr dünn.

Der dünnschalige Same hat sich nur mehr wenig verändert. Die inneren Epidermiszellen des äußeren Integumentes sind etwas zusammengedrückt. Verholzung tritt nirgends auf.

Reifer Same (Abb. 2g): Bei der dickschaligen Form hat sich die Samenschale nicht mehr geändert.

Beim dünnschaligen Samen sind die Zellwände größtenteils zerdrückt, zum Teil zerrissen. Die inneren Epidermiszellen des äußeren Integumentes sind überhaupt nicht mehr erkennbar. Die Samenschale erscheint im Vergleich zum dickschaligen Samen ungefähr halb so stark; unberücksichtigt sind dabei die äußeren Epidermiszellen des äußeren Integumentes. Da diese Zellen bei beiden Formen im lufttrockenen

Zustand völlig vertrocknet sind und auch sehr leicht ganz oder teilweise abreißen, wird die wirkliche Dicke der Samenschale von ihnen wenig, vielmehr überhaupt nicht beeinflusst.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß beschalte und „unbeschalte“ Formen eine wohlausgebildete Samenschale besitzen. Der anatomische Bau dieser Samenschale ist weitgehend gleich. Lediglich das Fehlen jeder Verholzung in der Samenschalenwand bewirkt eine relativ dünne Samenschale beim sogenannten schalenlosen Samen. Die Bezeichnung „schalenlos“ ist damit hinfällig.

Ich möchte hier noch ausdrücklich betonen, daß bei der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung nur die Samenschalenwand berücksichtigt wurde. Im Samenschalenrand treten auch bei der dünnchaligen Form im äußeren Integument Verholzungen auf (vgl. Abb. 3).

## 2. Die Kreuzung Zucchini $\times$ Tsch. Ölkürbis.

### a) Beschreibung der Elternrassen und der $F_1$ .

Zucchini besitzt in beiden Linien (A und B) eine relativ dicke Samenschale mit einem außer der äußeren Epidermis völlig verholztem äußeren und einem teilweise verholztem inneren Integument. Das verholzte

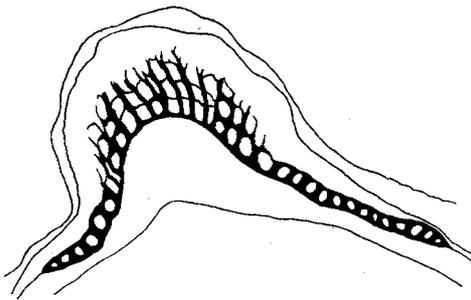


Abb. 3. Querschnitt mit Verholzung im äußeren Integument bei Tsch. Ölkürbis.

Gewebe wird durch zwei charakteristische Zellarten gebildet: große Steinzellen (innere Epidermis des äußeren Integumentes) und kleine polyedrische Zellen mit netzförmig verstärkten verholzten Zellwänden im äußeren und inneren Integument (Abb. 6a).

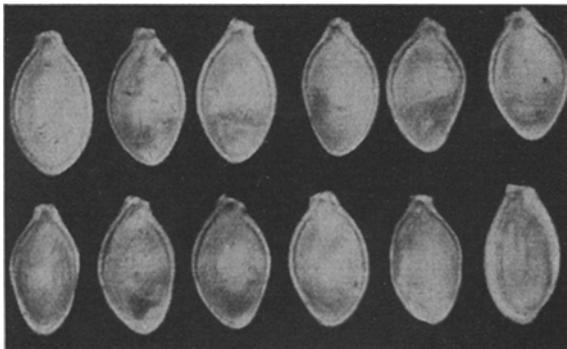


Abb. 4. Grünlich gefleckte Samen aus der  $F_1$  Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini.

Tsch. Ölkürbis gehört zu den dünnchaligen Formen. Die Samenschalenwand zeigt keine Verholzung (Abb. 6d). Im Samenschalenrand treten verholzte Zellen

auf; diese Zellen lassen sich allerdings nicht mit den Holzzellen der dickschaligen Form vergleichen. Sie nehmen eine gewisse Zwischenstellung zwischen den Steinzellen und den netzartig verstärkten Zellen ein (Abb. 3). Da in der Ausbildung des Samenschalenrandes auch beim reinrassigen Tsch. Ölkürbis Unterschiede festgestellt wurden, ist bei diesen Kreuzungsversuchen nur die Samenschalenwand berücksichtigt. (Übrigens ist ja vor allem die Samenschalenwand für die Dick- oder Dünnchaligkeit des Samens verantwortlich. Durch die verschiedene Verholzung im Samenschalenrand wird nur ein  $\pm$ starker Wulst um den Samen hervorgerufen.)

Die  $F_1$  des Jahres 1947 besaßen durchwegs dickschalige Samen wie Zucchini und zwar sowohl aus der Kreuzung Zucchini  $\times$  Tsch. Ölkürbis, als auch aus der Kreuzung Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini. 1949 zeigte die  $F_1$  aus der Kreuzung Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini A neben 130 Pflanzen mit dickschaligen Samen eine Pflanze mit grünlich gefleckten Samen d. h. die Testa zum Teil nur mit Steinzellschicht. In einer hier nicht weiter beschriebenen Versuchsreihe Steyr. Ölkürbis  $\times$  Zucchini A trat diese Art der Samen unter 77 Pflanzen einmal auf (Abb. 4 und 5). Unter den 87 Pflanzen der reziproken Kreuzung kamen diese Samen überhaupt nicht vor. Da gerade diese Pflanzen nicht selbstbestäubt waren, kann das Verhalten in nächster Zeit noch keine Erklärung finden.

### b) Spaltungen in der $F_2$ und den Rückkreuzungen.

In der  $F_2$  traten neben Samen, die denen der Eltern gleichen, auch zwei neue Typen auf:

1. die Testa zeigt eine durchgehend ausgebildete Steinzellschicht ohne jede andere Verholzung

2. Die Steinzellschicht ist nur anschließend am Samenschalenrand und da wieder besonders an dem der Mikropyle gegenüberliegendem Ende ausgebildet

Um lange Beschreibungen zu vermeiden, sind in der weiteren Arbeit die einzelnen Testaarten folgendermaßen bezeichnet:

Typ 1. = Samenschalenwand mit Steinzellen und netzartig verstärkten, verholzten Zellen (Abb. 6a u. 7).

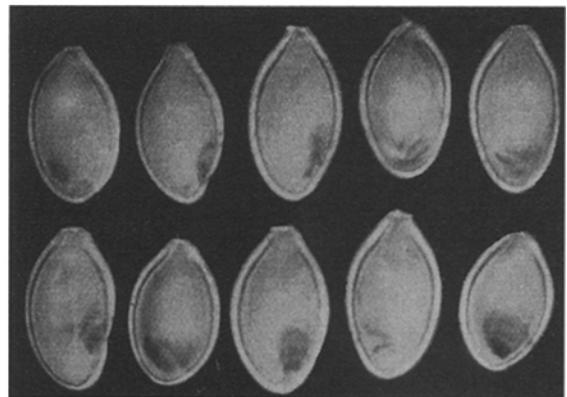


Abb. 5. Grünlich gefleckte Samen aus der  $F_1$  Steyr. Ölkürbis  $\times$  Zucchini.

Typ 2 = Testa durchgehend mit Steinzellen, ohne andere Verholzung in der Samenschalenwand (Abb. 6b u. 7).

Typ 3 = Testa anschließend an den Samenschalenrand mit Steinzellen, ohne andere Verholzung in der Samenschalenwand (Abb. 6c u. 7).

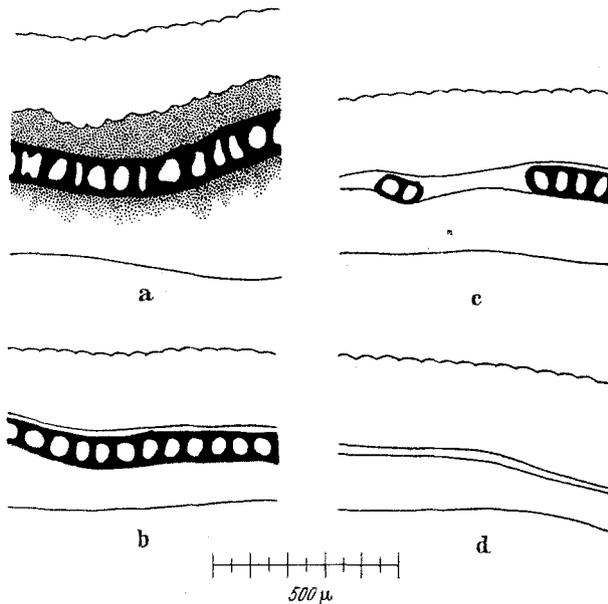


Abb. 6. Samenschalenwände. Querschnitte etwas schematisiert.

Typ 4 = Samenschalenwand ohne verholzte Zellen (Abb. 6d u. 7).

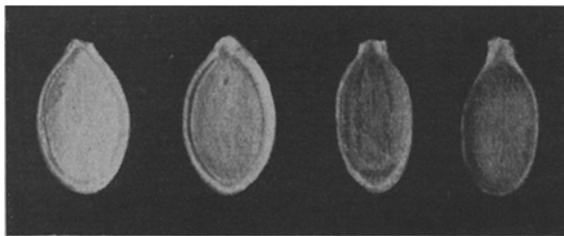


Abb. 7. Die 4 Testatypen (natürliche Größe). Von links nach rechts: Typ 1, Typ 2, Typ 3 und Typ 4.

Das Ergebnis der F<sub>1</sub>-Selbstung (Zucchini A × Tsch. Ölkürbis) zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1.

Versuch 4703: 269 Pflanzen

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
Typ 1	209	12,43	12 ± 0,42	1,02
Typ 2	14	0,83	1 ± 0,24	0,71
Typ 3	29	1,72	2 ± 0,32	0,85
Typ 4	17	1,01	1 ± 0,24	0,05

Die F<sub>1</sub>-Selbstung (Tsch. Ölkürbis × Zucchini B) zeigt folgende Werte (Tabellen 2 und 3):

Tabelle 2.

Versuch 4707: 326 Pflanzen

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
Typ 1	247	12,12	12 ± 0,38	0,32
Typ 2	15	0,74	1 ± 0,21	1,24
Typ 3	40	1,96	2 ± 0,29	0,14
Typ 4	24	1,18	1 ± 0,21	0,86

Tabelle 3.

Versuch 4708: 297 Pflanzen

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
Typ 1	230	12,39	12 ± 0,40	0,98
Typ 2	18	0,97	1 ± 0,22	0,14
Typ 3	33	1,78	2 ± 0,31	0,71
Typ 4	16	0,86	1 ± 0,22	0,68

Eine F<sub>1</sub>-Kreuzung (Tsch. Ölkürbis × Zucchini B) × (Zucchini A × Tsch. Ölkürbis) hatte folgende Resultate (Tab. 4):

Tabelle 4.

Versuch 4713: 342 Pflanzen

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
Typ 1	258	12,07	12 ± 0,37	0,19
Typ 2	22	1,03	1 ± 0,21	0,14
Typ 3	39	1,82	2 ± 0,29	0,62
Typ 4	23	1,08	1 ± 0,21	0,38

Wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen treten nicht auf. Die beobachteten Zahlen in den F<sub>2</sub>-Generationen lassen auf dihybride Spaltung schließen. Zucchini besitzt demnach in beiden Linien für die Ausbildung der verholzten Samenschale zwei Faktoren: ein Hauptverholzungs-gen *H* und ein Nebenverholzungs-gen *N*. Tsch. Ölkürbis entsprechend die Gene *h* und *n*.

Das Hauptverholzungs-gen *H* ist dominant. Es bewirkt Verholzung des äußeren Integumentes außer den äußeren Epidermiszellen und teilweise Verholzung des inneren Integumentes. Das entsprechende Allel *h* bei Tsch. Ölkürbis bedingt keinerlei Verholzung in der Samenschalenwand.

Das Nebenverholzungs-gen *N* wirkt nur schwach dominant. Im homozygoten Zustand verursacht es Verholzung der ganzen inneren Epidermis des äußeren Integumentes. Heterozygot *Nn* bedingt es nur teilweise verholzte innere Epidermis des äußeren Integumentes. Das Gen *N* kann nur bei homozygoten *hh*-Pflanzen in Erscheinung treten.

Das gefundene 12 : 1 : 2 : 1-Verhältnis findet folgende Erklärung: drei Viertel aller Nachkommen haben das Gen *H* homo- oder heterozygot, d. h. Samenschalen nach Typ 1; ob das Nebenverholzungs-gen *N* einfach, doppelt oder gar nicht vorhanden ist, hat auf das Aussehen der Testa keinen Einfluß. Ein Viertel der Nachkommen ist homozygot rezessiv im Hauptverholzungs-gen (*hh*). Hier kann sich das Nebenverholzungs-gen bemerkbar machen: 25% homozygot *NN* entsprechen dem Typ 2, 50% heterozygot *Nn* entsprechen dem Typ 3 und die restlichen 25% homozygot *nn* entsprechen dem Typ 4.

Die Rückkreuzungen mit den Eltern bestätigten diese Annahmen (Tab. 5 bis Tab. 7).

Tabelle 5.

Versuch 4718: 42 Pflanzen

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	42	4	4	—
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	0	0	0	—

Tab. 5 gibt das Ergebnis einer Rückkreuzung mit dem doppelt dominanten Elternteil (Zucchini). Erwartungsgemäß zeigen alle Pflanzen nur Samen nach Typ 1.

An zwei weiteren Versuchsreihen wurde das Verhalten bei Rückkreuzung mit dem doppelt rezessiven Elternteil beobachtet.

Tabelle 6.

Versuch 4739: 70 Pflanzen.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	32	1,82	$2 \pm 0,24$	0,71
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	20	1,14	$1 \pm 0,21$	0,67
Typ 4	18	1,03	$1 \pm 0,21$	0,14

Tabelle 7.

Versuch 4738: 91 Pflanzen.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	36	1,58	$2 \pm 0,21$	2,00
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	28	1,23	$1 \pm 0,18$	1,28
Typ 4	27	1,19	$1 \pm 0,18$	1,06

Die Hälfte der Pflanzen hat Samen mit einer Testa nach Typ 1, also im Aussehen wie Zucchini. Ein Viertel zeigt Samen mit nur teilweise verholzter innerer Epidermis des äußeren Integumentes, das letzte Viertel dünnchalige Samen. Auch in den Rückkreuzungen manifestiert sich das Nebenverholzungs-gen durchaus schwach dominant (intermediär); Samenschalen mit durchwegs verholzter innerer Epidermis des äußeren Integumentes kommen überhaupt nicht vor. Typ 2 und Typ 3 dürfen also nicht als zufällige Schwankungen des Phänotypus angesehen werden.

Versuch 4738 zeigt ziemlich hohe D/m-Werte, wenn sie auch noch unter der 2,58-Grenze liegen (1% Wahrscheinlichkeit). Homogenität zwischen den Versuchen 4739 und 4738 ist vorhanden. Prüfung mit der Chi-Quadratmethode ergab einen P-Wert zwischen 50% und 80%. Die Werte für die gemeinsam behandelten Versuche 4739 und 4738 gibt Tab. 8.

Tabelle 8.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	68	1,69	$2 \pm 0,16$	1,94
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	48	1,19	$1 \pm 0,14$	1,36
Typ 4	45	1,12	$1 \pm 0,14$	0,86

c) Die Analyse der  $F_3$ .

Da sich die Zucchiniolinien A und B in den beiden Verholzungs-genen als gleichartig erwiesen hatten, wurden nicht mehr die Nachkommen aller Kreuzungen bzw. Rückkreuzungen einzeln weiter verfolgt. Es wurden nur Nachkommenschaften der Kreuzung Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B und der Rückkreuzung Tsch. Ölkürbis  $\times$  (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis) weiterverwendet.

Die Auswahl der  $F_2$ -Samen, welche die  $F_3$  stellen sollten, war nur bei den im Hauptverholzungs-gen homozygot rezessiven Pflanzen mit Sicherheit zu treffen. Pflanzen mit Samen nach Typ 1 lassen durch keine markanten äußeren oder anatomischen Kennzeichen auf ihre genaue genetische Konstitution schließen: dickschalige Samen sind immer größer als dünnchalige, ohne Rücksicht auf Homo- oder Heterozygotie im Haupt- bzw. Nebenverholzungs-gen. Die Größe des Samens ist ja durch die verholzten Zellen im äußeren Integument, im besonderen durch die Steinzellenschicht gegeben. Das innere Integument hat keinen Einfluß. Übrigens könnte auch bei anatomischen Untersuchungen kein eindeutiger Unterschied im Anteil des verholzten Gewebes des inneren Integumentes festgestellt werden. Eine weitere Eigenschaft, die man eventuell zur Bestimmung der Homo- bzw. Heterozygotie heranziehen könnte, wäre die  $\pm$ starke Ausbildung des Samenschalenrandes; doch wird anscheinend die Form des Samenschalenrandes noch durch andere Gene beeinflußt, wie ich an Hand der Samen nach Typ 2 feststellen konnte. Obwohl die Auswahl der  $F_2$ -Samen z. T. also rein willkürlich getroffen werden mußte, so zeigten die  $F_3$ -Generationen doch alle überhaupt möglichen Spaltungsergebnisse. Die einzelnen Fälle sind allerdings zahlenmäßig nicht so stark vertreten als wünschenswert wäre. Zu diesem Mangel ist neben oben angeführtem Grund noch hinzuzufügen, daß infolge des überaus feuchten Wetters während der Blüte im Sommer 1948 der Samenansatz sehr schlecht war. Es waren oft Früchte mit weniger als hundert Samen geerntet worden.

Die Spaltungszahlen der  $F_3$ -Generationen und ihre Auswertung geben die Tabellen 9 bis 21 wieder.

Tabelle 9.

Versuch 4814a: 41 Pflanzen,  $F_2$ -Samen Typ 4, Formel  $hhnn$ .

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	0	0	0	—
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	41	4	4	—

Tabelle 10.

Versuch 4815: 29 Pflanzen,  $F_2$ -Samen Typ 3, Formel  $hhNn$ .

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	0	0	0	—
Typ 2	10	1,38	$1 \pm 0,32$	1,19
Typ 3	13	1,79	$2 \pm 0,37$	0,57
Typ 4	6	0,83	$1 \pm 0,32$	0,53

Tabelle 11.

Versuch 4827: 25 Pflanzen,  $F_2$ -Samen Typ 3, Formel  $hhNn$ .

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	0	0	0	—
Typ 2	7	1,12	$1 \pm 0,35$	0,34
Typ 3	12	1,92	$2 \pm 0,40$	0,20
Typ 4	6	0,96	$1 \pm 0,35$	0,11

Tabelle 12.

Versuch 4830: 100 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 3, Formel *hh Nn*.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	0	0	0	—
Typ 2	22	0,88	1 ± 0,17	0,71
Typ 3	41	1,64	2 ± 0,20	1,80
Typ 4	37	1,48	1 ± 0,17	2,82

Tabelle 13.

Versuch 4816: 54 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 2, Formel *hh NN*.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	0	0	0	—
Typ 2	54	4	4	—
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	0	0	0	—

Die Tabellen 9 bis 13 umfassen Versuchsreihen, die im Hauptverholzungs-gen homozygot rezessiv sind. Samenschalen nach Typ 4 entstammten demnach Pflanzen, die auch im Nebenverholzungs-gen homozygot rezessiv waren (Tab. 10). Pflanzen, die Samen mit einer Testa nach Typ 3 besitzen, sind im Nebenverholzungs-gen heterozygot. Gemäß des schwach dominanten (intermediären) Charakters des Genes *N* zeigen die Nachkommen monohybride Spaltung nach dem idealen Verhältnis 1:2:1 (Tab. 10 bis 12). Die Versuche 4815 und 4827 zeigen zufriedenstellende D/m-Werte. Im Versuch 4830 liegt der D/m-Wert für Typ 4 schon unter der Wahrscheinlichkeit von 1%. Die Homogenitätsprüfung der Versuchsreihen 4815, 4827 und 4830 ergab jedoch noch einen P-Wert von 30%—50%. Die drei Versuchsreihen dürfen demnach zusammengefaßt werden. Das Resultat des Sammelversuches gibt Tabelle 14. Die D/m-Werte liegen innerhalb der zulässigen Grenzen.

Tabelle 14.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	0	0	0	—
Typ 2	39	1,01	1 ± 0,14	0,07
Typ 3	66	1,72	2 ± 0,16	1,75
Typ 4	49	1,27	1 ± 0,14	1,92

Erwartungsgemäß erweisen sich Pflanzen mit Samen nach Typ 2 als im Nebenverholzungs-gen homozygot *NN* (Tab. 13). Alle Nachkommen haben wieder Samen nach Typ 2.

Die folgenden Versuchsreihen entstammen alle aus Samen nach Typ 1 (Tab. 15 bis 20).

Tabelle 15.

Versuch 4817: 71 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 1, Formel *Hh NN*.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	54	3,04	3 ± 0,21	0,19
Typ 2	17	0,96	1 ± 0,21	0,19
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	0	0	0	—

Tabelle 16.

Versuch 4819: 117 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 1, Formel *Hh nn*.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	84	2,87	3 ± 0,16	0,81
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	33	1,13	1 ± 0,16	0,81

Tabelle 17.

Versuch 4820: 139 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 1, Formel *Hh nn*.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	112	3,22	3 ± 0,15	1,47
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	27	0,78	1 ± 0,15	1,47

Die Versuche 4817, 4818 und 4820 umfassen Nachkommen von Pflanzen, die im Hauptverholzungs-gen heterozygot waren. Das Nebenverholzungs-gen war homozygot *N* (Versuch 4817, Tab. 15) oder homozygot *n* (Versuche 4819 und 4820, Tab. 16 und 17). Infolge der völligen Dominanz des Genes *H* ergibt sich in beiden Fällen monohybride Spaltung gemäß der Idealzahlen 3:1. Drei Viertel dickschalige Samen und ein Viertel mit Testa nach Typ 2 bzw. dünnchalige Samen = Typ 4.

Die Versuche 4819 und 4820 können als homogenes Material aufgefaßt werden. Der P-Wert liegt zwischen 10% und 20%. Die summierten Versuchsdaten und ihre Auswertung zeigt Tabelle 18. Die D/m-Werte sind durchaus zufriedenstellend.

Tabelle 18.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
Typ 1	196	3,06	3 ± 0,12	0,50
Typ 2	0	0	0	—
Typ 3	0	0	0	—
Typ 4	60	0,94	1 ± 0,12	0,50

Durch diese drei Versuchsreihen wird klar bewiesen, daß zur Verholzung des äußeren Integumentes außer den äußeren Epidermiszellen und zur teilweisen Verholzung des inneren Integumentes allein das Gen *H* auch im heterozygoten Zustand genügt, wie schon auf Grund der Spaltungsverhältnisse in der F<sub>2</sub> angenommen wurde.

Die nächsten beiden Versuchsreihen umfassen die Nachkommen von Pflanzen die in beiden Genen heterozygot waren (Tab. 19 und 20).

Tabelle 19.

Versuch 4818: 154 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 1, Formel *Hh Nn*.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
Typ 1	109	11,32	12 ± 0,56	1,21
Typ 2	9	0,94	1 ± 0,31	0,19
Typ 3	24	2,49	2 ± 0,43	1,14
Typ 4	12	1,25	1 ± 0,31	0,81

Tabelle 20.

Versuch 4826: 94 Pflanzen, F<sub>2</sub>-Samen Typ 1, Formel Hh Nn.

Testa	Beobachtet		Theoretisches Verhältnis	D/m
	abs.	pro 16		
Typ 1	68	11,57	12 ± 0,72	0,60
Typ 2	9	1,53	1 ± 0,40	1,32
Typ 3	12	2,04	2 ± 0,55	0,07
Typ 4	5	0,85	1 ± 0,40	0,38

In diesen Versuchen treten dieselben Spaltungsverhältnisse wie in der F<sub>2</sub> auf. Die D/m-Werte liegen alle noch innerhalb des wahrscheinlichen Schwan-

Pflanzen enthält (Tab. 21). Die D/m-Werte sind durchaus befriedigend.

Als letzte Versuchsreihen zu diesem Punkt möchte ich noch die Versuche 4822, 4824, 4825 und 4833 kurz erwähnen. In diesen Versuchen, die zusammen 206 Pflanzen umfaßten, traten nur dickschalige Samen auf (Typ 1). Das Hauptverholzungs-gen war demnach homozygot dominant. Über die Natur des Nebenverholzungs-genes kann keine Aussage gemacht werden.

Die Analyse der F<sub>3</sub> hat somit die auf Grund der F<sub>2</sub>-Spaltungen angenommenen Verhältnisse durchaus bestätigt.

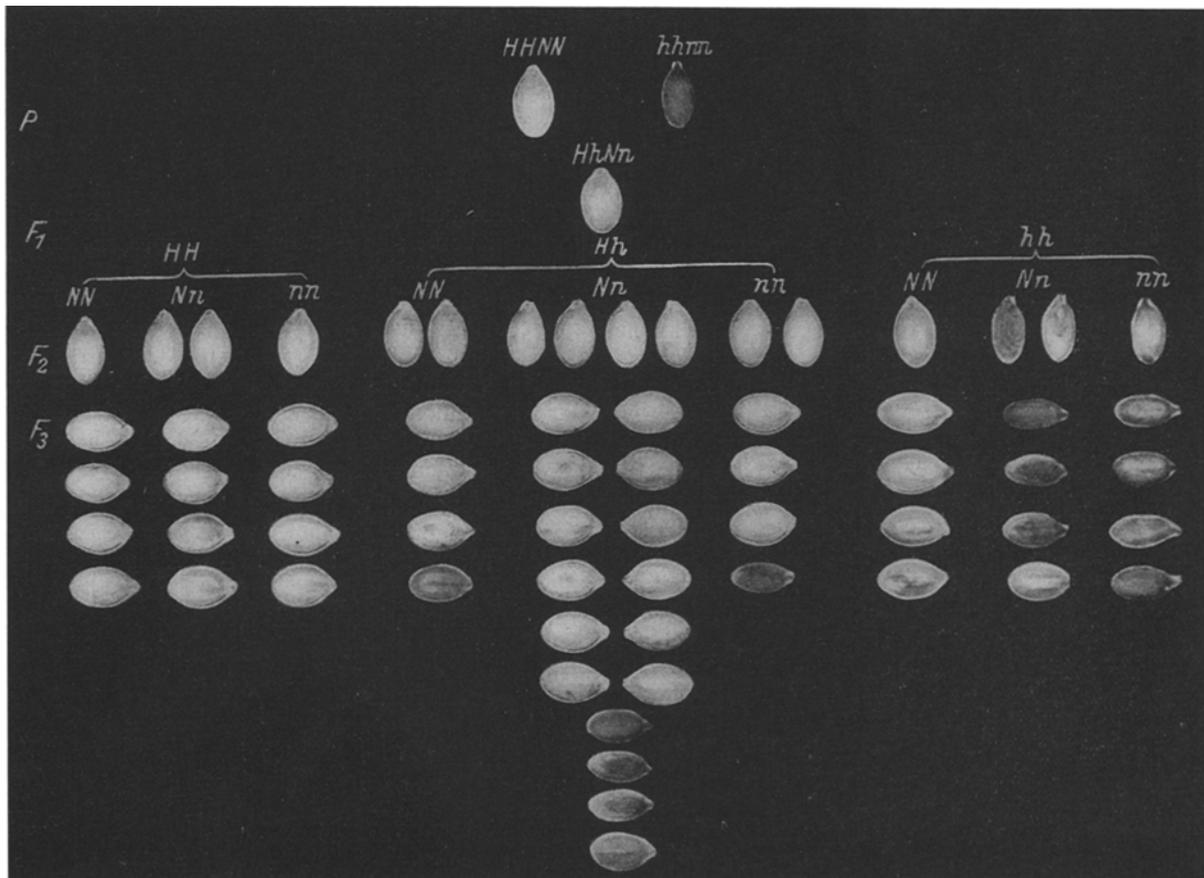


Abb. 8. Schematische Darstellung der Vererbung der Dünnschaligkeit in der F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> und F<sub>3</sub>. Die Beschriftung symbolisiert den jeweiligen Genotyp der Pflanze. Durch die Samen werden der Phänotyp und gleichzeitig das ideale Grundverhältnis angezeigt. Die F<sub>2</sub>-Spaltung liegt waagrecht; die aus den einzelnen Typen resultierenden F<sub>3</sub>-Spaltungen liegen senkrecht unter diesen. Die vollheterozygote Spaltung der F<sub>3</sub> ist z. T. zweireihig angeordnet.

kungsbereiches. Immerhin ist auffallend, daß in der F<sub>3</sub> die dickschaligen Samen in beiden Versuchen negative Abweichung zeigen (-0,68 und -0,43) und die im Hauptverholzungs-gen homozygot rezessiven +Abweichung. Bei allen F<sub>2</sub>-Spaltungen war das Verhalten gerade umgekehrt. Homogenitätsprüfung zwischen den F<sub>2</sub>-Spaltungen und den beiden vollheterozygoten F<sub>3</sub>-Generationen ergab jedoch einen P-Wert 50%–70%. Das gesamte Material wurde daher zusammengefaßt. Es resultiert daraus ein Sammelversuch, der 1482

Tabelle 21.

Testa	Gefunden	Erwartet	Differenz	D/m
Typ 1	1121	1111,49 ± 16,73	+9,51	0,57
Typ 2	87	92,63 ± 9,32	-5,63	0,60
Typ 3	177	185,25 ± 12,73	-8,25	0,65
Typ 4	97	92,63 ± 9,32	+4,37	0,47

## II. Fruchtstiel.

Die Form des Fruchtstieles gilt als typisches Unterscheidungsmerkmal für die einzelnen Arten. CASTETTER und ERWIN verwenden diese Unterschiede in ihrer „Systematic Study of Squashes and Pumpkins“ zur Charakterisierung der Arten *Pepo*, *maxima* und *moschata*. Auch ALEFELD und SCHITENEWA berücksichtigen dies. Nach diesen Autoren hat:

*Cucurbita pepo* einen holzigen, fünfkantigen, tief gefurchten Fruchtstiel, der an der Frucht ± verbreitert sein kann.

*Cucurbita maxima* einen weichen, runden Stiel, der höchstens gestreift, aber nie gefurcht ist.

*Cucurbita moschata* einen fünfkantigen, flachgefurchten, an der Frucht in einer fünfeckigen Platte verbreiterten Fruchtstiel. CASTETTER und ERWIN

halten den an der Fruchtsatzstelle verbreiterten Stiel nicht für charakteristisch.

*Cucurbita ficifolia* hat nach BUCHINGER den Fruchtsiel scharf fünfkantig und an der Frucht in einer fünfeckigen Platte verbreitert.

Da die einzelnen Arten so große Unterschiede in der Form des Fruchtsieles zeigen, lag nahe, auch innerhalb der Arten bei den einzelnen Rassen kleinere Verschiedenheiten zu vermuten

Die Kreuzung Tsch. Ölkürbis × Zucchini.

a) Beschreibung der Elternrassen und der F<sub>1</sub>.

Zucchini A und B haben einen fünfkantigen, gefurchten Fruchtsiel, dessen Kanten nahezu parallel zueinander verlaufen; nur unmittelbar an der Basis ist der Stiel etwas verbreitert (Abb. 9, links oben).

Tsch. Ölkürbis besitzt ebenfalls einen fünfkantigen, gefurchten Stiel. Die Kanten verlaufen aber ziemlich schräg zueinander (Abb. 9, rechts oben).



Abb. 9. Fruchtsiele (Näheres im Text).

Die F<sub>1</sub> aus Zucchini A × Tsch. Ölkürbis und auch aus Tsch. Ölkürbis × Zucchini B nimmt eine Zwischenstellung ein: die Kanten sind schräg zueinander aber weniger als bei Tsch. Ölkürbis (Abb. 9, Mitte unten).

Die Farbe des Fruchtsieles wird hier nicht behandelt, da sie durch die Farbe des Sprosses gegeben ist.

b) Analyse der F<sub>2</sub> und F<sub>3</sub>.

In der F<sub>2</sub> und F<sub>3</sub> wurde nur die Ausgangskreuzung Tsch. Ölkürbis × Zucchini B berücksichtigt, da in der P- und F<sub>1</sub>-Generation sich Zucchini A und B als gleich erwiesen haben.

Die Spaltungsergebnisse in der F<sub>2</sub> ließen noch zwei Deutungen zu, nämlich monohybride Spaltung nach dem Schema 1:2:1, oder dihybride Spaltung nach 9:3:4 (vgl. Tab. 22a und b).

Tabelle 22a.

Versuch 4708: 294 Pflanzen.

Fruchtsielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
parallel . . . . .	55	0,74	1 ± 0,10	2,60
schwach schräg . . . . .	168	2,29	2 ± 0,12	2,42
stark schräg . . . . .	71	0,97	1 ± 0,10	0,03

Tabelle 22b.

Fruchtsielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
parallel . . . . .	55	2,99	3 ± 0,36	0,03
schwach schräg . . . . .	168	9,14	9 ± 0,46	0,30
stark schräg . . . . .	71	3,87	4 ± 0,40	0,33

Tabelle 24a, die auf Grund der monohybriden 1:2:1-Spaltung aufgestellt ist, zeigt für parallelkantige und schwach schrägkantige Fruchtsiele sehr hohe D/m-Werte. Für parallelkantig liegt der D/m-Wert sogar schon unter 1% Wahrscheinlichkeit, allerdings noch innerhalb des dreifachen Wertes des mittleren Fehlers. In Tabelle 24b, die gemäß einer dihybriden 3:9:4-Spaltung berechnet wurde, sind die D/m-Werte durchwegs zufriedenstellend.

Bevor ich die einzelnen Gene benenne und charakterisiere, möchte ich aus oben angeführtem Grund erst die Analyse der F<sub>3</sub>-Generationen beschreiben (Tab. 23 bis 31). Durch die Spaltungen in der F<sub>3</sub> kann dann auch das Verhalten der F<sub>2</sub> eindeutig erklärt werden.

Durch das weitere Aufspalten zweier Nachkommenchaften von Pflanzen mit parallelkantigen Fruchtsielen im Verhältnis 3 parallelkantig : 1 stark schräg (Tab. 28 und 29) steht fest, daß monohybride Spaltung nicht in Frage kommt. Die beiden Versuchsreihen zeigen zwar beträchtliche Unterschiede in den D/m-Werten, stellen aber trotzdem homogenes Material dar. Die Homogenitätsprüfung ergab einen P-Wert zwischen 10% und 20%. Das Vorkommen einer F<sub>3</sub>-Generation (von allerdings nur 17 Exemplaren) mit ausschließlich schwach schrägen Kanten der Fruchtsiele, deutet an, daß es sich bei der schwach schrägen Form um eine Auswirkung zweier verschiedener Gene und nicht um intermediäre Wirkung zweier Allele handelt. Die F<sub>3</sub>-Generationen, die Pflanzen mit parallelen, schwach schrägen und stark schrägen Kanten der Fruchtsiele zeigen, sind daher in den Tabellen 25 bis 28 nach dem Spaltungsschema 3:9:4 behandelt. Die Homogenitätsprüfung zwischen diesen F<sub>3</sub>-Generationen und der F<sub>2</sub>-Generation ergab einen P-Wert 20%—30%. Der Sammelversuch (Tab. 27) zeigt ziemlich zufriedenstellende D/m-Werte.

Tabelle 23.

Versuch 4818: 133 Pflanzen, F<sub>2</sub> schwach schräg.

Fruchtsielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
parallel . . . . .	23	3,13	3 ± 0,54	0,24
schwach schräg . . . . .	78	9,02	9 ± 0,69	0,03
stark schräg . . . . .	32	3,85	4 ± 0,60	0,25

Tabelle 24.

Versuch 4825: 46 Pflanzen, F<sub>2</sub> schwach schräg.

Fruchtsielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
parallel . . . . .	5	1,74	3 ± 0,92	1,37
schwach schräg . . . . .	26	9,04	9 ± 1,17	0,03
stark schräg . . . . .	15	5,22	4 ± 1,02	1,20

Tabelle 25.

Versuch 4817: 65 Pflanzen, F<sub>2</sub> schwach schräg.

Fruchtsielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
parallel . . . . .	17	4,18	3 ± 0,77	1,53
schwach schräg . . . . .	31	7,64	9 ± 0,98	1,39
stark schräg . . . . .	17	4,18	4 ± 0,85	0,21

Tabelle 26.

Versuch 4815: 29 Pflanzen, F<sub>2</sub> schwach schräg.

Fruchstielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
parallel . . . . .	10	5,52	3 ± 1,16	2,17
schwach schräg . . .	13	7,17	9 ± 1,47	1,24
stark schräg . . . .	6	3,31	4 ± 1,29	0,54

Tabelle 27.

F<sub>2</sub> + F<sub>3</sub>-Generationen (4818, 4825, 4817, 4815).

Fruchstielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 16		
parallel . . . . .	113	3,19	3 ± 0,26	0,73
schwach schräg . . .	313	8,83	9 ± 0,33	0,52
stark schräg . . . .	141	3,98	4 ± 0,30	0,07

Tabelle 28.

Versuch 4819: 91 Pflanzen, F<sub>2</sub> parallel.

Fruchstielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
parallel . . . . .	68	2,98	3 ± 0,18	0,11
schwach schräg . . .	0	0	0	—
stark schräg . . . .	23	1,02	1 ± 0,18	0,11

Tabelle 29.

Versuch 4826: 81 Pflanzen, F<sub>2</sub> parallel.

Fruchstielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
parallel . . . . .	53	2,62	3 ± 0,19	2,00
schwach schräg . . .	0	0	0	—
stark schräg . . . .	28	1,38	1 ± 0,19	2,00

Tabelle 30.

4819 + 4826.

Fruchstielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
parallel . . . . .	121	2,81	3 ± 0,13	1,46
schwach schräg . . .	0	0	0	—
stark schräg . . . .	51	1,19	1 ± 0,13	1,46

Tabelle 31.

Versuch 4824: 17 Pflanzen, F<sub>2</sub> schwach schräg.

Fruchstielkanten	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
parallel . . . . .	0	0	0	—
schwach schräg . . .	17	4	4	—
stark schräg . . . .	0	0	0	—

Auf Grund der F<sub>2</sub>- und F<sub>3</sub>-Spaltungen werden folgende Gene angenommen: Zucchini *PPmm* und Tsch. Ölkürbis *ppMM*.

Das Gen *P* wirkt dominant und bedingt parallele Kanten des Fruchstieles. Bei Anwesenheit des ihm entsprechenden Allels *p* (homozygot) sind die Kanten stark schräg zueinander.

Das Gen *M* wirkt auf das Gen *P* in der Richtung modifizierend, daß die Kanten schwach schräg gebildet werden; es ist ohne Wirkung auf *p*. Das Gen *m* ist für die Form des Fruchstieles ohne Funktion.

In der F<sub>2</sub> erhält man daher  $\frac{9}{16}$  Stiele mit schwach schrägen Kanten,  $\frac{3}{16}$  Stiele mit parallelen Kanten und  $\frac{3}{16} + \frac{1}{16}$  Stiele mit stark schrägen Kanten. Das Spaltungsschema der F<sub>2</sub> gibt Abb. 10 wieder.

Die Versuchsreihen 4819 und 4836 finden nun folgende Erklärung: die F<sub>2</sub>-Pflanzen entsprachen dem Genotyp *Pp mm*. Ein Viertel der Nachkommen hat die Gene *P* und *m* homozygot, gleicht darin Zucchini

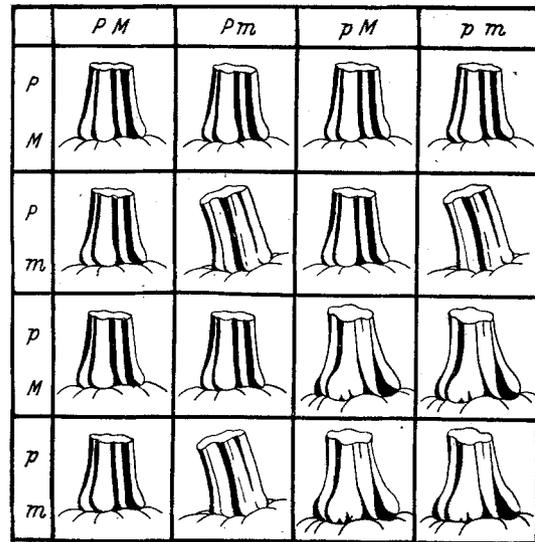


Abb. 10. Spaltungsschema.

und hat parallele Kanten. Die Hälfte der Nachkommen hat *Pp* heterozygot und *m* homozygot; infolge der Dominanz des Genes *P* haben auch diese Pflanzen Fruchstiele mit parallelen Kanten. Das letzte Viertel schließlich hat die Gene *p* und *m* homozygot und daher Fruchstiele mit stark schrägen Kanten.

Der Versuch 4824 (Tab. 31) wäre nach obiger Erklärung aus einer Pflanze vom Genotyp *PPMM* entstanden. Die Nachkommen zeigen alle Fruchstiele mit schwach schrägen Kanten.

Eine letzte Kreuzung, die zum sicheren Beweis meiner Annahme notwendig wäre, mit einer Spaltung in 1 parallele Kanten: 3 schwach schräge Kanten entsprechend (dem Genotyp *PPMm*), war unter den Versuchsreihen nicht vorhanden. Dazu wäre zu bemerken, daß die F<sub>3</sub>-Generationen hauptsächlich in Bezug auf die Samenschale und das Frucht muster, aber ohne Rücksicht auf die Form des Fruchstieles, ausgewählt wurden.

### III. Frucht muster.

#### Einleitung.

Die Fruchtoberfläche ist bei der Gattung *Cucurbita* einfarbig oder gemustert. Das Muster tritt als Netz, in Streifen oder in Flecken auf. Es können auf ein und derselben Frucht auch zwei Muster übereinander gelagert sein.

Bei den Formen der Art *Cuc. pepo*, die in dieser Arbeit behandelt werden, verhält sich das Muster in einer Hinsicht gleich. Die ganze Frucht wird von einem Netzmuster überzogen, das bei Zucchini und bei Tsch. Ölkürbis verschieden gefärbt ist; es hebt sich deutlich vom helleren Grund ab. An den fünf Zwischenkanten, bei breiten Früchten auch an den fünf Zwischenkanten, ist dieses Netz etwas dichter und kann daher von weitem betrachtet einen dunkleren Streifen hervorrufen (Abb. 11). Da dieses Muster bei beiden Zucchiniarten und bei Tsch. Ölkürbis in glei-

cher Weise auftritt (unberücksichtigt bleibt dabei die Farbe), wird in der weiteren Arbeit nur die Zeichnung

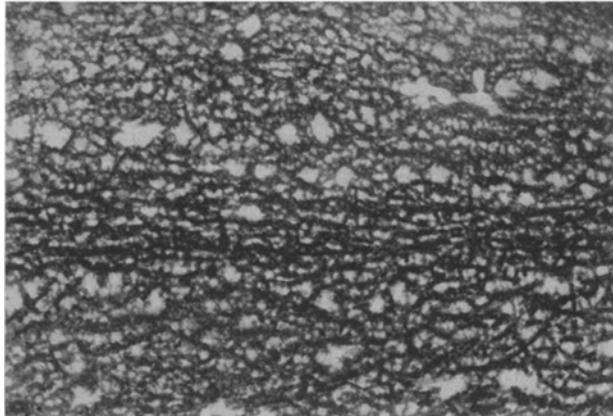


Abb. 11. Netzmuster.

im Zwischenkantenstreifen „Muster“ genannt. Ein zweites, überlagertes Muster tritt also im Zwischenkantenstreifen auf.

Die Kreuzung Zucchini  $\times$  Tsch. Ölkürbis.

a) Beschreibung der Elternrassen und der  $F_1$ .

Die Beschreibungen dieses Abschnittes erfolgen auf Grund der mir von Herrn Prof. BURGEFF überlassenen Versuchsprotokolle.

Wie einleitend erwähnt, wurden im Jahre 1946 in Bezug auf das Fruchtmuster zwei Zucchinielinien für die Ausgangskreuzungen verwendet: Linie A hatte kein Muster im Zwischenkantenstreifen, Linie B einen ganz dunkelgrünen Zwischenkantenstreifen.

Tsch. Ölkürbis ist gemustert. Ein dunkleres Netz bedeckt die Streifen zwischen den Kanten. Die vom Muster eingenommene Zwischenkantenfläche beträgt 75%—100%.

Die  $F_1$  hatten natürlich je nach der verwendeten Zuchinolinie verschiedenes Fruchtmuster. Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis gab Früchte mit netzartigem

eine  $F_1$ -Geschwisterkreuzung und eine Rückkreuzung folgender Kombination vorgenommen worden: (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini)  $\times$  (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis) bzw. Zucchini B  $\times$  (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis). Auch diese beiden Nachkommenschaften wurden im nächsten Jahr mit angebaut und gerade durch sie konnte die fehlende Kreuzung Zucchini A  $\times$  Zucchini B, also die Kreuzung zwischen „musterlos“ „dunkel gemustert“, gewissermaßen ersetzt werden.

b) Spaltungen in der  $F_2$  und den Rückkreuzungen.

Die ersten beiden Tabellen bringen die  $F_2$ -Spaltungen der Ausgangskreuzung Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis (Tab. 32 und 33).

Tabelle 32.

Versuch 4703: (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis) selbst, 231 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	65	1,13	1 $\pm$ 0,11	1,10
25%—50% . . . . .	106	1,84	2 $\pm$ 0,13	1,23
75%—100% . . . . .	60	1,04	1 $\pm$ 0,11	0,36
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	0	0	0	—

Es wurden gefunden: ein Viertel der Pflanzen mit musterlosen Früchten wie Zucchini A, die Hälfte aller Pflanzen mit Früchten, die im Muster der  $F_1$  gleichen, ein Viertel mit Früchten, die Muster wie Tsch. Ölkürbis zeigen. Eine weitere Selbstung dieser Art verhielt sich ähnlich; allerdings müssen die einzelnen Mustergruppen um jeweils rund 25% reduziert werden

Tabelle 33.

Versuch 4706: (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis) selbst, 136 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	30	0,88	1 $\pm$ 0,15	0,80
1%—25% . . . . .	73	2,14	2 $\pm$ 0,17	0,82
50%—75% . . . . .	33	0,97	1 $\pm$ 0,15	0,20
50%—75% <sup>d</sup> . . . . .	0	0	0	0

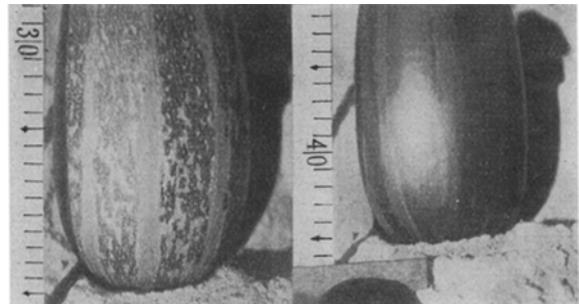


Abb. 12. Die 4 verschiedenen Musterarten. Von links nach rechts:

musterlos, in den Tabellen mit 0% bezeichnet. Entspricht dem Genotyp  $uu$ ,  
 25—50% des Zwischenkantenstreifens mit netzartigem Muster Genotyp  $u_n u_n$

75—100% des Zwischenkantenstreifens mit netzartigem Muster. Genotyp  $u_n u_n$  oder  $U_n$ .  
 dunkles Muster, in den Tabellen mit 75—100%<sup>d</sup> bezeichnet Genotyp  $UU$  oder  $Uu_n$ . (Näheres im Text.)

Muster; doch nur 25%—50% des Zwischenkantenstreifens waren vom Muster bedeckt. Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B gab Früchte, die denen des Zucchini B glichen. Diese beiden  $F_1$  wurden geselbstet, und mit Tsch. Ölkürbis rückgekreuzt. Zufälligerweise waren

(Tab. 33). Die ganze Versuchsreihe verhielt sich aber auch hinsichtlich anderer Eigenschaften (Fruchtgröße, Fruchtfleischstärke, lockeres Gewebe im Inneren der Frucht usw.) völlig aus der Reihe fallend. Unter oben angegebener Bedingung ist jedoch das 1 : 2 : 1-Verhält-

dis gewahrt. Möglicherweise ist der geänderte Anteil es Musters durch die auffallende Größe der Früchte bedingt (sämtliche Früchte waren durchschnittlich doppelt so groß als die in den anderen Nachkommenschaften).

Auf Grund dieser Kreuzungen wurde bei Tsch. Ölkürbis ein Gen  $u_n$  (das Suffix  $n$  = netzartig) für die Ausbildung des Musters angenommen. Zucchini A = ungemustert hat das Allel  $u$ , das kein Muster bedingt. Das Tschermakgen wirkt nur schwach dominant; ist es heterozygot, haben die Früchte nur 25% bis 50% des Zwischenkantenstreifens mit netzartigem Muster bedeckt.

Der Versuch 4708 umfaßte die Nachkommenschaft einer  $F_1$ -Selbstung (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B). Die zahlenmäßige Auswertung des Versuches gibt Tabelle 34 wieder.

Tabelle 34.

Versuch 4708: (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B) selbst, 314 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0 +	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	92	1,17	1 $\pm$ 0,10	1,17
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	222	2,83	3 $\pm$ 0,10	1,17

In diesem Versuch haben drei Viertel aller Versuchspflanzen Früchte mit dunklem Muster. Ein Viertel gleicht im Muster Tsch. Ölkürbis. Aus dieser Kreuzung ging hervor, daß auch der dunkel gemusterte Zucchini B nur einen Faktor für die Ausgestaltung des Musters haben kann. Dieser Faktor  $U$  ist offensichtlich dominant (3:1-Spaltung) über das Allel  $u_n$  des Tsch. Ölkürbis.

Die Rückkreuzungen der beiden  $F_1$  mit Tsch. Ölkürbis bestätigten diese Annahmen.

Tabelle 35.

Versuch 4739: Tsch. Ölkürbis  $\times$  (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis), 74 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	36	1,95	2 $\pm$ 0,23	0,22
75%—100% . . . . .	38	2,05	2 $\pm$ 0,23	0,22
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	0	0	0	—

Tabelle 36.

Versuch 4738: Tsch. Ölkürbis  $\times$  (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B), 97 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	46	1,90	2 $\pm$ 0,20	0,50
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	51	2,10	2 $\pm$ 0,20	0,50

Die Rückkreuzung der  $F_1$  aus (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis) mit Tsch. Ölkürbis zeigt zu gleichen Teilen Pflanzen mit Früchten, deren Zwischenkantenstreifen zu 25–50% mit netzartigem Muster bedeckt ist also entsprechend der Formel  $u u_n$ , und Pflanzen deren Früchte Tsch. Ölkürbis gleichen =  $u_n u_n$ .

Die zweite Rückkreuzung Tsch. Ölkürbis  $\times$  (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B) weist ebenfalls 2:2-Spaltung auf. Die eine Hälfte der Pflanzen hat Früchte wie

Tsch. Ölkürbis, ihr Genotyp entspricht der Formel  $u_n u_n$ . Die andere Hälfte hat dunkel gemusterte Früchte wie Zucchini B, ihr Genotyp ist  $U u_n$ .

Sehr wichtige Ergebnisse brachten die folgenden beiden Versuche (Tab. 37 und 38).

Tabelle 37.

Versuch 4713: (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zucchini B)  $\times$  (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis), 337 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	80	0,95	1 $\pm$ 0,09	0,55
75%—100% . . . . .	172	2,04	2 $\pm$ 0,10	0,40
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	85	1,01	1 $\pm$ 0,09	0,11

Tabelle 38.

Versuch 4718: Zucchini B  $\times$  (Zucchini A  $\times$  Tsch. Ölkürbis), 34 Pflanzen.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	14	1,65	2 $\pm$ 0,35	1,03
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	20	2,35	2 $\pm$ 0,35	1,03

Durch die Kreuzung 4713 und die Rückkreuzung 4718 konnte nun der Beweis erbracht werden, daß es sich bei dem Mustergen des Tsch. Ölkürbis und dem des dunklen Zucchini um Allele und nicht um zwei verschiedene Gene handelt. Beide Versuche zeigen Monohybridspaltung, die in dieser Form unmöglich wäre, wenn zwei verschiedene, frei kombinierbare Gene in die Kreuzung eingegangen wären. Allerdings könnte man auch zwei praktisch absolut gekoppelte Gene annehmen. Durch verschiedene andere Beobachtungen an den reinen Rassen und anderen Versuchsreihen erscheint aber die erste Erklärung wahrscheinlicher. Gleichzeitig lassen die beiden zuletzt erwähnten Versuche auch das Verhalten des Tsch.-Mustergens zum Zuchinmusterger feststellen. Die Benennung der einzelnen Allele des Mustergenes erfolgte hauptsächlich unter Berücksichtigung dieser Versuche. Bei den in dieser Arbeit beschriebenen Rassen tritt das Mustergen in folgenden Allelen auf:

$U$  = Mustergen des dunklen Zucchini;

$u_n$  = das dem Mustergen  $U$  entsprechende Allel des Tsch. Ölkürbis (das Suffix  $n$  bedeutet „netzartig“), bedingt 75%—100% netzartiges Muster im Zwischenkantenstreifen.

$u$  = das Allel des ungemusterten Zucchini.

$U$  ist dominant über  $u_n$ . Pflanzen vom Genotyp  $UU$  oder  $U u_n$  haben Früchte mit dunklen Zwischenkantenstreifen. Mit dem Allel  $u$  zeigt  $U$  intermediäre Wirkung, d. h. es ist nur schwach dominant über  $u$ . Früchte von Pflanzen des Genotyp  $Uu$  haben Zwischenkantenstreifen, die zu 75%—100% von netzartigem Muster bedeckt sind.

$u_n$  ist also rezessiv gegenüber  $U$ . Über das Allel  $u$  ist es schwach dominant;  $u_n u$ -Pflanzen haben Früchte, deren Zwischenkantenstreifen zu 25%—50% von netzartigem Muster bedeckt sind.

$u$  ist das rezessivste Allel der Reihe. Es verhält sich wenn auch schwach, rezessiv zu den Allelen  $U$  und  $u_n$ .

Die Wirkung der Allele untereinander zeigte wie oben erwähnt die  $F_1$ -Kreuzung (Tsch. Ölkürbis  $\times$  Zuc-

chino B) × (Zucchini A × Tsch. Ölkürbis); eine schematische Darstellung der Verhältnisse in dieser Kreuzung gibt Abb. 13. Es zeigt sich hier (vgl. Zahlenwerte Tab. 37), daß die 50% der Pflanzen, die Früchte wie Tsch. Ölkürbis haben, im Genotyp nicht gleich sind: einmal wird das Muster wie bei Tsch. Ölkürbis durch das homozygote  $u_n$  hervorgerufen,

♂ \ ♀	$U$	$U_n$
$U_n$	$U_n U$ 25%—50%	$U_n U_n$ 75%—100%
$U$	$U U$ 25—100%	$U U_n$ 75%—100%

Abb. 13. Schematische Darstellung des Versuches 4713.

zum anderen aber durch die intermediäre Wirkung zwischen  $U$  und  $u$ . Die dunkelfrüchtigen Pflanzen sind heterozygot  $U u_n$ . Früchte mit 25%—50% netzartig gemusterten Zwischenkantenstreifen sind von Pflanzen des Genotyp  $u u_n$ .

Die Rückkreuzung 4718 kann nun auch erklärt werden: die eine Hälfte der Pflanzen gehört dem Genotyp  $U u$  an; die Früchte gleichen im Aussehen denen des Tsch. Ölkürbis. Die zweite Hälfte der Pflanzen ist heterozygot  $U u_n$ , die Früchte sind infolge der vollkommenen Dominanz des Alleles  $U$  über  $u$  dunkel gemustert.

Über das Muster, welches das Allel  $U$  heterozygot mit  $u$  hervorruft, können hier nicht näher beschriebene Kreuzungsversuche zwischen einem ungemusterten steyr. Ölkürbis und einer dunkel gemusterten Cocozelle Auskunft geben. Die  $F_1$  gab durchwegs Früchte, die zu 75%—100% im Zwischenkantenstreifen mit netzartigem Muster bedeckt waren. Ohne das Mustergen der Cocozelle mit dem des Zucchini B, und das des steyr. Ölkürbis mit dem des Zucchini A identifizieren zu wollen, glaube ich doch, durch diesen Versuch den Beweis zu erbringen, daß  $U u$  75%—100% netzartiges Muster im Zwischenkantenstreifen hervorrufen kann.

c) Die Analyse der  $F_3$ .

In der  $F_3$  wurden die Nachkommen der Ausgangskreuzungen Tsch. Ölkürbis × Zucchini B und der Rückkreuzung Tsch. Ölkürbis × (Zucchini A × Tsch. Ölkürbis) weiter geprüft, um die Annahmen, wie sie auf Grund der  $F_2$  gemacht worden waren, zu bestätigen. Von ganz besonderem Interesse wäre allerdings die Nachkommenschaftsprüfung der  $F_1$ -Kreuzung (Tsch. Ölkürbis × Zucchini B) × (Zucchini A × Tsch. Ölkürbis) also des Versuches 4713 gewesen. Da gerade in diesem Versuch keine selbstbestäubten Pflanzen vorhanden waren, muß das Verhalten des Alleles  $U$  zum Allel  $u$  vorläufig nur aus der Analyse der  $F_2$  als bestätigt gelten.

Die ersten drei Versuche, die hier behandelt sind, sind Nachkommenschaften der Rückkreuzung Tsch. Ölkürbis × (Zucchini A × Tsch. Ölkürbis); die Pflanzen können daher nur die Allele  $u_n$  und  $u$  enthalten. Die hier aufgetretenen Spaltungszahlen zeigen die Tab. 39 bis 42.

Tabelle 39.

Versuch 4818:  $F_2$ -Frucht 25%—50% Muster, 157 Pflanzen, Formel  $u u_n$ .

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	42	1,07	$1 \pm 0,14$	0,50
25%—50% . . . . .	78	1,99	$2 \pm 0,16$	0,06
75%—100% . . . . .	37	0,94	$1 \pm 0,14$	0,43
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	0	0	0	—

Tabelle 40.

Versuch 4830:  $F_2$ -Frucht 25%—50% Muster, 99 Pflanzen, Formel  $u u_n$ .

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	23	0,93	$1 \pm 0,17$	0,41
25%—50% . . . . .	47	1,90	$2 \pm 0,20$	0,50
75%—100% . . . . .	29	1,17	$1 \pm 0,17$	1,00
75%—100% . . . . .	0	0	0	—

Tabelle 41.

Versuch 4814a:  $F_2$ -Frucht 25%—50% Muster, 51 Pflanzen Formel  $u u_n$ .

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	13	1,02	$1 \pm 0,24$	0,08
25%—50% . . . . .	27	2,12	$2 \pm 0,28$	0,43
75%—100% . . . . .	11	0,86	$1 \pm 0,24$	0,58

Alle drei Versuche zeigen die erwartete Monohybridspaltung 1:2:1. Ein Viertel der Früchte ohne Muster wie Zucchini A, die Hälfte gleicht im Muster der  $F_1$  und das letzte Viertel zeigt Muster wie Tsch. Ölkürbis. Das Allel  $u_n$  mit deutlich schwach dominantem Charakter. Die drei Versuchsreihen stellen übrigens homogenes Material dar (P-Wert 70%—80%). Die summierten Versuchsdaten gibt Tabelle 42 wieder.

Tabelle 42.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	78	1,02	$1 \pm 0,10$	0,20
25%—50% . . . . .	152	1,98	$2 \pm 0,11$	0,18
75%—100% . . . . .	77	1,00	$1 \pm 0,10$	0,00
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	0	0	0	—

Die im Folgenden angeführten Versuchsreihen sind Nachkommen der  $F_1$ -Selbstung Tsch. Ölkürbis × Zucchini B. In Bezug auf das Mustergen können nur die Allele  $U$  und  $u_n$  vorkommen. Die Elternpflanzen der ersten vier  $F_3$ -Generationen hatten Früchte mit dunklem Muster (Tab. 43 bis 46).

Tabelle 43.

Versuch 4816:  $F_2$ -Frucht 75%—100%<sup>d</sup>, 54 Pflanzen, Formel  $U u_n$ .

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	15	1,11	$1 \pm 0,24$	0,46
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	39	2,89	$3 \pm 0,24$	0,46

Tabelle 44.

Versuch 4825: F<sub>2</sub>-Frucht 75%—100%<sup>d</sup>, 59 Pflanzen, Formel *Uu<sub>n</sub>*.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	11	0,75	1 ± 0,23	1,14
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	48	3,25	3 ± 0,23	1,14

Tabelle 45.

Versuch 4833: F<sub>2</sub>-Frucht 75%—100%<sup>d</sup>, 49 Pflanzen, Formel *Uu<sub>n</sub>*.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	10	0,82	1 ± 0,25	0,72
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	39	3,18	3 ± 0,25	0,72

Tabelle 46.

Versuch 4834: F<sub>2</sub>-Frucht 75—100%<sup>d</sup>, 53 Pflanzen, Formel *Uu<sub>n</sub>*.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	14	1,06	1 ± 0,24	0,21
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	39	2,94	3 ± 0,24	0,21

Wie aus den Spaltungsergebnissen hervorgeht, waren die Elternpflanzen heterozygot *Uu<sub>n</sub>*. Ein Viertel der Nachkommen hatte Früchte wie Tsch. Ölkürbis und drei Viertel mit dunklem Muster wie Zucchini B. Das Allel *U* ist demnach dominant. Die einzelnen Versuche ergaben bei der Homogenitätsprüfung einen P-Wert zwischen 60% und 70%. Der D/m-Wert des Sammelversuches beträgt 0,58.

Der folgende Versuch stammt ebenfalls von einer dunkelfrüchtigen F<sub>2</sub>-Pflanze ab. Das Muster war aber bei ihr homozygot bedingt, wie aus Tabelle 47 hervorgeht. Der Genotyp der Elternpflanze war *UU*. Alle Nachkommen mit dunklen Früchten.

Tabelle 47.

Versuch 4822: F<sub>2</sub>-Frucht 75%—100%<sup>d</sup>, 100 Pflanzen, Formel *UU*.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	100	4	4	—

Die weiteren drei Versuchsreihen zeigen das Verhalten von F<sub>3</sub>-Generationen, die von F<sub>2</sub>-Pflanzen stammten, welche im Muster Tsch. Ölkürbis glichen. Erwartungsgemäß trat in der F<sub>3</sub> keine Spaltung ein. Der Genotyp der Elternpflanzen entsprach der Formel *u<sub>n</sub>u<sub>n</sub>*. Die zusammengefaßten Versuchsdaten gibt Tabelle 48.

Tabelle 48.

Versuche 4824, 4827, 4828: F<sub>2</sub>-Früchte 75%—100%, Formel *u<sub>n</sub>u<sub>n</sub>*.

Muster bedeckt im Zwischenkantenstreifen	Beobachtet		Theoretisches Verhalten	D/m
	abs.	pro 4		
0% . . . . .	0	0	0	—
25%—50% . . . . .	0	0	0	—
75%—100% . . . . .	80	4	4	—
75%—100% <sup>d</sup> . . . . .	0	0	0	—

Die Analyse der F<sub>3</sub> hat damit die Annahmen, die auf Grund der F<sub>2</sub> gemacht wurden durchaus bestätigt, soweit die Bestätigung mangels der fehlenden 4713 Nachkommenschaft überhaupt gebracht werden konnte.

**IV. Fruchtform.**

Wie im Laufe der Arbeit betont, wurden die Versuchspflanzen hauptsächlich auf Grund der Testaform und des Fruchtusters ausgewählt. Andere Eigenschaften wurden nur nebenbei und so weit als möglich berücksichtigt. Daraus erklärt sich, daß über die Fruchtform nur einige grundsätzliche Bemerkungen gemacht werden können.

Wie schon SINNOT berichtet, wird die Fruchtform unabhängig vom Gewicht (also von der Fruchtgröße) vererbt. In der gleichen Arbeit bemerkt SINNOT, daß die Formzahlen viel bessere Spaltungsergebnisse aufweisen als die Längen- und Breitenmessungen selbst. Diese Beobachtung machte ich an meinem Versuchsmaterial ebenfalls. Wie SINNOT in einer weiteren Arbeit feststellt, ermöglichen jüngere Entwicklungsstadien der Frucht bzw. Messungen am Fruchtknoten eine genauere Analyse der Vererbung. Auch diese Tatsache bestätigten meine Versuche. Bei der Auswertung konnte sie leider nicht berücksichtigt werden. Die Früchte bzw. Fruchtknoten müßten nämlich während der Hauptblütezeit gemessen werden. Gerade dieser Zeitraum wird aber zur Gänze für die Bestäubung benötigt. Später bereitet es Schwierigkeiten an allen Pflanzen eines Versuches Früchte bzw. Fruchtknoten gleichen Alters zu finden.

An Hand der Tabelle 49 will ich daher nur folgende, mehr allgemeine Beobachtungen anführen. Die Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Versuche unter Berücksichtigung der Fruchtform, bestimmt an der reifen Frucht. Die Fruchtform wird charakterisiert durch das Verhältnis der Fruchtlänge zur Fruchtbreite. Jede Frucht erhält eine bestimmte Formzahl. Die Formzahl 2,5 bedeutet beispielsweise, daß die Frucht 2,5mal länger als breit ist. Die Formzahl 0,9 würde bedeuten, daß die Frucht 0,9mal länger als breit ist, die Frucht ist also breiter als lang, in diesem Fall fast kugelig. Wie zu sehen, ist dabei die absolute Größe der Frucht ohne jede Bedeutung. In der Tabelle sind die einzelnen Klassen der Fruchtform durch das Klassenmittel gegeben. Der Spielraum zwischen den Klassen beträgt 0,10. Für die Elternrassen, die F<sub>1</sub> und die F<sub>3</sub>-Generationen, welche nur einen Häufungspunkt zeigen, ist ferner der Mittelwert berechnet.

Die beiden Zucchiniinlinien verhalten sich gleich und haben etwas länglichere Früchte als Tsch. Ölkürbis. Der Mittelwert für Zucchini (hier Stamm 4801) beträgt 2,59. Der Mittelwert für Tsch. Ölkürbis ist 2,12. Die F<sub>1</sub> verhält sich ziemlich genau intermedär; der Mittelwert von 2,34 ist um 0,22 größer als der Mittelwert von Tsch. Ölkürbis und um 0,25 kleiner als der Mittelwert von Zucchini. Zur F<sub>2</sub> 4707 kann nur bemerkt werden, daß die Streuung wesentlich größer ist als in der F<sub>1</sub> und auch über den Streubereich der Eltern hinausgeht. Alle weiteren Erklärungsversuche wären an Hand des geringen Materials höchst zweifelhafter Natur. An dieser Stelle muß ich noch begründen, warum ich nur die eine F<sub>2</sub>-Generation in die Tabelle aufnahm und nicht alle mir zur Verfügung



holzung in der Samenschalenwand bedingt. Durch die genetische Analyse der Kreuzung Zucchini  $\times$  Tsch. Ölkürbis wird gezeigt, daß zwei Gene für die Verholzung der Samenschalenwand verantwortlich sind. Diese beiden Gene werden bei Zucchini A und B als *H* (Hauptverholzungs-gen) und *N* (Nebenverholzungs-gen) bezeichnet. Tsch. Ölkürbis hat die Gene *h* und *n*. Die einzelnen Genotypen und ihr weiterer Erbgang werden an der  $F_3$  beschrieben.

Der zweite Teil der Arbeit behandelt die Vererbung der Form des Fruchtstieles. Es werden zwei Gene angenommen: bei Zucchini A und B die Gene *P* (parallelkantig) und *m* (keine Modifikation), bei Tsch. Ölkürbis *p* (nicht parallelkantig = stark schräg) und *M* (Modifikations-gen).

Im dritten Teil der Arbeit wird über die Vererbung des Fruchtformens berichtet. Das Mustergen des Zucchini *BU* und des Tsch. Ölkürbis *u<sub>n</sub>* sind als Allele aufzufassen. Das entsprechende Allel des ungemusterten Zucchini A ist *u*.

Der vierte Teil der Arbeit bringt einiges Grundsätzliche über die Vererbung der Fruchtform. Zur genauen Analyse ist das Material zahlenmäßig unzureichend.

Abschließend wird für Zucchini A die Formel *HH NN PP mm uu*, für Zucchini B die Formel *HH NN PP mm UU* und für Tsch. Ölkürbis die Formel *hh nn pp MM u<sub>n</sub>u<sub>n</sub>* aufgestellt.

#### Literaturverzeichnis.

1. BERKERN: Der schalenlose Kürbis, ein Fett- und Eiweißlieferant. Züchter, 123—126 (1940). — 2. BUCHINGER, A.: Die wichtigsten europäischen Kürbisarten. Gartenbauwiss. 18, H. 3, 311—332 (1944). — 3. BUCHINGER, A.: Kürbiszüchtung. Die Bodenkultur, 2.

Jahrg., H. 1, 10—27 (1948). — 4. CASTETTER, E. F. und A. T. ERWIN: A Systematic Study of Squashes and Pumpkins. Iowa Agricultural Experiment Station Bulletin 244, 107—135 (1927). — 5. CURTIS, L. C.: Yankee Hybrid Summer Squash. Connecticut Agricultural Experiment Station Circular 152. 61—65 (1942). — 6. JOHANNSEN, W.: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena: G. Fischer 1913. — 7. KAPPERT, H.: Die Vererbungswissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Berlin und Hamburg: P. Parey 1948. — 8. LUDWIG, R. und R. FREISLEBEN: Über neuere statistische Methoden zur Auswertung von Koppelungsversuchen vor allem in der Pflanzenzüchtung. Z. f. Pflanzenzüchtung 24, H. 4. 523—538. — 9. REINHOLD: Korrelationen beim schalen- und rankenlosen Kürbis als Grundlagen der Vorselektion. Züchter 177—180 (1937). — 10. SINNOT E. W.: The Independence of Genetic Factors governing Size and Shape in the Fruit of *Cucurbita Pepo*. Jour. Heredity 22, (1931). — 11. SINNOT, E. W. und G. B. DURHAM: Developmental History of the Fruit in Lines of *Cucurbita Pepo* differing in Fruitshape. Bot. Gaz. 87, 411—421 (1929). — 12. SINNOT, E. W. und D. HAMMOND: Factorial Balance in the Determination of Fruitshape in *Cucurbita*. Am. Nat. 64, 509—524 (1930). — 13. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. Jena: G. Fischer 1948. — 14. ALEFELD, F.: Landwirtschaftliche Flora. Berlin: Wiegandt u. Hempel 1866. — 15. FRIMMEL, F.: Die züchterische Bedeutung der Remontierfähigkeit. Gartenbauforschung im Dienste der Kriegsernährung (1943). — 16. KLEMM, M.: Der Kürbis und seine Bedeutung als Ölpflanze. Forschungsdienst 11, 676—698 (1941). — KLEMM, M.: Über neue Kürbissorten in Deutschland. Mitt. D. L. G. 1, Nr. 3, 42—44 (1948). — 18. TSCHERMAK, E. v.: Der Kürbis mit schalenlosen Samen und deren Verwertung zur Ölgewinnung und als Mandelersatz. 11. intern. Gartenbau-Kongreß in Rom, Nr. 10 (1935). — 20. SCHITENEWA, N. E.: Allgemeine sowjetische staatliche Samenkontrolle der Nationalen Ackerbau-Kommission der USSR, Autorenbrigade der Spezialisten der staatlichen Samenkontrolle. Führer durch die Sortenkontrolle über Gemüsearten, Kürbisgewächse und Futterwurzelfrüchte. Moskau-Leningrad: Landw. staatl. Verlag. — 21. WHITACKER, T. W.: Fertile gourd-pumpkin hybrids. Jour. Hered. 23, 425—430 (1932).

## Untersuchungen an polyploiden Pflanzen.

### X. Weitere Beiträge zur Sexualität polyploider Pflanzen.

Von F. und H. SCHWANITZ.

Mit 9 Textabbildungen.

In einer früheren Veröffentlichung dieser Reihe<sup>1</sup> wurde versucht, die verminderte Fertilität polyploider Pflanzen zu analysieren. Es konnte hierbei gezeigt werden, daß die verminderte Fruchtbarkeit der Polyploiden auf eine Herabsetzung der Sexualität dieser Pflanzen zurückgeht: das Verhältnis der vegetativen und der reproduktiven Teile der Pflanzen ist zuungunsten der reproduktiven Teile verschoben, die Blüten werden zuweilen bereits im Knospenstadium abgeworfen, die Zahl der Samenanlagen und Samen ist reduziert, die Anzahl der zur Entfaltung kommenden Blüten ist häufig erheblich geringer und die Neigung zur Verkümmern von Antheren oder Antherenhälften ist erhöht. Aus dem Verlauf des Blühens bei Arten mit verschiedener Blühdauer sowie auf Grund des Trockensubstanzgehaltes und der chemischen Zusammensetzung von Früchten und Samen wurde weiter geschlossen, daß die Herabsetzung der Sexu-

alität bei den Polyploiden auf eine Verlangsamung der Stoffbewegungen in der Pflanze zurückzuführen sei. Das Trägerwerden der Stoffleitung wird andererseits durch die Vergrößerung der Zellen und die dadurch hervorgerufenen morphologischen und physiologischen Veränderungen bei den Polyploiden zu erklären versucht, durch die Verkleinerung des Quotienten Zelloberfläche: Zellvolumen und die dadurch bedingte Verschlechterung des Stoffwechsels und der Stoffleitung. Es wurde seinerzeit bereits betont, daß diese Vorstellungen noch einer weiteren experimentellen Unterbauung bedürften. Eine Reihe weiterer Untersuchungen zur Klärung dieses Problems wurde daher im Sommer und Herbst 1949 durchgeführt.

Das Material für diese Untersuchungen stammte von Pflanzen, die von uns selbst durch Behandlung der Keimpflanzen mit Colchicin polyploid gemacht worden waren. Als diploides Vergleichsmaterial wurde entweder das diploide Ausgangsmaterial oder Absaaten davon benutzt. Die statistische Auswertung der Versuche erfolgte nach den üblichen Methoden

<sup>1</sup> Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. V. Zur Sexualität polyploider Pflanzen. Züchter 19, H. 11—12, 1949.