

Aus der Forschungsstelle für Getreidezüchtung der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Kloster Hadmersleben, und dem Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Hohenthurm

## Mutationsversuche an Weizen-Roggenbastarden (*Triticale*)

### III. Mutationsauslösung bei *Triticale* Meister und *Triticale* 8324

Von F. K. VETTEL

Mit 15 Abbildungen

#### I. Einleitung

In der vorliegenden Teilarbeit werden die Ergebnisse der Mutationsauslösung bei *Triticale* Meister und *Triticale* 8324 besprochen. Da bereits im ersten Teil dieser Arbeit (VETTEL 1959) die Literatur, die Problemstellung und das Ausgangsmaterial behandelt wurden, können wir uns auf einen kurzen Hinweis beschränken.

Einerseits schien der *Triticale* Rimpau als älteste und gut erforschte *Triticale*-Form am geeignetsten als Ausgangsmaterial für eine künstliche Mutationsauslösung, andererseits bereitet gerade diese Form durch ihre „Ährenbrüchigkeit“, mangelnde Standfestigkeit und schlechte Winterfestigkeit große Schwierigkeiten besonders bei einer routinemäßigen Erhaltung der einzelnen Mutantenlinien.

Es war also angebracht, die erzielten Ergebnisse an anderen *Triticale*-Formen zu überprüfen. Zum anderen sollte nachgeprüft werden, inwieweit die Mutationsspektren bei den 3 verwendeten *Triticale*-Formen unterschiedlich sind.

#### II. Material und Methodik

Die beiden konstant intermediären *Triticale*-Formen, *Triticale* Meister und Stamm 8324, sind bereits früher (VETTEL 1959) beschrieben worden. Die Bestrahlungstechnik, die Anbautechnik, die Auszählungen, Fertilitätsbestimmungen, Kornbonituren und TKG- bzw. HKG (Hundertkorngewicht)-Bestimmungen wurden nicht verändert. Die Bestrahlungsgenerationen ( $X_1$ ,  $X_1'$ ) und die erste Auslesegeneration ( $X_2$ ) wuchsen in Hohenthurm, die Bestätigungsgenerationen ( $X_3$ ,  $X_3'$ ) und die 2. Auslesegeneration ( $X_3'$ ) in Hadmersleben heran.

Der schnelleren Übersicht wegen ist in Abb. 1 noch einmal die Methodik des bestrahlten „Einkornramsches“ und die Generationsfolge dargestellt.

Auf Grund des bereits beschriebenen Dosistestes (VETTEL 1959) wurden beide Formen mit 16 kr ( $LD_{50}$ ) bestrahlt. Die einzelnen Dosisstufen (11–18 kr) wurden bis  $X_3$  getrennt angebaut und verarbeitet, so daß die Mutationsrate in Abhängigkeit von der Dosis ermittelt werden konnte.

Für die bereits in  $X_3$  ausgeglichenen Mutantenlinien wurde, nach Mutantenklassen zusammengefaßt, die durchschnittliche Wuchshöhe, Jugendentwicklung und Bestockung ermittelt.

Zytologisch untersucht wurden nur Mitosen.

Die Wurzelspitzen wurden nach (TJIO und LEVAN 1950) mit Oxychinolin behandelt und mit Orcein gefärbt.

Untersucht wurden die Ausgangsformen und einige der am häufigsten vertretenen Mutanten. Von *Triticale* 8324 wurden einzelne Siebfraktionen untersucht mit dem Ziel, diejenige Fraktion herauszufinden, die die geringste Aneuploidienrate aufweist.

Zur Ermittlung der Keimwurzelzahlen von Weizen (Hadm. Wi. Wz. IV), Roggen (Hellkorn II) und *Triticale* 8324 (Hadm. Wi. Wz. IV  $\times$  Panzerroggen)  $\times$  *Triticale* Rimpau wurden  $5 \times 100$  Korn je Varietät bzw. Siebfraktion in einem Keimapparat auf Fließpapier bei Zimmertemperatur angesetzt und nach  $3 \times 24$  Std. ausgezählt.

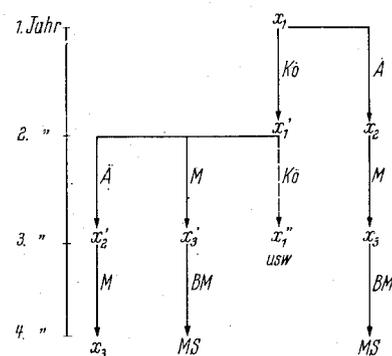


Abb. 1. Übersicht der Generationsfolge (Ä = Ähren, M = Mutanten, BM = bestätigte Mutanten.).

#### III. Ergebnisse

##### 1. Die Bestrahlungsgenerationen

##### a) $X_1$ und $X_1'$ *Triticale* 8324 (16 kr)

Ein lückiger Bestand nach dem Ährenschieben war die Folge einer kontinuierlichen Reduzierung der Pflanzenzahl (vgl. Tab. 1). Bezüglich der Wuchshöhe und des Termins des Ährenschiebens konnten gegenüber der Kontrolle keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden, obwohl die Jugendentwicklung zunächst verzögert war. Die durchschnittliche Fertilität lag mit 1,47 Korn/Ährchen sehr gut signifikant ( $p < 0,1\%$ ) unter der der Kontrolle (1,77 Korn/Ährchen).

In dem bestrahlten „Mehrkornramsches“  $X_1'$  war die Reduzierung der Pflanzenzahl ungefähr doppelt so hoch (vgl. Tab. 1). Die Entwicklungsverzögerung machte sich in einer Verminderung der Wuchshöhe (15–20 cm) und verspätetem Ährenschieben (5 bis 6 Tage) gegenüber der Kontrolle bemerkbar.

Diese Entwicklungsverzögerung und Hemmung sowie die verstärkte Bestandsreduzierung deutet wiederum darauf hin, daß auf den  $X_1$ -Pflanzen Saatgut mit verminderter Vitalität heranwächst. Wird solches Saatgut erneut bestrahlt, so dürften sich die Belastungen wenigstens teilweise summieren.



Abb. 2 a.

Abb. 2. Mutanten aus *Triticale* 8324.

Abb. 2 a von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2 und 3 „lange dichte Ähre“, 4-9 Dickkopftypen;

Abb. 2 b von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2-4 „dickkopftige-compactoide Ähren“;

Abb. 2 c von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2-4 „compactoide-dickkopftige Ähren“, 5-8 „Compactoide“;

Abb. 2 d von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2-4 „locker-speltoide Ähren“;

Abb. 2 e von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2-4 „begrannete Ähren“;

Abb. 2 f von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2 „braune pyramidale Ähre“, 3 „dichte braune Ähre“, 4-6 „verzweigte Ähren“.



Abb. 2 b.



Abb. 2 d.



Abb. 2 c.



Abb. 2 e.



Abb. 2f.

Die durchschnittliche Fertilität ist mit 0,98 Korn/Ährchen signifikant geringer ( $p < 5\%$ ) als die der Kontrolle (1,27 Korn/Ährchen).

b)  $X_1$  und  $X_1'$  *Triticale* Meister (16 Kr)

Zwar liegen für diese Generationen keine exakten Auszählungen vor, doch zeigten die große Lückigkeit der Bestände sowie die Wuchshöhenverminderung (10—15 cm) und Entwicklungsverzögerung (5 Tage) in  $X_1'$ , daß ganz ähnliche Verhältnisse vorliegen. Die durchschnittliche Fertilität in  $X_1$  bzw.  $X_1'$  ist mit 0,98 bzw. 0,73 Korn/Ährchen sehr gut bzw. gut signifikant schlechter ( $p < 0,1\%$  bzw.  $p < 1\%$ ) als die der Kontrolle (1,47 bzw. 0,94 Korn/Ährchen).

Irgendwelche dominanten Mutationen konnten in keiner der  $X_1$ -Generationen der beiden *Triticale*-Formen entdeckt werden. Allgemein konnte ein starkes offenes Abblühen der Bestrahlungsgeneration besonders bei *Triticale* Meister beobachtet werden, das um so stärker war, je höher die Dosis und damit die Sterilität und je sonniger und trockener das Blühwetter.

Wie bereits von mehreren Autoren (KONZAK 1959, HÄNSEL 1960, CALDECOTT, STEVENS und ROBERTS 1959) bei Gerste und Hafer festgestellt, neigen die Be-

strahlungsgenerationen infolge induzierter Sterilität zur Fremdbefruchtung, so daß später ausgelesene „Mutanten“ in Wirklichkeit aus spontanen Fremdbefruchtungen hervorgegangen sind. Ein solches Ereignis wird jedoch um so eher auftreten, je weniger das Ausgangsmaterial der Bestrahlung ein obligater Selbstbefruchter ist.

Wie bereits früher erwähnt (VETTEL 1960), neigt der *Triticale* Meister besonders stark zur Fremdbefruchtung. Da die Bestrahlungsgenerationen ( $X_1$  und  $X_1'$ ) dieser Form inmitten eines Bestandes der Mutanten von *Triticale* Rimpau angebaut waren, traten infolge Fremdbefruchtung mit *Triticale* Rimpau in  $X_2$  und  $X_2'$  rotbraunährige Individuen so zahlreich auf, daß eine exakte Auswertung der Mutationsversuche mit *Triticale* Meister unmöglich wurde.

Hingegen waren die Bestrahlungsgenerationen von *Triticale* 8324 auf 3 Seiten von Sommergersteflächen umgeben und so angebaut, daß sie in der Hauptwindrichtung vor dem übrigen *Triticale*-Bestand lagen. In nur 3 Nachkommenschaften der  $X_2$  und 5 Nachkommenschaften der  $X_2'$  konnten braunährige Individuen ausgelesen werden, deren mutativer Charakter dadurch sehr fraglich wird.

Es ist also unbedingt erforderlich, die Bestrahlungsgenerationen räumlich isoliert von anderem *Triticale* und Weizen, vielleicht auch Roggen anzubauen.

## 2. Die Auslesegenerationen

### a) Die Auslese und Klassifizierung der Mutanten in $X_2$ , $X_1'$ und $X_2'$ bzw. $X_3$ *Triticale* 8324

Der Bestand der Auslesegenerationen wurde von Jugendentwicklung an mehrmals sorgfältig durchgegangen, die augenscheinlich mutierten Pflanzen markiert und später einzelpflanzenweise geerntet und verarbeitet.

Der folgenden Klassifizierung nach bestimmten gemeinsamen morphologischen bzw. physiologischen Merkmalen liegen nur solche Mutanten zugrunde, die in  $X_3$  bestätigt sind:

Tabelle 1. Freilandauszählungen, Dosis, Ährenschieben und Wuchshöhe in  $X_1$ ,  $X_1'$ ,  $X_2$ ,  $X_2'$  und Kontrolle *Triticale* 8324.

Bezeichnung	1957				1958						1959			
	Kontr. T. 8324		$X_1$ T. 8324		Kontr. T. 8324		$X_1'$ T. 8324		$X_2$ T. 8324		Kontr. T. 8324		$X_2'$ T. 8324	
	vitale Individuen				vitale Individuen						vitale Individuen			
	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%
ausgelegte Kornzahl	500	100,0	10000	100,0	1400	100,0	5000	100,0	11200 <sup>4</sup>	100,0	800 <sup>4</sup>	100,0	10280 <sup>4</sup>	100,0
I. Auszählung vor Winter <sup>1</sup>	447	89,4	6017	60,2	1236	88,3	1748	35,0	10415	93,0	711	88,9	9872	96,2
II. Auszählung zur Jugendentwickl. <sup>2</sup>	392	78,4	4378	43,8	1080	77,1	937	18,7	8863	79,1	627	78,4	7214	70,2
III. Auszählung nach Ährenschieben <sup>3</sup>	353	70,6	3987	39,9	1008	72,0	860	17,2	8167	72,9	—	—	—	—
Dosis	—		16 Kr		—		16 Kr		—		—		—	
Ährenschieben am	11. 6.		12./13. 6.		15. 6.		20./21. 6.		—		—		—	
Wuchshöhe in cm	120		120		125		105—110		—		—		—	

<sup>1</sup> 1957 am 5. 11.; 1958 am 5. 11.; 1959 am 3. 12.; — <sup>2</sup> 1957 am 8. 4.; 1958 am 24. 4.; 1959 am 10. 5.; — <sup>3</sup> 1957 am 25. 6.; 1958 am 30. 6.; — <sup>4</sup> geschätzte Kornzahl auf Grund der durchschnittlichen Kornzahl/Ährenschieben und der Anzahl der Ährenschieben in  $X_2$  und  $X_2'$

Tabelle 2. *Jugendentwicklung, Bestockung (Bonitur) und Wuchshöhe bei den einzelnen Mutantenklassen und der Kontrolle Triticale 8324.*

Mutantenklasse	durchschnittl. Wuchshöhe cm	Variationsbereich	n	durchschnittl. Bonitur der Jugendentw. 0-5*	Variationsbereich	n	durchschnittl. Bonitur der Bestockung 0-5*	Variationsbereich	n
Kontrolle T. 8324	130,3	120,0—135,0	16	1,9	1,2—2,6	16	2,0	0,5—3,0	16
giftgrüne Pflanze	105,4	85,0—125,0	12	2,8	1,2—4,2	12	2,6	1,0—4,0	12
lange dichte Ähre	95,0	75,0—115,0	34	2,5	1,4—4,0	34	2,3	0,5—3,5	34
dichte Ähre	94,2	60,0—120,0	54	2,7	0,8—4,8	54	3,0	0,0—5,0	54
Dickkopftyp	74,4	50,0—110,0	68	3,1	0,4—4,6	68	3,6	0,5—5,0	68
compactoide Ähre	64,0	45,0—75,0	10	3,9	1,4—4,4	10	4,4	3,5—5,0	10
parallele Ähre	115,0	105,0—120,0	6	3,5	3,0—4,8	8	2,9	2,0—3,5	8
lange lockere Ähre	129,3	105,0—145,0	14	2,0	0,8—4,0	14	2,3	0,5—3,5	14
speltoide Ähre	105,4	85,0—135,0	69	2,9	1,0—4,6	69	2,7	0,5—5,0	69
begrannte Ähre	124,0	120,0—135,0	5	2,2	0,8—4,0	5	2,2	0,5—3,5	5

\* 0 ~ sehr gut, 5 ~ sehr schlecht.

## A Chlorophyllmutanten

1. *Viridis*-Formen
2. giftgrüne Formen

## B Formen mit dichter Ähre (vgl. Abb. 2a—c)

1. lange dichte Ähren
2. mittellange dichte Ähren
3. Dickkopftypen
4. compactoide Ähren

## C parallelährige Formen

## D verzweigte Ähren (vgl. Abb. 2f)

## E lockerährige-speltoide Formen (vgl. Abb. 2d)

## F begrannte Formen (vgl. Abb. 2e)

## G braunährige Formen (vgl. Abb. 2f)

## H Frühschösser

## I Spätschösser

## J Mutationen des Habitus

1. grasartiger Wuchstyp mit speltoider-lockerer Ähre und verlängertem Blattöhrchen
2. Wuchstypveränderungen (flach-anliegend-extrem aufrecht)
3. einhalmige Formen

## K Mutationen der Kornform.

Die vorliegende Klassifizierung der Mutanten ist in dieser strengen Abgrenzung häufig nicht möglich; besonders bezüglich der Ährenmorphologie gibt es beinahe fluktuierende Übergänge. Die Aufzählung zeigt jedoch, daß im wesentlichen gegenüber dem Mutantensortiment von *Triticale* Rimpau keine neuartigen, bisher unbekanntenen Mutationen entdeckt werden konnten.

Abb. 3. Auswinterung bei compactoiden Mutanten von *Triticale* 8324 (im Vordergrund die Kontrolle, im Hintergrund compactoide Mutanten).

## b) Die Beschreibung der wichtigsten Mutanten

Auf eine Beschreibung aller Mutantenklassen soll hier verzichtet werden, da im wesentlichen die allgemeine Charakterisierung mit den entsprechenden Mutantenklassen von *Triticale* Rimpau übereinstimmt (vgl. VETTEL 1959).

Tabelle 3. *Überwinterungsergebnisse einiger Triticale-Formen und Mutanten von Triticale 8324.*

<i>Triticale</i> /Mutanten	Überwinterung im Freiland % Überlebende		Überwtg. im Gefriers. % Überl.
	I	II	
Dickkopftyp	87,5	70,0	—
compactoide Ähre	75,0	54,0	—
lange dichte Ähre	85,2	74,3	—
dichte Ähre	85,7	68,6	—
speltoide Ähre	73,3	55,0	—
lange lockere Ähre	65,2	37,5	—
lockere Ähre	92,9	65,0	—
<i>Triticale</i> Meister	85,7	78,0	—
<i>Triticale</i> 8324	87,3	74,2	—
<i>Triticale</i> 10101	—	—	11,6
<i>Triticale</i> 8324	—	—	12,6
<i>Triticale</i> Meister	—	—	82,8

I bezogen auf die Anzahl der Pflanzen vor Winter; II bezogen auf die ausgelegte Kornzahl.

Die Mutantenklasse der Formen mit „dichten Ähren“ verdient das größte Interesse und ist auch zahlenmäßig die stärkste Fraktion (vgl. Abb. 2a—c und Tab. 5).

Diese Gruppe von Formen hat gewisse gemeinsame Merkmale. Mit der Verdichtung der Ähre geht eine Verkürzung des Halmes einher, die bei den „Compactoiden“ am augenfälligsten wird (vgl. Tab. 2); hier sind gewisse Analogien zu den „*Erectoides*-Mutanten“ der Gerste gegeben.

Die relativ gute Bestockung der Ausgangsform wird zwar nur von wenigen Mutanten erreicht, dennoch ist aus Tab. 2 ersichtlich, daß besonders die Bestockung der Formen mit „mittellangen dichten Ähren“ (in Text u. Tab. als „dichte Ähren“ bezeichnet!), der Dickkopftypen und compactoiden Mutanten nicht befriedigt; ebenfalls ist die Jugendentwicklung zögernd. Nur die Mutanten mit langer dichter Ähre machen eine positive Ausnahme. Die Wuchshöhe ist ebenfalls verkürzt; die Beurteilung der Jugendentwicklung und Bestockung kommt der

Kontrolle sehr nahe, obwohl auch hier eine kleine negative Tendenz nicht unbeachtet bleiben darf. Ebenso darf nicht übersehen werden, daß einige wenige Mutanten die Kontrolle übertreffen, was aus den angeführten Variationsbereichen in Tab. 2 hervorgeht.

Bezüglich der Standfestigkeit zeigt sich auch hier wieder, daß bei weitem nicht Kurzstrohigkeit mit Standfestigkeit gleichgesetzt werden kann. Selbst unter den extrem kurzstrohigen compactoiden Mutanten sind nur wenige, die deutlich standfester als die Ausgangsform sind. Zunächst ist die Standfestigkeit der kurzstrohigen Formen zwar bei allen sehr gut, jedoch in der Totreife bricht der Bestand im Halm zusammen.

Die Überwinterung der dichtährigen Mutanten im Freiland ist nicht besser als die der Kontrolle *Triticale* 8324 (vgl. Tab. 3). Nur die compactoiden Mutanten sind offensichtlich winterschwächer (vgl. Abb. 3). Aus dem Vergleich der Überwinterung der Kontrolle im Freiland und im Gefrierversuch wird deutlich, daß die winterliche Belastung ( $X_4$  1959/60) im Freiland nicht erheblich gewesen sein kann, da *Triticale* 8324 und *Triticale* Meister gleiche Winterfestigkeit aufweisen. Im Gefrierversuch (1959/60) wird jedoch ersichtlich, daß der *Triticale* Meister sehr winterfest ist, während der *Triticale* 8324 und ein verwandter Stamm 10101 als sehr winterschwach anzusprechen sind.

Die Variation der Fertilität ist bei diesen Mutanten sehr groß. In Einzelfällen („lange dichte Ähren“ und „Dickkopftypen“) wird sogar die Fertilität der Kontrolle signifikant übertroffen. Leider geht die erhöhte Fertilität oft auf Kosten mangelnder Bestockung, so daß eine höhere Leistung im Endeffekt doch nicht erzielt wird. Die compactoiden Mutanten sind im allgemeinen sehr schlecht fertil bis absolut steril.

Die Wuchstypen sind vorwiegend aufrecht, es kommen jedoch auch alle Übergangstypen vor, während extrem flach anliegende Wuchstypen selten sind (vgl. Abb. 4).

Die Mutanten mit „lockerer-speltoider Ähre“ stellen die zahlenmäßig zweitgrößte Fraktion (vgl. Tab. 5). Von der leicht lockeren Ähre bis zur extrem lockeren Ähre sind alle Übergänge vorhanden (vgl. Abb. 2d). Die Jugendentwicklung, Bestockung und Winterfestigkeit gleichen der Kontrolle mit Ausnahme der extrem speltoiden Formen, die eine negative Tendenz zeigen. Einige Mutanten mit „langer



Abb. 4. Wuchstypen der Mutanten: a) „dichte Ähre“ (Übergangstyp); b) Dickkopftyp (aufrechter Typ); c) u. d) „speltoid“ (flach anliegender Typ).



Abb. 5



Abb. 5. Wuchstypen der Mutanten: ganz links 1 Kontrollreihe (Übergangstyp), rechts davon Mutanten mit lockeren Ähren (flach anliegend bis Übergangstyp).

Abb. 6. Wuchstypen der Mutanten: links grasartiger Wuchstyp, ganz rechts 1 Kontrollreihe.

Abb. 6



Abb. 7d.

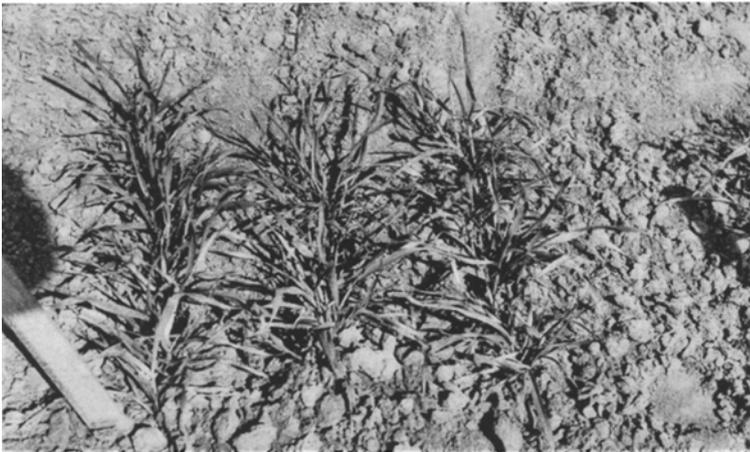


Abb. 7c.



Abb. 7b.



Abb. 7a.

lockerer Ähre“ haben eine deutlich größere Wuchshöhe als die Kontrolle.

Die Wuchstypen sind vorwiegend flach anliegend bzw. Übergangstypen (vgl. Abb. 5).

Die Fertilität dieser Mutanten ist überwiegend gleich oder schlechter als die der Kontrolle.

Die „begranneten Mutanten“ sind zahlenmäßig sehr gering vertreten. Mit Ausnahme der Begrannung gleichen sie der Ausgangsform (vgl. Abb. 2e). Einige Formen sind signifikant fertiler als die Kontrolle.

Die Mutationen des Habitus sind sehr augenfällig, jedoch von untergeordneter Bedeutung. Bei den Mutanten mit grasartigem Wuchstyp, lockerer Ähre und verlängertem Blattöhrchen (vgl. Abb. 6), die durchweg eine schlechte Fertilität besitzen, könnte man an eine Grünfütter- bzw. Heunutzung denken, die besonders dann interessant wird, wenn sich bestätigt, daß die *Triticale*-Formen durch besonders hohen Eiweißgehalt ausgezeichnet sind (PISSAREV 1957, 1958).

Auf die „Wuchstypenveränderungen“ wurde bereits eingegangen im Zusammenhang mit anderen Mutationsmerkmalen. Interessant ist jedoch, daß auch Wuchstypenmutanten auftreten, die im übrigen Aussehen der Kontrolle gleichen.

Ausgesprochen „einhalmsige Formen“ besitzen vorwiegend compactoide oder dickkopftartige Ähren, einige sind jedoch auch speltoidlockerährig oder besitzen große Ähnlichkeit mit der pyramidalen Ähre der Ausgangsform (vgl. Abb. 7a—d).

Bei den in 2 Fällen auftretenden Mutanten mit „braunen Ähren“ handelt es sich wahrscheinlich um eine spontane Fremdbefruchtung. Die Ährenmorphologie ist in einem Falle pyramidal und gleicht der Ausgangsform, im anderen Falle dickkopftartig (vgl. Abb. 2f).

Über die Mutanten mit „verzweigten Ähren“ soll nicht mehr ausgesagt werden, als daß sie besonders steril sind. Die Verzweigung ist bekanntlich ein besonders labiles Merkmal (vgl. Abb. 2f).

#### c) Die Auslese und Klassifizierung der Mutanten von *Triticale* Meister

Die Auslese der Mutanten in  $X_2$ ,  $X_1'$  und  $X_2'$  wurde in der gleichen Weise wie bei *Triticale* 8324 durchgeführt. Der Klassifizierung und Beschreibung liegen ebenfalls nur bestätigte Mutanten zugrunde. Leider konnten wegen Fremdbefruchtung mit *Triticale* Rimpau und seinen Mutanten sowie Weizen (VETTEL

Abb. 7. Bestockung der Mutanten a) Compactoid (1—2 Bestockungstriebe); b) Dickkopftyp (1—2 Bestockungstriebe); c) „lockere Ähre“ (5—7 Bestockungstriebe); d) Dickkopftyp (6—10 Bestockungstriebe).

1960) nur wenige Mutanten in die Bestätigungsgeneration bzw. das Mutantensortiment übernommen werden.

Die geringere Formenmannigfaltigkeit, die aus der folgenden Klassifizierung hervorgeht, war jedoch schon an Hand der in  $X_2$  ausgelesenen Mutanten sichtbar:

#### A Chlorophyllmutanten

1. giftgrüne Formen

#### B pyramidale Ähren unbegrannt u. kurzbegrannt (Abb. 8a)

#### C Formen mit dichterem Ähre

1. dichtere pyramidale Ähren, begrannt und unbegrannt (Abb. 8b)
2. parallelährige Formen — Dickkopftypen (Abb. 8b)
3. Dickkopftypen — compactoide Formen (Abb. 8c)

#### D locker-speltoide Ähren vom Typ *Triticale* Meister, unbegrannt und kurzbegrannt (Abb. 8a)

#### E „superspeltoide“ Formen (Abb. 8d)

#### F Mutationen des Habitus

1. breitblättrige Formen
2. Wuchstypenveränderungen

#### d) Die Beschreibung der wichtigsten Mutanten

Von Interesse sind eigentlich nur die Mutanten mit pyramidalen Ähren und dichten pyramidalen Ähren. Diese Formen haben fast ausnahmslos eine bessere Fertilität, eine größere Wuchshöhe und eine relativ gute Jugendentwicklung und Bestockung (Abb. 8a und b).

Die wenigen Dickkopftypen bzw. compactoiden Formen sind schwer gegeneinander abzugrenzen und durch ihre fast völlige Sterilität ohne Bedeutung. Auch hier macht sich mit der Ährenverdichtung eine schlechte Bestockung bemerkbar (Abb. 8b und c). Die „superspeltoiden“ Mutanten besitzen eine noch lockerere Ähre als die ohnehin schon sehr lockere Ähre der Ausgangsform (Abb. 8d).

Kurzbegrannte und unbegrannte Mutanten mit sonst keinen augenscheinlichen Abänderungen gegenüber der Ausgangsform traten sehr häufig auf.

Unter den Mutationen des Habitus fallen besonders die gegenüber der Kontrolle *Triticale* Meister breitblättrigen Formen auf. Daneben auch Wuchstypenveränderungen der beiden schon erwähnten Extreme.

Abb. 8. Mutanten aus *Triticale* Meister.

Abb. 8a von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2—4 „unbegrannte-kurzbegrannte Ähren“, 5—7 „pyramidale Ähren“.

Abb. 8b von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2—5 „dichtere pyramidale Ähren“, 6 „Parallelähre“.

Abb. 8c von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2 konstanter „chimärenhafter“ Zwischentyp.

Abb. 8d von links nach rechts: 1 Kontrolle, 2—6 „Superspeltoide“.



Abb. 8a.



Abb. 8b.



Abb. 2 c.

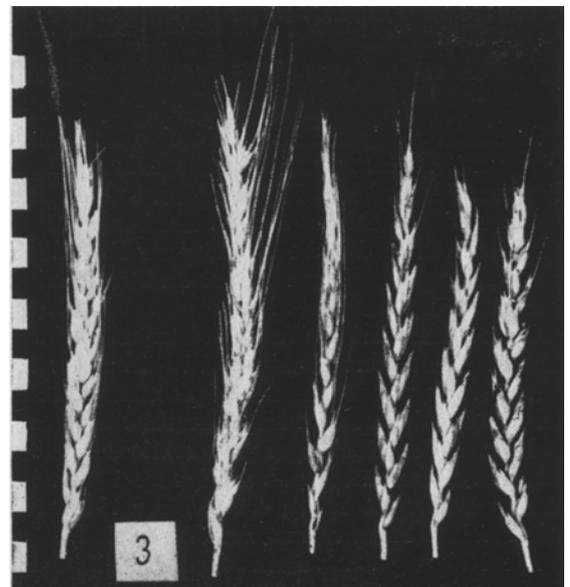


Abb. 8d.

### 3. Die Bestätigungsgenerationen

Eine Anzahl der Mutantennachkommenschaften in  $X_3$  und  $X_3'$  *Triticale* 8324 spalteten noch auf. Die Anzahl der konstanten oder doch weitgehend konstanten Nachkommenschaften ist, verglichen mit der Häufigkeit konstanter Nachkommenschaften entsprechender Generationen von *Triticale* Rimpau (VETTEL 1959), bedeutend höher. Da die Aufspaltungen überwiegend dem Mutationstyp untergeordnete Merkmale oder den Typ der Ausgangsform umfassen, liegt auch hier nahe, daß die Ursachen der Aufspaltung in erster Linie auf Fremdbefruchtung der Mutanten untereinander und auf natürliche oktoploide Aufspaltungsverhältnisse dieses Bastards zurückzuführen sind. Komplizierte Chromosomenmutationen kommen als Ursache vielleicht in begrenztem Umfange in Frage.

Es konnte beobachtet werden, daß bestimmte Mutantenklassen („lockere-speltoide Ähre“) auf Grund hoher Sterilität besonders zum offenen Abblühen und damit zur Fremdbefruchtung neigen und tatsächlich auch die größte Anzahl aufspaltender Nachkommenschaften aufweisen. In anderen Mutantenklassen (z. B. „Dickkopftypen“) treten kaum aufspaltende Nachkommenschaften auf, es sei denn mit Aufspaltungen der Ausgangsform.

In über 50 Nachkommenschaften ( $X_3$ ) der Mutanten wurden Pflanzen mit typischen *T. aestivum*-Merkmalen<sup>1</sup> beobachtet. Nur 3 davon wurden zytologisch untersucht, die Chromosomenzahlen betragen  $2n = 49, 48$  und  $43$ .

Damit wird erneut deutlich, daß bei verschiedenen *Triticale*-Formen die Pollinationstypen von vorwiegender Selbstbefruchtung (*Triticale* 8324) bis vorwiegender Fremdbefruchtung (*Triticale* Meister) variieren können (VETTEL 1960). Da man „a priori“ nicht weiß, welcher Pollinationstyp vorliegt, empfiehlt es sich, den *Triticale* grundsätzlich als Fremdbefruchter zu behandeln.

### 4. Mutationsraten

#### a) Die Mutationsraten bei unterschiedlichen Dosen in $X_2$ *Triticale* 8324

Der Berechnung von Mutationsraten (Mutanten/100  $X_2$ -Pflanzen) liegen nur bestätigte Mutanten zugrunde.

Wie schon erwähnt, wurden die einzelnen Dosisstufen (11—18 kr) nicht nur in  $X_1$ , sondern auch in  $X_2$  und  $X_3$  getrennt weitergeführt. Die Mutationsraten steigen mit der Dosis an (vgl. Tab. 4). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Höhe der Werte

Tabelle 4. Mutationsraten und Auszählungsergebnisse im  $X_2$ -Dosisstest von *Triticale* 8324.

mutiertes Merkmal	11 kr %	12 kr %	13 kr %	14 kr %	15 kr %	16 kr %	17 kr %	18 kr %								
<i>Viridis</i>	0,10	—	0,30	0,24	—	0,51	0,66	—								
giftgrüne Typen	0,38	0,21	0,60	0,74	0,28	0,51	1,97	0,61								
lange dichte Ähre	0,38	0,37	0,83	0,74	1,13	0,76	1,31	1,62								
dichte Ähre	0,76	1,49	1,79	0,74	1,97	2,03	1,97	2,02								
Dickkopftyp	0,95	0,96	0,95	1,47	2,25	2,53	0,98	2,43								
compactoide Ähre	—	0,05	0,36	0,74	0,56	0,51	—	0,61								
parallele Ähre	0,19	0,74	—	0,24	0,56	—	0,98	0,40								
locker-speltoide Ähre	1,24	1,54	2,50	1,23	2,39	3,04	3,28	3,24								
begrannte Ähre	0,10	—	0,12	—	0,56	0,25	0,98	0,81								
Sonstige	—	0,11	0,12	0,49	0,28	—	0,66	—								
$\Sigma$	4,10	5,47	7,57	6,62	10,00	10,12	12,78	11,74								
	vitale Individuen															
	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%
I. Auszählung am 5. 11.	2400	100,0	2022	100,0	1854	100,0	986	100,0	892	100,0	403	100,0	389	100,0	550	100,0
II. Auszählung am 24. 4.	2096	87,3	1882	93,1	1678	90,5	816	82,8	710	79,6	395	98,0	305	78,4	494	89,8
III. Auszählung am 30. 6.	1957	81,5	1811	89,6	1576	85,0	732	74,2	687	77,0	376	93,3	289	74,3	478	86,9

In einem einzigen Fall wurde eine Nachkommenschaft mit 42 chromosomigen mehltauanfälligen Individuen beobachtet. Hier handelt es sich offenbar um Fremdbefruchtung mit *T. aestivum*. Allgemein ist festzustellen, daß die Neigung zur Fremdbefruchtung um so größer ist, je steriler die Formen sind und je arider das Blühwetter ist.

Ganz anders bei *Triticale* Meister und seinen Mutanten. Diese Formen neigen viel stärker zur Fremdbefruchtung, was schon ganz augenscheinlich dadurch hervortritt, daß sowohl im Kontrollbestand als auch in  $X_2$  und den Bestätigungsgenerationen eine große Anzahl rotbraunähriger Individuen beobachtet wurden (vgl. VETTEL 1960), die auf Fremdbefruchtung mit *Triticale* Rimpau zurückzuführen sind.

Die Neigung der verschiedenen Mutantenklassen zur Fremdbefruchtung ist jedoch ebenfalls sehr unterschiedlich.

infolge des geringen Umfanges der  $X_2$ -Fraktionen nur relativ zu bewerten ist; z. B. beträgt die Mutationsrate im Dosisstest bei 16 kr 10,12 Mutanten je 100  $X_2$ -Pflanzen (Tab. 4). In der allgemeinen  $X_2$  (ebenfalls aus  $X_1$ , 16 kr) beträgt die Mutationsrate jedoch nur 5,48 v. H. (Tab. 5).

Die Auszählungen zur Berechnung der Mutationsraten im  $X_2$ -Dosisstest sind in Tab. 4 unten angegeben. Aus Abb. 9 wird ersichtlich, daß die Dosiseffektkurve

<sup>1</sup> In der Mehrzahl braunährig; in den Folgegenerationen der Kreuzung zweier *Triticale* können auch Rückregulierungen auftreten (z. B. hypoploide Eizelle  $\times$  hypoploider Pollen), so daß die aufspaltenden Weizenformen durchaus nicht als „Bastardpassagen“ aus primärer spontaner Rückkreuzung mit Weizen hervorgegangen sein müssen, sondern als Herausspaltung der Weizen Genome nach Kreuzung zweier *Triticale*-Formen, dafür spricht die fast ausschließlich auftretende rotbraune Ähre der Weizenformen.

Tabelle 5. *Mutationsraten (bestätigter Mutanten) in X<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>' , X<sub>1</sub>' Triticale 8324.*

mutiertes Merkmal	Triticale St. 8324			Häufigkeit der Nachkommen-schaften mit mehr als einem Mutationstyp	
	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> '	X <sub>1</sub> '	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> '
	%	%	%	%	%
<i>Viridis</i>	0,07	0,18	0,25	—	—
giftgrüne Pflanze	0,35	1,07	0,99	9,2	17,6
lange dichte Ähre	0,45	0,36	0,49	—	—
dichte Ähre	1,62	2,37	1,74	24,6	16,2
Dickkopftyp	0,97	0,82	0,62	9,2	6,8
compactoide Ähre	0,19	0,03	0,12	1,5	—
parallele Ähre	0,11	0,06	0,06	4,6	2,7
locker-speltoide Ähre	1,30	2,44	3,00	44,7	50,0
begrannte Ähre	0,11	0,10	0,12	3,1	1,4
Sonstige	0,31	0,33	—	3,1	5,3
Σ	5,48	7,76	7,39	100	100

Mutanten/100 X<sub>2</sub>-Pflanzen (II. Auszählung).

zwar anfangs gradlinig verläuft, später aber mehr oder weniger einen asymptotischen Verlauf nimmt. Es ist also beim *Triticale* auch mit dem Bezugssystem Mutanten/100 X<sub>2</sub>-Pflanzen keine geradlinige Dosis-effektcurve zu erzielen (GAUL 1957).

#### b) *Mutationsraten in X<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>' und X<sub>1</sub>' Triticale 8324*

Um die Mutationsraten in X<sub>2</sub> und X<sub>2</sub>' mit denen in X<sub>1</sub>' (bestrahlter „Mehrkornramsches“ nach FREISLEBEN und LEIN 1943 und Auslesegeneration vom Standpunkt der ersten Bestrahlung, mit der Nachkommenschaftsgröße 1—3 Individuen) vergleichen zu können, wurden auch hier die Mutationsraten in „Mutanten/100 X<sub>2</sub>-Pflanzen“ ausgedrückt. Die Auszählungen sind in Tab. 1 dargestellt.

An Hand der Gesamtmutationsraten in X<sub>2</sub> (5,48%), X<sub>2</sub>' (7,76%) und X<sub>1</sub>' (7,39%) wird deutlich, daß die zweite Bestrahlung sowie das Verfahren des sogenannten „Mehrkornramsches“ die Mutationsraten beträchtlich erhöht. Dabei ist zu beachten, daß die Mutationsraten nach der zweiten Bestrahlung (X<sub>2</sub>') und im „Mehrkornramsches“ (X<sub>1</sub>') praktisch gleich groß sind; die Effektivität beider Methoden also gleich ist (vgl. Tab. 5). Die Nachkommenschaften mit mehr als einem Mutationstyp (bis zu 3 Typen) sind besonders dort anzutreffen, wo Mutanten mit dichteren Ähren und lockeren-speltoiden Ähren ausgelesen werden. Die Gesamthäufigkeit solcher Nachkommenschaften ist in X<sub>2</sub>' (74) nicht viel größer als in X<sub>2</sub> (65).

Daneben gab es eine ganze Anzahl von Nachkommenschaften, die bereits in X<sub>2</sub> (3) bzw. X<sub>2</sub>' (17) praktisch keine Aufspaltungen der Ausgangsform mehr aufwiesen, also einen absoluten Rezessivenüberschuß besitzen.

Betrachtet man die Höhe der Mutationsraten für die einzelnen Mutantenklassen, so zeigt sich, daß die Erhöhung der Gesamtmutationsraten in X<sub>2</sub>' und X<sub>1</sub>' in der Hauptsache über die Mutantenklassen „dichte Ähre“ und „locker-speltoide Ähre“ geht, wobei die „Speltoiden“ bzw. lockerährigen Formen schneller zunehmen, so daß die bei entsprechenden Generationen von *Triticale* Rimpau beobachtete relativ stärkere Zunahme der „Speltoiden“ in der Tendenz auch hier bestätigt wird.

Bemerkenswert sind die relativ hohen Mutationsraten bei Dickkopftypen und Compactoiden.

#### c) *Mutationsraten in X<sub>2</sub> Triticale Meister*

Wie bereits ausgeführt, sind die Ergebnisse bei *Triticale* Meister infolge starker Fremdbefruchtung sehr unsicher; dennoch beweist die Höhe der Gesamtmutationsrate (6,08 Mutanten/100 X<sub>2</sub>-Pflanzen) unbestätigter Mutationen in X<sub>2</sub>, daß auch bei dieser Form ganz ähnliche Verhältnisse vorliegen müssen.

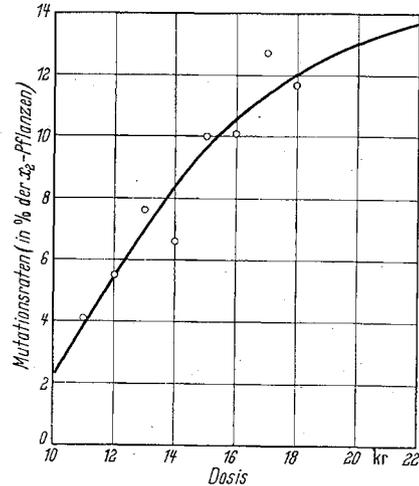


Abb. 9. Dosis-effektcurve von *Triticale* 8324.

Bemerkenswert ist, daß in allen Auslesegenerationen (X<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>' , X<sub>1</sub>') nur vereinzelt Dickkopftypen und compactoide Mutanten (4) gefunden wurden, die zudem nicht eindeutig compactoid oder dickkopffartig sind (vgl. Abb. 8c), sondern einen eigenartigen chimärenhaften Aufbau der Ähre (Basis locker und Spitze dickkopffartig-compactoid in wechselndem Ausmaß) besitzen, der jedoch bis jetzt (X<sub>3</sub>) konstant war.

#### d) *Vergleich der Mutationsspektren*

Vergleicht man das Mutationsspektrum von *Triticale* Rimpau, St. 8324 und Meister bezüglich der Häufigkeit einiger typischer Mutationen, so zeigt sich, daß die Mutationsraten (in X<sub>2</sub> bzw. X<sub>2</sub>') für Dickkopftypen bei *Triticale* 8324 (0,97 bzw. 0,82%) wesentlich größer sind als bei *Triticale* Rimpau (0,23 bzw. 0,08%) und *Triticale* Meister (0,02 bzw. 0,01%), eine Tatsache, die sich eventuell aus der ährentypischen Veranlagung unterschiedlicher Weizeneltern im *Triticale* herleiten läßt.

#### 5. Die Bestimmung der durchschnittlichen Fertilität

Durch die Bestimmung der durchschnittlichen Fertilität wurde versucht, einen Anhaltspunkt für die Fertilitätsselektion der Mutanten zu gewinnen. Andererseits war noch zu bestätigen, ob die durchschnittliche Fertilität der sogenannten augenscheinlich nicht mutierten „Restpflanzen“ der X<sub>2</sub>-Generationen infolge undefinierbarer Strahlennachwirkungen in jedem Jahre gegenüber der Kontrolle niedriger ist.

Wie aus Tab. 6 zu ersehen, lassen sich an Hand der durchschnittlichen Fertilität höchstens negative Rückschlüsse auf die Auslese von Fertilitätsmutanten ziehen. Die durchschnittliche Fertilität der Mutanten ist durchweg signifikant niedriger als die der Kontrolle oder weist gleiche Fertilität aus. Die durchschnittliche Fertilität der „Restpflanzen“ in X<sub>2</sub> und X<sub>2</sub>' ist nur unbedeutend geringer als die der entsprechenden Kontrollen, aber niemals signifikant. Signifikant niedriger sind die Fertilitätsdurchschnitte der

Tabelle 6. Bestimmungen der durchschnittlichen Fertilität.

Bezeichnung		Jahr	n	durchschn. Fertilität (Kornzahl/Ährchen)	Signifikanz im Vergleich z. Kontr.
Kontrolle		1957	200	1,77	·/·
X <sub>1</sub>		1957	200	1,47	○○○
Kontrolle		1958	201	1,27	·/·
X <sub>1</sub> ' „Restpflanzen“		1958	100	0,98	○
X <sub>1</sub> ' Mutanten		1958	129	1,09	○○
X <sub>2</sub> ' „Restpflanzen“	<i>Triticale</i>	1958	250	1,18	—
X <sub>2</sub> ' Mutanten	8324	1958	619	0,78	○○○
Kontrolle		1959	200	1,66	·/·
X <sub>2</sub> ' „Restpflanzen“		1959	200	1,74	—
X <sub>2</sub> ' Mutanten		1959	173	1,56	—
Kontrolle		1957	200	1,47	·/·
X <sub>1</sub>		1957	200	0,98	○○○
Kontrolle		1958	200	0,94	·/·
X <sub>1</sub> ' „Restpflanzen“		1958	100	0,73	○○
X <sub>1</sub> ' Mutanten	<i>Triticale</i>	1958	97	0,57	○○○
X <sub>2</sub> ' „Restpflanzen“	Meister	1958	200	0,91	—
X <sub>2</sub> ' Mutanten		1958	156	0,57	○○○
Kontrolle		1959	200	1,32	·/·

— keine Signifikanz; ○ signifikant steriler b. P < 5%; ○○ signifikant steriler b. P < 1%; ○○○ signifikant steriler b. P < 0,1%.

Tabelle 7. Prozentuale Häufigkeit der Mutanten von *Triticale* 8324 in bestimmten Fertilitätsbereichen (Auslesegenerationen X<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>', X<sub>1</sub>').

mutiertes Merkmal	0,00—0,49 %	0,50—0,99 %	1,00—1,49 %	1,50—1,99 %	2,00—2,50 %	Σ (100%) Anzahl	Signifikant fert. Mut. %
lange dichte Ähre	4,4	22,1	47,8	24,3	1,5	136	7,4
dichte Ähre	13,9	45,9	35,5	4,8	0,0	231	1,7
Dickkopftyp	32,1	33,6	15,3	14,6	4,4	137	7,3
compactoide Ähre	15,8	31,6	36,8	15,8	0,0	19	0,0
parallele Ähre	15,9	56,8	27,3	0,0	0,0	44	0,0
lockere Ähre	19,6	53,6	24,7	2,1	0,0	97	0,0
speltoide Ähre	43,2	49,4	7,4	0,0	0,0	389	0,0
begrannete Ähre	5,4	18,9	54,1	21,6	0,0	37	5,4
Sonstige	35,0	35,0	30,0	0,0	0,0	20	0,0
Σ	25,9	42,4	24,0	6,9	0,8	1110	—

„Restpflanzen“ nur bei den Auslesegenerationen, die zugleich Bestrahlungsgenerationen sind (X<sub>1</sub>').

Von irgendeiner Strahlennachwirkung auf die Fertilität kann also nicht gesprochen werden.

Die Fertilitätswerte der Kontrollen schwanken in den einzelnen Jahren ziemlich stark (*Triticale* 8324 von 1,27 bis 1,77 Korn/Ährchen und *Triticale* Meister von 0,94 bis 1,47 Korn/Ährchen), woraus zu ersehen ist, daß man die absoluten Fertilitätswerte nur in Beziehung zur jeweiligen Fertilität (des betr. Jahres) der Kontrollen richtig beurteilen kann.

#### 6. Fertilitätsselektion der Mutanten in den Auslesegenerationen

Um eine statistische Auswertung jeder Einzelmutter zu ermöglichen, wurden die Streuungen der Fertilitätsverteilungen der Kontrollen ermittelt. Alle Mutanten, deren Fertilitätswerte außerhalb des 1,96fachen Streuungsbereiches

der entsprechenden Kontrolle lagen, wurden als signifikant fertiler (P < 5%), außerhalb des 2,58fachen Streuungsbereiches als gut signifikant fertiler (p < 1%) und außerhalb des 3,29fachen Streuungsbereiches als sehr gut signifikant fertiler (p < 0,1%) angesehen.

#### a) Fertilitätsselektion bei *Triticale* 8324

Wie aus Tab. 7 hervorgeht, ist die größte Häufigkeit von Mutanten in der höchsten Fertilitätsklasse (2,0—2,5 Korn/Ährchen) sowie die größte Häufigkeit signifikant fertilerer Mutanten in der Gruppe mit „langen dichten Ähren“ und bei „Dickkopftypen“ zu finden. Weiterhin sind noch einige „begrannete“ Formen und einige Formen mit „dichter Ähre“ signifikant fertiler. Diese Tendenz ist in beiden Jahren vorhanden, weshalb die Ergebnisse für die X<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>' und X<sub>1</sub>' in einer Tabelle (Tab. 7) zusammengefaßt sind.

#### b) Fertilitätsselektion bei *Triticale* Meister

Für die ausgelesenen Mutanten von *Triticale* Meister sind die Ergebnisse in Tab. 8 zusammengefaßt. Hier erweisen sich die Mutantenklassen „dichte (pyramidale) Ähren“ und „pyramidale Ähren“ als besonders gut fertil und sind die einzigen Klassen, die signifikant fertilere Mutanten beinhalten.

Tabelle 8. Prozentuale Häufigkeit der Mutanten von *Triticale* Meister in bestimmten Fertilitätsbereichen (Auslesegenerationen: X<sub>2</sub>, X<sub>2</sub>').

mutiertes Merkmal	0,00—0,49 %	0,50—0,99 %	1,00—1,49 %	1,50—2,00 %	Σ (= 100%) Anzahl	Signifikant fertilere Mut. %
dichte Ähre begrannt und unbegrannt	30,0	30,0	20,0	20,0	20	20,0
Dickkopftyp und compactoide Ähre	25,0	25,0	50,0	0,0	4	0,0
pyramidale Ähre begrannt und unbegrannt	48,4	37,9	11,6	2,1	95	1,1
lange lockere Ähre unbegrannt	35,7	35,7	28,6	0,0	14	0,0
superspeltoide Ähre begrannt u. unbegrannt	75,0	22,2	2,8	0,0	36	0,0
unbegrannete und kurz begrannete Ähre*	43,2	35,1	18,9	2,8	37	0,0
Sonstige	28,6	57,1	14,3	0,0	7	0,0
Σ	48,4	34,3	14,1	3,3	213	—

\* Typ: *Triticale* Meister unbegrannt.

**7. Fertilitätsselektion in den Bestätigungsgenerationen ( $X_3, X_3'$ )**

Zur Fertilitätsbestimmung konnten hier bereits 5—10 Primärähren je Mutante zur Bildung eines Fertilitätsdurchschnittes ( $\bar{X}$ ) herangezogen werden. Da die Fertilität jeder Primärähre als eine Wiederholung betrachtet werden kann, konnte die statistische Aus-

den überwiegenden Anteil (66%) der signifikant fertileren Mutanten beinhaltet. Leider spiegeln die in Tab. 10 angeführten Mutanten das tatsächlich ausgelesene Spektrum in keiner Weise wider, weshalb auch die angegebenen Häufigkeiten signifikant fertilerer Mutanten mit entsprechenden Vorbehalten zu bewerten sind.

Tabelle 9. Aufgliederung der Mutanten von *Triticale* 8324 in signifikant fertilere bzw. sterilere sowie gleichfertile Mutanten (Bestätigungsgenerationen:  $X_3, X_3'$ ).

mutiertes Merkmal	Anzahl signifikant fertilere Mutanten				% von insges.	Anzahl signifikant sterilere Mutanten				% von insges.	gleichfertile Mutanten		prozentuales Verh. der Mutanten			$\Sigma$ (100%)
	+++	++	+	$\Sigma$		ooo	oo	o	$\Sigma$		Anzahl	% von insges.	fertilere	gleichfertile	sterilere	
lange dichte Ähre	17	6	10	33	56,9	4	1	3	8	13,8	17	29,3	56,9	29,3	13,8	58
dichte Ähre	12	2	15	29	14,6	59	1	21	81	40,7	89	44,7	14,6	44,7	40,7	199
Dickkopftyp	8	2	7	17	13,3	54	4	10	68	53,1	43	33,6	13,3	33,6	53,1	128
compactoide Ähre	—	—	—	—	0,0	30	—	2	32	84,2	6	15,8	0,0	15,8	84,2	38
parallele Ähre	—	—	—	—	0,0	5	—	1	6	85,7	1	14,3	0,0	14,3	85,7	7
lockere Ähre	—	—	1	1	1,9	34	2	3	39	75,0	12	23,1	1,9	23,1	75,0	52
speltoide Ähre	—	—	—	—	0,0	75	2	7	84	93,3	6	6,7	0,0	6,7	93,3	90
begrante Ähre	—	1	1	2	12,5	11	—	—	11	68,8	3	18,7	12,5	18,7	68,8	16
Sonstige	—	—	1	1	6,7	8	—	—	8	53,3	6	40,0	6,7	40,0	53,3	15
$\Sigma$	37	11	35	83	13,8	280	10	47	337	55,9	183	30,3	13,8	30,3	55,9	603

ooo bzw. +++ = p < 0,1%. oo bzw. ++ = p < 1,0%. o bzw. + = p < 5,0%.

Tabelle 10. Aufgliederung der Mutanten von *Triticale* Meister in signifikant fertilere bzw. sterilere und gleichfertile Mutanten (Bestätigungsgenerationen  $X_3, X_3'$ ).

mutiertes Merkmal	Anzahl signifik. fertilere Mutanten				$\Sigma$	% von insges.	Anzahl signifik. sterilere Mutanten				$\Sigma$	% von insges.	gleichfertile Mutanten		prozentuales Verh. der Mutanten			$\Sigma$ (100%)
	+++	++	+	$\Sigma$			ooo	oo	o	$\Sigma$			Anzahl	% von insges.	fertilere	gleichfertile	sterilere	
dichte Ähre begr. und unbegr.	8	—	—	8	8	47,1	4	—	2	6	35,3	3	17,6	47,1	17,6	35,3	17	
Dickkt. und compact. Ähre pyramid. Ähre	—	—	1	1	1	25,0	1	—	—	1	25,0	2	50,0	25,0	50,0	25,0	4	
begr. und unbegr. lange lock. Ähre	1	—	—	1	1	7,7	3	—	1	4	30,8	8	61,5	7,7	61,5	30,8	13	
unbegrantet superspelt. Ähre	—	—	—	0	0	0,0	1	—	—	1	25,0	3	75,0	0,0	75,0	25,0	4	
begr. u. unbegr. unbegrante* u. kurzbegrannte Ähre	—	—	—	0	0	0,0	3	—	1	4	100,0	0	0,0	0,0	0,0	100,0	4	
Sonstige	—	1	—	1	1	20,0	1	—	—	1	20,0	3	60,0	20,0	60,0	20,0	5	
$\Sigma$	9	1	2	12	12	25,0	13	0	4	17	35,4	19	39,6	25,0	39,6	35,4	48	

\* Typ: *Triticale* Meister unbegr.

wertung über die Einzelfehler und den t-Test erfolgen. In Tab. 9 und 10 sind die Ergebnisse der statistischen Auswertung für *Triticale* 8324 bzw. Meister zusammengefaßt. Bei den Mutanten von *Triticale* 8324 sind es wieder die gleichen Mutantenklassen, nämlich „lange dichte Ähre“, „Dickkopftypen“, „dichte Ähre“ und „begrante Ähre“, die praktisch alle auftretenden Mutanten mit signifikant besserer Fertilität als die Ausgangsform umfassen (vgl. Tab. 9).

Bei den Mutanten von *Triticale* Meister ist es wiederum die Klasse „dichte (pyramidale) Ähre“, die

Tab. 11 gibt die Häufigkeitsverteilung der Mutanten von *Triticale* 8324 auf die Fertilitätsklassen wieder. In bezug auf die Häufigkeit der Mutanten in den

Tabelle 11. Prozentuale Häufigkeit der Mutanten von *Triticale* 8324 in bestimmten Fertilitätsbereichen ( $X_3, X_3'$ ). Kornzahl/Ährchen

mutiertes Merkmal	0,00—0,49 %	0,50—0,99 %	1,00—1,49 %	1,50—1,99 %	> 2,00 %	$\Sigma$ (100%)
lange dichte Ähre	0,0	1,7	5,2	58,6	34,5	58
dichte Ähre	1,0	9,6	30,2	52,7	6,5	199
Dickkopftyp	2,3	7,0	36,7	44,6	9,4	128
compactoide Ähre	10,5	42,1	34,2	13,2	0,0	38
parallele Ähre	14,3	42,9	14,3	28,5	0,0	7
lockere Ähre	5,8	17,3	44,2	32,7	0,0	52
speltoide Ähre	8,9	36,7	45,6	8,9	0,0	90
begrante Ähre	12,5	18,7	25,0	43,8	0,0	16
Sonstige	13,3	13,3	33,3	40,0	0,0	15
$\Sigma$	4,2	15,8	32,7	40,0	7,4	603

Tabelle 12. Prozentuale Häufigkeit der Mutanten von *Triticale* Meister in bestimmten Fertilitätsbereichen ( $X_3, X_3'$ ).  
Kornzahl/Ährchen

mutiertes Merkmal	0,00—0,49 %	0,50—0,99 %	1,00—1,49 %	1,50—2,00 %	> 2,00 %	$\Sigma$ (100%)
dichte Ähre begrannt und unbegrannt	5,9	23,5	17,6	41,2	11,8	17
Dickkopf und compactoide Ähre	0,0	25,0	50,0	25,0	0,0	4
pyramidale Ähre begrannt u. unbegrannt	23,1	15,4	53,8	7,7	0,0	13
lange lockere Ähre unbegrannt	0,0	25,0	50,0	25,0	0,0	4
superspeltoide Ähre begrannt u. unbegrannt	75,0	0,0	25,0	0,0	0,0	4
unbegrannte und kurzbegrannte Ähre*	0,0	40,0	40,0	20,0	0,0	5
Sonstige	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	1
$\Sigma$	14,6	20,8	35,4	25,0	4,2	48

\* Typ: *Triticale* Meister unbegrannt.

höchsten Fertilitätsklassen sind die Mutanten mit „dichteren Ähren“, insbesondere die Formen mit „langen dichten Ähren“ und die „Dickkopftypen“ hervorzuheben. In Tab. 12, in der die Häufigkeitsverteilung der Mutanten von *Triticale* Meister auf die Fertilitätsklassen dargestellt ist, zeigt sich, daß im wesentlichen nur die Mutantenklasse „dichte (pyramidale) Ähre“ durch eine große Häufigkeit in den höchsten Fertilitätsklassen herausragt. Die übrigen Mutantenklassen sind infolge der geringen Gesamtzahl der Mutanten nur bedingt zu bewerten.

Vom Standpunkt der Fertilität gesehen, zeichnen sich die Mutanten mit dichteren Ähren (ausgenommen die Compactoiden) bei den drei verwendeten *Triticale*-Formen besonders aus. Bei *Triticale* Rimpau (VETTEL 1959) sind es insbesondere die Formen mit „langer dichter Ähre“, bei *Triticale* 8324 die „Dickkopftypen“ und die Formen mit „langen dichten Ähren“ und bei *Triticale* Meister die Formen mit „dichter pyramidalen Ähre“.

#### 8. Die Selektion von Mutanten mit veränderter Kornform und besserer äußerer Kornqualität

Mutanten mit veränderter Kornform treten häufiger auf als erwartet, im allgemeinen jedoch ist bei den Mutanten die längliche Kornform mit tiefer Bauchfurchen erhalten geblieben. Mit der Verkürzung des Halmes bei den dichtährigen Mutanten geht auch eine Tendenz der Verkürzung des Kornes einher; eine Mutation, die eigenartigerweise in der Mutantenklasse mit der geringfügigsten Ährenverdichtung („lange dichte Ähre“) am häufigsten auftritt.

In der Mehrzahl ist die äußere Kornqualität (Korn-

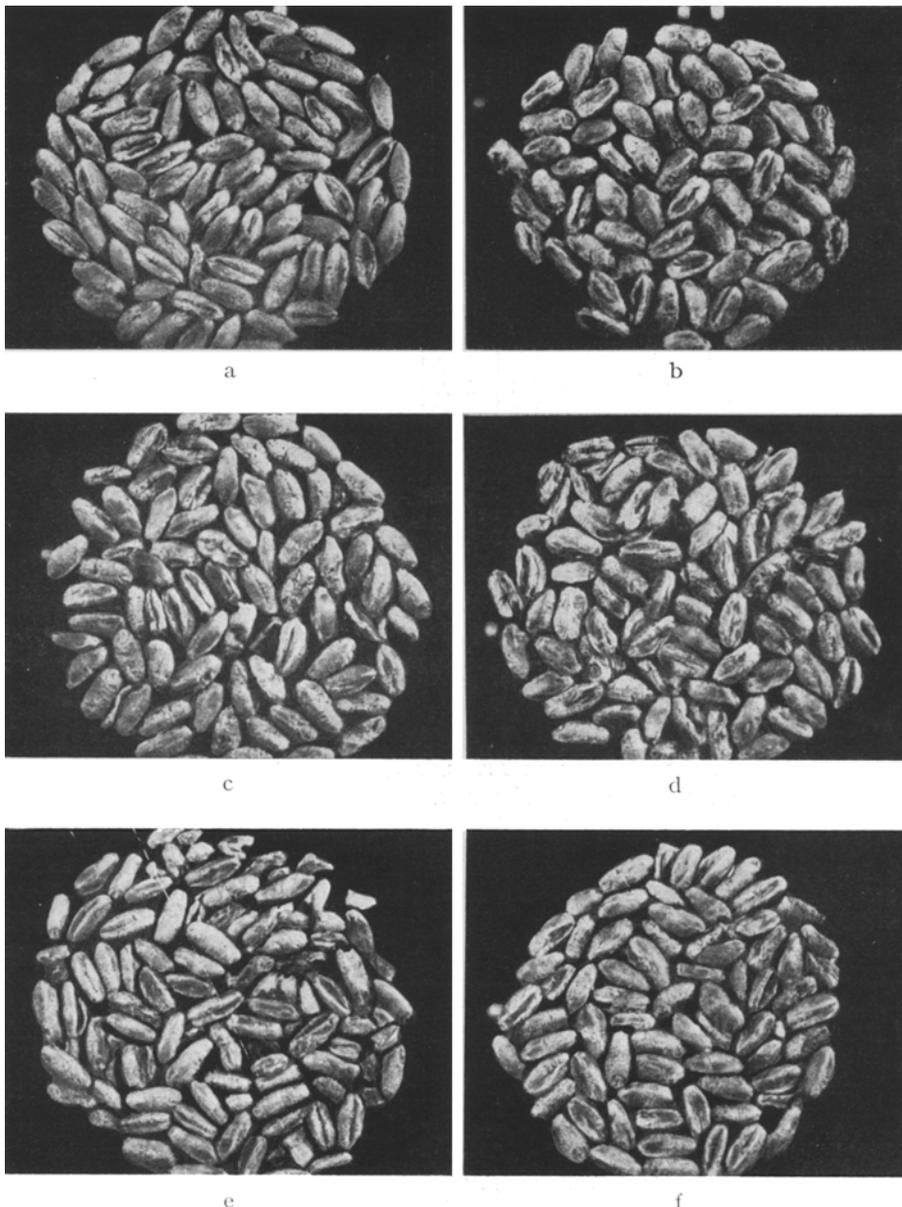


Abb. 10. Korntypen einiger Mutanten (vorgereinigte Proben): a) Kontrolle *Triticale* 8324; b) „lange dichte Ähre“; c) Dickkopftyp; d) compactoid; e) speltoide; f) begrannt.

bonitur) der Mutanten eher schlechter als die der Ausgangsformen. Die absolut schlechteste äußere Kornqualität besitzen die speltoide Mutanten; positive Ausnahmen wurden in den Mutantenklassen mit „dichteren Ähren“ (ausgenommen Compactoide) sowie bei begrannten Formen gefunden (vgl. Abb. 10).

Häufig geht eine hohe Kornzahl je Ährchen (Fertilität) auf Kosten der Kornausbildung bzw. der äußeren Kornqualität. Die Kombination schlechte Bestockung, gute Fertilität und schlechte Kornqualität ist häufig zu finden, aber auch die Kombination normale bis gute Bestockung, gute bis sehr gute Fertilität und gegenüber der Ausgangsform verbesserte äußere Kornqualität. Das stimmt mit den Untersuchungen von MÜNTZING (1939) überein, der bei *Triticale*-Stämmen aus der Kombinationszüchtung niedrige, aber dennoch positive Korrelationen zwischen Bestockung, Fertilität und guter Kornqualität fand.

Da bei künstlichen Polyploiden (z. B. Tetraroggen) primär das Korngewicht so stark vergrößert ist, daß es dem physiologischen Optimum wahrscheinlich nicht entspricht, später aber im Zuge der „Normalisierung“ bzw. der Selektion auf Fertilität, Vitalität und Bestockung sich wieder diesem physiologischen Optimum nähert (WALTHER 1959), war es von Interesse, zu verfolgen, ob diese Verhältnisse beim *Triticale* ähnlich liegen.

Wie aus Tab. 13 für die Mutanten von *Triticale* 8324 und aus Tab. 14 für die Mutanten von *Triticale* Meister hervorgeht, ist die prozentuale Häufigkeit der Mutanten mit hohem HKG<sup>1</sup> auch in den Mutantenklassen am höchsten, die die meisten fertileren Mutanten aufweisen.

9. Zytologische Untersuchungen

Wie schon angeführt, wurden nur Mitosen untersucht. Einige für das Mutationsspektrum repräsentative Mutanten hatten Chromosomenzahlen im Bereich von 2n = 51 — 58 (vgl. Tab. 15). Die Aneuploidenhäufigkeit war bei diesen Stichprobenuntersuchungen so groß, daß es angebracht erschien, die einfache Methode der scharfen Abreinigung zur Verminderung der Aneuploidenhäufigkeit auf ihre Effektivität bei *Triticale* zu untersuchen (HAGBERG und ELLERSTRÖM 1959, WALTHER 1959). Wie aus Abb. 11 hervorgeht, ist die Häufigkeit der Euploiden einer vorgereinigten<sup>2</sup> Probe von *Triticale* 8324 in den

<sup>1</sup> Hundertkorngewicht aus Gründen der geringen Kornzahl an 2 × 50 bzw. 2 × 25 Korn bestimmt. — <sup>2</sup> Druschreinigung

Tabelle 13. Prozentuale Häufigkeit der Mutanten von *Triticale* 8324 in bestimmten HKG-Bereichen (X<sub>3</sub>, X<sub>3</sub>'). 100-Korngewicht in g

mutiertes Merkmal	1,0—2,4 %	2,5—3,9 %	4,0—5,4 %	5,5—6,9 %	> 7,0 %	Σ (= 100%) Anzahl
lange dichte Ähre	0,0	1,8	16,1	73,2	8,9	56
dichte Ähre	0,0	6,7	37,3	54,4	1,6	193
Dickkopftyp	0,8	5,8	43,8	46,3	3,3	121
compactoide Ähre	6,7	20,0	56,7	16,7	0,0	30
parallele Ähre	16,6	16,6	66,7	0,0	0,0	6
lockere Ähre	4,1	2,0	57,1	36,7	0,0	49
speltoide Ähre	4,0	25,3	58,7	12,0	0,0	75
begrannte Ähre	0,0	0,0	41,7	50,0	8,3	12
Sonstige	0,0	14,3	35,7	50,0	0,0	14
Σ	1,6	9,0	42,6	44,4	2,3	556

Tabelle 14. Prozentuale Häufigkeit der Mutanten von *Triticale* Meister in bestimmten HKG-Bereichen. Hundertkorngewicht in g

mutiertes Merkmal	1,0—2,4 %	2,5—3,9 %	4,0—5,4 %	5,5—7,0 %	Σ (= 100%)
dichte Ähre begrannt und unbegrannt	5,9	5,9	52,9	35,3	17
Dickkopftyp und compactoide Ähre	25,0	0,0	50,0	25,0	4
pyramidale Ähre begrannt u. unbegrannt	23,1	0,0	61,5	15,4	13
lange lockere Ähre unbegrannt	50,0	0,0	50,0	0,0	4
superspeltoide Ähre begrannt u. unbegrannt	75,0	0,0	25,0	0,0	4
unbegrannte und kurzbegrannte Ähre*	20,0	40,0	40,0	0,0	5
Sonstige	0,0	0,0	100,0	0,0	1
Σ	22,9	6,3	52,1	18,7	48

\* Typ: *Triticale* Meister unbegrannt.

Siebfraktionen > 3,0 und > 2,8 am höchsten und die Häufigkeit der Aneuploiden zugleich am geringsten; unterhalb dieser Siebfraktionen steigt die Häufigkeit der Aneuploiden (im wesentlichen Hypoploide) so stark an, daß eine Abreinigung sehr wirksam erscheint. Oberhalb der Siebfraktion > 3,0 ist die Häufigkeit der Hyperploiden größer als in den anderen Fraktionen zusammengenommen, so daß die Abreinigung dieser Fraktion im Hinblick auf eine Verminderung der Hyperploidenrate ebenfalls sehr wirkungsvoll erscheint. Daß gerade in dieser Fraktion die größte Hyperploidenrate auftritt, wird wohl am besten dadurch verständlich, daß so hochchromosomige Zygoten nur dann zu einer optimalen Kornausbildung gelangen, wenn sie sich neben sterilen Blüten oder Ährchen im Genuß optimaler Nährstoffversorgung entwickeln können, in übrigen Fällen wohl zu

Tabelle 15. Häufigkeitsverteilung der somatischen Chromosomenzahl (2n) einiger Mutanten und der Kontrolle *Triticale* 8324.

Bezeichnung	Anzahl der Präparate	somatische Chromosomenzahlen (2n)							Anzahl insges.	
		51	52	53	54	55	56	57		58
K. <i>Triticale</i> 8324	5	—	—	—	1	1	4	1	—	7
compactoid	5	—	1	1	—	1	4	1	—	8
Dickkopftyp	4	—	—	—	1	1	5	—	—	7
dichte Ähre	4	—	1	—	—	1	2	1	—	5
lange lockere Ähre	5	—	2	—	2	2	5	—	—	11
speltoide	4	2	—	1	1	2	2	—	—	8
begrannt	4	—	—	—	1	1	3	—	1	6

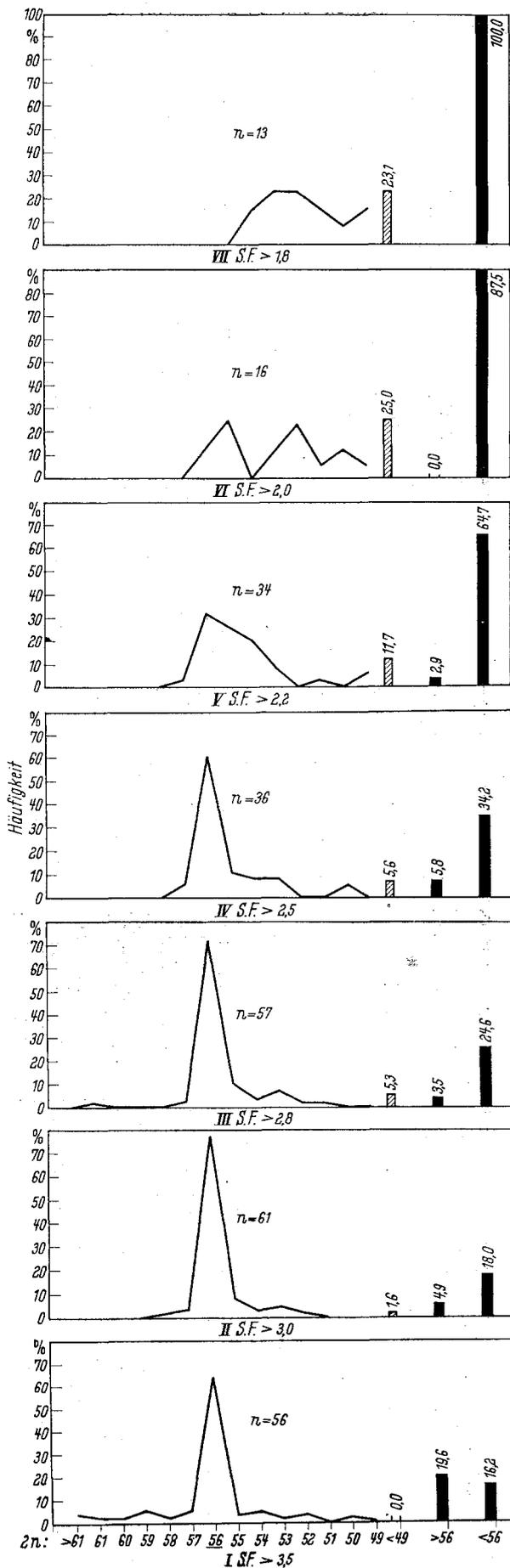


Abb. 11. Häufigkeitsverteilung somatischer (2n) Chromosomenzahlen in verschiedenen Siebfractionen (S. F.) von *Triticale* 8324.

völliger Sterilität führen und häufig gar nicht offenbar werden.

Nach diesen Untersuchungen bleiben also für die nächste Aussaat nur die Siebfractionen >3,0 und >2,8, die immerhin noch einen Gewichtsanteil (Abb. 12a) von rund 70% ausmachen, allerdings noch mit einer Aneuploidenrate von über 25%. Am besten wäre es, nur die Fraktion >3,0 weiter zu verwenden mit einem Gewichtsanteil von 54% und einer Aneuploidenrate von 24,5% (vgl. auch Abb. 13). Da diese Ergebnisse sicher auch Jahresschwankungen aufweisen würden und mitotische Untersuchungen sehr zeitraubend sind, wurde nach einfacheren indirekten Selektionsmöglichkeiten gesucht.

Aus Abb. 12b geht hervor, daß zwischen der Häufigkeit der Euploiden einerseits, dem TKG und der Keimfähigkeit andererseits weitgehend gleichsinnige Beziehungen bestehen. Ebenso scheint zwischen der Größe der Siebfractionen und der Häufigkeit der Hyperploiden eine positive Beziehung zu bestehen, wohingegen die Hypoploidenrate mit abnehmender Größe der Siebfractionen sehr schnell zunimmt.

Betrachtet man die Summe der Siebfractionen als eine einheitliche Probe, so wird deutlich (vgl. Abb. 14), daß die Hypoploiden den größten Anteil der Aneuploiden ausmachen; dagegen könnte man geneigt sein, die Hyperploiden zu vernachlässigen.

Als indirektes Merkmal, das in den einzelnen Siebfractionen augenscheinlich differenziert war und nicht in so starkem Maße Modifikationen unterworfen ist wie das TKG und die Keimfähigkeit (VETTEL 1959, 1960), erwies sich die Keimwurzelzahl.

Die durchschnittliche Keimwurzelzahl (durchschnittl. KWZ) ist bei Weizen (Hadm. Wl. Wz. IV) und *Triticale* (St. 8324) mit 2,8 bzw. 2,6 praktisch gleich, bei Roggen jedoch (Hellkorn II) mit 3,9 bedeutend höher (vgl. Abb. 15 I). Die Prävalenz der Weizenmerkmale im *Triticale*, die von vielen anderen morphologischen Merkmalen des *Triticale* bekannt ist (OEHLER 1931), wird auch hier sichtbar. Die durchschnittliche KWZ vermag jedoch wenig auszusagen, auch wenn man die Siebfractionen berücksichtigt (Abb. 15I). Immerhin wird sichtbar, daß zumindest in den Siebfractionen >2,8 mit einer durchschnittlichen KWZ von 3,2 eher ein intermediärer Erbmodus (arithmetisches Mittel zwischen Weizen und Roggen 3,35), denn Prävalenz des Weizens herrscht. Diese Tatsache gewinnt um so mehr an Bedeutung, als die Siebfractionen (SF) >2,0; >2,2 und >1,8 überwiegend oder ausschließlich aus Aneuploiden bestehen und durchschnittliche KWZ von 2,4; 1,6 bzw. 1,4 aufweisen. Die SF >2,5 hat einen Anteil von 40,0% Aneuploiden und eine durchschnittliche KWZ von 2,8 und kann daher für einen weitgehend euploiden *Triticale* ebenfalls nicht mehr als repräsentativ angesehen werden. Betrachtet man die Häufigkeit der einzelnen KWZ (1—6) getrennt nach Siebfractionen, so ergeben sich interessante signifikante Unterschiede (vgl. Abb. 15 II<sup>1</sup>).

Die relativ gute Übereinstimmung der Euploidenrate mit der Häufigkeit der KWZ 3 in allen Siebfractionen ist augenfällig und scheint anzudeuten, daß die KWZ 3 der Normalfall ist und davon abwei-

<sup>1</sup> Darstellung der signifikanten Unterschiede nach HÜBNER 1957.

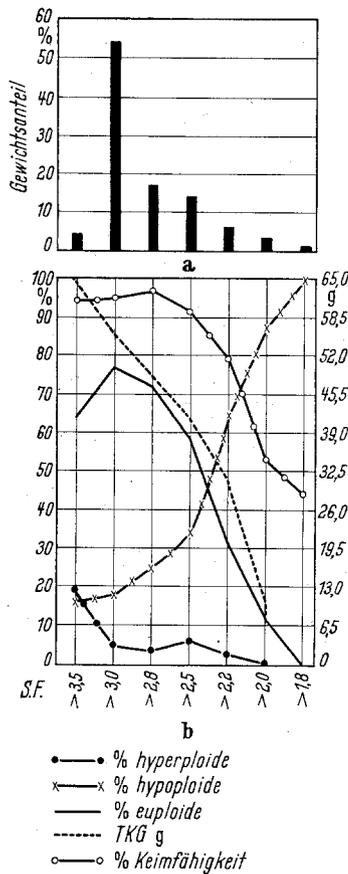


Abb. 12. a) Der Gewichtsanteil der Siebfraktionen b. Beziehungen zw. der Häufigkeit der Euploiden bzw. Aneuploiden (Hypo- und Hyperploide) und dem TKG, der Keimfähigkeit und den Siebfraktionen (S. F.).

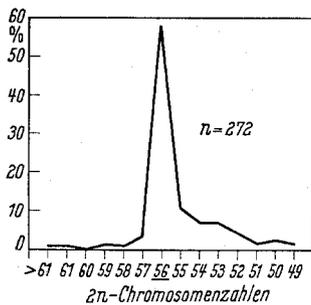


Abb. 14. Häufigkeitsverteilung der somatischen ( $2n$ ) Chromosomenzahlen von *Triticale* 8324, ohne Berücksichtigung der Siebfraktionen.

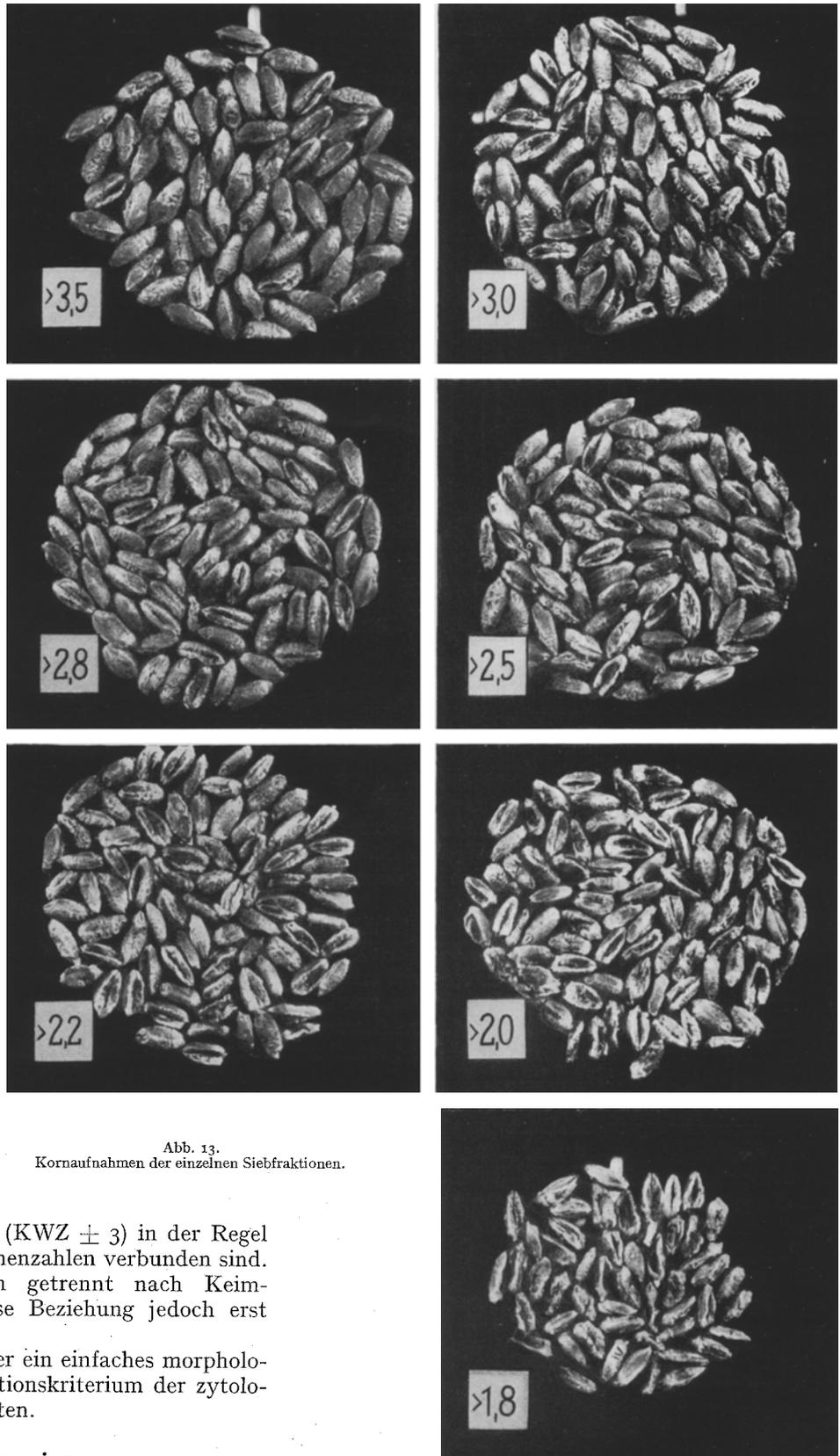


Abb. 13. Kornaufnahmen der einzelnen Siebfraktionen.

chende Keimwurzelzahlen ( $KWZ \pm 3$ ) in der Regel mit irregulären Chromosomenzahlen verbunden sind. Chromosomenauszählungen getrennt nach Keimwurzelzahlen müßten diese Beziehung jedoch erst exakt bestätigen.

Dennoch scheint sich hier ein einfaches morphologisches Merkmal als Selektionskriterium der zytologischen Stabilität anzubieten.

#### IV. Diskussion

Wenn man die Ergebnisse der Mutationsauslösung bei den 3 *Triticale*-Formen Rimpau (VETTEL 1959), Meister und Stamm 8324 betrachtet, so ergeben sich eine ganze Reihe von Gemeinsamkeiten:

1. Die Abnahme vitaler Pflanzen auch nach der Jugendentwicklung ist allen 3 Formen gemeinsam (vgl. Tab. 1) und kann auf eine natürliche Ausmerzung hochgradig aneuploider, subletaler Formen zu-

rückgeführt werden, die nicht mehr zum Ährenschieben gelangen.

2. Die zweite Bestrahlung ( $X_1'$ ) hat eine starke Vitalitätsminderung und eine progressive Reduzierung des vitalen Pflanzenbestandes zur Folge. Die Vitalitätsminderung und Entwicklungsverzögerung

äußert sich in einer deutlichen Abnahme der Wuchshöhe, der Fertilität und einer Verspätung des Ährenschiebens. Die Ursache hierfür dürfte darin liegen, daß auf  $X_1$ -Pflanzen bereits vitalitätsgeschwächtes Saatgut heranwächst und die Belastungen der 2. Bestrahlung sich wenigstens teilweise summieren.

3. Die Grundtypen von Mutationen sind bei allen 3 Formen gleich. Mit der Verdichtung der Ähre

Isolierung praktisch unmöglich ist, weil diese Formen (besonders *Triticale* Meister) stark zur Fremdbefruchtung neigen, ist der *Triticale*-Stamm 8324 vorwiegend ein Selbstbefruchter und ebenfalls die Mutanten aus dieser Form (VETTEL 1960).

9. Vergleicht man die zytologischen Verhältnisse, besonders die Konfigurationsverhältnisse in der Meiose, zwischen Ausgangsform und Mutanten, so

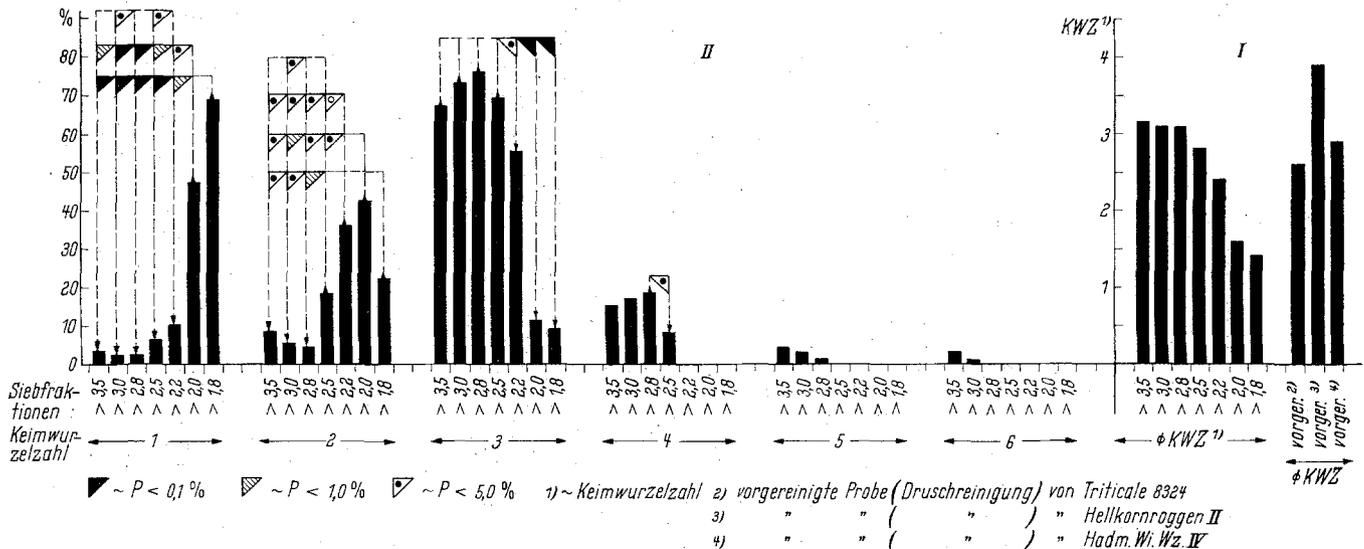


Abb. 15. Siebfraktionen und Keimwurzelzahl.  
I) Durchschnittliche Keimwurzelzahl (durchschnittl. KWZ) von *Triticale* 8324, Hadmerslebener (Heines) Winterweizen IV und Hadmerslebener Hellkornroggen II sowie den Siebfraktionen von *Triticale* 8324; II) Häufigkeit der Keimwurzelzahlen (1—6) in verschiedenen Siebfraktionen von *Triticale* 8324.

geht eine Verkürzung des Halmes einher. Jugendentwicklung, Bestockung und Winterfestigkeit (vgl. Tab. 2 und 3) sind nur in Ausnahmefällen besser als die der Ausgangsformen, wobei zwischen Fertilität und Bestockung generell eine negative Beziehung zu bestehen scheint.

4. Die Mutationsraten sind bei vergleichbaren Dosen ( $LD_{50} = 16$  kr) und in entsprechenden Generationen praktisch gleich. Die Methode des „Mehrkornramsches“ in Verbindung mit einer zweiten Bestrahlung bringt deutlich erhöhte Mutationsraten mit einer relativ größeren Zunahme der Mutanten mit lockerer bis speltoider Ähre.

5. Mit der Verdichtung der Ähre (ausgenommen compactoide Ähren) ist sehr häufig ein Fertilitätsanstieg verbunden, wobei der Mutantenklasse mit der nächst dichteren Ähre im Vergleich zur Ausgangsform die größte Bedeutung zukommt, extrem dichte Mutationen sind hingegen besonders steril. Dieser Fertilitätsanstieg dichtähriger Formen ist sekundär und wahrscheinlich auf die ernährungsphysiologisch günstigere Ährenform mit häufig verminderter Ährenzahl zurückzuführen.

6. Bezüglich der äußeren Kornqualität sind nur wenige Mutanten besser als die Ausgangsform, hingegen sind veränderte Kornformen (besonders verkürzte Kornform) häufiger.

7. Die fertilsten Formen haben zugleich die höchsten Korngewichte; eine Erscheinung, die mit der Fertilitätsentwicklung beim Tetraroggen nicht übereinstimmt (WALTHER 1959).

8. Die Pollinationstypen der Ausgangsformen findet man auch bei der Mehrzahl der Mutanten wieder. Während die Aufrechterhaltung des Mutantensortimentes von *Triticale* Meister und Rimpau ohne

wird offenbar, daß die überwiegende Mehrzahl der Mutanten instabiler als die Ausgangsform ist. Nur wenige hochfertile Mutanten erreichen die gleiche oder eine bessere Stabilität als die Ausgangsform. Zwischen Fertilität und meiotischer Stabilität bestehen, wenn überhaupt, nur geringe Beziehungen, die nur in den Extremen greifbar sind. Eine Selektion auf reguläre Meiosen dürfte daher nicht sehr erfolgreich sein, zumal die Selektion auf gute Fertilität und Bestockung automatisch zu einer größeren Häufigkeit regulärer Meiosen führt und an einem großen Material technischer einfacher durchzuführen ist (HILPERT 1957, WALTHER 1959, HAGBERG und ELLERSTRÖM 1959). Hingegen besteht zwischen der Häufigkeit der Aneuploidien und der Fertilität eine offenbar enge negative Beziehung, die sich als Selektionskriterium verwenden läßt (VETTEL 1960).

Aber auch deutliche Differenzen ergaben sich im Verlaufe der Mutationsauslösung mit den genannten 3 *Triticale*-Formen: Die nach Dosis und Generation vergleichbaren Mutationsspektren sind bei den 3 Formen deutlich verschieden. In  $X_2$  *Triticale* Meister sind nur einzelne Mutanten mit Dickkopfähren und compactoide Ähre aufgetreten, in  $X_2$  *Triticale* Rimpau beträgt die Häufigkeit beider Mutantenklassen bereits 6,7% aller Mutanten und in  $X_2$  *Triticale* Stamm 8324 umfaßt die Häufigkeit entsprechender Mutanten bereits 21,8% aller Mutanten. Hingegen treten in der Mutantenklasse locker — speltoider Ähre keine deutlichen Unterschiede auf. Da in den 3 Ausgangsformen die Ährenmorphologie des Weizeneltern (bei *Triticale* Meister unbekannt, aber vermutlich ein sehr lockerähriger früher Weizen, bei *Triticale* Rimpau der langährige und ziemlich lockerährige, nicht spindelfeste „rote sächsische

Landweizen“ und bei Stamm 8324 der dickkopffartige bis parallelährige „Hadmerslebener (Heines) Winterweizen IV“ bereits prävalent ist, was durch die lockere-speltoide Ähre des *Triticale* Meister, die ziemlich lockere pyramidale Ähre des *Triticale* Rimpau und die dichte pyramidale Ähre des *Triticale* St. 8324 augenscheinlich wird, kann vermutet werden, daß der jeweilige Weizenelter auch für das entsprechende Mutationsspektrum verantwortlich ist. Einzelne Ährenmerkmale des Roggens (breitförmige Ähre u. a.) konnten nie bestätigt werden.

Überschaut man die Gesamtheit der Ergebnisse, so läßt sich feststellen, daß auch die Mutationsauslösung nur einen kleinen Schritt in Richtung Vollfertilität des *Triticale* zu leisten vermag, d. h. es gibt zwar fertile Mutanten, aber ein entscheidender Durchbruch zur Vollfertilität wurde nicht erreicht und konnte auch nicht erwartet werden. Hinsichtlich der Verbesserung anderer Eigenschaften vermag die Mutationsauslösung bei *Triticale* vieles zu leisten (z. B. bessere Standfestigkeit u. a.), ohne den schwierigen und langwierigen Weg der Neukombination gehen zu müssen.

Die zytologischen Verhältnisse (VETTEL 1960) sowie serologische Untersuchungen (HALL 1959) weisen darauf hin, daß die beiden elterlichen Komponenten (Weizen und Roggen) sich über Jahrzehnte so etwas wie ein autonomes Verhalten im *Triticale* bewahrt haben. Die Phasenverzögerung in der Meiose und die Tatsache, daß das *Triticale*-Protein eine beinahe vollständige Addition der elterlichen Proteine darstellt, wobei jedes seine spezifische Individualität auch im *Triticale* beibehält und keinerlei spezifische *Triticale*-Proteine gefunden werden, deuten auf ein solches Verhalten hin.

Um zu vollfertilen Formen zu kommen, wird man ganz andere Wege einschlagen müssen. Die Herstellung neuer *Triticale*-Formen unter Verwendung hochleistungsfähiger Weizensorten mit guter Fertilität und inzuchtoleranter, ebenfalls hochfertiler Roggenformen ist unvermeidlich (MÜNTZING 1939). Mit den fertilsten *Triticale*-Formen muß eine umfangreiche Kombinationszüchtung betrieben werden. Umfangreiche Auslesen auf hohe Fertilität verbunden mit zytologischen Kontrolluntersuchungen (Aneuploidienrate) müßten bei zielstrebigem Arbeit einen bedeutenden Schritt weiterführen.

### V. Zusammenfassung

Die vorliegende Teilarbeit III bringt die Untersuchungen über Mutationsauslösung bei *Triticale* zu einem vorläufigen Abschluß. Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

1. In den Bestrahlungsgenerationen zeigt sich eine kontinuierliche Reduzierung des vitalen Pflanzenbestandes bis zum Ährenschieben. Die Fertilität ist signifikant niedriger als die der Kontrolle.
2. Bei der Bestrahlung des „Mehrkornramsches“ aus  $X_1(X_1')$  tritt eine deutlich stärkere Vitalitätsminderung und Entwicklungsverzögerung gegenüber der  $X_1$  auf.
3. Die in  $X_2$ ,  $X_2'$  und  $X_1'$  ausgelesenen und in  $X_3$  bzw.  $X_3'$  bestätigten Mutanten werden klassifiziert und beschrieben.
4. Beziehungen zwischen Fertilität, Bestockung, Korngewicht und äußerer Kornqualität werden erörtert.

5. Die Dosiseffektkurve verläuft zunächst linear, läßt aber später einen asymptotischen Verlauf erkennen.

6. Die Gesamtmutationsrate beträgt in  $X_2$  5,48 Mutanten je 100  $X_2$ -Pflanzen. Die höchsten Mutationsraten besitzen die Mutantenklassen mit „dichteren Ähren“ und mit „lockerer-speltoider Ähre“.

7. Durch Anwendung des „Mehrkornramsches“ in Verbindung mit einer zweiten Bestrahlung werden die Mutationsraten beträchtlich erhöht ( $X_1' = 7,39\%$ ,  $X_2' = 7,76\%$ ). Dabei nehmen die „locker-speltoiden“ Formen relativ schneller zu.

8. Bei der Selektion der Mutanten wurde besonderes Gewicht auf die Fertilitätsbestimmungen gelegt.

9. Mutanten mit besserer äußerer Kornqualität und erhöhtem Korngewicht konnten ausgelesen werden.

10. Zytologische Untersuchungen (Mitosen) erstreckten sich auf die Feststellung der Aneuploidienhäufigkeit. Beziehungen zwischen der Aneuploidienrate und einzelnen Siebfraktionen sowie der Keimwurzelzahl werden erörtert.

11. Die wichtigsten Ergebnisse der Mutationsauslösung mit den 3 *Triticale*-Formen Rimpau, Meister und Stamm 8324 werden diskutiert und einige Schlußfolgerungen gezogen.

### Literatur

1. CALDECOTT, R. S., H. STEVENS and B. J. ROBERTS: Stem Rust resistant Variants in irradiated Population-mutations or Field-Hybrids. *Agron. J.* 51, 401—403 (1959). — 2. FREISLEBEN, R., und A. LEIN: Möglichkeiten und praktische Durchführung der Mutationszüchtung. *Kühn-Archiv* 60, 212—225 (1943). — 3. GAUL, H.: Die verschiedenen Bezugssysteme der Mutationshäufigkeit bei Pflanzen, angewandt auf Dosiseffekturven. *Z. f. Pflanzenz.* 38, 63—76 (1957). — 4. HÄNSEL, H.: Vortrag über Mutationsprobleme bei Gerste, geh. am 18. 2. 1960 im Institut f. Pflanzenz. d. Martin-Luther-Universität Halle. — 5. HAGBERG, A., and S. ELLERSTRÖM: The Competition between diploid, tetraploid and aneuploid Rye. Theoretical and practical Aspects. *Hereditas* 45, 367—416 (1959). — 6. HALL, O.: Immuno-electrophoretic Analyses of allopolyploid Rye-Wheat and its Parental Species. *Hereditas* 45, 495—504 (1959). — 7. HILPERT, G.: Effect of selection for meiotic behaviour in autotetraploid rye. *Hereditas* 43, 318—322 (1957). — 8. HÜBNER, R.: Ein graphischer Ertragsvergleich unter Berücksichtigung der Grenzdifferenzen (GD), dargestellt an den Ergebnissen einer Futterroggenprüfung. *Z. f. Acker- und Pflanzenb.* 102, 299—310 (1957). — 9. KONZAK, C. F.: Radiation induced Mutations for Stem Rust Resistance in Oats. *Agron. J.* 51, 518—520 (1959). — 10. MÜNTZING, A.: Studies on the Properties and the Ways of Production of Rye-Wheat Amphidiploids. *Hereditas* 25, 387—430 (1939). — 11. OEHLER, E.: Untersuchungen über Ansatzverhältnisse, Morphologie und Fertilität bei Weizen-Roggenbastarden. *Z. f. Pflanzenz.* 16, 357—393 (1931). — 12. PISSAREV, V. E.: Selektion auf höheren Proteingehalt in Sommerweizen. *Der Züchter* 27, 371—375 (1957). — 13. PISSAREV, V. E.: Neues in der Züchtung von eiweißreichen und anspruchslosen Weizen. Selekt. und Samenzucht 23, 8—11 (1958). — 14. TJIO, J. H., and A. LEVAN: The Use of Oxyquinoline in Chromosome Analysis. *An. Est. Exp. Aula Dei* 2, 21—63 (1950). — 15. VETTEL, F. K.: Mutationsversuche an Weizen-Roggenbastarden (*Triticale*). I. Mutationsauslösung bei *Triticale* Rimpau. *Der Züchter* 29, 293—317 (1959). — 16. VETTEL, F. K.: Mutationsversuche an Weizen-Roggenbastarden. II. Zytologische Untersuchungen und Fertilitätsbestimmungen an *Triticale* Rimpau und einigen Mutanten. *Der Züchter* 30, 181—189 (1960). — 17. WALTHER, F.: Fertilitätsuntersuchungen beim Roggen. *Z. f. Pflanzenz.* 41, 1—32 (1959).