

Literatur

1. FRIEDRICH, G.: Das Verhalten verschiedener Apfelmutterstämme mit einigen Ertragsorten in Mitteldeutschland. *Der Züchter* 26, 289—307 (1956). — 2. FRIEDRICH G.: *Der Obstbau*. 3. Aufl., S. 555—568. Radebeul: Neumann-Verlag 1960. — 3. HILKENBÄUMER, F.: Die gegenseitige Beeinflussung von Unterlage und Edelreis bei den Hauptobstarten im Jugendstadium unter Berücksichtigung verschiedener Standortverhältnisse. *Kühn-Archiv* 58, 1—258 (1942). — 4. KARNATZ, H.: Über das Verhalten einiger Birnenstammformen gegenüber tiefen Tempera-

turen. *Mitteil. Obstbauversuchsrings Jork* 12, 225—229 (1958). — 5. LUCKAN, J., und K. P. LUXEM: Die Mitwirkung der Obstbaumschule bei der Entwicklung eines wirtschaftlichen Obstbaus. *Dt. Baumschule* 4, 98—102 (1952). — 6. MÜLLER, H., und J. DAMASCHEK: Beitrag zur Stammformprüfung bei Birnen. *Dt. Gartenbau* 1, 333—334 (1954). — 7. SÖRGEN, P.: Erster vorläufiger Bericht der „Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Obstbau“ über Stammformprüfungen im Baumschulstadium. *Vorl. Ber. Arbeitsgemein. Obstbau, München* 1953, S. 23—87 (1953).

Aus dem Institut für Kulturpflanzenforschung Gatersleben der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

Mutationsversuche an Kulturpflanzen

XII. Über das genetische Verhalten von frühreifen Gerstenmutanten

Von DIETER METTIN¹

Mit 2 Abbildungen

A. Einleitung

Über das erbliche Verhalten von Unterschieden in der Vegetationslänge (gewöhnlich bonitiert am Schoß- oder Ährenschubtermin) liegen bei Sommer- und auch bei Wintergerste bereits eine Anzahl von Untersuchungen vor. Als Kreuzungspartner wurden in den meisten Fällen bezüglich der Reifezeit differierende Sorten oder Herkünfte verwendet. Es ergab sich, daß das Merkmal Frühreife gegenüber spätem Reifetermin je nach Ausgangsmaterial entweder mono-, di- oder trifaktoriell spaltete und sich sowohl dominant als auch rezessiv verhielt (Lit. bei SMITH 1951, HOFFMANN 1956). Oft jedoch wurden auch weniger klare Spaltungsmodi beobachtet.

Sehr eindeutige Spaltungsverhältnisse für dieses Merkmal konnten durch Einbeziehung von röntgeninduzierten Sommergerstenmutanten gewonnen werden. NÖTZEL (1952) und SCHOLZ (1957) haben von einer Anzahl Mutanten die Erbgänge untersucht und jeweils monogen bedingte Unterschiede zwischen den Mutanten und ihren entsprechenden Ausgangsformen gefunden. Der frühere Ährenschubtermin der Mutanten erwies sich dabei gewöhnlich als rezessiv, seltener als dominant.

Bei der genetischen Bearbeitung einiger frühreifer Sommergerstenmutanten sowie einer besonders frühreifen Mutante aus der Wintergerste konnten weitere eindeutige Fälle von monogen bedingter Frühreife sowie die genetischen Beziehungen einiger Mutanten untereinander analysiert werden, über die im folgenden berichtet werden soll.

B. Material und Methodik

Als Ausgangsmaterial für die Untersuchungen dienten eine Reihe von Mutanten aus dem Mutantensortiment des Instituts für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben sowie deren entsprechende Ausgangssorten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Mutanten, die Sorten und die Anzahl der Vegetationstage bis zum Ährenschieben.

Eine eingehende morphologische Beschreibung von mehreren dieser Mutanten haben schon SCHOLZ (1957) sowie SCHOLZ u. LEHMANN (1958) gegeben, so daß auf diese Arbeiten verwiesen werden kann. Die Kreuzungen wurden in den Jahren 1957—1959 im Freiland durchgeführt. Von einem Teil des Kreuzungssaatgutes zogen wir jeweils im gleichen Herbst F₁-Generationen im Gewächs-

Tabelle 1. Übersicht über die verwendeten Mutanten, deren Ausgangssorten sowie die Anzahl der Vegetationstage bis zum Ährenschieben.

	Mutante aus	Vegetationstage bis zum Ährenschieben (mehrfachjähriges Mittel)
Sommergerste		
Ackermanns Donaria		77
Heimes Haisa		78
Freya		77
Mut. 2562	Donaria	71
„ 2571	„	68
„ 3736	Haisa	67
„ 3738	„	70
„ 3978	„	70
„ 3981	„	70
„ 3982	„	68
„ 4517	Freya	68
„ 4518	„	62
Wintergerste		
Mahndorfer		59 ¹
Mut. 1109	Mahndorfer	42 ¹

¹ Sommer-Vegetationstage bis zum Ährenschieben (ab 1. April gerechnet).

haus bei Zusatzbeleuchtung heran (Methode s. SCHOLZ 1957). Somit konnten im folgenden Jahr stets Eltern, F₁- und F₂-Nachkommenschaften gemeinsam angebaut und bonitiert werden. Die Aussaat erfolgte in jedem Jahr zum frühest möglichen Termin einzelkornweise im Abstand von 20 × 10 cm auf dem Versuchsfeld.

Als Kriterium für die Reifezeit wählten wir den leicht zu bonitierenden Zeitpunkt des Schiebens der ersten Ähre an jeder Pflanze. Dabei galt eine Ähre als geschoben, sobald sie vollständig aus der obersten Blattscheide ragte. Das gesamte Pflanzenmaterial wurde täglich zu etwa gleicher Zeit bonitiert. Verspätet aufgegangene Pflanzen und alle offensichtlichen Kümmerformen blieben unberücksichtigt. Die statistische Auswertung der Spaltungszahlen erfolgte nach der χ^2 -Methode unter Berechnung der P-Werte (nach WEBER 1956).

Herrn Dr. F. SCHOLZ, Gatersleben, danke ich für die Überlassung von Vegetationsdaten sowie für viele Hinweise.

C. Experimenteller Teil

I. Der Einfluß der Witterungsfaktoren auf den Verlauf des Ährenschiebens

Es ist bekannt, daß eine physiologische Eigenschaft wie der Zeitpunkt des Ährenschiebens durch Umwelteinflüsse \pm modifiziert wird. Um den Ährenschubverlauf bei den spaltenden Generationen richtig deuten zu können, notierten wir im Jahre 1958 für den Zeit-

¹ Neue Anschrift: Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Halle, Hohenthurm bei Halle/Saale.

raum des Ährenschiebens einige Witterungsdaten¹. Sie sind aus der Abb. 1 ersichtlich. Die mittleren Tagestemperaturen waren nach stärkeren Schwankungen in der ersten Junihälfte in der zweiten Hälfte des Monats ausgeglichener. Die Niederschlagstätigkeit war im Berichtszeitraum vor allem durch einen starken Regen am 28. 6. 1958 (fast 50 mm) gekennzeichnet. Am gleichen Tage war kein Sonnenschein zu verzeichnen.

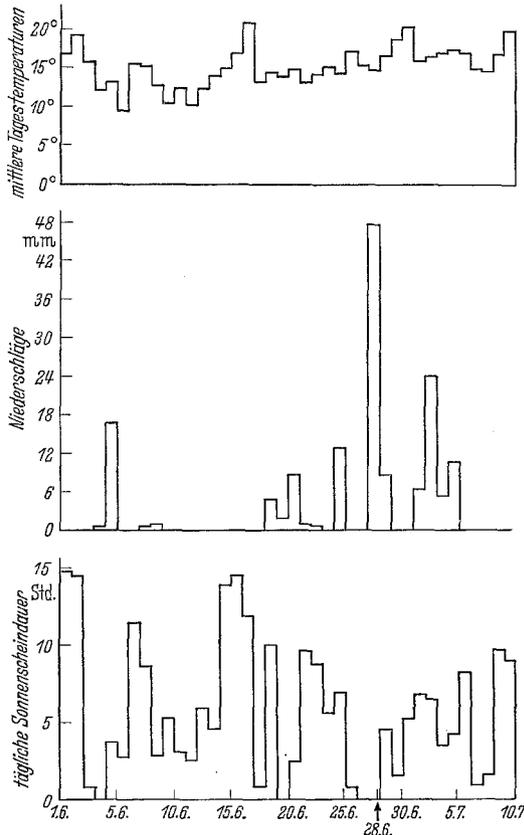


Abb. 1. Darstellung einiger Witterungsdaten für den Zeitraum vom 1. 6. 1958 bis 10. 7. 1958.

Die Auswirkung der Witterungsfaktoren besonders vom 28. 6. auf den Verlauf des Ährenschiebens ist bei fast allen Häufigkeitsverteilungen festzustellen, indem am folgenden Tage die Anzahl der Pflanzen mit geschobener Ähre steil zurückfällt (vgl. dazu die Ährenschubverteilungen im Anhang 1 von Haisa; Donaria; F₂ von K 5, K 6 und K 13 für den Zeitraum vom 27. 6. bis 2. 7.). Aus diesem Ergebnis kann entnommen werden, daß die Höhe der Niederschlagstätigkeit den stärksten Einfluß auf den Verlauf des Ährenschiebens ausübt (in unserem Falle wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Lagern des Getreides).

II. Das genetische Verhalten der Kreuzungsnachkommenschaften²

a) Die Kreuzungen Ausgangssorte × Mutante

Im Jahre 1958 wurde das genetische Verhalten des Ährenschubdatums bei den F₁- und F₂-Nachkommenschaften der folgenden Kreuzungskombinationen geprüft:

¹ Herrn K. NÄTHER, Gatersleben, danke ich für die Überlassung der Daten.

² Frl. CHR. SÄBBEL hat an der technischen Durchführung der Versuche wesentlichen Anteil. Ihr gilt mein besonderer Dank.

♀	♂	
Haisa	× Mut. 3738	(= K 1)
Haisa	× Mut. 3978	(= K 3)
Haisa	× Mut. 3981	(= K 4)
Haisa	× Mut. 3982	(= K 5)
Donaria	× Mut. 2571	(= K 6)

Wie aus den Angaben im Anhang 1 hervorgeht, verteilen sich die Ährenschubdaten der Einzelpflanzen jeder Elternparzelle bei einem deutlich erkennbaren Maximum über einen Zeitraum von etwa 8—10 Tagen. Mit Ausnahme der Kreuzungskombination Haisa × Mut. 3978 liegen für die einzelnen Kreuzungspartner keine Überschneidungen der Ährenschubdaten vor. Dadurch wurde die Klassenbildung bei den F₂-Populationen wesentlich erleichtert.

Alle F₁-Nachkommenschaften entsprachen hinsichtlich der Variationsbereiche ihrer Ährenschubdaten etwa dem einen oder anderen Elter. Schon dieses Verhalten deutet auf nahezu vollständige Dominanz oder Rezessivität der beteiligten Allele für Frühreife. Im Anhang 1 ist die Anzahl der Individuen mit geschobener Ähre täglich aufgeführt. Die Ährenschubverteilungen aller F₂-Populationen lassen stets zwei deutlich unterscheidbare Maxima erkennen, die mit denen der jeweiligen Eltern gut übereinstimmen (siehe z. B. in Abb. 2 den Kurvenverlauf der F₂ von K 5). Werden die F₂-Populationen entsprechend den Variationsbereichen der Eltern in zwei Phänotypenklassen zerlegt (in den Säulensäulen im Anhang 1 durch waagerechte Trennungslinien markiert), dann stimmen die Individuenzahlen in den beiden Gruppen gut mit einem 3:1-Spaltungsverhältnis überein. Die nach diesem Verfahren erhaltenen und die erwarteten Spaltungszahlen sind in Tab. 2 zusammengestellt worden.

Tabelle 2. F₂-Spaltungsergebnisse der Kreuzungen Ausgangssorte × Mutante im Jahre 1958.

Kreuzung	n		Spaltungsverhältnis		Signifikanz	
			früh	spät	χ^2	P
F ₂ von K 1	190	gef.	149	41	1,19	0,29
		erw. ¹	142,50	47,50		
F ₂ von K 3	414	gef.	97	317	0,55	0,47
		erw. ¹	103,50	310,50		
F ₂ von K 4	309	gef.	236	73	0,31	0,60
		erw. ¹	231,75	77,25		
F ₂ von K 5	423	gef.	113	310	0,66	0,43
		erw. ¹	105,75	317,25		
F ₂ von K 6	455	gef.	111	344	0,09	0,79
		erw. ¹	113,75	341,25		

¹ Bei 3:1-Erwartung.

Die Übereinstimmung der Werte ist in allen Fällen signifikant. Das Merkmal Frühreife (ausgedrückt im Ährenschubtermin) mendelt monofaktoriell. Das frühere Ährenschubdatum der Mutanten 3738 und 3981 wird durch je ein dominantes Allel hervorgerufen, bei den Mutanten 3978, 3982 und 2571 wird es dagegen durch ein rezessives Allel kontrolliert. Somit können die Angaben von SCHOLZ (1957) für das genetische Verhalten der Mutanten 3738 und 3982 bestätigt werden.

Im Jahre 1960 wurde das Erbverhalten von vier weiteren frühreifen Sommergerstenmutanten untersucht. Es handelt sich dabei um die F₂-Nachkommenschaften der folgenden Kreuzungskombinationen:

♀	♂	
Haisa	× Mut. 3736	(= K 25)
Freya	× Mut. 4517	(= K 26)
Freya	× Mut. 4518	(= K 27)
Donaria	× Mut. 2562	(= K 28)

Tabelle 3. F_2 -Spaltungsergebnisse der Kreuzungen Ausgangssorte \times Mutante im Jahre 1960.

Kreuzung	n		Spaltungsverhältnis		Signifikanz	
			früh	spät	χ^2	P
F_2 von K 25	125	gef.	90	35	0,60	0,45
		erw. ¹	93,75	31,25		
F_2 von K 26	155	gef.	112	43	0,63	0,44
		erw. ¹	116,25	38,75		
F_2 von K 27	248	gef.	67	181	0,53	0,48
		erw. ¹	62,00	186,00		
F_2 von K 28	470	gef.	114	356	0,14	0,70
		erw. ¹	117,50	352,50		

¹ Bei 3:1-Erwartung.

Alle Mutanten waren außer der verkürzten Vegetationszeit noch in mindestens einem weiteren Merkmal verändert. So waren die Mutanten 3736 und 4517 im Gegensatz zu den Ausgangsformen mehrzeilig, die Mutante 4518 im gesamten Habitus zierlicher und die Mutante 2562 im Wuchstyp ausgesprochen niedrig.

Alle Kreuzungseltern waren hinsichtlich der Verteilung der Ährenschubdaten (s. Häufigkeitsverteilungen im Anhang 2) und der genannten morphologischen Differenzen gut voneinander zu unterscheiden. Auch in der Verteilung der Ährenschubdaten dieser F_2 -Nachkommenschaften sind zwei Maxima zu erkennen, die annähernd mit den Schubmaxima der Eltern übereinstimmen. Da sich die Variationsbereiche der elterlichen Ährenschubtermine in keinem Fall überschneiden, war die Klassenbildung bei den F_2 -Populationen ohne weiteres möglich. Die Häufigkeit der Individuenzahlen in den beiden Gruppen stimmt ebenfalls mit einem 3:1-Spaltungsverhalten gut überein. Die gefundenen und die theoretischen Spaltungszahlen sind in Tab. 3 dargestellt.

Aus den Spaltungsverhältnissen geht hervor, daß der frühe Ährenschubtermin der Mutanten 3736 und 4517 monogen dominant bedingt ist, während er bei den übrigen Mutanten durch ein rezessives Allel hervorgerufen wird.

In den F_2 -Nachkommenschaften der Kreuzungen Freya \times Mut. 4518 und Donaria \times Mut. 2562 entsprachen alle Pflanzen mit früherem Ährenschubtermin auch im Habitus vollständig den Mutanten, während alle späten Typen in der Wuchsform die Ausgangssorten repräsentierten. Ob es sich hierbei um die pleiotrope Wirkung eines veränderten Allels oder um sehr enge Koppelung von zwei mutierten Loci handelt, müßte an einem weit-

aus größeren F_2 -Material geprüft werden. Im Gegensatz dazu wurden bei den F_2 -Pflanzen der Kreuzungen Haisa \times Mut. 3736 und Freya \times Mut. 4517 freie Spaltungen der Merkmalspaare früh/spät und zweizeilig/mehrzeilig beobachtet. Die Spaltungsverhältnisse bei den F_2 -Nachkommenschaften der Kreuzungen K 25 und K 26 sind in Tab. 4 wiedergegeben.

Die unterschiedliche Signifikanz der gefundenen gegenüber den erwarteten Werten bei den beiden Kreuzungen ist sicher in den geringen Individuenzahlen begründet. Die Übereinstimmung mit einer 9:3:3:1-Spaltung ist jedoch offensichtlich. Dieser dihybride Spaltungsmodus spricht für das Vorliegen von zwei veränderten Allelen bei den Mutanten 3736 und 4517.

b) Die Kreuzungen Mutante \times Mutante

Im Jahre 1958 wurden außerdem die genetischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Mutanten analysiert. Mit Ausnahme der Kreuzung Mut. 3738 \times Mut. 3981 konnten sämtliche Kreuzungskombinationen zwischen den Mutanten 2571, 3738, 3978, 3981 und 3982 ausgewertet werden.

Die beobachteten Häufigkeitsverteilungen der Ährenschubdaten bei den F_2 -Nachkommenschaften sind im Anhang 1 dargestellt. Da der frühe Ährenschubtermin bei allen Mutanten als monogen bedingt gefunden worden war (vgl. Tab. 2), konnten bei den Mutantenkreuzungen dihybride Spaltungsverhältnisse erwartet

Tabelle 4. F_2 -Spaltungsergebnisse der dihybriden Kreuzungen (spät/zweizeilig \times früh/mehrzeilig).

Kreuzung und Elternkombination	n		früh/	früh/	spät/	spät/	Signifikanz	
			zweiz.	mehrz.	zweiz.	mehrz.	χ^2	P
Haisa \times Mut. 3736 (spät/zweiz. \times früh/mehrz.)	125	gef.	60	30	30	5	6,13	0,11
		erw. ¹	70,00	23,50	23,50	8,00		
Freya \times Mut. 4517 (spät/zweiz. \times früh/mehrz.)	155	gef.	80	32	34	9	1,83	0,61
		erw. ¹	87,00	29,00	29,00	10,00		

¹ Bei 9:3:3:1-Erwartung.Tabelle 5. F_2 -Spaltungsergebnisse der Kreuzungen Mutante \times Mutante im Jahre 1958.

Kreuzung	n		Typen ¹			Signifikanz	
			I	II	III	χ^2	P
F_2 von K 8 Mut. 3738 \times Mut. 3978	136	gef.	28	85	23	0,48	0,79
		erw. ²	25,50	85,00	25,50		
F_2 von K 10 Mut. 3738 \times Mut. 3982	447	gef.	73	285	89	1,87	0,41
		erw. ²	84,00	279,00	84,00		
F_2 von K 11 Mut. 2571 \times Mut. 3738	115	gef.	23	76	16	1,73	0,43
		erw. ²	21,50	72,00	21,50		
F_2 von K 12 Mut. 3978 \times Mut. 3981	462	gef.	84	295	83	0,34	0,85
		erw. ²	86,50	289,00	86,50		
F_2 von K 13 Mut. 3978 \times Mut. 3982	392	gef.	14	154	224	4,89	0,09
		erw. ³	24,50	147,00	220,50		
F_2 von K 14 Mut. 3978 \times Mut. 2571	407	gef.	18	173	216	5,31	0,07
		erw. ³	25,00	153,00	229,00		
F_2 von K 15 Mut. 3981 \times Mut. 3982	348	gef.	57	226	65	1,28	0,53
		erw. ²	65,00	218,00	65,00		
F_2 von K 16 Mut. 3981 \times Mut. 2571	438	gef.	67	295	76	4,79	0,09
		erw. ²	82,00	274,00	82,00		
F_2 von K 17 Mut. 2571 \times Mut. 3982	210	gef.	—	210	—	—	—
		erw.	—	—	—		

¹ Typ I = früher als beide Mutanten = Transgressionen
 Typ II = Ährenschubdaten ähnlich beiden Mutanten
 Typ III = wie Ausgangssorten

² Bei 3:10:3-Erwartung (s. Text).
³ Bei 1:6:9-Erwartung (s. Text).

Tabelle 6. Übersicht über die gefundenen F_2 -Aufspaltungen bei den Kreuzungen Mutante \times Mutante (vgl. Tab. 5).

\varnothing bzw. δ	δ bzw. \varnothing	M. 2571 (rez.)	M. 3738 (dom.)	M. 3978 (rez.)	M. 3981 (dom.)	M. 3982 (rez.)
M. 2571	—	—	—	—	—	—
M. 3738	3:10:3	—	—	—	—	—
M. 3978	1:6:9	3:10:3	—	—	—	—
M. 3981	3:10:3	?	—	3:10:3	—	—
M. 3982	keine Spaltung	3:10:3	1:6:9	3:10:3	—	—

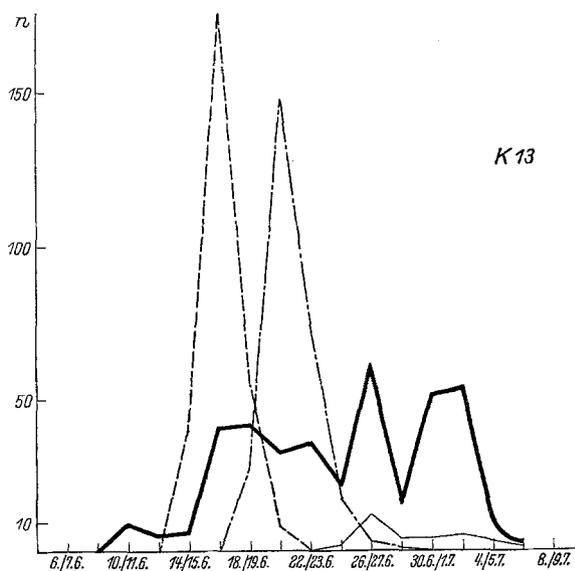
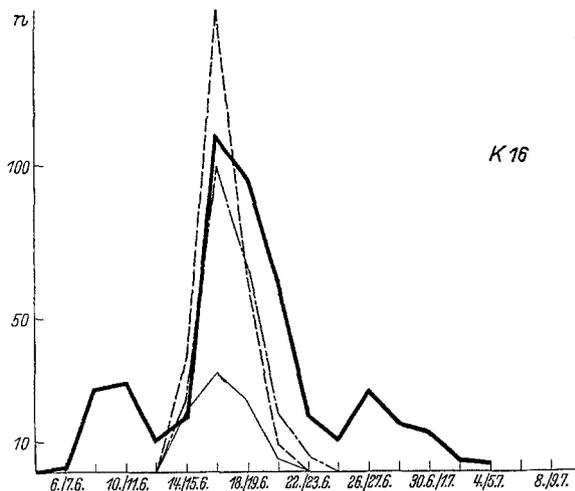
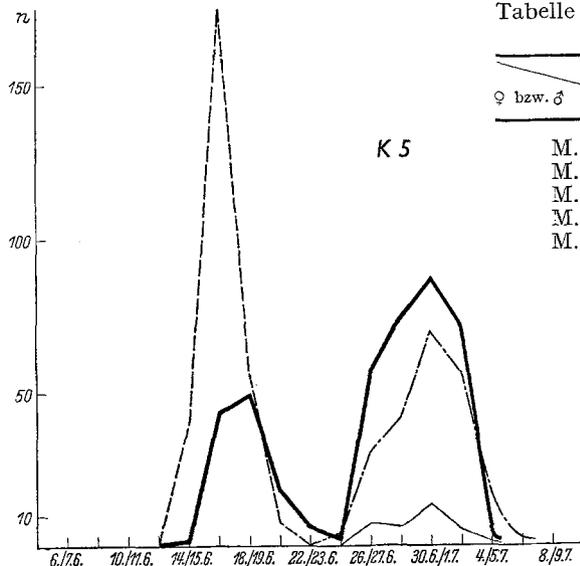


Abb. 2. Die Verteilung der Ährenschubtermine von F_1 (---) und F_2 (—) Populationen beim 3:1- (obere Abbildung), 3:10:3- (mittlere Abbildung) und beim 1:6:9- (untere Abbildung) Spaltungsmodus. Erläuterungen s. Text.

werden, falls die beteiligten Faktoren nicht alle waren. Tatsächlich ließen sich die Ährenschubverteilungen der F_2 -Populationen (mit Ausnahme von F_2 K 17, s. u.) unter Berücksichtigung der Variationsbereiche der Kreuzungseltern in mehrere Phänotypenklassen zer-

legen. Es wurden folgende Spaltungsverhältnisse gefunden (Tab. 5).

Aus der Tab. geht hervor, daß nur zwei Spaltungstypen auftreten. Bei den Kreuzungen von dominanten mit rezessiven Mutanten wurde ein Spaltungsverhältnis von 3:10:3 (s. auch Abb. 2, Mitte), bei den Kreuzungen von nichtallelen rezessiven Mutanten ein solches von 1:6:9 (s. Abb. 2, unten) beobachtet. In der folgenden Tab. 6 werden die beiden Spaltungstypen noch einmal übersichtlich zusammengestellt.

Die in beiden Fällen zu erwartenden theoretischen Spaltungsverhältnisse von 1:3:3:9 werden lediglich dadurch modifiziert, daß bei den Spaltungen die in ihren Ährenschubverteilungen teilweise übereinstimmenden Mutantentypen zusammengefaßt wurden.

Bei allen Kreuzungen vom Typus dominante \times rezessive Mutante wurden in den F_2 -Nachkommenschaften Pflanzen beobachtet, die einen z. T. wesentlich früheren Ährenschubtermin als beide Eltern hatten. Sie traten mit einer Häufigkeit von etwa $3/16$ auf und stellen Transgressionen bezüglich des früheren Ährenschubtermins dar, indem sie beide mutierten Allele enthalten. $10/16$ der Pflanzen hatten einen Ährenschubtermin, der dem der Mutanten entsprach. Sie setzen sich aus $9/16$ dominanten und $1/16$ rezessiven Mutanten zusammen. Die restlichen $3/16$ der Pflanzen entsprechen phänotypisch der Ausgangsform (Haisa oder Donaria).

Transgressionen traten ebenfalls bei einem bestimmten Teil der F_2 -Pflanzen des Kreuzungstypus rezessive \times rezessive Mutante auf. Sie waren nicht ganz so früh wie die Transgressionen der vorher genannten Kombinationen. Die Transgressionen wurden in einer Häufigkeit von $1/16$ der F_2 -Populationen beobachtet. $6/16$ der Pflanzen ähneln mit ihren Ährenschubdaten den Elternformen. Sie setzen sich zu gleichen Teilen aus den beiden Mutanten zusammen. Die verbleibenden $9/16$ der Population entsprechen phänotypisch der Ausgangsform.

Obwohl die Klassifizierung bei den F_2 -Populationen so objektiv wie möglich vorgenommen wurde, führten wir außerdem F_3 -Analysen durch. Es wurden von einem großen Teil der F_2 -Pflanzen, die beiderseits der von uns festgelegten Klassengrenzen lagen, F_3 -Nachkommenschaften von etwa 20 Pflanzen nachgebaut, um auf den Genotyp der betreffenden F_2 -Pflanze schließen zu können. Dabei ergaben sich einige Verschiebungen hinsichtlich der Spaltungszahlen, im allgemeinen konnte jedoch die Gruppierung des F_2 -Materials bestätigt werden.

Von den untersuchten Mutanten erwiesen sich auffallenderweise nur zwei als allel. Es handelt sich dabei um die aus verschiedenen Ausgangssorten stammenden rezessiven Mutanten 2571 und 3982. Die F_2 aus dieser Kreuzung zeigte keine Aufspaltung hinsichtlich der Ährenschubdaten (vgl. Tab. 5). Die Häufigkeitsver-

teilung stimmte mit der der Eltern vollständig überein. Selbstung kann ausgeschlossen werden, da sich das F_2 -Material aus mehreren Einzelkreuzungen zusammensetzte, die alle das gleiche Verhalten zeigten.

Noch nicht aufgeklärt werden konnte das gegenseitige Verhältnis der Mutanten 3738 und 3981. Da beide Mutanten dominant sind, sollte die F_2 entweder einheitlich aus frühreifen Pflanzen bestehen, oder es müßte eine Spaltung in 15 früh (darunter eventuell Transgressionen):1 spät auftreten. Zwischen den beiden Möglichkeiten zu entscheiden, war bis jetzt noch nicht mit Sicherheit möglich. Wir neigen jedoch zu der Ansicht, daß es sich bei den Formen um allele Mutanten handelt.

c) Das genetische Verhalten einer Wintergerstenmutante

Im Mutantensortiment des Instituts befindet sich weiterhin eine Mutante aus der Wintergerstensorte „Mahndorfer“, die sich durch einen besonders frühen Ährenschiebetermin auszeichnet. Er bezieht sich in der Regel nur auf 1—2 Halme, während die Pflanzen im weiteren Verlauf der Vegetation noch eine größere Anzahl von Nachschossern ausbilden. Aus diesem Grunde wird die Mutante auch für züchterische Zwecke keine Verwendung finden können. Es war jedoch interessant zu untersuchen, ob auch diese starke Vorverlegung des Ährenschiebetermins um etwa 3 Wochen auf einem monofaktoriell bedingten Unterschied beruht.

Das Eltern- und F_2 -Material wurde am 25. 9. 1958 mit der Hand auf 20×10 cm ausgelegt und im Jahre 1959 zur Zeit des Ährenschiebens täglich bonitiert.

Wie aus den Angaben in Tab. 7 hervorgeht, sind die Variationsbereiche der elterlichen Ährenschiebeterminen deutlich voneinander abgegrenzt. Die Trennung der F_2 -Ährenschiebeterminen war somit leicht möglich.

Tabelle 7. Die Verteilung der Ährenschiebeterminen von Eltern- und F_2 -Pflanzen der Kreuzung Mut. 1109 \times Mahndorfer im Jahre 1959 (Werte von jeweils 2 Tagen zusammengefaßt).

Mai	Anzahl der Pflanzen mit Ährenschiebetermin am:														sp.			
	1.	3.	5.	7.	9.	11.	13.	15.	17.	19.	21.	23.	25.	27.				
Mut. 1109	4	82	91	80	49	12	3											
F_2 Mahndorf.		31	19	30	11	7	6	1	48	149	68	18	9	3	28			

gefunden $104:315$ Spaltung:
erwartet¹ $104,75:314,25$ Signifikanz:
 $\chi^2 = 0,007$
 $P = 0,94$

¹ Bei 3:1 Erwartung

Bei Trennung der Population zwischen dem 13. 5. und 15. 5. ergeben sich zwei Klassen von Pflanzen, die gut mit den Verteilungshäufigkeiten der Eltern übereinstimmen. Die Individuenzahlen in den beiden Klassen entsprechen mit hoher Signifikanz einem 3:1-Spaltungsverhältnis. Es ist somit sicher, daß auch der frühe Ährenschiebetermin der Mutante 1109 monogen rezessiv bedingt ist.

D. Diskussion

Alle in größerem Umfang bis jetzt durchgeführten Mutationsexperimente mit Gerste haben gezeigt, daß Pflanzen mit erblich veränderter Vegetationszeit relativ häufig auftreten (NÖTZEL 1952, NYBOM 1954, SCHOLZ 1957). Davon können besonders die Mutanten mit verkürzter Vegetationszeit züchterisches Interesse

erlangen. Bei Sommergersten-Mutanten beträgt die frühere Reife im allgemeinen 2 bis 12 Tage, bei der von uns untersuchten Wintergersten-Mutante sogar etwa $2\frac{1}{2}$ Wochen. In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, daß es bei derartigen Untersuchungen nicht ganz korrekt ist, von frühreifen Mutanten bzw. vom genetischen Verhalten der Frühreife zu sprechen, da aus technischen Gründen immer nur das erbliche Verhalten des Schoß- bzw. Ährenschiebetermins (in der englischsprachigen Literatur als heading date oder time of ear emergence [BELL 1939; FREY 1954] bezeichnet) untersucht wird. Wir glauben aber, in diesem Fall den Unterschied zwischen Ährenschiebetermin und Reife termin vernachlässigen zu können, da im allgemeinen eine enge Korrelation zwischen beiden Daten besteht.

Es ist in vielen Untersuchungen nachgewiesen worden, daß die Frühreife polygen bedingt ist (s. SMITH 1951). Die unterschiedlichen Ährenschiebeterminen der einzelnen Mutanten ließen ebenfalls vermuten, daß sie auf genetischen Veränderungen verschiedener Allele beruhen müssen. Die Alleliebeziehungen von phänotypisch ähnlichen Sommergerstenmutanten zu analysieren, hat bisher nur NÖTZEL (1952) versucht. Eindeutige Ergebnisse konnte er jedoch nicht mitteilen. Klare Resultate können nach unseren Untersuchungen nur dann erwartet werden, wenn man mit hinsichtlich des Ährenschiebetermins gut unterscheidbaren Formen arbeitet und wenn außerdem eine tägliche Auswertung des Versuchsmaterials vorgenommen wird. Es hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen, für den Zeitraum des Ährenschiebens die wesentlichsten Witterungsdaten zu notieren, um modifikative Abweichungen im Kurvenverlauf deuten zu können.

Wir konnten für die von uns genauer analysierten 5 frühreifen Sommergerstenmutanten mit Sicherheit 3, und unter Hinzunahme der besonders frühen Wintergerstenmutante 4 verschiedene Loci identifizieren und somit einen weiteren Beweis für den polygenen Charakter dieses Merkmals erbringen. Die Ergebnisse gestatten nun auch eine genetische Symbolisierung der mutierten Allele. Nachdem bereits STUBBE und BANDLOW (1947) sowie BANDLOW (1959) frühreife Mutanten aus der Wintergerste mit *matura* bezeichnet haben, schlagen wir für alle Mutanten mit früherem Ährenschiebetermin als die Ausgangssorten, unabhängig

davon, ob sie rezessiv oder dominant sind, einheitlich die Bezeichnung *matura* (bei rezessiven Mutanten) bzw. *Matura* (bei dominanten Mutanten) und die genetischen Symbole *mat* bzw. *Mat* vor. Außerdem erhalten alle eingehender analysierten Mutanten dieses Typus in Anlehnung an die schwedischen Arbeiten mit *erectoides*-Mutanten, sowie einem Vorschlag von STUBBE (1960) für die Mutantenbenennung bei *Lycopersicon* folgend, als Suffix eine fortlaufende arabische Zahl. Solche Mutanten, die sich im Kreuzungsexperiment als allel erweisen, werden mit dem gleichen Suffix bezeichnet, erhalten aber verschiedene Exponenten. Nur wenn zwei *matura*-Mutanten mit Sicherheit genetisch identisch sind, bekommen sie das gleiche Suffix. Die Normalallele müssen dann entsprechend mit *mat*⁺ oder *Mat*⁺ und den jeweiligen Suffixen bezeichnet werden.

Kombinationen dominant \times rezessiv in jedem Fall früher sind als solche aus der Kombination rezessiv \times rezessiv. Alle diese Pflanzen haben stets ein geringeres Bestockungsvermögen und eine geringere Kornzahl/Ähre als die Mutanten oder Ausgangsformen, so daß sie wohl keine züchterische Bedeutung erlangen werden.

E. Zusammenfassung

1. Das genetische Verhalten von 9 frühreifen Mutanten aus den Sommergerstensorten „Heines Haisa“, „Freya“ und „Ackermanns Donaria“ und einer Mutante aus der Wintergerstensorte „Mahndorfer“ wurde anhand des Ährenschubtermins analysiert.

2. Der frühe Ährenschubtermin ist bei allen Mutanten monogen bedingt. 4 Mutanten verhielten sich gegenüber der Ausgangssorte dominant, die restlichen 6 rezessiv.

3. In Kreuzungen von Mutanten untereinander konnten 4 verschiedene Loci identifiziert werden. Die Allele wurden mit dem genetischen Symbol *mat* (*matura*) bzw. *Mat*. und fortlaufender Numerierung bezeichnet: *mat*₂, *mat*₃, *mat*₃¹, *mat*₄, *Mat*₅.

4. Aus allen Kreuzungskombinationen nichtalleler Mutanten spalteten in F₂ Transgressionen heraus, die z. T. beträchtlich früher als die Mutanten selbst sind.

Summary

The genetic behaviour of some X-ray induced early heading mutants of both spring and winter barley was studied. In crosses with original varieties all mutants showed monogenic segregation ratios in F₂-generations. The early heading date of four mutants was found to be due to a dominant allele, while six mutants are dependent on recessive alleles.

In crosses of some mutants one with another four different loci for early heading were identified. For

them the genetic symbol *mat* (*matura*) resp. *Mat* is proposed.

The combination-effect of two non-allelic genes is always additive and manifests itself in a marked transgression. Plants with such genotypes seem to be useless for breeding purposes.

Literatur

- BANDLOW, G.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. X. Über Pleiotropie und eine zweifache Mutante bei Wintergerste. *Der Züchter* 29, 123—132 (1959). —
- BELL, G. D. H.: A study on the date of ear emergence in barley. *J. Agric. Sci.* 29, 175—228 (1939). —
- FREY, K. J.: Inheritance and heritability of heading date in barley. *Agron. J.* 46, 226—228 (1954). —
- HOFFMANN, W.: Grundlagen und Methoden der Züchtung. In Abschnitt: Gerste (*Hordeum vulgare* L.). *Handb. d. Pflanzenzüchtung*, 2. Aufl., Herausg. H. KAPPERT u. W. RUDOLF. Berlin und Hamburg: Parey 1956. —
- MATSUO, T., T. NAKAZIMA, and A. HIRATA: Genetical studies on heading in rice plants. II. Gene analysis on heading of some early heading mutants induced by X-rays. *Jap. J. Breed.* 10, 174—178 (1960). —
- NÖTZEL, H.: Genetische Untersuchungen an röntgeninduzierten Gerstenmutanten. *Kühn-Archiv* 66, 72—130 (1952). —
- NYBOM, N.: Mutation types in barley. *Act. Agric. Scand.* 4, 439—456 (1954). —
- SCHOLZ, F.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. VII. Untersuchungen über den züchterischen Wert röntgeninduzierter Mutanten verschiedener Merkmalsgruppen bei Sommer- und Wintergerste. *Z. Pflanzenzücht.* 38, 181—220, 225—274 (1957). —
- SCHOLZ, F., und CHR. O. LEHMANN: Die Gaterslebener Mutanten der Saatgerste in Beziehung zur Formenmannigfaltigkeit der Art *Hordeum vulgare* L. s. l. I. Die Kulturpflanze 6, 123—166 (1958). —
- SMITH, L.: Cytology and genetics of barley. *Bot. Rev.* 17, 1—51, 133—202, 285—355 (1951). —
- STUBBE, H., und G. BANDLOW: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. I. Röntgenbestrahlungen von Winter- und Sommergersten. *Der Züchter* 17/18, 365—374 (1946/47). —
- STUBBE, H.: Mutanten der Wildtomate *Lycopersicon pimpinellifolium* (Jusl.) Mill. I. Die Kulturpflanze 8, 110—137 (1960). —
- WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 2. Aufl. Jena: Fischer 1956.

Anhang 2. Die Verteilung der Ährenschubdaten der Elternformen, F₁- und F₂-Nachkommenschaften im Jahre 1960.

	Haisa	Donaria	Freya	M. 2562	M. 3736	M. 4517	M. 4518	(K 25) Haisa × M. 3736 F ₂	(K 26) Freya × M. 4517 F ₁ F ₂	(K 27) Freya × M. 4518 F ₂	(K 28) Donaria × M. 2562 F ₂	
	Anzahl der Individuen mit Ährenschub am:											
1. 6.								1				
2. 6.								1				
3. 6.							17	1				
4. 6.							28	1				
5. 6.							29	6				
6. 6.							15	7	2			
7. 6.							6	9	9			
8. 6.								9	5			
9. 6.								16	6			
10. 6.								25	19			
11. 6.								10	20		3	
12. 6.								8	20		17	
13. 6.								11	9		43	
14. 6.								2	9		30	
15. 6.								2	2		21	
16. 6.		5	15					2	4		15	
17. 6.	1	16	17					9	2		90	
18. 6.	2	18	15					11	7		79	
19. 6.	10	34	17					5	8		62	
20. 6.	22	10	15					4	4		32	
21. 6.	12	4	4					—	4		32	
22. 6.	11							1	3		14	
später	8							2	1		13	
								1	2		12	
									8		7	
n =	77	87	83	98	57	90	95	125	22	155	248	470