

Aus der Forschungsstelle für Getreidezüchtung Kloster Hadmersleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Einige Beobachtungen an Weizen (*T. aestivum*)-Roggen (*Secale cereale*)-Kreuzungen

Von F. K. VETTEL

Mit 4 Abbildungen

I. Einleitung

Im Jahre 1889 gelang es RIMPAU, einen konstanten intermediären Weizen-Roggenbastard (*Triticale*) herzustellen, der von LINDSCHAU und OEHLER (1935) zytologisch ($2n = 56$) und entstehungsgeschichtlich beschrieben wurde. Seit dieser Zeit wurden in vielen Ländern umfangreiche wissenschaftliche und züchterische Arbeiten durchgeführt, um die Weizen-Roggenbastarde der wirtschaftlichen Verwendung nutzbar zu machen*.

Die heute existenten *Triticale*-Formen weisen jedoch, soweit bekannt, noch den gleichen Hauptmangel partieller Sterilität auf, wie der vor über 70 Jahren entstandene *Triticale* Rimpau. Auch die teilweise sehr umfangreiche Kombinations- und Mutationszüchtung in Verbindung mit konsequenter Selektion auf bessere Fertilität brachte keinen entscheidenden Fortschritt in Richtung „Vollfertilität“ (MÜNTZING 1939, 1948, 1958, KISS und REDEI 1953, KISS 1954, LEISER 1954, SCHNEIDER 1954, VETTEL 1959 I, 1960 II, 1960 III).

MÜNTZING hat bereits 1939 darauf hingewiesen, daß die Elternwahl unter Berücksichtigung von hochleistungsfähigen und hochfertilen Weizensorten und inzuchtoleranten, selbstfertilen Roggenlinien einen entscheidenden Einfluß auf die endliche Fertilität des konstant intermediären Weizen-Roggenbastards besitzen kann. Die Bedeutung der Elternwahl wird auch von anderen Autoren (KISS und REDEI 1953, OEHLER 1958) unterstützt.

Daß es bisher nicht zu der vielfach angeregten Herstellung neuartiger Weizen-Roggenbastarde auf breiter Basis gekommen ist, liegt wohl an der generell schlechten Kreuzbarkeit moderner Zuchtsorten des Weizens und des Roggens sowie an der fast immer vollständigen Sterilität der F_1 -Hybriden.

Mit einer so geringen Anzahl von schlecht ausgebildeten Zygoten läßt sich auch keine erfolgreiche Colchizinbehandlung durchführen, auf die man andererseits gern verzichten möchte, weil nach Ergebnissen von MÜNTZING über die Colchizinierung entstandene Weizen-Roggenbastarde aus bisher ungeklärten Gründen in Fertilität und Ertragsfähigkeit den natürlich entstandenen [Vereinigung zweier unreduzierter Gameten (MÜNTZING 1936); Apogamie einer unreduzierten Eizelle (LEWITZKY und BENETZKAJA 1931), Restitutionskernbildung; Chromosomen-

verdopplung durch Kälteschock (KISS 1954)] Bastarden unterlegen sind. Andererseits bietet eine so geringe Anzahl von Zygoten eine ebenfalls nur sehr geringe Chance der natürlichen Entstehung von konstant intermediären Bastarden, da die bereits genannten Ereignisse sehr selten eintreten.

Die Rückkreuzungen mit vorhandenen *Triticale*-Formen (Test auf unreduzierte Eizellen) haben den Nachteil der Heterogametie und Aufspaltung. Außerdem werden häufig unerwünschte Elemente älterer *Triticale*-Formen übernommen, die später kaum zu eliminieren sind. Um nicht auf bestimmte gut kreuzbare, aber sonst unter unseren Verhältnissen wertlose Weizen (Chinese 466 u. a.) zurückgreifen zu müssen, wurde durch Verwendung verschiedener Roggensorten und Arten (Tetraroggen) versucht, die Kreuzbarkeit zu erhöhen.

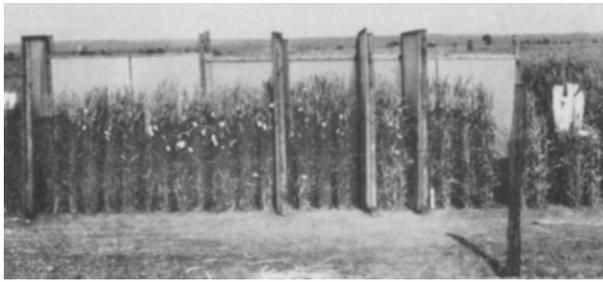
II. Material und Methodik

Nachdem 1957 Kreuzungen zwischen den Weizensorten (*T. aestivum*) Hadmerslebener VIII, Carsten VI, Carsten VIII, roter sächsischer Landweizen und den Roggensorten bzw. Arten (*Secale cereale* $2n + 4n$) Petkuser ($2n$), Carsten Kurzroggen, Hadmerslebener Hellkornroggen I, Petkuser Tetraroggen ($4n$) sowie holländischer Tetraroggen ($4n$) nur geringen Ansatz ergaben, wurden 1958 und 1960 Kreuzungen zwischen einigen Weizensorten (Heine VII, Carsten VIII, Carsten VI, Hadmerslebener VIII und roter sächsischer Landweizen) und einem alloplasmatischen kleistogamen Roggen durchgeführt. Dieser kleistogame (alloplasmatische) Roggen geht auf Arbeiten von LEIN (1949) im Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle zurück. Es handelt sich um mehrmalige Rückkreuzungen eines Weizenroggenbastards (*Triticale*) mit Roggen, also um eine Einlagerung des Roggen-genoms ins Weizenplasma.

Gleichzeitig wurde in Anlehnung an die Arbeiten von KISS und REDEI 1953 sowie KISS 1954 und 1956 an 3 Weizensorten eine Kreuzbarkeitsselektion über 3 Jahre (1957—1959) durchgeführt. Dabei wurde folgendermaßen verfahren: An mehreren Weizenpflanzen einer Sorte wurden 1—4 Ähren kastriert¹ und mit Roggenpollen (Petkuser $2n$) bestäubt. Geerntet wurde die gesamte Pflanze einschließlich der nicht kastrierten Ähren. Pflanzen, die mehr als eine Zygote je kastrierter und bestäubter Ähre auf-

* Der Kürze halber sei auf die Literaturzusammenstellung bei OEHLER 1958, KISS und REDEI 1953 und VETTEL 1959 verwiesen.

¹ strenge Tütenisolierung

Abb. 1. Künstliche Isolation der F_1 -Generationen mit PVC-Trennwänden.

wiesen, wurden einzelpflanzenweise nachgebaut, und innerhalb dieser Nachkommenschaften wurde wiederum mit Roggen gekreuzt und nach denselben Gesichtspunkten selektiert usw.

Der Aufwuchs der F_1 wurde mit Kunststofftrennwänden in der Hauptwindrichtung gegen Weizen-, Roggen- und *Triticale*-Pollen isoliert (Selbstung¹). Ein Teil der F_1 -Pflanzen wurde mit *Triticale* 8324 zurückgekreuzt, an einem anderen Teil wurde entsprechend der Technik von KISS und REDEI (1953) eine Selbstung versucht.

Zytologische Untersuchungen in F_1 erstreckten sich auf die Meiose und Mitose, in F_2 bzw. F_1' nur auf die Mitose. Untersucht wurden Quetschpräparate, die mit Orceinessigsäure gefärbt waren.

III. Ergebnisse

1. Kreuzbarkeit

Untersuchungen über die unterschiedliche Kreuzbarkeit zwischen Weizen und Roggen wurden schon sehr früh (BACKHOUSE 1916, OEHLER 1931, TAYLOR und QUISENBERRY 1935, VASILIEV 1940, LEIN 1943a u. b) durchgeführt. Während OEHLER (1931, 1958) sowie KISS und REDEI (1953) zu dem Schluß kommen, daß die frühblühenden Weizen eine bessere Kreuzbarkeit besitzen, konnte LEIN (1943a) als erster exakt nachweisen, daß die auffallend bessere Kreuzbarkeit von Chinese 466 und einigen anderen Weizenvarietäten des ostasiatischen Formenkreises auf 2 rezessive Faktoren (kr_1 und kr_2), von denen einer als Hauptgen fungiert, zurückzuführen ist. Offenbar sind beide Thesen richtig, wenn man berücksichtigt, daß die chinesischen Weizen und andere

Tabelle 1. Ansatzverhältnisse nach Kreuzung und Keimfähigkeit der Zygoten.

Weizen ♀	Kombination Roggen ♂	Anzahl der			Zygoten	keimfähige* Zygoten	Ansatz %	Keimfähigkeit %
		kastriert. Ähren	kastriert. Blütenchen	bestäubt. Blütenchen				
1957								
Hadm. VIII	× Petkuser (2 n)	25	737	700	9	9	1,29	100,0
Hadm. VIII	× Carsten Krzrog. (2 n)	25	700	674	6	6	0,89	100,0
Hadm. VIII	× Hadm. Hellk. I (2 n)	25	714	693	4	2	0,58	50,0
Hadm. VIII	× Petkuser Tetra (4 n)	25	700	632	0	0	0,0	—
Carsten VI	× Petkuser (2 n)	25	761	712	6	6	0,84	100,0
Carsten VI	× Hadm. Hellk. I (2 n)	17	398	364	2	1	0,55	50,0
Carsten VI	× Petkuser Tetra (4 n)	31	794	683	3	2	0,44	66,6
Carsten VIII	× Petkuser (2 n)	25	700	678	4	3	0,59	75,0
Carsten VIII	× Carsten Krzrog. (2 n)	25	700	611	1	0	0,0	—
Carsten VIII	× Hadm. Hellk. I (2 n)	25	700	631	5	4	0,79	80,0
Carsten VIII	× Petkuser Tetra (4 n)	28	763	737	0	0	0,0	—
rot. sächs. Ldwz.**	× Petkuser (2 n)	28	751	738	10	9	1,35	90,0
rot. sächs. Ldwz.**	× Carsten Krzrog. (2 n)	30	774	752	8	6	1,06	75,0
rot. sächs. Ldwz.**	× Hadm. Hellk. I (2 n)	13	364	344	4	2	1,16	50,0
rot. sächs. Ldwz.**	× holländ. Tetrarog. (4 n)	14	392	387	0	0	0,0	—
1958								
Heine VII	× Kleistogamer (2 n)	50	1150	1038	112	51	10,8	45,5
Carsten VIII	× Kleistogamer (2 n)	50	937	901	49	25	5,4	51,0
Carsten VI	× Kleistogamer (2 n)	75	1787	1684	323	160	19,2	49,5
rot. sächs. Ldwz.	× Kleistogamer (2 n)	43	972	903	82	56	9,1	68,3
Carsten VI	× Petkuser Tetra (4 n)	11	237	231	0	0	0,0	—
1960								
Heine VII	× Kleistogamer (2 n)	98	2512	2500	272	214	10,8	78,7
Hadm VIII	× Kleistogamer (2 n)	50	1258	1255	41	24	3,27	58,5
Carsten VI	× Kleistogamer (2 n)	49	1244	1238	57	32	14,6	56,1
Σ insgesamt (1957 + 58 + 60)		787	20045	19086	998	603	5,23	60,4

* geerntete Pflanzenzahl

** roter sächsischer Landweizen

Sowohl die Selbstungen, als auch die Rückkreuzungen wurden einzelpflanzenweise weitergeführt und streng (Tüten-) isoliert. In F_1 , F_2 und F_1' (Rückkreuzung mit *Triticale* 8324 in F_1) wurden die Ährentypen, Wuchshöhe, durchschnittliche Ährchenzahl/Ähre sowie Kornzahl/Pflanze festgestellt.

¹ keine strenge Selbstung, Fremdbefruchtung mit Weizen- u. *Triticale*-Pollen nicht ganz ausgeschlossen (vgl. Abb. 1).

des ostasiatischen Formenkreises vom Standpunkt moderner Zuchtsorten in den meisten Fällen frühblühende Weizen sind.

Unterschiede bezüglich der Kreuzbarkeit des Roggens wurden selten beschrieben: so die bessere Kreuzbarkeit mit kleinasiatischen Unkrautroggen (OEHLER 1931) und mit Pollengemischen von verschiedenen Roggensorten (KISS und REDEI 1953, KISS 1954, KISS und RAJHATHY 1956). HALL (1954 und 1956)

berichtet über eine bessere Kreuzbarkeit der Weizensorte Ella nach Transplantation der Weizenembryonen auf Roggenendosperm bzw. auf „Chinesen“-Endosperm.

Vergleicht man die Ansatzverhältnisse in Tab. 1 (1957) mit den in der Literatur gemachten Angaben (OEHLER 1931 und 1958, LEIN 1943a und b, KISS und RAJHATHY 1956), so zeigt sich, daß die durchschnittlich schlechte Kreuzbarkeit zwischen Weizen und Roggen auch in diesen Untersuchungen unverändert ist (0,0—1,35%). Eine gewisse Ausnahme mit signifikant höherem Ansatz ($P < 5\%$) macht der rote sächsische Landweizen, der Weizenelster des *Triticale* Rimpau. Signifikante Unterschiede bezüglich der Kreuzbarkeit des Roggenelsters sind mit Ausnahme der Tetraroggen nicht vorhanden. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von KISS und Mitarbeitern (1953, 1956) erhielten wir mit Tetraroggen so gut wie keinen Ansatz. Hingegen ist der Ansatz mit kleistogamen (alloplasmatischem) Roggen in beiden Jahren (1958, 1960) sehr gut (3,3 bis 19,2%). Eine besonders gute Kreuzbarkeit weisen in beiden Jahren die etwas früheren Weizensorten Heine VII und Carsten VI auf (10,8% bzw. 19,2 und 14,6%), als gut zu bezeichnen ist auch die Kreuzbarkeit des roten sächsischen Landweizens, eine ebenfalls frühere Form als Hadmerslebener VIII und Carsten VIII. Die genetisch bedingte (LEIN 1943) chemisch-physiologische (HALL 1954) Kreuzbarkeitsbarriere ist offenbar in Kreuzungen zwischen Weizen und alloplasmatischen Roggenformen weitgehend aufgehoben. Es soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß es sich bei dem „kleistogamen“ Roggen um eine sehr spätblühende Form handelt (im Durchschnitt 4 Tage früher als Heine VII), so daß die Blühtermine beider Gattungen in fast idealer Weise angeglichen sind.

Durch die Verwendung des „kleistogamen“ Roggens ist es möglich, auch spätreife moderne Hochzuchten des Weizens in das Kreuzungsprogramm einzubeziehen und genügend Zygoten zu erzeugen, die dann einer Colchizinierung unterzogen werden können.

2. Kreuzbarkeitsselektion

Signifikante Unterschiede hinsichtlich der Kreuzbarkeit innerhalb der gleichen Weizensorte¹ sind meines Wissens erstmals von KISS und REDEI (1953) berichtet worden (Bankuti 1201: durchschnittlicher Ansatz = 6,21%, Vb = 0,0—40,0%; Fleischmann 481: durchschnittlicher Ansatz = 1,95%, Vb = 0,0 bis 7,5%).

Ausgehend von diesen Arbeiten wurde eine Kreuzbarkeitsselektion an 3 Weizensorten (Hadmerslebener VIII, Carsten VI, roter sächsischer Landweizen) durchgeführt, jedoch ohne Erfolg; was entweder auf den zu geringen Umfang der Kreuzungen oder aber auf den unterschiedlichen Sortencharakter der deutschen und ungarischen Weizensorten zurückgeführt

¹ bestäubt mit der gleichen Pollensorte ein und desselben Roggens.

werden kann. Die ungarischen Sorten besitzen noch etwas von dem sogenannten „Landsortencharakter“ und damit eine gewisse Heterogenität, die eine Kreuzbarkeitsselektion innerhalb der Sorte erleichtert, hingegen sind die einheimischen Sorten Hadmerslebener VIII und Carsten VI langjährig durchgezüchtet und penibel erhalten worden; auch der rote sächsische Landweizen dürfte durch die langjährige Sortimentserhaltung seinen ursprünglichen „Landweizencharakter“ verloren haben. Die 3 letztgenannten Weizen dürften daher einen hohen Grad von Homozygotie aufweisen, der eine Kreuzbarkeitsselektion sehr erschwert (vgl. Tab. 2).

3. Keimfähigkeit der Zygoten

Die Keimfähigkeit der Zygoten (vgl. Tab. 1) schwankt in weiten Grenzen (45,5—100%) und erreicht einen 3jährigen Durchschnitt von 60,4%. Das

Tabelle 2. Ergebnisse der Kreuzbarkeitsselektion innerhalb der Sorte.

Bezeichnung	Jahr	Anzahl der gekreuzten Pflanzen	Anzahl der kastrierten und bestäubten Blüten	angesetzte Körner		Anzahl der Ähren mit > 1 Korn Ansatz	Pflanzen mit Ansatz (insges.)
				Anzahl	%		
Hadm. VIII	1957	97*	2851	19	0,67	5	12
	1958	12**	927	4	0,43	1	3
	1959	3**	221	1	0,44	0	1
Carsten VI	1957	73	1953	11	0,56	3	5
	1958	5	335	3	0,90	1	1
	1959	1	63	0	0,0	0	0
roter sächs. Landweizen	1957	85	2281	20	0,88	6	11
	1958	11	762	8	1,05	2	5
	1959	5	307	2	0,65	1	1

* je Pflanze eine Ähre 1957

** je Pflanze 3—4 Ähren 1958 + 1959

stimmt mit den Angaben einer ganzen Reihe von Autoren (OEHLER 1931, 1958, KISS und REDEI 1953, LEIN 1943a) überein. Die allgemeine Regel: „Je höher der Ansatz, um so geringer die Keimfähigkeit“ dürfte nur bedingt richtig sein. Entsprechend den Untersuchungen von SCHMALZ (1959) könnte man besonders niedrige Keimfähigkeit auf genetisch bedingte Subvitalität bestimmter Kombinationen zurückführen. Die von OEHLER (1931) berichtete sehr schlechte Keimfähigkeit der Kombinationen mit Garnet (38% gegenüber dem Durchschnitt von 67%) würde diese Vermutung unterstützen. Eine gesetzmäßige Tendenz ist aus den sprunghaft variierenden Werten (vgl. Tab. 1) kaum abzulesen. Daß auch hier die Wechselwirkung zwischen Embryo und Endosperm eine Rolle spielt, zeigen die Untersuchungen von KISS und REDEI (1953), in denen isolierte Keimlinge eine bessere Keimfähigkeit besaßen.

4. Ansatzverhältnisse und Zytologie in F₁ (Weizen × Roggen)

Die F₁-Weizenroggenbastarde sind bekanntlich völlig steril, da der Ablauf der Meiose infolge Fehlens homologer Chromosomenpaare völlig gestört ist. Dennoch gelingt es in vielen Fällen, einige wenige Körner zu erhalten, was im wesentlichen auf 2 verschiedene Ursachen zurückgeführt werden kann:

a) Vereinigung zweier unreduzierter Gameten (MÜNTZING 1936)

b) apogame Entwicklung einer unreduzierten Eizelle (LEWITZKY und BENETZKAJA 1931).

Solche unreduzierten Gameten können nach Restitutionskernbildung, nach Verschmelzung der Kernspindeln im zweiten Teilungsschritt sowie nach Längsteilung der Univalenten in MI und Ausbleiben der Tochterkernbildung in AII entstehen oder gar beide Teilungen bleiben aus und es bilden sich tetraploide „Riesepollenkörner“ (OEHLER 1958).

Eigene mitotische und meiotische Untersuchungen ergaben stets $2n = 28$ Chromosomen, also die volle Addition der elterlichen Genome und eine völlig willkürlich ablaufende Meiose. Zu den gleichen Ergebnissen kommen auch OEHLER (1931), BLEIER (1933), KATTERMANN (1934), NAKAJIMA (1957) sowie ARMSTRONG und HATTERSLEY-SMITH (1959).

Fast alle Autoren berichten jedoch über eine geringe Anzahl von Bivalenten in MI. KATTERMANN konnte sogar bis zu 2 Trivalente in einer PMZ beobachten (vgl. Tab. 3). Daß es sich bei der beobachteten Häufigkeit von Bivalenten und Multivalenten nur um autosyndetische Bindungen innerhalb des *aestivum*-Genoms handeln kann, wurde besonders von KIHARA und NISHIYAMA (1930) sowie KATTERMANN (1935) belegt; letzterer konnte auch nachweisen, daß Multivalentbildungen in gewöhnlichen Weizensorten umweltabhängig sind.

In eigenen Untersuchungen wurden in MI keinerlei Bivalente gefunden, 28 Univalente lagen willkürlich verstreut in der Metaphasenplatte (vgl. Abb. 2 a—d und Tabelle 4). Die Verteilung der Chromosomen in AI ist ebenfalls völlig willkürlich, dabei treten neben Dyaden mit völlig ungleichmäßiger Kernmassenverteilung und Mikronuclei (Abb. 2 e—g) auch Triaden (Abb. 2 h—l) auf. Die tripolaren Gebilde waren sogar stets in der Überzahl (vgl. Tab. 5).

In A II wird die Willkürlichkeit und Ungleichmäßigkeit der Verteilung vollständig (vgl. Abb. 3a)

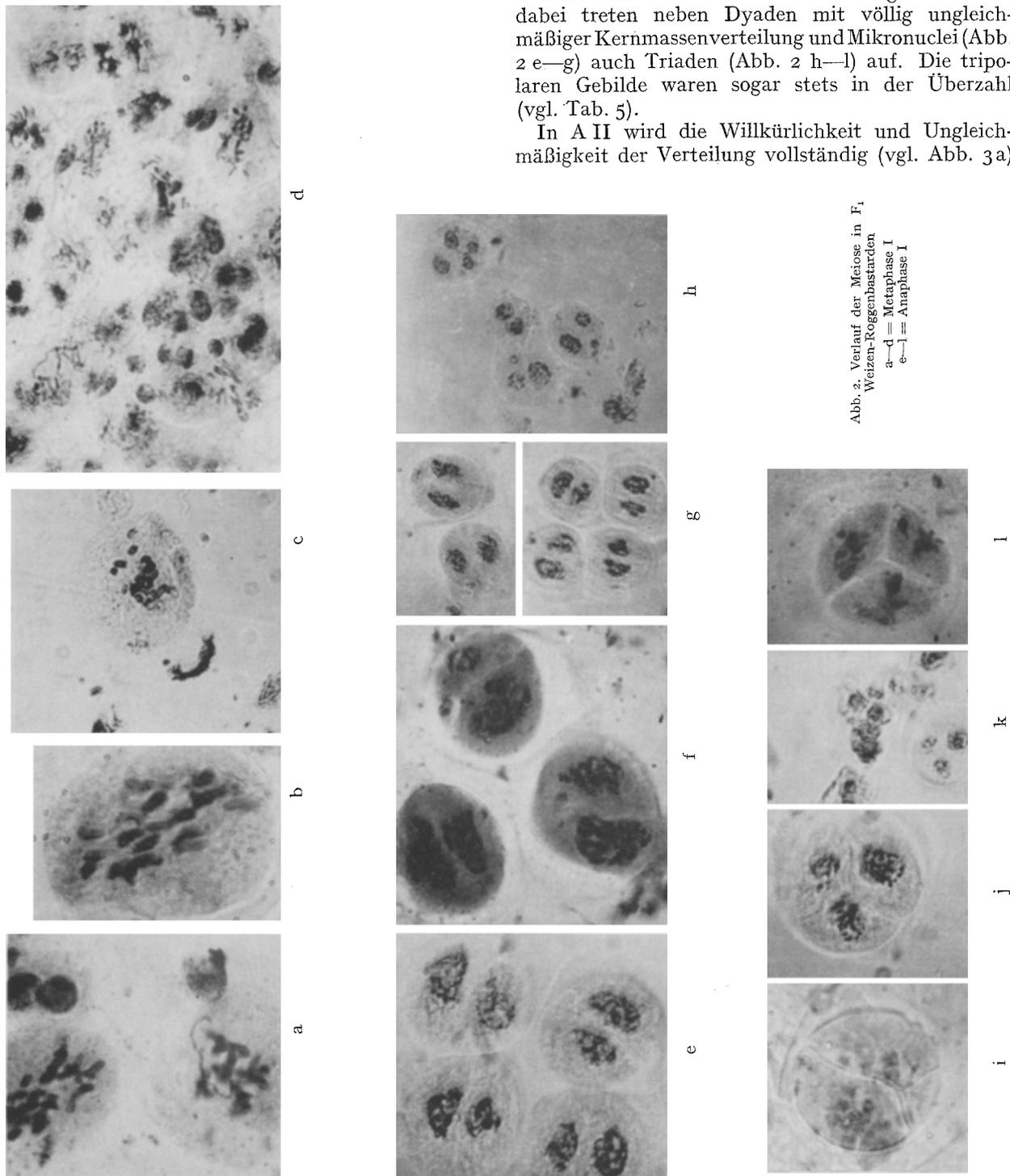


Abb. 2. Verlauf der Meiose in F_1 Weizen-Roggenbastarden
a—d = Metaphase I
e—l = Anaphase I

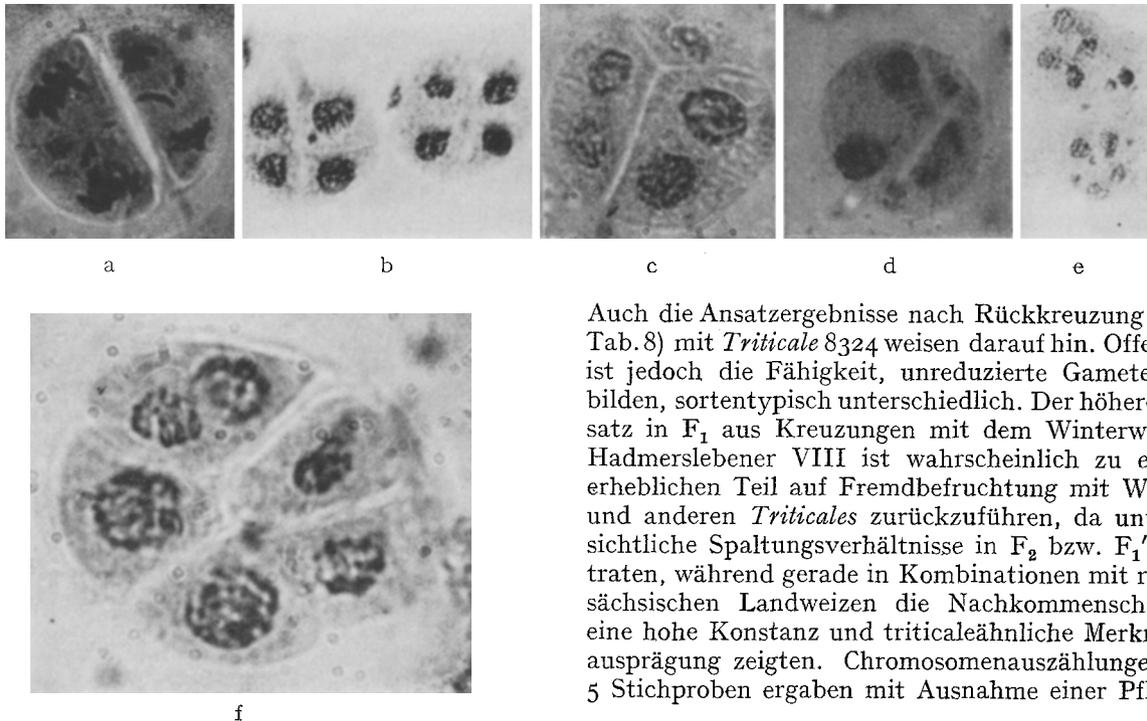


Abb. 3. Verlauf der Meiose in F_1 Weizen-Roggenbastarden
 a = Anaphase II
 b-f = Tetradenstadium

und im Stadium der Pollentetraden treten zwar vorwiegend Tetraden auf (vgl. Tab. 6 u. Abb. 3b), daneben aber auch Pentaden, Hexaden und Heptaden (Abb. 3c-f), in einem Falle wurde sogar eine Oktade beobachtet. Die Häufigkeit der Tetraden zeigt, daß ein Eliminationsprozeß stattgefunden hat, der besonders in der Kombination F_1 roter sächsischer Landweizen \times kleistogamer Roggen einen augenscheinlich hohen Grad normaler (abgesehen von den Mikronuclei) Tetraden ergibt, über deren Befruchtungsfähigkeit infolge Aneuploidie nichts ausgesagt werden kann.

Die Meiosiskonfigurationen (MI-Tetradenstadium) zeigen jedoch, daß der willkürliche Charakter der Chromosomenverteilung auch in Kreuzungen mit kleistogamen Roggen erhalten bleibt.

Der Ansatz der F_1 -Pflanzen (nach künstlicher Selbstung bzw. Abblühen in künstlicher Isolation; vgl. Tab. 7) zeigt jedoch, daß zumindest eine ganze Reihe von Embryosäcken funktionsfähig gewesen sein muß¹.

Funktionierende Gameten treten offenbar häufiger auf, als das gemeinhin erwartet wird, worauf auch bereits von anderen Autoren (KATTERMANN 1934, OEHLER 1931) aufmerksam gemacht wurde.

¹ OEHLER (1958) gibt die Häufigkeit funktionsfähiger Embryosäcke mit 0,06% an.

Auch die Ansatzergebnisse nach Rückkreuzung (vgl. Tab. 8) mit *Triticale* 8324 weisen darauf hin. Offenbar ist jedoch die Fähigkeit, unreduzierte Gameten zu bilden, sortentypisch unterschiedlich. Der höhere Ansatz in F_1 aus Kreuzungen mit dem Winterweizen Hadmerslebener VIII ist wahrscheinlich zu einem erheblichen Teil auf Fremdbefruchtung mit Weizen und anderen *Triticales* zurückzuführen, da unübersichtliche Spaltungsverhältnisse in F_2 bzw. F_1' auftraten, während gerade in Kombinationen mit rotem sächsischen Landweizen die Nachkommenschaften eine hohe Konstanz und triticaleähnliche Merkmalsausprägung zeigten. Chromosomenauszählungen an 5 Stichproben ergaben mit Ausnahme einer Pflanze

Tabelle 3. Bivalentenbildung in MI bei F_1 Weizen-Roggenbastarden.

Häufigkeit der Bivalenten/PMZ in F_1 (Weizen \times Roggen)	Autoren	Jahr
0-3	KIHARA	1924
0-3	THOMPSON	1926
0-3	AASE	1930
0-4	BLEIER	1930
0-3	FLORELL	1931
0-2	LEBEDEFF	1932
0	ZALENSKY u. DOROSHENKO	1924
0	LONGLEY u. SANDO	1930
0-3	OEHLER	1931
0-6/2 III	KATTERMANN	1934
0-2	NAKAJIMA	1957
0	VETTEL	1959

Tabelle 4. Metaphase I. Meiosiskonfigurationen in MI.

Bezeichnung	Anzahl der Präpar.	PMZ mit Bivalenten		PMZ mit Univalenten		PMZ mit Multivalenten		Bemerkung
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
F_1 rot. sächs. Ldwz. \times kleistog. Roggen	3	0	0,0	186	100,0	0	0,0	keine Bivalentenbildung
F_1 Carsten VI \times kleistog. Roggen	2	0	0,0	181	100,0	0	0,0	
F_1 Carsten VIII \times kleistog. Roggen	1	0	0,0	57	100,0	0	0,0	
Σ	6	0	—	424	100,0	0	—	

Tabelle 5. Anaphase I. Meiosiskonfigurationen in AI.

Bezeichnung	Anzahl der Präpar.	PMZ als Diaden		PMZ als Triaden		PMZ mit Mikronuclei		PMZ insges. 100%
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
F_1 rot. sächs. Ldwz. \times kleistogam. Roggen	2	18	28,1	46	71,9	53	82,8	64
F_1 Carsten VI \times kleistogam. Roggen	1	16	43,2	21	56,8	29	78,4	37
F_1 Carsten VIII \times kleistog. Roggen	1	23	32,9	47	67,1	55	78,6	70
F_1 Heine VII \times Kleistog. Roggen	1	20	42,6	27	57,4	44	93,6	47
Σ	5	77	35,3	141	64,7	181	83,0	218

Tabelle 6. *Pollentetraden. Meiosiskonfigurationen im Tetradenstadium.*

Bezeichnung	PMZ als Tetraden		PMZ als Pentaden		PMZ als Hexaden		PMZ als Heptaden		PMZ mit Mikronuclei		PMZ insges. = 100%
	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	
F ₁ rot. sächs. Ldwz. × kleistog. Roggen	70	81,4	11	12,8	3	3,5	* 2	2,3	64	74,4	86
F ₁ Carsten VI × kleistog. Roggen	46	62,2	17	23,0	11	14,8	—	0	52	70,3	74
F ₁ Carsten VIII × kleistog. Roggen	39	56,5	27	39,1	3	4,4	—	0	47	68,1	69
F ₁ Heine VII × kleistog. Roggen	31	57,4	9	16,7	13	24,1	1	1,8	32	59,3	54
Σ	186	65,7	64	22,6	30	10,6	3	1,1	195	68,9	283

* In einem Falle wurde eine Oktade beob.

Tabelle 7. *Ansatzverhältnisse in F₁ nach Selbstung bzw. Isolierung.*

Kombination F ₁ (Weizen ♀ × Roggen ♂) Selbstg.	Anzahl der geselbst. Ähren	durchschn. Außenblütchen Zahl je Ähre*	Außenblütchenzahl insges.*	angesetzte Körner	Ansatz %	Keimfähige Körner	Keimfähigkeit %
1958							
F ₁ (Hadm. VIII × Petkuser 2 n)	14	56	784	9	1,15	3	33,3
F ₁ (Hadm. VIII × Ca. Kurzrog. 2 n)	14	58	812	7	0,86	4	57,1
F ₁ (Hadm. VIII × Hadm. Hellk. 2 n)	7	54	378	6	1,59	6	100,0
F ₁ (Carsten VI × Petkuser 2 n)	8	52	416	2	0,48	2	100,0
F ₁ (Carsten VI × Hadm. Hellk. I 2 n)	3	50	150	0	0,0	0	—
F ₁ (Carsten VI × Petkuser 4 n)	3	48	144	0	0,0	0	—
F ₁ (Carsten VIII × Petkuser 2 n)	6	48	288	0	0,0	0	—
F ₁ (Carsten VIII × Hadm. Hellk. I 2 n)	12	51	612	3	0,49	2	66,6
F ₁ (rot. s. Landwz. × Petkuser 2 n)	37	42	1554	18	1,16	11	61,1
F ₁ (rot. s. Landwz. × Ca. Kurzrog. 2 n)	17	58	986	10	1,01	6	60,0
F ₁ (rot. s. Landwz. × Hadm. Hellk. I 2 n)	7	42	294	2	0,68	0	—
Σ insges. 1958	128	—	6418	57	0,89	26	45,5
1959							
F ₁ (Heine VII × Kleistogamer 2 n)	23	56	1288	5	0,38	—	—
F ₁ (Carsten VI × Kleistogamer 2 n)	899	48	43152	270	0,63	—	—
F ₁ (Carsten VIII × Kleistogamer 2 n)	83	48	3984	58	1,46	—	—
F ₁ (rot. s. Ldwz. × Kleistogamer 2 n)	206	44	9064	37	0,41	—	—
Σ insges. 1959	1211	—	57488	370	0,64	—	—

* ohne die normalerweise auch beim *Triticale* fast völlig taube Ährenspitze (oberes Drittel)Tabelle 8. *Ansatzverhältnisse in F₁ nach Rückkreuzung mit Triticale.*

Kombination F ₁ (Weizen × Roggen) × <i>Triticale</i>	Anzahl rückgekr. Ähren	Anzahl bestäubter Blütchen	angesetzte Körner	Ansatz %	keimfähige Körner	Keimfähigkeit %
1958						
F ₁ (Hadm. VIII × Petkuser 2 n) × Tr. 8324	14	560	9	1,61	5	55,5
F ₁ (Hadm. VIII × Ca. Kurzrog. 2 n) × Tr. 8324	3	120	1	0,83	1	100,0
F ₁ (Hadm. VIII × Hadm. Hellk. I) × Tr. 8324	9	360	2	0,56	2	100,0
F ₁ (Ca VI × Petkuser 2 n) × Tr. 8324	7	297	3	1,01	2	66,6
F ₁ (Ca VI × Hadm. Hellk. 2 n) × Tr. 8324	1	36	0	0,0	0	—
F ₁ (Ca VI × Petkuser 4 n) × Tr. 8324	9	360	2	0,56	2	100,0
F ₁ (Ca VIII × Petkuser 2 n) × Tr. 8324	8	323	2	0,62	1	50,0
F ₁ (Ca VIII × Hadm. Hellk. I) × Tr. 8324	4	160	0	0,0	0	—
F ₁ (rot. s. Ldwz. × Petkuser 2 n) × Tr. 8324	11	396	3	0,76	3	100,0
F ₁ (rot. s. Ldwz. × Ca. Kurzrog. 2 n) × Tr. 8324	8	320	4	1,25	3	75,0
F ₁ (rot. s. Ldwz. × Hadm. Hellk. I) × Tr. 8324	4	144	2	1,39	2	100,0
1959						
F ₁ (Heine VII × Kleistog. 2 n) × Tr. 8324	11	387	3	0,78	1	33,3
F ₁ (Ca VI × Kleistog. 2 n) × Tr. 8324	20	565	4	0,71	3	75,0
F ₁ (Ca VIII × Kleistog. 2 n) × Tr. 8324	22	632	10	1,58	9	90,0
F ₁ (rot. s. Ldwz. × Kleistog. 2 n) × Tr. 8324	33	987	14	1,42	14	100,0
Σ insgesamt 1958 + 1959	164	5647	59	1,04	48	81,3

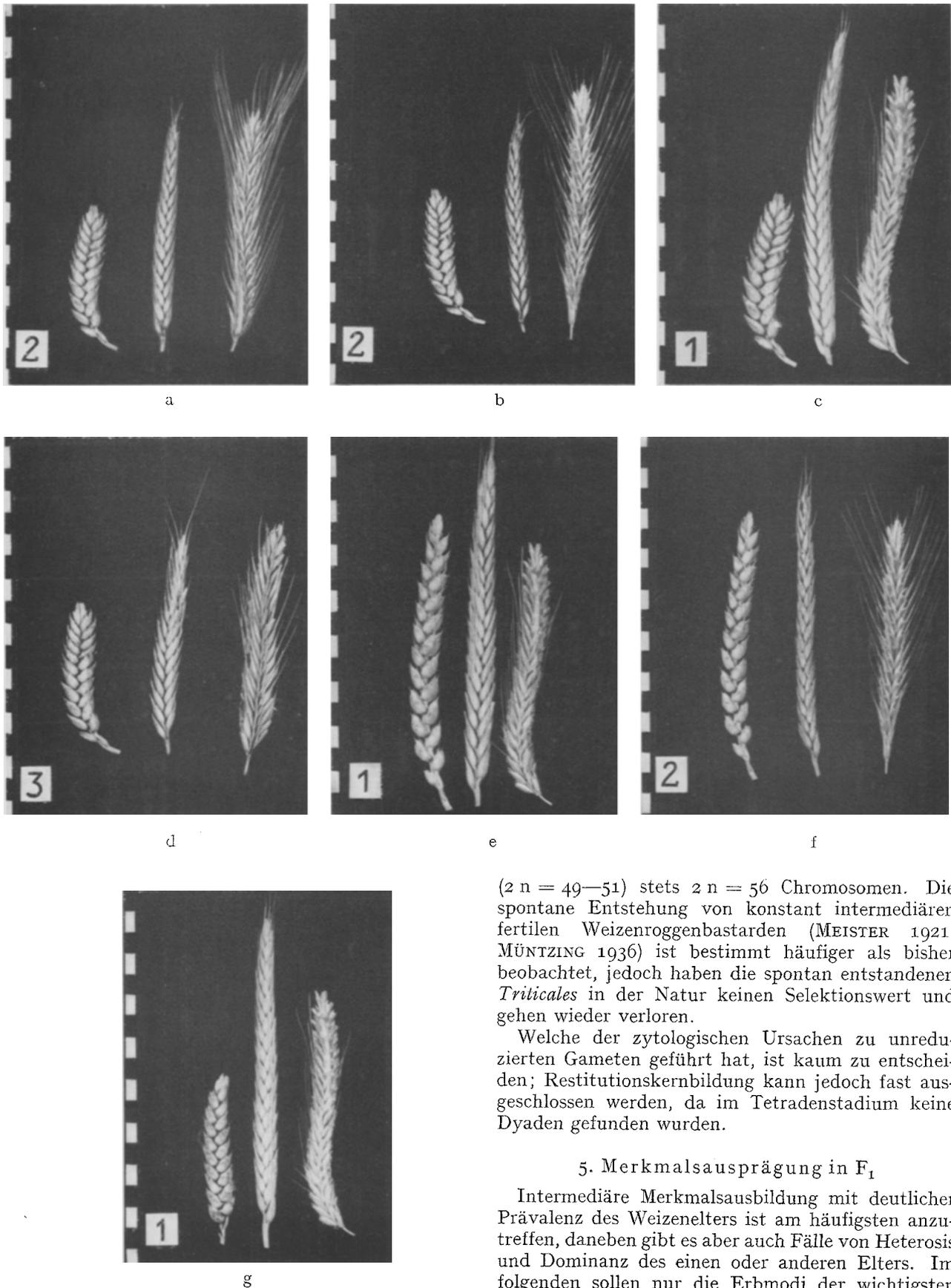


Abb. 4. Ährenmorphologie der F_1 -Bastarde im Vergleich zu beiden Eltern.

- a) F_1 Carsten VI \times Petkuser ($2n$)
- b) F_1 Carsten VI \times Hadm. Hellkornroggen ($2n$)
- c) F_1 Carsten VI \times alloplasmatischer (kleistogamer) Roggen ($2n$)
- d) F_1 Carsten VI \times Petkuser Tetraroggen ($4n$)
- e) F_1 Hadm. VIII \times alloplasmatischer (kleistogamer) Roggen ($2n$)
- f) F_1 Hadm. VIII \times Hadm. Hellkornroggen ($2n$)
- g) F_1 Heine VII \times alloplasmatischer (kleistogamer) Roggen ($2n$)

($2n = 49-51$) stets $2n = 56$ Chromosomen. Die spontane Entstehung von konstant intermediären fertilen Weizenroggenbastarden (MEISTER 1921, MÜNTZING 1936) ist bestimmt häufiger als bisher beobachtet, jedoch haben die spontan entstandenen *Triticales* in der Natur keinen Selektionswert und gehen wieder verloren.

Welche der zytologischen Ursachen zu unreduzierten Gameten geführt hat, ist kaum zu entscheiden; Restitutionskernbildung kann jedoch fast ausgeschlossen werden, da im Tetradenstadium keine Dyaden gefunden wurden.

5. Merkmalsausprägung in F_1

Intermediäre Merkmalsausprägung mit deutlicher Prävalenz des Weizenelters ist am häufigsten anzutreffen, daneben gibt es aber auch Fälle von Heterosis und Dominanz des einen oder anderen Elters. Im folgenden sollen nur die Erbmodi der wichtigsten Merkmale beschrieben werden:

a) Die Anthozyanfärbung des Roggenelters ist dominant.

b) Die Halmlänge wird vorwiegend intermediär vererbt, in den Kombinationen mit Hadmerslebener

Tabelle 9. Ährenstypen, Wuchshöhe (cm), Ährenzahl/Ähre, durchschnittliche Kornzahl/Pflanze und Halmbehaarung in F₁, F₂, F₁ Weizen × Roggen im Vergleich zu den Eltern und Triticale Rimpau sowie Triticale 8324.

Gene- ration	Kombination/Varietäten	Ährenstypen	Wuchs- höhe cm	durchschnittl. Ährenzahl/ Ähre	Anzahl geernteter Pflanzen	Anzahl geernteter Körner	Kornzahl/ Pflanze	Halmbehaarung
	1958							
—	Triticale Rimpau (rot. s. Ldwz. × Schlaunstedter Rog.)	rotbr. Δ	145	27,8	40	4812	120,3*	
—	Triticale 8324 [(Hadm. IV × Panzerrog.) × Tr. Rimpau]	weiß Δ	135	27,1	40	6927	173,2*	
F ₁	Hadm. VIII × Petkuser 2 n	kurz Δ	157	36,2	9	18	2,0	keine Halmbehaarung
F ₁	Hadm. VIII × Carsten Kurzroggen 2 n	kurz Δ	135	31,7	6	8	1,3	5 schwachbehaarte, 1 unbehaarte
F ₁	Hadm. VIII × Hadm. Hellkorn I 2 n	kurz Δ	167	36,6	2	8	4,0	keine Halmbehaarung
F ₁	Carsten VI × Petkuser 2 n	mlg. Δ	123	34,3	6	5	1,2	3 behaarte, 3 unbehaarte
F ₁	Carsten VI × Hadm. Hellkorn I 2 n	mlg. Δ	126	28,2	1	0	0,0	1 behaarte
F ₁	Carsten VI × Petkuser Tetra 4 n	kurz Δ	130	30,8	2	2	1,0	2 behaarte
F ₁	Carsten VIII × Petkuser 2 n	mlg. Δ	128	29,9	3	2	0,7	3 behaarte
F ₁	Carsten VIII × Hadm. Hellkorn I 2 n	mlg. Δ	130	29,4	4	3	0,8	5 behaarte
F ₁	rot. sächs. Landwz. × Petkuser 2 n	lg. Δ rotbr.	145	35,6	9	21	2,3	5 behaarte, 4 unbehaarte
F ₁	rot. sächs. Landwz. × Carsten Kurzrog. 2 n	lg. Δ rotbr.	137	—	6	14	2,3	1 behaarte, 5 unbehaarte
F ₁	rot sächs. Landwz. × Hadm. Hellkorn I 2 n	lg. Δ rotbr.	142	30,1	2	2	2,0	1 behaarte, 1 unbehaarte
—	Petkuser (2 n)	—	135	37,3	—	—	—	—
—	Carsten Kurzroggen (2 n)	—	105	—	—	—	—	—
—	Hadm. Hellkorn I (2 n)	—	135	31,5	—	—	—	—
—	Petkuser Tetraggen 4 n	—	145	37,2	—	—	—	—
—	Hadmerslebener VIII	—	123	24,3	—	—	—	—
—	Carsten VI	—	117	22,7	—	—	—	—
—	Carsten VIII	—	114	23,1	—	—	—	—
—	roter sächsischer Landweizen	—	(667*)	25,2	—	—	—	—
	1959							
—	Triticale Rimpau (rot. s. Ldwz. × Schlaunst. Rog.)	rotbr. Δ	130	27,1	40	9072	226,8*	
—	Triticale 8324 [(Hadm. IV × Panzerrog.) × Tr. Rimpau]	weiß Δ	125	27,4	40	9316	232,9*	
F ₁	Heine VII × Kleistogamer 2 n	kurz Δ	130	30,8	55	5	0,1	keine Halmbehaarung
F ₁	Carsten VI × Kleistogamer 2 n	mlg. Δ	145	29,9	160	270	1,7	alles behaart
F ₁	Carsten VIII × Kleistogamer 2 n	mlg. Δ	130	32,2	25	58	2,7	alles behaart
F ₁	rot. sächs. Landwz. × Kleistogamer 2 n	lg Δ	160	29,0	47	37	1,1	23 behaarte, 24 unbehaarte

Tabelle 10. Durchschnittliche Kornzahl/Pflanze in einigen Kombinationen mit alloplasmatischem (kleistogamem) Roggen.

Generation	Kombination 1960	Anzahl geernteter Pflanzen	Anzahl geernteter Körner	Ø Kornzahl/Pflanze
F ₂	Ca. VI × Kleistogamer	30	1495	49,9
F ₂	rot. sächs. Ldwz. × Kleistog.	2	62	31,0
F ₂	Ca. VIII × Kleistogamer	11	530	48,2
F ₁ '	(rot. sächs. Ldwz. × Kleistog.) × Tr. 8324	2	63	31,5
F ₁	(Ca. VIII × Kleistog.) × Tr. 8324	4	223	55,8

um auf dem Gebiet der Fertilität einen entscheidenden Schritt vorwärts zu kommen. Die Bemühungen sind wohl bisher daran gescheitert, daß es nicht gelang, genügend Kreuzungssaatgut von möglichst vielen Weizen-Roggenkombinationen billig und einfach zu erzeugen, ohne auf gut kreuzbare, aber sonst ungeeignete Weizen oder Transplantationstechniken (HALL 1954, 1956) zurückgreifen zu müssen. Eine größere Anzahl von Zygoten (mindestens 50 Körner) ist jedoch für den sicheren Erfolg einer Colchizinierung erforderlich.

Mit der Verwendung von alloplasmatischem (kleistogamem) Roggen erzielt man auch in Kreuzungen mit spätreifen modernen Hochzuchtsorten des Weizens einen befriedigenden Ansatz (3,3—19,2%).

Mit Ausnahme des höheren Ansatzes in der Primärkreuzung unterscheiden sich die Kombinationen zwischen Weizen und alloplasmatischem (kleistogamem) Roggen in nachfolgenden Generationen (F₁, F₂ bzw. F₁') weder zytogenetisch noch morphologisch. Die F₁-Weizenroggenbastarde sind mit wenigen Ausnahmen völlig steril, da zwischen Weizen- und Roggenchromosomen keinerlei Homologie und Paarung stattfindet. Da colchizininduzierte *Triticales* (MÜNTZING 1948) eine schlechtere Fertilität und Ertragsfähigkeit besitzen als spontan oder durch Rückkreuzung entstandene *Triticales*, wurde von einer Colchizinierung abgesehen. Rückkreuzungen mit *Triticale* oder Weizen führen jedoch häufig zu Rückregulierungen auf die annähernde Chromosomenzahl des Weizens (2n = 42—49). Darunter befinden sich auch Additions- (2n = 44:21 II des Weizens, 1 II des Roggens) und Substitutionslinien (20 II des Weizens, 1 II des Roggens), die sich jedoch trotz ihrer Resistenz gegen Gelbrost und Mehltau nach eigenen Erfahrungen und denen anderer Autoren (KATTERMANN 1935, 1937, 1938, OEHLER 1938, RILEY 1960, BLEIER 1933, WIENHUES-OHLENDORF 1960) durch Inkonzanz (Additionslinien), schlechte Triebkraft, verzögerte Entwicklung, verminderte Fertilität und Ertragsleistung im Vergleich zum Weizenelter auszeichnen; außerdem ist von der erwünschten intermediären Merkmalsausprägung des *Triticale* fast nichts mehr vorhanden. Während die Additionslinien keinerlei Bedeutung besitzen, können Substitutionslinien in der Resistenzzüchtung von Bedeutung sein, zumal dann, wenn es gelingt, die Substitution auf ein kleines Translokationssegment der fremden Art oder Gattung zu beschränken (SCHLEHUBER 1959). Solche Paarungen zwischen nicht homologen Chromosomen verschiedener Gattungen sind sicherlich sehr selten. MÜNTZING deutet bereits 1936 an, daß für die Paarung in der Meiose ein Gensystem verantwortlich ist; später kamen SEARS und OKAMOTO (1958) in Monosomenanalysen zur Erklärung der intergenomatischen Paarung (Mo-

no V × Einkorn) durch Wegfall eines „Unterdrücker“- (Suppressor-) Systems auf Chromosom V; zu ähnlichen Ergebnissen, nämlich daß ein einzelnes Gen oder eine Gruppe eng gekoppelter Gene die Bildung von II und Multivalenten kontrolliert, kamen auch RILEY und CHAPMAN 1958, sowie RILEY, CHAPMAN und KIMBER 1959 und 1960. Meiotische Untersuchungen an den 21 möglichen Weizen-Roggenbastarden (2n = 27) zwischen Monosomen I—XXI von Chinese Spring und *Secale cereale* ergaben, daß Bastarde, die für Chromosom V (F₁ Monosom V × *Secale cereale*) defizient sind, sowohl gegenüber den euploiden Bastarden (2n = 28) als auch gegenüber den anderen 20 defizienten Bastarden eine bedeutend höhere Paarungsquote zeigen. Fehlt Chromosom V, so kommt es zur Paarung nicht nur zwischen Chromosomen verschiedener Weizengenome, sondern auch zwischen Weizen- und Roggenchromosomen. Verfasser nehmen ein einzelnes mutiertes Gen an, dessen Einfluß auf Fertilität und zytologische Stabilität von hohem Selektionswert ist und vermutlich schon in früheren Stadien der Entwicklung des hexaploiden Weizens selektiert wurde.

Wenn es also möglich ist, ein „Suppressor“-System für die meiotische Paarung in einem Mutationsschritt umzukehren, so müßte es möglich sein, die weitgehend autonomen elterlichen Komponenten im *Triticale* (HALL 1959, VETTEL 1960 II) auf dem Wege eines langwierigen Selektionsprozesses strukturell auszubalancieren (TISCHLER 1953, GAUL 1958, VETTEL 1959 I).

V. Zusammenfassung

1. Der Ansatz nach Kreuzung zwischen modernen Hochzuchtsorten des Weizens (*T. aestivum*) und alloplasmatischem (kleistogamem) Roggen (*S. cereale*) ist, verglichen mit Kreuzungen des allogamen alloplasmatischen Roggens (*S. cereale*), sehr hoch (3,3 bis 19,2%).
2. Eine Kreuzbarkeitsselektion innerhalb verschiedener Weizensorten war ohne Erfolg.
3. Die Keimfähigkeit der Zygoten schwankt in weiten Grenzen (0—100%).
4. Die Ansatzverhältnisse in F₁ und das Verhalten der Nachkommen in F₂ bzw. F₁' ist in Bastarden mit kleistogamem Roggen nicht unterschieden von Bastarden mit gemeinem Roggen.
5. Der bessere Ansatz in Kreuzungen mit dem roten sächsischen Landweizen (1,06—1,35%), die relativ gute Fertilität in F₁ sowie die Konstanz in F₂ gibt einen Hinweis auf die Entstehungsgeschichte des *Triticale* Rimpau.
6. Chromosomenzählungen in F₁ ergaben stets die volle Addition der elterlichen Genome (2n = 28).
7. Die Meiose in F₁ ist durch eine völlig willkürliche Chromosomenverteilung gekennzeichnet.
8. Der Ansatz der F₁-Pflanzen nach Selbstung und Rückkreuzung mit *Triticale* läßt eine unerwartet große Häufigkeit von funktionierenden Gameten zu.
9. Die Merkmalsausprägung der F₁ ist je nach Kombination individuell verschieden; im allgemeinen

ist intermediäre Ausprägung mit Prävalenz des Weizenelters vorherrschend.

10. In der Diskussion werden einige Probleme der Weizenroggenbastardierung und der Homologiebeziehungen erörtert.

Literatur

1. ARMSTRONG, J. M., u. M. HATTERSLEY-SMITH: Polysporie bei einem amphidiploiden *Triticum-Agropyron* Hybrid. *Canad. J. Plant. Sci.* **39**, 272—277 (1959). — 2. BACKHOUSE, O. W.: Note on Inheritance of Crossability. *J. Genetics* **6**, 91—94 (1916). — 3. BLEIER, H.: Genetische und zytologische Untersuchungen von Weizenstämmen (*T. vulgare*) aus Weizen-Roggenbastardierungen (*T. vulgare* × *S. cereale*). *Z. f. Züchtung (A)* **18**, 191—211 (1933). — 4. GAUL, H.: Present Aspects of Induced Mutations in Plant Breeding. *Euphytica* **7**, 275—289 (1958). — 5. HALL, O. L.: Hybridisation of Wheat and Rye after Embryo Transplantation. *Hereditas* **40**, 453—458 (1954). — 6. HALL, O. L.: Further Experiments in Embryo-Transplantation. *Hereditas* **42**, 261—262 (1956). — 7. HALL, O. L.: Immuno-electrophoretische Analysen eines allopolyploiden Weizen-Roggenbastards und seiner Elternarten. *Hereditas* **45**, 495—504 (1959). — 8. KATTERMANN, G.: Die zytologischen Verhältnisse einiger Weizen-Roggenbastarde und ihrer Nachkommenschaft (F_2). *Der Züchter* **6**, 97—107 (1934). — 9. KATTERMANN, G.: Genetische Ergebnisse bei Weizen-Roggenbastarden bis F_4 . I. Die Behaarung des Halmes und Beziehungen dieses Merkmals zu Strohlänge und Bekörnung. *Pflanzenbau* **12**, 131—149 (1935). — 10. KATTERMANN, G.: Die Chromosomenverhältnisse bei Weizen-Roggenbastarden der zweiten Generation mit besonderer Berücksichtigung der Homologiebeziehungen. *Z.I.A.V.* **70**, 265—308 (1935). — 11. KATTERMANN, G.: Chromosomenuntersuchungen bei halmbehaarten Stämmen aus Weizen-Roggenbastardierung. *Z.I.A.V.* **73**, 1—48 (1937). — 12. KATTERMANN, G.: Über konstante, halmbehaarte Stämme aus Weizen-Roggenbastardierung mit $2n = 42$ Chromosomen. *Z.I.A.V.* **74**, 354—375 (1938). — 13. KIHARA, H. und J. NISHIYAMA: Genomaffinitäten in tri-, tetra- und pentaploiden Weizenbastarden. *Cytologia* **1**, 263—284 (1930). — 14. KISS, A. and Gy. REDEI: Experiments to produce Rye-Wheat (*Triticale*). *Acta Agronomica Acad. Sci. Hungaricae* **3**, 257—276 (1953). — 15. KISS, A.: Genetic Investigations of Wheat-Rye Hybrids and *Triticale* No. 1 of Martovasar. *Acta Agronomica Acad. Sci. Hungaricae* **4**, 239 bis 278 (1954). — 16. KISS, A., und T. RAJHATHY: Untersuchungen über die Kreuzbarkeit innerhalb des Subtribus *Triticinae*. *Der Züchter* **26**, 127—136 (1956). — 17. LEWITZKY, G. A., and G. K. BENETZKAJA: Cytology of the Wheat-Rye Amphidiploids. *Bull. Appl. Bot. Gen. and Breed.* **27**, 241—261 (1931). — 18. LEIN, A.: Über alloplasmatische Roggen (Roggen mit Weizenplasma). *Der Züchter* **19**, 101—108 (1949). — 19. LEIN, A.: Die Wirksamkeit von Kreuzbarkeitsgenen des Weizens in Kreuzungen von Roggen mit Weizen. *Der Züchter* **15**, 1—3 (1943a). — 20. LEIN, A.: Die genetische Grundlage der Kreuzbarkeit zwischen Weizen und Roggen. *Z.I.A.V.* **81**, 28—61 (1943b). — 21. LEISER, M.: Die Bastardierung von Weizen und Roggen auf Grund experimenteller Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der zytologischen Verhältnisse und deren Beziehungen zu äußeren und inneren Eigenschaften. *Z. f. Pflanzenzüchtung* **33**, 59—98 (1954). — 22. LIND-SCHAU, M., u. E. OEHLER: Untersuchungen am konstant intermediären, additiven Rimpau'schen Weizen-Roggenbastard. *Der Züchter* **7**, 228—233 (1935). — 23. MEISTER, G. C.: Natural Hybridisation of Wheat and Rye in Russia. *J. Heredity* **12**, 467—470 (1921). — 24. MÜNTZING, A.: Über die Entstehungsweise 56-chromosomiger Weizen-Roggenbastarde. *Der Züchter* **8**, 188—191 (1936). — 25. MÜNTZING, A.: The Evolutionary Significance of Autopolyploidy. *Hereditas* **21**, 263—378 (1936). — 26. MÜNTZING, A.: Studies on the Properties and Ways of Production of Rye-Wheat Amphidiploids. *Hereditas* **25**, 387—430 (1939). — 27. MÜNTZING, A.: Experiences from Work with Induced Polyploidy in Cereals. (Lund) Svalöf 1886—1946, History and Present Problems 324 bis 337 (1948). — 28. MÜNTZING, A.: Beitrag: Polyploidiezüchtung. *Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. I* (2. Auflage) 700—731 (1958). — 29. NAKAJIMA, G.: Zytogenetische Untersuchungen an F_1 -Hybriden der Gattungskreuzungen zwischen Emmerweizen und zwei Arten von *Secale*. *Jap. J. Bot.* **16**, 61—85 (1957). — 30. OEHLER, E.: Untersuchungen über Ansatzverhältnisse, Morphologie und Fertilität bei Weizen-Roggenbastarden. *Z. f. Züchtung (A)* **16**, 357—393 (1931). — 31. OEHLER, E.: Untersuchungen über die Behaarung des Halmes in Nachkommenschaften aus Weizen-Roggenkreuzungen. *Z. f. Pflanzenzüchtung* **22**, 417—452 (1938). — 32. OEHLER, E.: Beitrag: Art- und Gattungskreuzung. *Handbuch für Pflanzenzüchtung Bd. 1* (2. Auflage) 563—611 (1958). — 33. RILEY, R.: Meiotisches Verhalten, Fertilität und Stabilität von Weizen-Roggen-Additionslinien. *Heredity* **14**, 89—100 (1960). — 34. RILEY, R., and V. CHAPMAN: Genetic Control of the Cytologically Diploid Behaviour of Hexaploid Wheat. *Nature* **182**, 713—715 (1958). — 35. RILEY, R., V. CHAPMAN and G. KIMBER: Genetic Control of Chromosome Pairing in Intergeneric Hybrids with Wheat. *Nature* **183**, 1244—1246 (1959). — 36. RILEY R., V. CHAPMAN u. G. KIMBER: Die Lage des Gens, welches das diploidähnliche meiotische Verhalten des hexaploiden Weizens bestimmt. *Nature* **186**, 259—260 (1960). — 37. SCHLEHUBER: Züchtung auf Resistenz gegen Weizenbraunrost. Vortrag anlässlich der 6. Hauptversammlung der Arbeitsgemeinschaft für Krankheitsbekämpfung u. Resistenzzüchtung in Gießen am 27. 11. 1959. — 38. SCHMALZ, H.: Subvitale F_1 -Kombinationen beim Weizen. I. Genetische Untersuchungen. *Der Züchter* **29**, 207—217 (1959). — 39. SCHNEIDER, R.: Der gegenwärtige Stand der Weizen-Roggenbastardierung. *Z. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz* **5**, 44—48 (1954). — 40. SEARS, E. R., and M. OKAMOTO: Intergenic Chromosome Relationships in Hexaploid Wheat. *Proc. 10th Int. Congr. Genet.* **2**, 258—259 (1958). — 41. TAYLOR, J. W., and K. S. QUISENBERRY: Inheritance of Rye-Crossability in Wheat Hybrids. *J. Americ. Soc. Agron.* **27**, 149—153 (1935). — 42. TISCHLER, G.: *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Bd. II, Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin-Nikolassee 1953. — 43. VASILIEV, B. J.: Wheat-Rye Hybrids. II. Genetical Analysis of Crossability of Rye with Various Species of Wheat. *Compt. rend. d. l'Acad. Sc. USSR* **27**, 598—600 (1940). — 44. VETTEL, F. K.: Mutationsversuche an Weizen-Roggenbastarden (*Triticale*). I. Mutationsauslösung bei *Triticale* Rimpau. *Der Züchter* **29**, 293—317 (1959). II. Zytologische Untersuchungen und Fertilitätsbestimmungen an *Triticale* Rimpau und einigen Mutanten. *Der Züchter* **30**, 181—189 (1960). III. Mutationsauslösung bei *Triticale* Meister und *Triticale* 8324. *Der Züchter* **30**, 313—329 (1960). — 45. WIENHUES-OHLENDORF, A.: Die Ertragsleistung rostresistenter 44- und 42-chromosomiger Weizen-Queckenbastarde. *Der Züchter* **30**, 194—202 (1960).