tionsmöglichkeiten, und dort, wo die klimatischen Bedingungen für die Infizierung ungünstig sind, kann man in manchen Jahren überhaupt nicht selektieren.

Mit einer mittels Injektionsnadel übertragenen Infizierung kann man leicht Infektionszentren bilden, aber dieses Verfahren ist langsam und kostspielig. Um diese Nachteile auszuschließen, verwendet man kreisförmige Mikroparzellen mit 45—50 cm Durchmesser, wobei man die in die Mitte der Parzelle kommenden ein bis zwei Pflanzen mittels Injektionsnadel künstlich infiziert, und von hier aus verbreitet sich die Krankheit auf natürlichem Wege auf die am Rande der Parzelle befindlichen Pflanzen.

Nach unserer Erfahrung kann man mit dieser Methode auch noch unter ungünstigen Verhältnissen vollkommen zuverlässige Selektion ausführen. Zu der künstlichen Infizierung von 10000 Mikroparzellen benötigt man lediglich 20—25 Arbeitstage.

Bei der Aussaat in Rundparzellen wird die Bonitierung der Einzelpflanze auf Widerstandsfähigkeit ermöglicht, wenn junge, sich noch spaltende Kreuzungsnachkommenschaften zur Erfoschung in Betracht kommen. Bei Infizierung der Nachkommenschaft von homozygoten Mutterpflanzen prüft man die Pflanzenbestände der einzelnen Parzellen einheitlich.

Literatur

1. BONNET, O. T. u. W. N. BEVER: Head-Hill methode cf plating head selections of small grains. J. Amer. Soc. Agron. **39**. 442—445 (1947). — 2. CAMPOS, T. A., I. W. GIBLER u. N. E. BORLAUG: Correlation of seedling an adult plant reaction to stim rust of wheat. Phytopathology **43**, 468 (1953). — 3. CHEREWICK, W. I.: A method of establishing rust epidemies in experimental plots. Division of Botany and Plant Pathology Science Service. N. O. 880 Ottava, Canada (1946). — 4. DUFF, A. D. S.: Seedling resistance and mature plant susceptibility of wheat to *Puccinia graminis* found in Kenya. Nature **173**, 779 (1954). — 5. DURELL, Lw. u. I. H. PARKER: Comparative resistance of varieties of oats to crown and stem rust. Iowa Agr. Exp. Sta. Research Bull. **62**, 27—56 (1920). — 6. FUCHS, W. H.: Fortschritte der Resistenzzüchtung bei Getreide im letzten Jahrzehnt. Z. für Pflanzenzücht. **31**, 1—42 (1951). — 7. MACKIE, W. W.: A field method of insuring positive attack with some cereal diseases. Phythopathology **18**, 617—621 (1928). — 8. ROEMER, FUCHS u. ISENBECK: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Kühn-Archiv. **45**, Berlin (1938). — 9. STACKMAN, E. C. u. O. S. AAMODT: The effect of fertilizers on the development of stem rust of wheat. Journ. Agr. Research **27**, 341—379 (1924). — 10. THOROLD, C. A.: Production of an artificial epidemy of wheat stem rust in Kenya Colony. Ann. Appl. Biology. **21**, 614—620 (1934). — 11. ZEHNER, M. G. u. H. B. HUMPHREY: Smuts and rusts produced by hypodermic injection of inoculum. Jour. Agr. Research **38**, 623—627 (1929).

(Aus dem Landwirtschaftlichen Forschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Martonvásár, Ungarn)

Tetraploides *Triticum monococcum* L. (2n = 28)

Von T. RÀJHÁTHY *

Mit 6 Textabbildungen

Im Laufe der letzten 20 Jahre wurden innerhalb des Subtribus *Triticinae* eine Anzahl von Amphiploiden experimentell hergestellt. Diese sind als neue Taxone, bzw. resynthetisierte Arten besonders vom Standpunkte der Mikroevolution bedeutungsvoll, doch sind von den weiteren Forschungen auch praktische Ergebnisse zu erwarten. Im Verhältnis zur Menge der hergestellten Amphiploide sind — mit der Ausnahme des Roggens — nur auffallend wenige autoploide Formen bekannt und auch deren Mehrzahl wurde mit Temperaturschock erzeugt. Diese Verhältnisse sind insofern verständlich, als die zu diesem Subtribus gehörenden Arten vorwiegend polyploid sind und dieser Umstand die weitere Steigerung des übrigens auch hohen Polyploidiegrades stark erschwert.

Autoploide Weizen wurden von DORSEY (1936, 1937) und ZHEBRAK (1948) hergestellt, vom erstgenannten durch die Anwendung von Temperaturschock und Colchicin, während letzterer ausschließlich Colchicin angewandt hatte. DORSEY konnte zuerst das 2n = 56 Chromosomen enthaltende *T. polonicum*, das 2n = 84 Chromosomen aufweisende *T. aestivum* (1936) und später auch das 2n = 28 Chromosomen enthaltende *T. monococcum* (1939) herstellen. Die erstgenannten Autoploide entstanden durch die Anwendung eines 20 Std. nach der Bestäubung ausgeführten, 20—30 Minuten lang dauernden Temperaturschockes (43 bis 50° C). Das tetraploide *T. monococcum* ließ sich durch ein 20—30 minutiges Eintauchen der Koleoptyle in eine 0,25%ige wässerige Colchicinlösung herstellen. ZHEBRAK hatte ebenfalls die Colchicinbehandlung bei der Herstellung der 2n=56 Chromosomen enthaltenden *T. timopheevi* und *T. durum* angewandt.

Die von DORSEY induzierte tetraploide *T. monococcum* Pflanze wies insgesamt 24 diploide und 28 tetraploide Halme auf. Die tetraploiden Sprosse hatten aber keine Ähren entwickelt. TUMANIAN berichtete 1937 über eine von ihm beobachtete tetraploide Ähre von *T. monococcum*, die aber vollständig steril war. Weitere Angaben über tetraploide *T. monococcum* Pflanzen sind dem Verfasser unbekannt.

Problemstellung

Im Laufe unserer Untersuchungen über evolutionsgenetische Probleme tauchte auch die Notwendigkeit der Herstellung polyploider *T. monococcum*-Formen auf. Bis heutzutage blieb nämlich — trotz den Bestrebungen des vergangenen halben Jahrhunderts — die Übertragung der Merkmale der diploiden Reihe in die hexaploide Serie ein ungelöstes Problem. Auch in unseren Experimenten entstanden, nach beträchtlichen Schwierigkeiten, nur vollständig sterile F_1-Hybride.

Während unserer Kreuzungsarbeit über die Hybridisation von Roggen und Weizen hatten wir erfahren, daß der tetraploide Roggen bei Kreuzungen mit tetraploiden oder hexaploiden Weizen einen höheren Samenansatz ergab als der diploide (KISS und RÀJHÁTHY 1956). Kreuzungsversuche zwischen diploidem *T. monococcum* und tetraploidem Roggen

* Gegenwärtige Anschrift des Verfassers: Central Experimental Farm, Cereal Crops Division, Ottawa, Ont., Canada.

blieben jedoch noch immer erfolglos. Auf Grund unserer mit tetraploidem Roggen erhaltenen Erfahrungen sind wir zum Gedanken gekommen, daß auch das tetraploide Einkorn mit *T. aestivum* besser kreuzbar sei als das diploide. Unsere weitere Zielsetzung ist, die Kreuzung von Einkorn und Roggen auch bei verschiedenem Polyploidiegrad zu untersuchen, d. h. die folgenden Kombinationen zu erreichen: AA×SS, AAAA×SS, AA×SSSS und AAAA×SSSS.

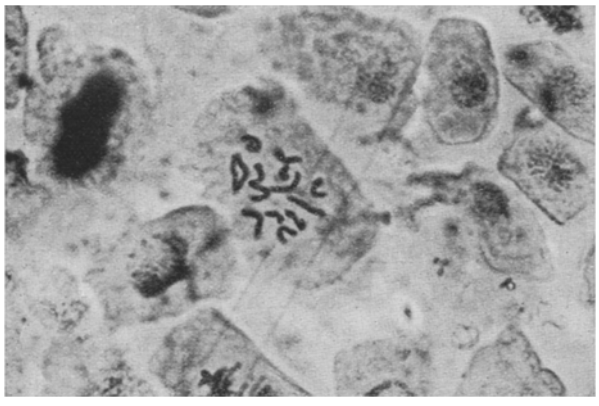

Abb. 1. Diploider Chromosomensatz von *T. monococcum* (2n = 14) ca. 1150×.

Wir möchten außerdem versuchen, das tetraploide *T. monococcum* mit einer diploiden Form zu kreuzen, um aus dem so entstandenen triploiden Hybrid mit wiederholter Colchicinbehandlung eine hexaploide Form (2n=42) zu erzeugen:

AAAA×AA
↓
AAA← Colchicinbehandlung
↓
AAAAAA

Damit soll eine polyploide Reihe mit dem Genom A hergestellt werden, die die Entstehung von *T. aestivum* × *T. monococcum*-Kombinationen auf hexaploider Stufe ermöglicht.

Experimentell hergestellte polyploide Reihen stellen ein außerordentlich wichtiges Versuchsmaterial für evolutionsgenetische Forschungen dar. Es ist bekannt, daß sowohl der Polyploidiegrad der Elternpaare, wie auch die Kreuzungsrichtung auf den Erfolg der Art- und Gattungskreuzungen (Samenansatz, Keimung der Hybridsamen) einen beträchtlichen Einfluß ausübt. Es blieb jedoch noch immer unentschieden, wieviel aus dieser Wirkung den Verschiedenheiten des Polyploidiegrades der Eltern und wieviel den Genomverschiedenheiten zuzuschreiben ist. Da außer dem tetraploiden Roggen auch eine oktoploide Form zu unserer Verfügung steht (KISS, unveröffentlicht), konnten wir an Hand von Einkorn × Roggen-Kreuzungen die Untersuchung dieses höchstinteressanten Problemenkreises in Gang setzen.

Einige Autoren halten das Genom B für eine divergente Form des Genoms A. Damit wird der Gedanke der autoploiden Entstehung der tetraploiden Reihe aufgeworfen (SCHRIMPF, 1951). Obwohl wir, auf Grund verschiedener Angaben und Überlegungen, gerade umgekehrt zur Meinung gelangt sind, daß die tetraploide Serie von alloploider Herkunft ist (Genom B: *Agropyrum triticeum, Aegilops speltoides?*), kann die vergleichende Analyse der diploiden und tetraploiden Form von *T. monococcum* und der Mutanten der zwei Formen von Interesse sein.

Material und Methode

Als Ausgangsmaterial für die Colchicinbehandlungen diente *T. monococcum* L. v. *flavescens* KCKE.

Im Herbst 1954 und Frühling 1955 wurden Tausende von *T. monococcum* Körnern in 0,02%iger Colchicinlösung bei 20° C zur Keimung gebracht. Die Keimung erfolgte in Petrischalen auf Filterpapier. Infolge der starken Verdickung der Radicula und der Wachstumshemmung ging ungefähr die Hälfte des Versuchsmaterials unmittelbar vor dem Erscheinen der Radicula zu Grunde. Die leicht verdickte Wurzel aufweisenden Pflanzen wurden in Sand gesetzt und einige Tage später nach erneuter Selektion die entsprechende Colchicinwirkung zeigenden Pflanzen in Pikierkästen in Boden umgepflanzt. Nach 15 Tagen wurde auf dem Vegetationspunkt der schnell wachsenden, extrem hohen Pflanzen mittels einer Injektionskanüle 0,2%ige Colchicinlösung injiziert. Am 28. März 1955 hatten wir, nach neuer Selektion, 333 Pflanzen ins Freie gepflanzt. Da auf Grund äußerer morphologischer Merkmale keine sichere Unterscheidung gemacht werden konnte und Pollenuntersuchungen infolge der Chimaera-Beschaffenheit der Ähren im Falle eines so umfangreichen Materials undurchführbar schienen, hatten wir nach der Ernte nur die teilweise sterilen Ähren behalten.

Die teilweise sterilen Ähren lieferten insgesamt 1715 Körner. Im Winter 1956 wurden Chromosomenzahlbestimmungen bei 240 C_2-Keimpflanzen ausgeführt. Die anderen, vermutlich polyploiden, doch cytologisch nicht kontrollierten Körner wurden sepa-

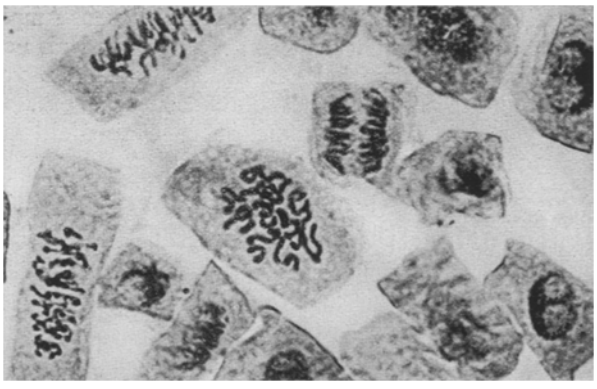

Abb. 2. Diploider Chromosomensatz von tetraploidem *T. monococcum* (2n = 28) ca. 1150×.

rat gesät. Aus diesem Material konnten wir dann auf Grund der Wachstums- bzw. der morphologischen Merkmale, der Sterilitätsverhältnisse, der Größe der Ähren und Körner (C_2) „vermutlich tetraploide" Pflanzen ziemlich zuverlässig selektieren. Die cytologische Analyse dieses Materials ist im Gange. Diese Mitteilung befaßt sich natürlich nur mit den cytologisch geprüften Pflanzen.

Die cytologischen Untersuchungen wurden an den Wurzelspitzen der C_2-Pflanzen ausgeführt. Das Material wurde in Carnoy-Lösung fixiert und dann nach Übertragung in 70%igen Alkohol endlich in Carmin-essigsäure gelegt und als Quetschpräparat in Carmin-essigsäure mit Deckglas bedeckt.

Versuchsergebnisse*

Die cytologische Untersuchung der 240 C_2-Pflanzen lieferte die folgenden Ergebnisse (Tabelle 1):

Tabelle 1.

Anzahl der untersuchten C_2-Pflanzen	Tetraploide		Chimären *		Diploide	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
240	19	7,9	9	3,7	212	88,3

* Aneuploide Zellen mit einer Chromosomenzahl 2n = 21—28

Von den 19 tetraploiden Pflanzen gingen 5 im Jugendstadium zu Grunde. Die 14 tetraploiden Pflanzen wurden insgesamt mit den diploiden Kontrollen am 18. April 1956 ins Freie gepflanzt. Ihre Entwicklung war zuerst im Vergleich zu der der Kontrolle verzögert. Die ersten Blätter waren auffallend steif, hart und breiter als die der diploiden Pflanzen. Die Bestockung der tetraploiden Exemplare war ausgesprochen schwach. Die durchschnittlichen Werte der Bestockung betrugen für die Diploiden 24,5 ± 1,8

Abb. 4. Links: diploide, rechts: tetraploide *T.-monococcum*-Samen. Ca. 2mal vergrößert.

Tabelle 2.

T. monococcum	Gesamthöhe der Pflanzen in cm	Ährenlänge in cm	Ährchenzahl/ Ähre	Dichte der Ähren D	Länge der Samen mm	Breite der Samen mm	Gewicht mg
Diploid (Kontrolle)	112,2 ± 1,3	6,95 ± 0,78	30,23 ± 1,1	45,12	7,38 ± 0,09	2,6 ± 0,06	28,00 ± 0,17
Tetraploid	90,3 ± 1,9	8,27 ± 0,21	22,01 ± 1,3	32,54	9,12 ± 0,11	3,9 ± 0,09	37,40 ± 0,11

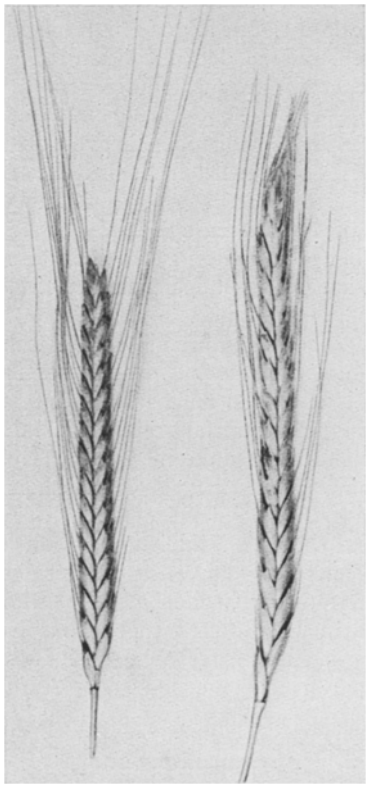

Abb. 3. Links: diploides; rechts: tetraploides *T.-monococcum*.

und für die Tetraploiden 13,8 ± 2,6. Die Tetraploiden brachten ihre Ähren ± 7 Tage früher bzw. später als die Diploiden. Bei der Ährenbildung war die gleiche Verzögerung zu beobachten wie im Falle der früheren Entwicklungsphasen.

Von der Unterseite des obersten Blattes wurden Epidermisstreifen entnommen und die Stomatenlänge bestimmt. Es zeigte sich, daß die tetraploiden Zellen die Länge der diploiden weit überholen (diploide Zellen 52,4 ± 0,37 μ; tetraploide Zellen 77,7 ± 0,82 μ).

Nach der Ährenbildung ist die tetraploide Beschaffenheit schon leicht zu erkennen, da die tetraploiden Ähren wesentlich größer sind (Abb. 3).

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, sind die Unterschiede in den quantitativen Angaben der morphologischen Merkmale ausnahmslos auffallend. Als besonders charakteristisch können die zahlenmäßigen Angaben über Größe und Gewicht der Körner betrachtet werden. Die tetraploiden Körner sind bedeutend größer als die diploiden. Sie sind voll, doch nicht so vollständig wie dies für die normalen Einkorn-Körner charakteristisch ist (Abb. 4).

Die Farbe der Körner ist ebenfalls abweichend, da die tetraploiden einen matten grauen Ton aufweisen, während die diploiden grell gelb sind. Mit den längeren Ähren der tetraploiden Pflanzen ist die Eigenschaft der niedrigeren Ährchenzahl und die damit verknüpfte Schütterheit der Ähren vergesellschaftet. Das Stroh der tetraploiden Pflanzen ist etwas dicker als das der diploiden. Der Halm ist mit einem wohl entwickelten Markgewebe gefüllt. In dieser Hinsicht weichen die tetraploiden Pflanzen von den diploiden gar nicht ab. Das quer stehende, endständige Ährchen ist bei den meisten tetraploiden Ähren ganz normal entwickelt. Die Ährenspindeln und die Noden der tetraploiden Pflanzen sind stärker behaart und weisen längere Haare auf als die diploiden. In anderen qualitativen Merkmalen und besonders in den Artmerkmalen fand keine Veränderung statt. Die Spelzeigenschaften, die die wichtigsten Artmerkmale der Weizenarten darstellen, hatten trotz ihrer beträchtlichen Vergrößerung keine qualitativen Veränderungen erlitten. Unverändert blieben die Spelzen, die Spelzspitzen, die Gestaltung der Spelz- und Gran-

* An dieser Stelle spricht der Verfasser besten Dank für die wertvolle Mithilfe seinen Mitarbeitern Frau Ida Jehoda und Lajos Nagy aus.

nenadern und die Rinne. Der charakteristische doppelte Spalt am Spelz von Einkorn blieb ebenfalls unverändert. (Abb. 5 und 6.)

Die Fertilität der tetraploiden Pflanzen ist stark erniedrigt (Tab. 3). Die einzelnen Pflanzen zeigen jedoch beträchtliche Verschiedenheiten in dieser Hinsicht.

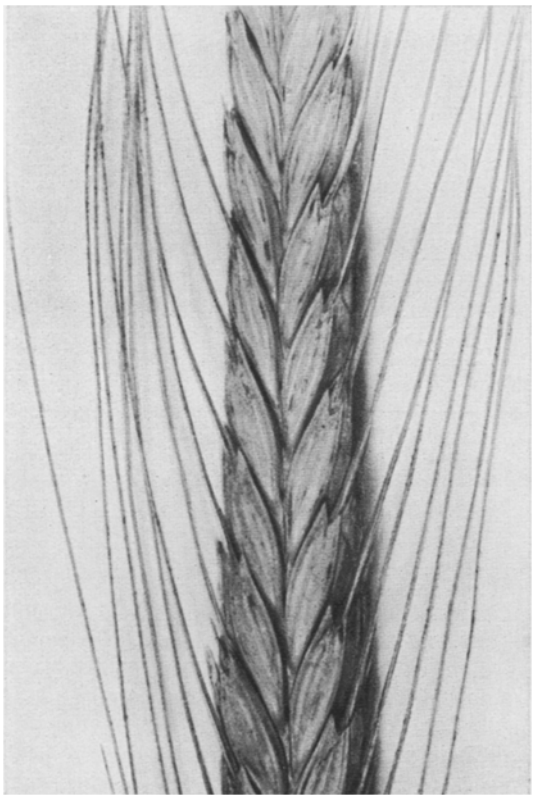

Abb. 5. Diploides *T.-monococcum*.

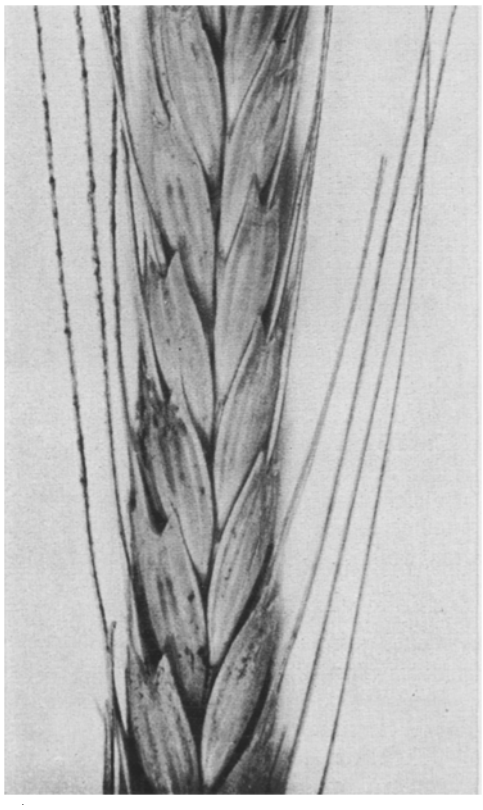

Abb. 6. Tetraploides *T.-monococcum*.

Tabelle 3.

T. monococcum	Samenanzahl pro			Fertilität %
	Pflanze	Ähre	Ährchen	
Kontrolle.				
Diploid	226	15,00	0,5350	51,72
Tetraploid C—				
C—1	1	0,20	0,0085	0,85
C—2	3	0,50	0,0232	2,32
C—3	0	0,00	0,0000	0,00
C—7	1	0,11	0,0052	0,52
C—8	70	2,59	0,0973	9,73
C—9	35	2,91	0,1054	10,54
C—10	1	0,20	0,0112	1,12
C—12	1	0,12	0,0050	0,50
C—13	0	0,00	0,0000	0,00
C—14	0	0,00	0,0000	0,00
C—16	0	0,00	0,0000	0,00
C—17	1	0,11	0,0049	0,49
C—18	0	0,00	0,0000	0,00
C—19	0	0,00	0,0000	0,00

Die als C-8 und C-9 bezeichneten Pflanzen können mit ihrer ungefähr 10%igen Fertilität als ausgezeichnete betrachtet werden. Die Abweichungen im Fertilitätsgrad sind wahrscheinlich durch individuelle Verschiedenheiten im cytologischen Verhalten zu erklären (in verschiedenem Grad balanzierte Geschlechtszellen).

Die geringe Menge unseres Versuchsmaterials hat die diesbezüglichen Meiose-Untersuchungen vorläufig noch nicht erlaubt. Im folgenden Jahre kann aber die cytologische Analyse der auf Grund der Fertilitätsverhältnisse getrennten Nachfolgegenerationen stattfinden.

Die durch Meiosestörungen hervorgerufene Unausgeglichenheit der künstlich hergestellten Autoploide ist eine bekannte Erscheinung. DORSEY berichtete 1939 über die auffallende Variabilität der Chromosomenzahl bei polyploiden Formen der Gerste. Außer 5 Tetraploiden fand er auch 6 Aneuploide mit 2n=31 Chromosomen. SASS und GREEN (1945) berichteten über regelmäßig vorkommende cytologische Chimären von tetraploidem *Zea mays*. Verfasser ist bei tetraploidem Mais ebenfalls zum selben Ergebnis gelangt. Die diesbezüglichen umfangreichen Erfahrungen lenken unsere Aufmerksamkeit auf die Notwendigkeit der regelmäßigen, jährlichen cytologischen Analyse des Versuchsmaterials.

Außer den in der Einleitung schon eingehender erörterten Zielsetzungen wollen wir der Forschung der Balanziertheit dieser „rohen" Polyploide und weiter — teilweise in Verbindung mit dieser Frage — der strahlengenetischen Untersuchung der diploiden und tetraploiden Formen eine besondere Aufmerksamkeit schenken.

Zusammenfassung

1. Durch Anwendung der Colchicinmethode ist es gelungen, tetraploides *T. monococcum* (2n=28) in größerem Ausmaße herzustellen. Diese Pflanzen stellen Ausgangsmaterial für eine Genom A enthaltende, künstlich induzierte polyploide Reihe dar.

2. Die tetraploiden Pflanzen sind durch ausgeprägte Vergrößerung ihrer Organe, besonders durch die der Ähren, Ährchen, Korngröße und Korngewicht, ferner durch die schwächere Bestockung charakterisiert.

3. Die Fertilität der tetraploiden Pflanzen wurde herabgesetzt, doch waren in dieser Hinsicht beträcht-

liche individuelle Verschiedenheiten zu beobachten, die mit einer cytologischen Unausgeglichenheit in Verbindung stehen können.

4. Die Artmerkmale (Spelzeigenschaften) blieben unverändert.

5. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Bedeutung der experimentell hergestellten polyploiden Reihen bei der Lösung einiger genetischer Probleme.

Literatur

1. DORSEY, E.: Chromosome doubling in the cereals. J. Hered. 30: 393—395 (1939). — 2. EIGSTI, O. I. und DUSTIN, P. JR.: Colchicine. In Agr. Med. Biol. Chem. Iowa Coll. (1955). — 3. KISS, A. und RAJHÁTHY, T.: Untersuchungen über die Kreuzbarkeit innerhalb des Subtribus Triticinae. Züchter 26: 127—136 (1956). — 4. SASS, J. und GREEN, J.: Cytohistology of the reaction of maize seedlings to colchicine. Bot. Gaz. 106: 403—408 (1945). — 5. SCHRIMPF, C.: Ein Beitrag zur Phylogenie und Systematik der Gattung Triticum. Z. f. Pflanzenzüchtung. 31: 42—71 (1951). — 6. SCHWANITZ, F.: Genetik und Evolutionsforschung bei Pflanzen. In Heberer: Die Evolution der Organismen 2: 425—551 (1954). — 7. SEARS, E. R.: Cytology and genetics of the wheat. Adv. Genet. 2: 239—270 (1948). — 8. ZHEBRAK, A. R.: Die Lage in der biologischen Wissenschaft. Vlg. Fremdsprachige Literatur. Moskau. 582—594 (1949).

(Aus dem Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung der Humboldt-Universität, Berlin)

Feldversuchswesen: Vereinfachtes Rechenschema für Blockversuche und Lateinische Quadrate

Von K. F. ZIMMERMANN

Die von verschiedenen Autoren (2, 3, 4) gegebenen Anleitungen zur Auswertung von Feldversuchen mit Hilfe der zweifachen (Block) oder dreifachen (Lateinisches Quadrat) Varianzanalyse (VA) erfordern ein gewisses, nicht geringes Maß an Rechen- und Schreibarbeit. Die von mir in dem Buch über Technik der Pflanzenzüchtung und des Versuchswesens gegebenen Schemata erleichtern diese Arbeit schon erheblich. In dem Bestreben, den Arbeitsaufwand noch weiter zu vermindern und damit den exakten Versuchsmethoden eine noch breitere Anwendung zu verschaffen, habe ich ein neues Schema entwickelt, dessen Ableitung und Anwendung im folgenden beschrieben werden soll.

1. Blockversuche

Das in Tabelle 1 wiedergegebene Schema ist nur anwendbar auf die in Tabelle 2 enthaltenen Versuchsanlagen mit den Versuchsgliedzahlen $v = 2, 4, 6 \ldots 100$ und den geraden Teilstückzahlen $b = 4, 6, 8, (10)$. Das Auslassen der ungeraden Zahlen für b und v vermindert die Zahl der möglichen Versuchsanlagen auf ein Viertel, ohne dem Versuchsansteller nennenswerte Beschränkungen aufzuerlegen. Versuche mit ungeraden Zahlen für v lassen sich durch Wiederholung eines Versuchsgliedes oder durch Weglassen eines solchen ohne weiteres in einen in der Tabelle enthaltenen umwandeln. Das gleiche gilt für die Wiederholungszahl.

Das Schema ist aus dem gebräuchlichen ohne Änderung der Grundprinzipien entstanden und beruht lediglich auf einer neuen Schreibweise.

Die verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

S Summe über .....
x Einzelwert (z. B. Ertrag)
B Blocksumme
b Zahl der Blocks (Wiederholungen)
V Versuchsgliedsumme
v Zahl der Versuchsglieder
L Säulensumme
l Zahl der Säulen
SQ Summe der Abweichungsquadrate
s_d Differenzfehler
s Streuung
t t-Werte aus Tabelle
FG Freiheitsgrade des Fehlers
GD 5,0%, GD 1,0%, GD 0,1% Grenzdifferenz für $p = 5{,}0$ 1,0 0,1%
g/T Gramm je Teilstück
dz/ha Doppelzentner je Hektar
(1) (2)... Nummern der Tabellen 2 und 4

Das Schema ist folgendermaßen abgeleitet:

Varianztabelle

Streuungsursache	SQ	FG
Total	$Sx^2 - \bar{x}Sx$	$n - 1$
Block	$\frac{SB^2}{v} - \bar{x}Sx$	$b - 1$
Versuchsglieder	$\frac{SV^2}{b} - \bar{x}Sx$	$v - 1$
Fehler	$(Sx^2 - \bar{x}Sx) - \left(\frac{SB^2}{v} - \bar{x}Sx\right) - \left(\frac{SV^2}{b} - \bar{x}Sx\right)$	$(n-1) - (b-1) - (v-1)$

Die Formeln für den Fehler lassen sich vereinfachen bis zu

Fehler $SQ = bv\,Sx^2 + (Sx)^2 - bSB^2 - vSV^2/bv$
Fehler $FG = n - b - v + 1$.

Die Varianz des Fehlers ist demnach

$$s_F^2 = \frac{bvSx^2 + (Sx)^2 - bSB^2 - vSV^2}{bv\,(n - b - v + 1)}$$

und der Differenzfehler beim Vergleich der Versuchsglieder mit einem Vergleichsversuchsglied

$$s_d = \sqrt{\frac{2\,s_F^2}{b}} = \sqrt{\frac{2\,[bvSx^2 + (Sx)^2 - bSB^2 - vSV^2]}{bv\,b\,(n - b - v + 1)}}$$

Die Grenzdifferenzen für $p = 5{,}0$, 1,0 und 0,1% sind danach

$$GD = t \cdot s_d = t\sqrt{\frac{2\,[bvSx^2 + (Sx)^2 - bSB^2 - vSV^2]}{bv\,b \cdot FG}}$$

In dieser Formel sind für eine bestimmte Versuchsanlage 2, t, v und b Konstanten. Durch Ausklammerung entsteht

$$GD = \sqrt{bvSx^2 + (Sx)^2 - bSB^2 - vSV^2} \cdot t\sqrt{\frac{2}{b^2vFG}}$$